



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

**145009002 - Aplicacion Practica De Aerodinamica Computacional**

### 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.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	14

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	145009002 - Aplicacion Practica de Aerodinamica Computacional
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Octavo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	14IA - Grado en Ingeniería Aeroespacial
<b>Centro responsable de la titulación</b>	14 - E.T.S.I. Aeronáutica Y Del Espacio
<b>Curso académico</b>	2025-26

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Alejandro Martinez-Cava Aguilar	B-218	alejandro.martinezcava@upm.es	Sin horario. Se publicarán al comienzo del semestre.
Fernando Gandia Aguera	B-219	fernando.gandia@upm.es	Sin horario. Se publicarán al comienzo del semestre.

Rodolfo José Sant Palma (Coordinador/a)	B-218	rodolfo.sant@upm.es	Sin horario. Se publicarán al comienzo del semestre.
Angel Pedro Sanz Andres	IDR	angel.sanz.andres@upm.es	Sin horario. Se publicarán al comienzo del semestre.
Luis Manuel Ayuso Moreno	B-218	luis.ayuso@upm.es	Sin horario. Se publicarán al comienzo del semestre.

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

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

#### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Mecanica De Fluidos
- Aerodinamica Y Aeroelasticidad
- Aerodinamica

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Métodos Numéricos.
- Mecánica de Fluidos y Aerodinámica

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE03 - Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería.

CE24 - Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fundamentos de la mecánica de fluidos que describen el flujo en todos los regímenes, para determinar las distribuciones de presiones y las fuerzas sobre las aeronaves.

CE28 - Conocimiento aplicado de: aerodinámica; mecánica y termodinámica, mecánica del vuelo, ingeniería de aeronaves (ala fija y alas rotatorias), 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

RA10 - Conocimiento y comprensión de la Aerodinámica de las aeronaves.

RA539 - RA1.- Conocimientos, comprensión y aplicación para la determinación de las condiciones de contorno necesarias para resolver problemas aerodinámicos.

RA214 - Redactar informes técnicos y hacer exposiciones orales técnicas relacionadas con lo anterior.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Aplicación de métodos numéricos, mediante la resolución numérica de las ecuaciones de Navier-Stokes, para resolver problemas de aerodinámica, mediante la herramienta ANSYS-Fluent.

### 5.2. Temario de la asignatura

#### 1. Tema 1. MÉTODOS NUMÉRICOS.

1.1. 1.1. Estrategias: Métodos de Paneles, Métodos de Paneles con capa límite, Códigos de Euler, Códigos de Navier-Stokes

#### 2. Tema 2. PREPROCESO. CREACIÓN DE GEOMETRÍA Y MALLADO.

2.1. 2.1. Introducción. Proceso de trabajo en CFD (Computational Fluid Dynamics). Entorno de trabajo en ANSYS (Workbench).

2.2. 2.2. Diseño (DesignModeler). Interfase de usuario (GUI). Pantalla, ratón, selección de entidades. Modelado 2D. Sketcher. Geometría 2D, restricciones, dimensiones. Modelado 3D. Cuerpos 3D, operaciones entre cuerpos, primitivas, geometría para fluidos

2.3. 2.3. Mallado (Meshing). Discretización del fluido. Tipos de celdas, tipos de mallas, nomenclatura. Métodos de mallado 2D.

2.4. 2.4. Métodos de Mallado 3D. Control de la malla, Control local de la malla. Estadísticas. Número de elementos, calidad de la malla.

#### 3. Tema 3. CÁLCULO.

3.1. 3.1. Capacidades y aplicaciones del programa FLUENT Interface de usuario. Planificación del análisis con FLUENT.

3.2. 3.2. Mallado: Leer y chequear la malla. Suavizar y modificar la malla.

3.3. 3.3. Difusión numérica.

3.4. 3.4. Elegir formulación: Segregado-acoplado, implícita-explicita, estacionario-no estacionario, 2D-3D

3.5. 3.5. Elegir modelo de turbulencia y tratamiento de pared.

3.6. 3.6. Definir materiales.

3.7. 3.7. Definir condiciones de contorno.

3.8. 3.8. Monitorización del cálculo.

3.9. 3.9. Métodos de cálculo y controles de la solución..

3.10. 3.9. Cálculo y análisis de resultados.

3.11. 3.11. Adaptación de la malla.

3.12. 3.12. Postproceso.

3.12.1. Visualización de los valores de las propiedades del fluido. Vectores de velocidad. Líneas de corriente. Resultante de fuerzas y momentos

3.13. Turbulencia. ¿Qué es? y su tratamiento.

3.13.1. Introducción. Clasificación del movimiento. Efecto de la viscosidad. ¿Qué es la turbulencia?.

3.13.2. Descripción de la turbulencia. Cascada de energía. Escalas. Métodos de predicción de la turbulencia. DNS, RANS y LES.

3.13.3. DNS (Direct Numerical Simulation).

3.13.4. RANS (Reynolds Averaged Navier-Stokes). Boussinesq. Una-Ecuación: Spalart-Allmaras. Dos-Ecuaciones: k- $\epsilon$  (Standard, RNG y Realizable), k- $\omega$ , k-L. RSM (Reynolds Stress Modeling). Modelizado cerca de la pared. Función de pared, Dos-Zonas, Bajo-Re.

3.13.5. LES (Large Eddy Simulation).

4. Tema 4. CONVECCIÓN NATURAL.

5. Tema 5. ESTUDIO DE PROBLEMAS NO ESTACIONARIOS.

6. Tema 6. ESTUDIO DE UN PERFIL AERODINÁMICO.

7. Tema 7. ESTUDIO CON GEOMETRÍA MÓVIL.

8. Tema 8. DISEÑO DE EXPERIMENTOS Y OPTIMIZACIÓN

9. Tema 9. ESTUDIO DE UN AVIÓN.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p><b>Tema 2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Trabajo realizado durante el Curso (TC)</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Trabajo realizado durante el Curso (TC)</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 00:30</p>
3	<p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Trabajo realizado durante el Curso (TC)</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Trabajo realizado durante el Curso (TC)</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 00:30</p>
4	<p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Trabajo realizado durante el Curso (TC)</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Trabajo realizado durante el Curso (TC)</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 00:30</p>

5	<p><b>Tema 4</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Trabajo realizado durante el Curso (TC)</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Trabajo realizado durante el Curso (TC)</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 00:30</p>
6	<p><b>Tema 5</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 5</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Trabajo realizado durante el Curso (TC)</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Trabajo realizado durante el Curso (TC)</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 00:30</p>
7	<p><b>Tema 6</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Trabajo realizado durante el Curso (TC)</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Trabajo realizado durante el Curso (TC)</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 00:30</p>
8	<p><b>Tema 7</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 7</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Trabajo realizado durante el Curso (TC)</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Trabajo realizado durante el Curso (TC)</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 00:30</p>
9	<p><b>Tema 8</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 8</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Trabajo realizado durante el Curso (TC)</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Trabajo realizado durante el Curso (TC)</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 00:30</p>

10		<b>Trabajo final</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Trabajo Final (TF)</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 00:30
11		<b>Trabajo final</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Trabajo Final (TF)</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 00:30
12		<b>Trabajo final</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Trabajo Final (TF)</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 00:30
13		<b>Trabajo final</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Trabajo Final (TF)</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 00:30
14		<b>Trabajo final</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Trabajo Final (TF)</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 00:30
15				
16				
17				

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
2	Trabajo realizado durante el Curso (TC)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	2.5%	0 / 10	CG9 CE03 CG3 CE24
3	Trabajo realizado durante el Curso (TC)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	2.5%	0 / 10	CG9 CE03 CG3 CE24
4	Trabajo realizado durante el Curso (TC)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	2.5%	0 / 10	CG9 CE03 CG3 CE24
5	Trabajo realizado durante el Curso (TC)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	2.5%	0 / 10	CG9 CE03 CG3 CE24
6	Trabajo realizado durante el Curso (TC)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	2.5%	0 / 10	CG9 CE03 CG3 CE24
7	Trabajo realizado durante el Curso (TC)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	2.5%	0 / 10	CG9 CE03 CG3 CE24
8	Trabajo realizado durante el Curso (TC)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	2.5%	0 / 10	CG9 CE03 CG3 CE24
9	Trabajo realizado durante el Curso (TC)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	2.5%	0 / 10	CG9 CE03 CG3 CE24

10	Trabajo Final (TF)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:30	16%	5 / 10	CE03 CG3 CE24 CE28
11	Trabajo Final (TF)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:30	16%	5 / 10	CE03 CG3 CE24 CE28
12	Trabajo Final (TF)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:30	16%	5 / 10	CE03 CG3 CE24 CE28
13	Trabajo Final (TF)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:30	16%	5 / 10	CE03 CG3 CE24 CE28
14	Trabajo Final (TF)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:30	16%	5 / 10	CE03 CG3 CE24 CE28

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Trabajo realizado durante el Curso (TC)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	2.5%	0 / 10	CG9 CE03 CG3 CE24
3	Trabajo realizado durante el Curso (TC)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	2.5%	0 / 10	CG9 CE03 CG3 CE24
4	Trabajo realizado durante el Curso (TC)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	2.5%	0 / 10	CG9 CE03 CG3 CE24
5	Trabajo realizado durante el Curso (TC)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	2.5%	0 / 10	CG9 CE03 CG3 CE24
6	Trabajo realizado durante el Curso (TC)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	2.5%	0 / 10	CG9 CE03 CG3 CE24
7	Trabajo realizado durante el Curso (TC)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	2.5%	0 / 10	CG9 CE03 CG3 CE24

8	Trabajo realizado durante el Curso (TC)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	2.5%	0 / 10	CG9 CE03 CG3 CE24
9	Trabajo realizado durante el Curso (TC)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	2.5%	0 / 10	CG9 CE03 CG3 CE24
10	Trabajo Final (TF)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:30	16%	5 / 10	CE03 CG3 CE24 CE28
11	Trabajo Final (TF)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:30	16%	5 / 10	CE03 CG3 CE24 CE28
12	Trabajo Final (TF)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:30	16%	5 / 10	CE03 CG3 CE24 CE28
13	Trabajo Final (TF)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:30	16%	5 / 10	CE03 CG3 CE24 CE28
14	Trabajo Final (TF)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:30	16%	5 / 10	CE03 CG3 CE24 CE28

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

Se establecerá una evaluación progresiva en la cual se consideran los trabajos personales individualizados. Los trabajos individualizados resueltos satisfactoriamente, son de obligado cumplimiento.

Se evaluarán los trabajos realizados durante el curso, así como el trabajo final de la asignatura.

Sistema de calificación de la asignatura:

La **calificación** obtenida por el alumno será la siguiente: **NF** = 0,2 **TC** + 0,8 **TF**, dónde:

- **NF**: Nota Final,.
- **TC**: Nota media de los Trabajos realizados durante el Curso.
- **TF**: Nota del Trabajo Final.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Transparencias de clase.	Bibliografía	Fundamental
Guiones de ejercicios.	Bibliografía	Fundamental
JIYUAN TU, GUAN HENG YEOH Y CHAOQUN LIU. ELSEVIER. "Computational Fluid Dynamics. A Practical Approach". 2008.	Bibliografía	Texto muy completo y actualizado de CFD.

FERNANDO GANDÍA, J. GONZALO, X. MARGOT Y J. MESEGUER. "Fundamentos de los Métodos Numéricos en Aerodinámica". Ed. Gaceta, 1ª edición, 2013.	Bibliografía	Texto muy práctico de la aplicación de los métodos numéricos en la resolución de problemas aerodinámicos
JOSÉ MESEGUER Y ÁNGEL SANZ. "Aerodinámica Básica". Gaceta, 2ª edición, 2010.	Bibliografía	Texto de referencia de conocimientos básicos de aerodinámica.
JOHN D. ANDERSON, JR. "Fundamentals of Aerodynamics". Ed. Mc Graw-Hill, 2ª edición, 1999.	Bibliografía	Texto complementario de fundamentos de aerodinámica
JOHN J. BERTIN, MICHEL L. SMITH. "Aerodynamics for Engineers". Ed. Mc Graw-Hill.	Bibliografía	Texto práctico de para la resolución de problemas aerodinámicos.
KATZ AND PLOTKIN. "Low-Speed Aerodynamics, From Wind Theory to Panel Methods". Ed. Mc Graw-Hill, 1991.	Bibliografía	Texto que recopila las distintas formas de abordar problemas aerodinámicos a baja velocidad.
P. GERHART, R. GROSS, J. HOCHSTEIN. "Fundamentos de Mecánica de Fluidos". Ed. Addison-Wesley Iberomericana, 2ª edición, 1995.	Bibliografía	Texto muy completo y variado de mecánica de fluidos.
Espacio MOODLE de la asignatura <a href="http://moodle.upm.es/">http://moodle.upm.es/</a>	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.
Software ANSYS-FLUENT	Equipamiento	

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Si procede, EL NÚMERO MÁXIMO DE ALUMNOS QUE PUEDEN CURSAR LA ASIGNATURA ES: 20

Tipo de aula: Aula de informática con 20 puestos con PC + PC profesor.

Horario prioritario: martes y jueves de 8:30 a 10:30, por compatibilidad de los profesores con docencia de otras asignaturas.