



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

145006106 - Materiales Compuestos

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.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	12

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	145006106 - Materiales Compuestos
No de créditos	3 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 *
Antonio Fernandez Lopez (Coordinador/a)	A.02.072	antonio.fernandez.lopez@upm.es	X - 08:00 - 10:00 J - 08:00 - 10:00
Jose Manuel Menendez Martin	A.02.072	jose.m.menendez@upm.es	M - 18:00 - 19:00 J - 18:00 - 19:00
Daniel Del Rio Velilla	A.02.069	daniel.delrio.velilla@upm.es	L - 09:30 - 10:30 X - 09:30 - 10:30 V - 09:30 - 10:30

Ana Amate Illescas	A.02.072	ana.amate@upm.es	M - 18:00 - 19:00 J - 18:00 - 19:00
--------------------	----------	------------------	--

* 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

- Ciencia De Los Materiales
- Estructuras Aeronauticas
- Resistencia De Materiales Y Elasticidad
- Tecnologia Aeroespacial

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Mecánica del Solido,
- Cursar la asignatura de Fabricación Aeroespacial.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE31 - Comprensión de las propiedades y comportamiento de los materiales utilizados en los vehículos aeroespaciales.

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

CG4 - Capacidad para integrarse y formar parte activa de equipos de trabajo. Trabajo en equipo

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

4.2. Resultados del aprendizaje

RA29 - Conocimiento y comprensión de los tipos de materiales constituyentes, las propiedades mecánicas, las transformaciones y los tratamientos de los materiales compuestos, y sus aplicaciones en ingeniería aeroespacial.

RA30 - Conocimiento y comprensión de los métodos de fabricación, inspección y reparación de los materiales compuestos, y de los procesos de certificación de aerestructuras constituidas por materiales compuestos.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

En esta asignatura se trata de introducir a los estudiantes en los contenidos específicos de los materiales compuestos aplicados al diseño, cálculo y fabricación de aerestructuras. La asignatura está dividida en dos partes, asociadas a los dos resultados del aprendizaje. Por un lado se explican los materiales constituyentes que dan origen a la anisotropía del material y a las propiedades y comportamiento de laminados con diferentes direcciones de apilado y los criterios de tolerancia al daño específicos de materiales compuestos. También se introducen en esta parte la metodología y las reglas de diseño para la fabricación de laminados y uniones. Para el segundo resultado de aprendizaje se realiza una aproximación más tecnológica, donde se explicarán las tecnologías de fabricación con materiales compuestos empleadas en la industria, el control de calidad mediante técnicas no destructivas, la metodología de obtención de propiedades y admisibles del material, la certificación y el comportamiento en servicio.

5.2. Temario de la asignatura

1. Tema 1. INTRODUCCIÓN.

1.1. 1.1 Introducción a los materiales compuestos.

1.2. 1.2. Evolución de la aplicación de los materiales compuestos en la industria aeronáutica.

1.3. 1.3. Situación actual de la industria de los materiales compuestos en España.

1.4. 1.4. Situación actual de la industria de los materiales compuestos a nivel mundial

2. Tema 2. FIBRAS Y MATRICES.

2.1. 2.1. Función de la fibra en el material compuesto.

2.2. 2.2. Tipos de fibras. Fabricación de fibras.

2.3. 2.3. Criterios de selección de fibras.

- 2.4. 2.4. Función de la matriz en el material compuesto.
- 2.5. 2.5. Tipos de Matriz. Aplicaciones de composites de matriz metálica y cerámica.
- 2.6. 2.6. Criterios de selección de matrices
- 2.7. 2.7. Volumen de fibra y poros
- 2.8. 2.8. Preimpregnados. Definición y fabricación.
- 3. Tema 3. TEORÍA DEL LAMINADO.
 - 3.1. 3.1. Introducción a la teoría del laminado y a su aplicación.
 - 3.2. 3.2. Ejes principales. Nomenclatura
 - 3.3. 3.3. Rigidez equivalente.
 - 3.4. 3.4. Resistencia de láminas UD. Criterios de fallo
 - 3.5. 3.5. Degradación de propiedades por efectos ambientales. Comportamiento higrotérmico.
 - 3.6. 3.6. Delaminaciones y fractura interlaminar
- 4. Tema 4. DISEÑO DE UNIONES. REPARACIONES.
 - 4.1. Uniones Adhesivas
 - 4.2. Modelización de Uniones Adhesivas
 - 4.3. Uniones mecánicas
 - 4.4. Modos de fallo de uniones mecánicas
 - 4.5. Reparaciones
- 5. Tema 5. PROCESOS DE FABRICACIÓN CON FIBRA SECA.
 - 5.1. 5.1. Introducción. Diferenciación de la fabricación mediante preimpregnados.
 - 5.2. 5.2. Fabricación de preformas. Braiding y stitching.
 - 5.3. 5.3. Resin Transfer Moulding (RTM).
 - 5.4. 5.4. Infusión de resina (RLI).
 - 5.5. 5.5. Otros métodos de fabricación con fibra seca.
- 6. Tema 6. PROCESOS DE FABRICACIÓN CON PREIMPREGNADOS Y AUTOCLAVE.
 - 6.1. 6.1 Introducción.
 - 6.2. 6.2. Tipos de estructuras fabricadas con materiales compuestos. Tipos de integración.
 - 6.3. 6.3. Etapas en la fabricación mediante preimpregnados.
 - 6.4. 6.4. Fabricación con preimpregnados. Apilado manual.

6.5. 6.5. Fabricación con preimpregnados. Apilado automático: FP y ATL.

6.6. 6.6. Otros métodos de fabricación con preimpregnados. Aplicaciones.

6.7. 6.7. Bolsa de vacío. Fabricación y motivos para su uso.

6.8. 6.8. Autoclave. Definición y necesidad de uso

6.9. 6.9. Ciclo de curado en autoclave de material polimérico

6.10. 6.10. Integración de geometrías complejas

7. Tema 7. UTILLAJE Y OPERACIONES AUXILIARES.

7.1. 7.1. Utillaje. Introducción.

7.2. 7.2. Características del utillaje para la fabricación de materiales compuestos.

7.3. 7.3. Materiales utilizados en el utillaje de materiales compuestos. Características.

7.4. 7.4. Tipos de utillaje

7.5. 7.5. Mecanizado de materiales compuestos

7.6. 7.6. Montaje. Limitaciones a la integración.

8. Tema 8. CALIDAD-CERTIFICACIÓN.

8.1. Certificación de una estructura aeronáutica de material compuesto: pirámide de certificación.

8.2. Certificación de materiales: propiedades mecánicas. Admisibles y ensayos mecánicos normalizados

8.3. Control de calidad. Ensayos físico químicos

9. Tema 9. CALIDAD-ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.

9.1. 9.1. Introducción a los ensayos no destructivos.

9.2. 9.2. Defectología típica de los materiales compuestos.

9.3. 9.3. Técnicas de ensayos no destructivos: Ultrasonidos.

9.4. 9.4. Otras técnicas de ensayos no destructivos: Rayos X, Emisión acústica, tomografía computerizada, termografía.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Introducción. Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	ESACOMP- Propiedades lámina Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4	Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	ESACOMP- Propiedades laminado Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6	Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	ESACOMP- Uniones Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Evaluación Practica 1 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 16:00
7	Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Demostración de la infusión de resina y tutorial del software MyRTM Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		Evaluación Practica 2 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 08:00
9	Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Fabricación de Materiales Compuestos mediante materiales preimpregnados Duración: 02:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Evaluación practica 3 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 08:00
10	Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	Tema 7 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Examen de la parte 1 de la asignatura EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 01:15

12	Tema 7 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 8 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	Tema 8 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	Tema 9 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
15	Tema 9 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
16				
17				Examen de la segunda parte de la asignatura y recuperación de la primera EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 02:30

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
6	Evaluación Practica 1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	16:00	10%	5 / 10	CG9 CE31
8	Evaluación Practica 2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	08:00	5%	5 / 10	CG4 CG3 CG9 CE31
9	Evaluación practica 3	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	08:00	10%	5 / 10	CG3 CG9 CE31 CG4
11	Examen de la parte 1 de la asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:15	37.5%	4 / 10	CE31
17	Examen de la segunda parte de la asignatura y recuperación de la primera	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	37.5%	5 / 10	CG3 CG9 CE31

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	Evaluación Practica 1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	16:00	10%	5 / 10	CG9 CE31
8	Evaluación Practica 2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	08:00	5%	5 / 10	CG4 CG3 CG9 CE31

9	Evaluación practica 3	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	08:00	10%	5 / 10	CG3 CG9 CE31 CG4
11	Examen de la parte 1 de la asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:15	37.5%	4 / 10	CE31
17	Examen de la segunda parte de la asignatura y recuperación de la primera	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	37.5%	5 / 10	CG3 CG9 CE31

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

La evaluación de los alumnos se estructura en dos partes, una parte teórica y otra de prácticas de laboratorio.

EVALUACIÓN DE LOS CONTENIDOS TEÓRICOS DE LA ASIGNATURA

Para la evaluación progresiva de los contenidos teóricos se realizará una PEI correspondiente a la primera parte de la asignatura (Temas del 1 al 4), que será evaluado mediante un examen tipo test y/o de desarrollo, que será evaluado con una puntuación máxima de 10 , siendo necesario al menos un 4.0 asegurar la adquisición de las competencias contempladas en la memoria de verificación del título. La evaluación progresiva de la segunda parte de la asignatura (Temas del 5 al 9) tendrá la misma estructura (examen tipo test y/o de desarrollo, que será evaluado con una puntuación máxima de 10 , siendo necesario al menos un 4.0 asegurar la adquisición de las competencias contempladas en la memoria de verificación del título) y se realizará el día programado para el examen final ordinario. Será necesario al menos al menos un 5.0 de media entre las dos partes para superar la evaluación progresiva teórica de la asignatura. En caso de optar por evaluación global, el día de la convocatoria ordinaria se realizará un examen para las dos partes de la asignatura, con los mismos criterios y estructura que para la evaluación progresiva, de forma que se evaluarán las dos partes en la que están divididos los conceptos de la asignatura (La primera del tema 1 al 4 y la segunda del 5 al 9), cada una mediante un examen tipo test y/o

de desarrollo, que serán evaluadas con una puntuación máxima de 10 puntos cada una, siendo necesario al menos un 4.0 en cada parte para asegurar la adquisición de las competencias contempladas en la memoria de verificación del título, si bien se requiere al menos un 5.0 de media entre las dos partes para superar la evaluación teórica de la asignatura. Las notas de cada una de las partes superior a 4.0 se conservarán hasta la evaluación extraordinaria de la asignatura. El peso de la calificación de la teoría de la asignatura en la nota final será del 75%.

EVALUACIÓN DE LOS CONTENIDOS PRÁCTICOS DE LA ASIGNATURA

El resto de la nota vendrá dada por las notas de los informes de prácticas de laboratorio y trabajos, siendo el trabajo de aproximación a los métodos numéricos aplicados al diseño de materiales compuestos un 10% de la nota final de la asignatura, y una práctica de laboratorio que constará de un 10% en la nota final de la asignatura y un trabajo de simulación de procesos con un peso de un 5% cada una. Es necesario aprobar con una nota mayor o igual a 5 en prácticas para superar la asignatura y haber entregado todas ellas.

La evaluación de la convocatoria extraordinaria será igual que en la convocatoria ordinaria.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
ALLAN BAKER, STUART DUTTON, DONALD KELLY. "Composite Materials for Aircraft Structures". Ed. AIAA Educational Series. EIBN 1-56347-540-5.	Bibliografía	Fundamental
MICHAEL C.Y. NIU. "Composite Airframe Structures". Ed. Technical Book Company, Los Angeles, 1992. ISBN 962-7128-06-6.	Bibliografía	Fundamental
VARIOS AUTORES. "MIL Handbook 17-3F Polymer Matrix Composites Vol4". Ed. U.S. Department of Defense.	Bibliografía	Específica
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.

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Las prácticas de la asignatura se realizarán en grupos de 20 personas.

El tribunal de la asignatura es:

Presidente: Antonio Fernández

Secretario: Pablo Rodriguez de Francisco

Vocal: José Manuel Menendez

Suplente: Ana Amate Illescas

Respecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la asignatura tiene relación con los siguientes:

7- Energía Asequible y no contaminante: Debido a sus aplicaciones en energía eólica

8- Trabajo decente y crecimiento económico: Debido a su alto componente tecnológico

9- Industria, Innovación e infraestructura: Debido a sus aplicaciones en la industria aeronáutica y su influencia en la optimización de combustible