



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería  
Aeronáutica y del Espacio

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**145005507 - Aleaciones Aeroespaciales**

### PLAN DE ESTUDIOS

14IA - Grado En Ingeniería Aeroespacial

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	3
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	4
5. Descripción de la asignatura y temario.....	5
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	13

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	145005507 - Aleaciones Aeroespaciales
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Quinto semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<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 Aeronáutica Y Del Espacio
<b>Curso académico</b>	2021-22

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Daniel Barba Cancho	LEM	daniel.barba@upm.es	Sin horario. Los horarios de tutorías estarán publicados en la página Moodle de la asignatura

Eva Maria Andres Lopez	B 216 / LEM	eva.andres.lopez@upm.es	Sin horario. Los horarios de tutorías estarán publicados en la página Moodle de la asignatura
Consolacion Perez Alda (Coordinador/a)	B 216 / LEM	consolacion.perez@upm.es	Sin horario. Los horarios de tutorías estarán publicados en la página Moodle de la asignatura
Juan Manuel Antoranz Perez	LEM	juanmanuel.antoranz@upm.es	Sin horario. Los horarios de tutorías estarán publicados en la página Moodle de la asignatura
Maria Vega Aguirre Cebrian	B 216 / LEM	mariavega.aguirre@upm.es	Sin horario. Los horarios de tutorías estarán publicados en la página Moodle de la asignatura
Jose Antonio Heredero Concellon	LEM	joseantonio.heredero@upm.es	Sin horario. Los horarios de tutorías estarán publicados en la página Moodle de la asignatura
Ignacio Luque Trujillo	LEM	ignacio.luque@upm.es	Sin horario. Los horarios de tutorías estarán publicados en la página Moodle de la asignatura

Nuria Martin Piris	LEM	nuria.mpiris@upm.es	Sin horario. Los horarios de tutorías estarán publicados en la página Moodle de la asignatura
Conrado Luis Garrido Fernandez De Vera	LEM	conrado.garrido@upm.es	Sin horario. Los horarios de tutorías estarán publicados en la página Moodle de la asignatura

\* 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

- Química
- Ciencia De Los Materiales

#### 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

CE46 - Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Las prestaciones tecnológicas, las técnicas de optimización de los materiales utilizados en el sector aeroespacial y los procesos de tratamientos para modificar sus propiedades mecánicas.

CE48 - Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los métodos de cálculo y de desarrollo de los materiales y sistemas de la defensa; el manejo de las técnicas experimentales, equipamiento e instrumentos de medida propios de la disciplina; la simulación numérica de los procesos físico-matemáticos más significativos; las técnicas de inspección, de control de calidad y de detección de fallos; los métodos y técnicas de reparación más adecuados.

CE49 - Conocimiento aplicado de: aerodinámica; mecánica del vuelo, ingeniería de la defensa aérea (balística, misiles y sistemas aéreos), propulsión espacial, ciencia y tecnología de los materiales, teoría de estructuras.

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

RA33 - Conocimiento, comprensión y aplicación de los Materiales en aplicaciones Aeroespaciales.

RA32 - Conocimiento básico de las herramientas para la determinación del comportamiento y propiedades de las aleaciones aeroespaciales.

RA31 - Conocimientos en Aleaciones Aeroespaciales: Capacidad de identificar y comprender las diferencias de este tipo de materiales, y desarrollar su aplicación en el ámbito Aeroespacial.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura de Aleaciones Aeroespaciales debe considerarse como una continuación de la de Ciencia de los Materiales, profundizando en el conocimiento de las aleaciones metálicas más utilizadas en la industria aeroespacial. Se estudian sus propiedades mecánicas, microestructura, tratamientos térmicos y comportamiento en servicio. Se profundiza especialmente en las aleaciones base aluminio y titanio, por ser las más utilizadas en el ámbito aeronáutico.

### 5.2. Temario de la asignatura

#### 1. COMPORTAMIENTO EN FRACTURA DE LOS METALES

- 1.1. Tipos de rotura: rotura frágil y rotura dúctil
- 1.2. Influencia de la temperatura en los procesos de rotura de los metales y aleaciones
- 1.3. Procesos de fragilización

#### 2. SELECCIÓN DE MATERIALES

- 2.1. Elección de materiales de aplicación en la industria aeroespacial
- 2.2. Precio y disponibilidad de metales y aleaciones aeroespaciales
- 2.3. Comparación de propiedades y parámetros de diversos elementos empleados en la industria aeroespacial

#### 3. ACEROS DE ALTA RESISTENCIA

- 3.1. Aceros de temple y revenido e inoxidables de uso aeroespacial
- 3.2. Aceros de muy alta resistencia mecánica
- 3.3. Aceros maraging

#### 4. INTRODUCCIÓN AL ALUMINIO

- 4.1. Propiedades de las aleaciones de aluminio
- 4.2. Acción de los elementos aleantes sobre las propiedades del aluminio
- 4.3. Tratamientos térmicos de las aleaciones de aluminio

#### 5. CORROSIÓN EN ALEACIONES DE ALUMINIO

- 5.1. Tipos de corrosión en aleaciones de aluminio

- 5.2. Corrosión bajo tensiones
- 5.3. Factores que influyen en los mecanismos de corrosión de las aleaciones de aluminio
- 5.4. Métodos de protección contra la corrosión
- 6. ALEACIONES DE ALUMINIO DE FORJA ENDURECIDAS POR ACRTUD
  - 6.1. Microestructura de las aleaciones de forja
  - 6.2. Aluminio sin alear
  - 6.3. Aleaciones aluminio-manganeso
  - 6.4. Aleaciones aluminio-magnesio
- 7. ALEACIONES DE ALUMINIO DE FORJA TRATABLES TÉRMICAMENTE
  - 7.1. Aleaciones aluminio-magnesio-silicio
  - 7.2. Aleaciones aluminio-cobre y aluminio-cobre-magnesio
  - 7.3. Aleaciones aluminio-zinc-magnesio y aluminio-zinc-magnesio-cobre
  - 7.4. Aleaciones aluminio-litio
  - 7.5. Requerimientos de las aleaciones de aluminio para vehículos aeroespaciales
  - 7.6. Aplicaciones aeroespaciales de las aleaciones de aluminio de forja
- 8. ALEACIONES DE ALUMINIO DE MOLDEO
  - 8.1. Comportamiento en moldeo de las aleaciones de aluminio
  - 8.2. Aleaciones aluminio-silicio, aluminio-silicio-cobre y aluminio-silicio-magnesio
  - 8.3. Otras aleaciones de aluminio de moldeo
  - 8.4. Aplicaciones aeroespaciales de las aleaciones de aluminio de moldeo
- 9. ALEACIONES DE TITANIO
  - 9.1. Propiedades de las aleaciones de titanio
  - 9.2. Acción de los elementos de aleación
  - 9.3. Tratamientos térmicos de las aleaciones de titanio
  - 9.4. Titanio sin alear, aleaciones alfa y súper alfa
  - 9.5. Aleaciones alfa + beta
  - 9.6. Aleaciones casi-beta y beta
  - 9.7. Aplicaciones aeroespaciales de las aleaciones de titanio
- 10. PRÁCTICAS DE LABORATORIO



## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Si durante el curso se produjera un aumento de la presencialidad inicialmente permitida, la impartición de contenidos por Tele-enseñanza pasará a presencial en la medida de lo posible.</p> <p>Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Está previsto realizar alguna práctica de laboratorio presencial durante el curso. En caso de no poderse realizar presencialmente, se sustituirán por Trabajo/s en Grupo</p> <p>Duración: 08:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Tema 1</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
2	<p><b>Tema 2</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
3	<p><b>Tema 4</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 5</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Tema 4</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
4	<p><b>Tema 5</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 7</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Tema 5</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
5	<p><b>Tema 7</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Tema 7</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
6	<p><b>Tema 8</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 9</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Tema 8</b> Duración: 03:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 9</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	

7	<b>Tema 9</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 9</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
8				<b>Evaluación de prácticas</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 00:00
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				<b>Evaluación de prácticas</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 00:00  <b>Convocatoria ordinaria</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00

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
8	Evaluación de prácticas	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	15%	4 / 10	CE48 CG3 CE46 CG4 CG9 CE49

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Evaluación de prácticas	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	15%	4 / 10	CE48 CG3 CE46 CG4 CG9 CE49
17	Convocatoria ordinaria	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	85%	5 / 10	CE48 CG3 CE46 CG9 CE49

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Convocatoria extraordinaria	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	85%	5 / 10	CE48 CG3 CE46 CG9 CE49

Evaluación de prácticas	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	15%	4 / 10	CE48 CG3 CE46 CG4 CG9 CE49
-------------------------	---------------------------------------	------------	-------	-----	--------	---

## 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 o Trabajo/s en Grupo.

La copia o el plagio en cualquiera de las pruebas de evaluación de la asignatura supondrá el suspenso en esa prueba, teniendo el alumno que examinarse de la asignatura completa en la convocatoria extraordinaria.

### Evaluación de los contenidos teóricos de la asignatura

Habrà un examen final de los contenidos teóricos. Para aprobar el examen final se deberá conseguir una nota mayor o igual a 5 puntos.

En caso de poder realizarlo presencialmente, habrá un Parcial-Final de la asignatura en la octava semana del Plan Anual Docente. Si no se autoriza la celebración presencial de dicha prueba, no se realizará ninguna prueba telemática (no presencial) sustitutoria y todos los estudiantes tendrán que concurrir al examen ordinario de la convocatoria de enero o al extraordinario.

En cualquiera de los exámenes de la asignatura podrán incluirse preguntas relacionadas tanto con los contenidos teóricos como con las prácticas de laboratorio.

Se realizará un seguimiento de asistencia a las clases teóricas. La asistencia se considerará como parte del trabajo individual del alumno.

El peso de la calificación de la teoría de la asignatura en la nota final será del 85%.

### Evaluación del trabajo práctico de laboratorio

Las prácticas de laboratorio presenciales se harán en grupo y su realización dependerá de la disponibilidad de medios y coordinación global de actividades y siempre que las condiciones sanitarias de distanciamiento entre personas lo permita. En caso de no poderse realizar prácticas presenciales, se sustituirán por un Trabajo/s en Grupo.

Si fuera posible la realización de prácticas de laboratorio presenciales, éstas se evaluarán corrigiendo los trabajos elaborados por el grupo de alumnos. En el caso de los Trabajos en Grupo la evaluación se hará corrigiendo los trabajos presentados. Si en alguno de los trabajos se obtuviera una nota inferior a 4,0, deberá presentarse uno nuevo para la siguiente convocatoria.

Las calificaciones iguales o superiores a 4,0 se mantendrán para las siguientes convocatorias.

**Se realizará el control de asistencia a las prácticas, que serán obligatorias e indispensables para que el alumno pueda ser evaluado de la asignatura. En caso de no realizarse prácticas presenciales, será obligatoria la presentación del Trabajo/s en Grupo.**

La calificación del laboratorio tendrá un peso del 15% en la nota final obtenida en la asignatura.

### Evaluación final

Para superar la asignatura debe obtenerse una calificación mayor o igual a 5,0 en una escala de 10 puntos. Las notas de teoría y laboratorio podrán compensarse entre sí, siempre que cada una de ellas sea mayor o igual a 4 y la media ponderada sea mayor o igual a 5 puntos.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
ALEACIONES AEROESPACIALES, Ed. Publicaciones de la ETSIAE	Otros	Edición impresa de las presentaciones usadas en aula.
I.J. POLMEAR. "Light alloys: from traditional alloys to nanocrystals". Ed. Elsevier Butterworth-Heinemann, 2006, ISBN: 0-7506-6371-5	Bibliografía	
JOHN E. HATCH. "Aluminum: properties and physical metallurgy". Ed. American Society for Metals, 1984, ISBN: 0-87170-176-6	Bibliografía	
J. GILBERT KAUFMAN. "Introduction to aluminum alloys and tempers". Ed. ASM International, 2000, ISBN: 0-87170-689-X	Bibliografía	
THOMAS H. COURTNEY. "Mechanical behaviour of materials". Ed. McGraw-Hill, 1990, ISBN: 0-07-013265-8	Bibliografía	
G. LÜTJERING. "Titanium". Ed. Springer, 2007, ISBN: 978-3-540-71397-5	Bibliografía	
Plataforma de teleenseñanza B-learning <a href="http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/">http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/</a>	Recursos web	En esta plataforma se incluyen documentos docentes básicos de la asignatura, documentos adicionales, así como enlaces de interés. Además se utiliza como método de comunicación de avisos y solución de dudas.

Teams, Collaborate u otra herramienta similar	Recursos web	Para la impartición de la enseñanaza online se utilizarán plataformas como Teams, Collaborate o similares.
---	--------------	--

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

El cronograma y la presencialidad de las distintas actividades formativas de la asignatura estarán sujetos a la disponibilidad de medios y coordinación global de actividades, así como a las disposiciones de las Autoridades Sanitarias y del Rectorado de la UPM, que puedan derivarse en caso de recidiva de la enfermedad COVID-19.

Las actividades no presenciales programadas en el cronograma se encuentran duplicadas como actividades presenciales. En estas actividades duplicadas la duración es igual a cero para que las horas totales de docencia de la asignatura queden reflejadas en esta Guía.

Si se produjera un aumento de la presencialidad inicialmente programada, la teoría se impartirá presencialmente en la medida que las disposiciones vigentes lo permitan.

En caso de poder realizarlo presencialmente, habrá un Parcial-Final de la asignatura en la octava semana del Plan Anual Docente. Si no se autoriza la celebración presencial de dicha prueba, no se realizará ninguna prueba telemática (no presencial) sustitutoria y todos los estudiantes tendrán que concurrir al examen ordinario de la convocatoria de enero o al extraordinario.

En caso de suspenderse las actividades presenciales porque así los dispongan las Autoridades Sanitarias, el Rectorado de la UPM o la ETSIAE, las prácticas de laboratorio se sustituirían por Trabajo/s en Grupo.

En la lista de profesorado no se ha podido incluir a un profesor que está pendiente de contratación.