



GUÍA DE APRENDIZAJE

CURSO 2016/17

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA
2. CONOCIMIENTOS PREVIOS
3. COMPETENCIAS
4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE
5. PROFESORADO
6. PROGRAMA
7. PLAN DE TRABAJO
8. SISTEMA DE EVALUACIÓN
9. RECURSOS DIDÁCTICOS
10. OTRA INFORMACIÓN

PLAN 14IA - GRADO EN INGENIERÍA AEROSPAZIAL

Código **145006106**

Asignatura **MATERIALES COMPUESTOS**

Nombre en Inglés **COMPOSITE MATERIALS**

Materia CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE MATERIALES

Especialidad VA

Idiomas CASTELLANO

Curso TERCERO

Semestre SEXTO

Carácter OBE

Créditos 3 ECTS

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. La anisotropía del material y la fabricación mediante apilados con diferentes direcciones es abordada mediante la teoría del laminado y los criterios de tolerancia al daño. La metodología y las reglas de diseño para la fabricación de laminados y uniones son abordadas desde el diseño a la fabricación. Se explicarán las tecnologías de fabricación con materiales compuestos empleadas en la industria. También se abordarán las tecnologías empleadas como 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.

2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

a) CONOCIMIENTOS PREVIOS NECESARIOS para seguir con normalidad la ASIGNATURA.

Asignaturas superadas: Ciencia de Materiales, Resistencia de materiales, Elasticidad Estructuras Aeronáuticas

Otros requisitos:

- Cursar la asignatura de Fabricación Aeroespacial.

b) CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS para seguir con normalidad la ASIGNATURA.

Se recomienda tener superadas las Asignaturas: Mecánica del Sólido, Tecnología Aeroespacial

Otros Conocimientos:

3. COMPETENCIAS

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.

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

4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

RA01.- 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.

RA02.- Conocimiento y comprensión de los métodos de fabricación, inspección y reparación de los materiales compuestos, y de los procesos de certificación de aeroestructuras constituidas por materiales compuestos.

5. PROFESORADO

Departamento: MATERIALES Y PRODUCCIÓN AEROESPACIAL

Coordinador de la Asignatura: Antonio FERNÁNDEZ LÓPEZ

Profesorado	Correo electrónico	Despacho
FERNÁNDEZ LÓPEZ, Antonio	antonio.fernandez.lopez@upm.es	Lab. Química. D1 Edif. A
GÜEMES GORDO, Alfredo	alfredo.guemes@upm.es	Lab. Química. D4 Edif. A
MENÉNDEZ MARTÍN, José Manuel	josemanuel.mendez@upm.es	Lab. Química. D1 Edif. A
PINTADO SANJUANBENITO, José María	josemaria.pintado@upm.es	Lab. Química. D1 Edif. A

Los horarios de tutorías estarán publicados en (especificar la forma y lugar).

6. TEMARIO

Tema 1. INTRODUCCIÓN.

1.1 Introducción a los materiales compuestos. 1.2. Evolución de la aplicación de los materiales compuestos en la industria aeronáutica. 1.3. Situación actual de la industria de los materiales compuestos en España. 1.4. Situación actual de la industria de los materiales compuestos a nivel mundial.

Tema 2. FIBRAS Y MATRICES.

2.1. Función de la fibra en el material compuesto. 2.2. Tipos de fibras. Fabricación de fibras. 2.3. Criterios de selección de fibras. 2.4. Función de la matriz en el material compuesto. 2.5. Tipos de Matriz. Aplicaciones de composites de matriz metálica y cerámica. 2.6. Criterios de selección de matrices. 2.7. Volumen de fibra y poros. 2.8. Preimpregnados. Definición y fabricación.

Tema 3. TEORÍA DEL LAMINADO.

3.1. Introducción a la teoría del laminado y a su aplicación. 3.2. Ejes principales. Nomenclatura. 3.3. Rigidez equivalente. 3.4. Resistencia de láminas UD. Criterios de fallo. 3.5. Degradación de propiedades por efectos ambientales. Comportamiento higrótérmico. 3.6. Delaminaciones y fractura interlaminar.

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. Diseño y cálculo de reparaciones.

Tema 5. PROCESOS DE FABRICACIÓN CON FIBRA SECA.

5.1. Introducción. Diferenciación de la fabricación mediante preimpregnados. 5.2. Fabricación de preformas. Braiding y stitching. 5.3. Resin Transfer Moulding (RTM). 5.4. Infusión de resina (RLI). 5.5. Otros métodos de fabricación con fibra seca.

Tema 6. PROCESOS DE FABRICACIÓN CON PREIMPREGNADOS Y AUTOCLAVE.

6.1 Introducción. 6.2. Tipos de estructuras fabricadas con materiales compuestos. Tipos de integración. 6.3. Etapas en la fabricación mediante preimpregnados. 6.4. Fabricación con preimpregnados. Apilado manual. 6.5. Fabricación con preimpregnados. Apilado automático: FP y ATL. 6.6. Otros métodos de fabricación con preimpregnados. Aplicaciones. 6.7. Bolsa de vacío. Fabricación y motivos para su uso. 6.8. Autoclave. Definición y necesidad de uso. 6.9. Ciclo de curado en autoclave de material polimérico. 6.10. Integración de geometrías complejas.

Tema 7. UTILLAJE Y OPERACIONES AUXILIARES.

7.1. Utillaje. Introducción. 7.2. Características del utillaje para la fabricación de materiales compuestos. 7.3. Materiales utilizados en el utillaje de materiales compuestos. Características. 7.4. Tipos de utillaje. 7.5. Mecanizado de materiales compuestos. 7.6. Montaje. Limitaciones a la integración.

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 fisico-químicos.

Tema 9. CALIDAD-ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.

9.1. Introducción a los ensayos no destructivos. 9.2. Defectología típica de los materiales compuestos. 9.3. Técnicas de ensayos no destructivos: Ultrasonidos. 9.4. Otras técnicas de ensayos no destructivos: Rayos X, Emisión acústica, tomografía computerizada, termografía.

Tema 10. COMPORTAMIENTO EN SERVICIO.

10.1. Problemática de la operación de una aeronave. Escenario. 10.2. Mantenimiento de estructuras de material compuesto. 10.3. MIL Handbook: lecciones aprendidas.

7. PLAN DE TRABAJO

a) Cronograma.

Semana N°	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad presencial	Actividad de Evaluación
1	Introducción. Tema 1 LM: Lección Magistral 2 horas			
2	Tema 2 LM: Lección Magistral 2 horas			
3	Tema 2 LM: Lección Magistral 2 horas			
4	Tema 3 LM: Lección Magistral 2 horas			
5	Tema 3 LM: Lección Magistral 2 horas	Tema 6 (Nota 1) PL: Prácticas de Laboratorio (4 horas)		
6	Tema 4 LM: Lección Magistral 2 horas	Tema 6 (Nota 1) PL: Prácticas de Laboratorio (4 horas)		
7	Tema 4 RPA: Resolución de Problemas en Aula 1 hora Tema 5 LM: Lección Magistral 1 horas	Tema 6 (Nota 1) PL: Prácticas de Laboratorio (4 horas)		
8	Tema 5 LM: Lección Magistral 1 horas RPA: Resolución de Problemas en Aula 1 hora	Tema 6 (Nota 1) PL: Prácticas de Laboratorio (4 horas)		
9	Tema 6 LM: Lección Magistral 2 horas	Tema 6 (Nota 1) PL: Prácticas de Laboratorio (4 horas)		Evaluación Formativa EP: Evaluación proyectos/trabajos 10 horas (Nota 2)

Semana N°	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad presencial	Actividad de Evaluación
10	Tema 6 LM: Lección Magistral 2 horas	Tema 6 (Nota 1) PL: Prácticas de Laboratorio (4 horas)		
11	Tema 7 LM: Lección Magistral 2 horas	Tema 6 (Nota 1) PL: Prácticas de Laboratorio (4 horas)		
12	Tema 7 LM: Lección Magistral 1 hora Tema 8 LM: Lección Magistral 1 hora	Tema 6 (Nota 1) PL: Prácticas de Laboratorio (4 horas)		Prueba de Evaluación POF: Prueba Objetiva Parcial/Final 1,5 horas
13	Tema 8 LM: Lección Magistral 2 horas	Tema 6 (Nota 1) PL: Prácticas de Laboratorio (4 horas)		Evaluación Formativa EP: Evaluación proyectos/trabajos 5 horas (Nota 2)
14	Tema 9 LM: Lección Magistral 2 horas		Tema 9 RPA: Resolución de Problemas en Aula 1 hora	Evaluación Formativa EP: Evaluación proyectos/trabajos 5 horas (Nota 2)
15	Tema 9 LM: Lección Magistral 1 hora Tema 10 LM: Lección Magistral 1 hora			Evaluación Formativa EP: Evaluación proyectos/trabajos 4 horas (Nota 2)

- (1) Nota: Las Prácticas de Laboratorio PL se imparten durante todo el semestre a diferentes grupos de alumnos. Consisten en dos prácticas de dos horas por sesión, más una práctica voluntaria. El calendario de prácticas global se publicará una vez establecido el número de grupos de prácticas y ajustado con los recursos del Laboratorio por lo que el calendario individual de prácticas no es el mismo para todos los alumnos.
- (2) Nota: Se propondrán diferentes ejercicios prácticos para que el alumno desarrolle los contenidos teóricos de la asignatura mediante herramientas de cálculo y simulación.

b) Metodologías Docentes.

Métodos Docentes	EPD	LM	PL	RPA	TP	Otros*
ECTS 3	1,6	0,5	0,3	0,2		

EPD: ESTUDIO PERSONAL DIRIGIDO
 LM: LECCIÓN MAGISTRAL
 PBL: APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS
 PL: PRÁCTICAS DE LABORATORIO
 RPA: RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL AULA
 TP: TUTORÍAS PROGRAMADAS
 *Otros (especificar): PTA: PLATAFORMA DE TELEENSEÑANZA

8. SISTEMA DE EVALUACIÓN

a) Tribunal de Evaluación.

Presidente:	Antonio FERNÁNDEZ LÓPEZ
Vocal:	Jesús Alfredo GÜEMES GORDO
Secretario:	José Manuel MENÉNDEZ MARTÍN
Suplente:	José María PINTADO SANJUANBENITO

b) Actividades de Evaluación.

Semana N°	Descripción	Tipo Evaluación	Técnica Evaluativa	Duración	Peso	Nota mínima	Competencias
9	Evaluación Formativa – Práctica 1	EC+SEF	EP	10 horas	10%	5,0	CG3, CG9, CE31
12	Prueba de Evaluación (*)	EC+SEF	POFF	1,5 horas	37,5%	5,0	CG3, CG9, CE31
13	Evaluación Formativa – Práctica 2	EC+SEF	EP	5 horas	7,5%	5,0	CG3, CG4,CG9, CE31
14	Evaluación Formativa – Práctica 3	EC+SEF	EP	4 horas	7,5%	5,0	CG3, CG4,CG9, CE31
15	Evaluación Formativa – Práctica Voluntaria	EC+SEF	EP	4 horas	5%	5,0	CG3, CG4,CG9, CE31
16	Prueba de Evaluación (*)	EC+SEF	POFF	3 horas	37,5%	5,0	CG3, CG9, CE31

(*) Fecha y hora establecidos por la Dirección de la ETSIAE

c) 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 de los contenidos teóricos se realizará un examen parcial a mitad de cuatrimestre y otro examen al finalizar la impartición de las clases de teoría. Ambos exámenes pueden constar de dos partes, una primera parte del examen con preguntas tipo test y una segunda parte a desarrollar, o bien solo una de ellas, que serán evaluadas con una puntuación máxima de 10 puntos. **El temario correspondiente a cada examen parcial puede ser liberado con una calificación por encima del 4.0, aunque se requerirá una media entre los dos parciales superior a 5.0. El peso de la calificación de la teoría de la asignatura en la nota final será del 75%.**

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 dos prácticas de laboratorio y un trabajo de simulación de procesos con un peso de un 7,5% cada una.

EXÁMENES PARCIAL Y FINAL

El examen final puede constar de dos partes correspondientes a los temarios del primer parcial y del final. Cada una de ellas podrá ser evaluada mediante preguntas tipo test y/o preguntas a desarrollar, ambas evaluadas con una puntuación máxima de 10 puntos **En caso de que la evaluación sea mediante preguntas de tipo test y preguntas a desarrollar, estas últimas solo se corregirán siempre que la**

parte tipo test del examen se evalúe por encima de 4.0 sobre 10.0. La nota final de cada parte del examen será la nota media del test y de las preguntas de desarrollo. La nota final Para liberar los contenidos teóricos de la asignatura se deberá obtener una nota por encima de 4,0 en cada parcial, requiriéndose una nota igual o superior a cinco entre los dos parciales. La nota de los parciales se respetará hasta el examen extraordinario de julio. En el supuesto de que el alumno no supere el examen tendrá la opción de recuperar esta parte en el examen final. **El peso de la calificación de la teoría de la asignatura en la nota final será del 75%**

EVALUACIÓN DEL TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO Y DE LOS TRABAJOS

Se evalúa el trabajo realizado en las prácticas corrigiendo los informes del alumno sobre el trabajo práctico realizado. La nota del trabajo práctico de laboratorio tendrá en cuenta las notas de los informes y la calificación de la prueba escrita.

Además, se propondrán dos trabajos que el alumno podrá realizar en grupo. Uno será la aproximación a los métodos numéricos aplicados al diseño de materiales compuestos, y el otro una aproximación a la simulación de un proceso de fabricación por inyección de resina.

La calificación del laboratorio y trabajos tendrá un peso del 25% en la nota final obtenida en la asignatura. Es necesario aprobar con una nota mayor o igual a 5 el laboratorio para superar la asignatura.

Adicionalmente se podrá plantear en la semana 15 una práctica voluntaria relacionada con el tema 9, que se valorará con hasta un 5% de la nota final de la asignatura.

9. RECURSOS DIDÁCTICOS

Descripción	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	Específica
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.

10. OTRA INFORMACIÓN

N/A