



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



Escuela Técnica Superior de  
Ingeniería Aeronáutica y del  
Espacio

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**145006205 - Materiales Estructurales para Sistemas Propulsivos**

### PLAN DE ESTUDIOS

14IA - Grado en Ingeniería Aeroespacial

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - Segundo 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.....                               | 6  |
| 7. Actividades y criterios de evaluación.....    | 8  |
| 8. Recursos didácticos.....                      | 10 |
| 9. Otra información.....                         | 12 |

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

|  |  |
|--|--|
| <b>Nombre de la asignatura</b>             | 145006205 - materiales estructurales para sistemas propulsivos         |
| <b>No de créditos</b>                      | 3 ECTS   |
| <b>Carácter</b>                            | Obligatoria  |
| <b>Curso</b>                               | Tercero curso  |
| <b>Semestre</b>                            | Sexto 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 - Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y del Espacio |
| <b>Curso académico</b>                     | 2020-21  |

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

| <b>Nombre</b>              | <b>Despacho</b> | <b>Correo electrónico</b>  | <b>Horario de tutorías<br/>*</b>         |
|----------------------------|-----------------|----------------------------|--|
| Maria Vega Aguirre Cebrian | LEM             | mariavega.aguirre@upm.es   | Sin horario.<br>Se publicarán en Moodle. |
| Juan Manuel Antoranz Perez | LEM             | juanmanuel.antoranz@upm.es | Sin horario.<br>Se publicarán en Moodle. |

|                                       |     |                                 |   |
|---------------------------------------|-----|---------------------------------|---|
| Jose Antonio Heredero<br>Concellon    | LEM | joseantonio.heredero@upm.<br>es | Sin horario.<br>Se publicarán en<br>Moodle. |
| Ignacio Luque Trujillo                | LEM | ignacio.luque@upm.es            | Sin horario.<br>Se publicarán en<br>Moodle. |
| Nuria Martin Piris<br>(Coordinador/a) | LEM | nuria.mpiris@upm.es             | Sin horario.<br>Se publicarán en<br>Moodle. |
| Consolacion Perez Alda                | LEM | consolacion.perez@upm.es        | Sin horario.<br>Se publicarán en<br>Moodle. |
| Angel Salamanca Garcia                | LEM | a.salamanca@upm.es              | Sin horario.<br>Se publicarán en<br>Moodle. |
| Eva Maria Andres Lopez                |     | eva.andres.lopez@upm.es         | Sin horario.<br>Se publicarán en<br>Moodle. |
| Daniel Barba Cancho                   | LEM | daniel.barba@upm.es             | Sin horario.<br>Se publicarán en<br>Moodle. |

\* 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
- Aleaciones Aeroespaciales

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

El plan de estudios Grado en Ingeniería Aeroespacial no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE41 - Comprensión de las propiedades y comportamiento de los materiales utilizados en los sistemas de propulsión aeroespacial.

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

RA27 - Conocimientos básicos en Materiales Estructurales para Sistemas Propulsivos: Capacidad de identificar y comprender las diferencias de este tipo de materiales con respecto a otros utilizados habitualmente en la Ingeniería, y en especial en el ámbito Aeroespacial. Sus aplicaciones.

RA28 - Comprensión de las propiedades y comportamiento de los materiales utilizados en los sistemas de propulsión aeroespacial.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

El objetivo de la asignatura es que el alumno comprenda y sea capaz de establecer las condiciones de servicio en las que trabajan los materiales empleados en los sistemas propulsivos utilizados en la industria aeronáutica y aeroespacial, así como las características de dichos materiales y la forma de optimizarlos para, finalmente, seleccionar en cada caso el más adecuado para el servicio final.

### 5.2. Temario de la asignatura

#### 1. Tema 1. COMPORTAMIENTO EN SERVICIO A ALTA TEMPERATURA.

1.1. 1.1. Comportamiento a fluencia. Diseño de aleaciones para trabajar a fluencia. 1.2. Comportamiento a fatiga. Interacción fluencia-fatiga. 1.3. Oxidación a alta temperatura. 1.4. Corrosión en caliente

#### 2. Tema 2. SUPERALEACIONES BASE NÍQUEL.

2.1. 2.1. Mecanismos de refuerzo en aleaciones para alta temperatura. 2.2. Microestructura de las superaleaciones base níquel. 2.3. Tratamientos térmicos. 2.4. Superaleaciones policristalinas y monocristalinas. 2.5. Aplicaciones.

#### 3. Tema 3. SUPERALEACIONES BASE COBALTO.

3.1. 3.1. Microestructura de las superaleaciones base cobalto. 3.2. Tratamientos térmicos. 3.3. Aplicaciones de las superaleaciones base cobalto.

#### 4. Tema 4. RECUBRIMIENTOS PROTECTORES.

4.1. 4.1. Recubrimientos para protección a alta temperatura. 4.2. Barreras térmicas.

#### 5. Tema 5. METALES REFRACTARIOS.

5.1. 5.1. Molibdeno, wolframio, niobio, tántalo y renio. 5.2. Características y principales aplicaciones de los

metales refractarios

## 6. Tema 6. MATERIALES COMPUESTOS DE MATRIZ METÁLICA.

6.1. 6.1. Propiedades físicas y mecánicas. 6.2. Relación entre estructura y procesos de fabricación de materiales compuestos de matriz metálica (MMC). 6.3. Tipos de MMCs. 6.4. Aplicaciones de los MMCs.

## 7. Tema 7. MATERIALES CERÁMICOS.

7.1. 7.1. Propiedades físicas y mecánicas. 7.2. Tipos de cerámicos para alta temperatura. 7.3. Aplicaciones de los materiales cerámicos para alta temperatura

## 8. Tema 8. SELECCIÓN DE MATERIALES.

8.1. 8.1. Selección de materiales para aplicaciones a alta temperatura.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

| Sem | Actividad presencial en aula   | Actividad presencial en laboratorio   | Tele-enseñanza   | Actividades de evaluación |
|-----|--|---|--|---------------------------|
| 1   | <b>Tema 1</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |   |  |                           |
| 2   | <b>Tema 1</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |   |  |                           |
| 3   | <b>Tema 2</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   | <b>Práctica 1</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |  |                           |
| 4   | <b>Tema 2</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   | <b>Práctica 1</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |  |                           |
| 5   | <b>Tema 2</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   | <b>Práctica 1</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |  |                           |
| 6   | <b>Tema 2</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   | <b>Práctica 2</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Preparación informe práctica 1</b><br>Duración: 00:00<br>OT: Otras actividades formativas |                           |
| 7   | <b>Tema 2</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   | <b>Práctica 2</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |  |                           |
| 8   | <b>Tema 3</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 4</b><br>Duración: 01:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Práctica 2</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |  |                           |
| 9   | <b>Tema 4</b><br>Duración: 01:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 5</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Práctica 3</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Preparación informe práctica 2</b><br>Duración: 00:00<br>OT: Otras actividades formativas |                           |
| 10  | <b>Tema 6</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   | <b>Práctica 3</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |  |                           |

|    |   |   |  |   |
|----|---|---|--|---|
| 11 | <b>Temas 7 y 8</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Práctica 3</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |  |   |
| 12 |   |   | <b>Preparación informe práctica 3</b><br>Duración: 00:00<br>OT: Otras actividades formativas |   |
| 13 |   |   |  | <b>Examen final teoría - Evaluación Continua.</b><br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación continua<br>Presencial<br>Duración: 02:00  |
| 14 |   |   |  | <b>Examen prácticas de laboratorio</b><br>PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo<br>Evaluación continua<br>Presencial<br>Duración: 01:00<br><br><b>Examen prácticas de laboratorio. Se realizará en el mismo momento que para los alumnos que se acogen a la evaluación continua</b><br>PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo<br>Evaluación sólo prueba final<br>Presencial<br>Duración: 01:00 |
| 15 |   |   |  | <b>Examen ordinario de la asignatura. Puede presentarse cualquier estudiante que haya realizado el laboratorio y que no haya superado la asignatura por evaluación continua.</b><br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación sólo prueba final<br>Presencial<br>Duración: 02:00  |
| 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.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

| Sem. | Descripción                                | Modalidad                                  | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|------|--|--|------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| 13   | Examen final teoría - Evaluación Continua. | EX: Técnica del tipo Examen Escrito        | Presencial | 02:00    | 80%             | 4 / 10      | CG3<br>CG9<br>CE41     |
| 14   | Examen prácticas de laboratorio            | PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo | Presencial | 01:00    | 20%             | 4 / 10      | CG3<br>CG4<br>CE41     |

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

| Sem | Descripción   | Modalidad                                  | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|-----|---|--|------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| 14  | Examen prácticas de laboratorio. Se realizará en el mismo momento que para los alumnos que se acogen a la evaluación continua   | PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo | Presencial | 01:00    | 20%             | 4 / 10      | CG3<br>CG4<br>CE41     |
| 15  | Examen ordinario de la asignatura. Puede presentarse cualquier estudiante que haya realizado el laboratorio y que no haya superado la asignatura por evaluación continua. | EX: Técnica del tipo Examen Escrito        | Presencial | 02:00    | 80%             | 4 / 10      | CG3<br>CG9<br>CE41     |

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

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

|  |                                     |            |       |     |        |                    |
|--|-------------------------------------|------------|-------|-----|--------|--------------------|
| Examen extraordinario de la asignatura. Puede presentarse cualquier estudiante que haya realizado el laboratorio y que no haya superado la asignatura previamente. | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 80% | 4 / 10 | CG3<br>CG9<br>CE41 |
|--|-------------------------------------|------------|-------|-----|--------|--------------------|

## 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

Habrà un examen final de los contenidos teóricos que se hayan impartido en la asignatura. Para aprobar el examen final se deberá conseguir una nota igual o superior a cinco, en una escala de 10 puntos.

El peso de la calificación de la teoría de la asignatura en la nota final será del 80%.

### EVALUACIÓN DEL TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO

Se evalúa el trabajo realizado en las prácticas corrigiendo el informe del alumno sobre las experiencias realizadas. Para aprobar el trabajo práctico de laboratorio se deberá conseguir una nota mayor o igual 5 en el informe de prácticas. En el caso de suspender el informe, deberá presentarse nuevamente para la siguiente convocatoria.

El aprobado en la evaluación del informe de prácticas se mantendrá para las siguientes convocatorias.

La asistencia a las prácticas de laboratorio tiene carácter obligatorio.

La calificación del laboratorio tendrá un peso del 20% en la nota final obtenida en la asignatura. Es necesario aprobar el laboratorio para superar la asignatura.

Para superar la asignatura debe obtenerse una calificación mayor a 5, sobre 10 puntos, tanto en los contenidos teóricos como en el trabajo práctico de laboratorio. No obstante, ambas notas (teoría y evaluación de prácticas) podrán compensarse entre sí siempre que cada una de ellas sea mayor o igual 4 y la media ponderada sea mayor o igual a 5.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre   | Tipo         | Observaciones |
|--|--------------|---------------|
| ROGER C. REED. "The superalloys: fundamentals and applications". Ed. Cambridge University Press, 2006. ISBN 987-0-521-85904-2.                     | Bibliografía | fundamental   |
| CHESTER T. SIMS. "Superalloys II: high temperature materials for aerospace and industrial power". Ed. John Wiley & Sons, 1987. ISBN 0-471-01147-9. | Bibliografía | Fundamental   |

|  |              |   |
|--|--------------|---|
| NURIA MARTÍN. "Materiales Estructurales para Sistemas Propulsivos". Ed. Publicaciones de la ETSIAE.                  | Bibliografía | Fundamental   |
| T. W. CLYNE. "An introduction to metal matrix composites". Ed. Cambridge University Press, 1993. ISBN 0-521-48357-3. | Bibliografía | Específica  |
| "ASM Handbook". Ed. ASM International  | Bibliografía | Específica  |
| MICHAEL F. ASHBY. "Materials selection in mechanical design". Ed. Pergamon Press, 1992. ISBN 0-08-041907-0.          | Bibliografía | Específica  |
| 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. |

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

#### Observaciones.

En caso de que la situación socio-sanitaria obligue a modificar el método de impartición de las enseñanzas, se realizará una Adenda con antelación suficiente para que los estudiantes y Jefatura de Estudios dispongan de la información con las adaptaciones necesarias.

#### Tribunal de la asignatura.

Presidente: Nuria MARTÍN PIRIS

Vocal: Juan Manuel ANTORANZ PÉREZ

Secretario: María Vega AGUIRRE CEBRIÁN

Suplente: Consolación PÉREZ ALDA