



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

143003025 - Ingeniería De Sistemas Y Diseño Preliminar De Vehí

### PLAN DE ESTUDIOS

14IB - Master Universitario En Ingeniería Aeronautica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer 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.....	5
6. Cronograma.....	8
7. Actividades y criterios de evaluación.....	11
8. Recursos didácticos.....	14
9. Otra información.....	15

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	143003025 - Ingeniería de Sistemas y Diseño Preliminar de Vehí
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Tercer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	14IB - Master Universitario en Ingeniería Aeronautica
<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>
Jacobo Rodriguez Otero (Coordinador/a)	C107	jacobo.rodriguez@upm.es	Sin horario. Publicadas en Moodle
Ana Laveron Simavilla	Hangar, DAVE	ana.laveron@upm.es	Sin horario. Publicadas en Moodle

Jose Maria Fernandez Ibarz	Hangar, DAVE	josemaria.fernandez@upm.es	Sin horario. Publicadas en Moodle
Demetrio Zorita Gomez-Escolar	Hangar, DAVE	demetrio.zorita@upm.es	Sin horario. Publicadas en Moodle
Pablo Salgado Sanchez	Hangar, DAVE	pablo.salgado@upm.es	Sin horario. Publicadas en Moodle
Andriy Borshchak Kachalov	Hangar, DAVE	andriy.borshchak@upm.es	Sin horario. Publicadas en Moodle

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

### 2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Juan Manuel Del Cura Velayos	xx@yy.es	Sener

## 3. Conocimientos previos recomendados

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

- Dinámica Del Vuelo
- Diseño, Cálculo Y Certificación De Vehículos Espac

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

- Órbitas de aplicación para misiones espaciales
- Análisis de misiones espaciales
- Geometría de misiones espaciales terrestres
- Diseño de Subsistemas Espaciales

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE-VA-1 - Aptitud para proyectar, construir, inspeccionar, certificar y mantener todo tipo de aeronaves y vehículos espaciales.

CE-VA-10 - Conocimiento adecuado de los distintos Subsistemas de las Aeronaves y los Vehículos Espaciales.

CE-VA-5 - Comprensión y dominio de la Mecánica del Vuelo Atmosférico (Actuaciones y Estabilidad y Control Estáticos y Dinámicos), y de la Mecánica Orbital y Dinámica de Actitud.

CE-VA-9 - Capacidad para diseñar, ejecutar y analizar los Ensayos en Tierra y en Vuelo de los Vehículos Aeroespaciales, y para llevar a cabo el proceso completo de Certificación de los mismos.

CG1 - Capacidad para proyectar, construir, inspeccionar, certificar y mantener todo tipo de aeronaves y vehículos espaciales, con sus correspondientes subsistemas.

CG11 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

CG12 - Aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CG13 - Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CG14 - Comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG15 - Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CG16 - Capacidad de integrar el respeto al medio ambiente como actitud general en la gestión y el desempeño de sus actividades.

CG4 - Capacidad de integrar sistemas aeroespaciales complejos y equipos de trabajo multidisciplinares.

CG5 - Capacidad para analizar y corregir el impacto ambiental y social de las soluciones técnicas de cualquier

sistema aeroespacial.

CG6 - Capacidad para el análisis y la resolución de problemas aeroespaciales en entornos nuevos o desconocidos, dentro de contextos amplios y complejos.

CG9 - Competencia en todas aquellas áreas relacionadas con las tecnologías aeroportuarias, aeronáuticas o espaciales que, por su naturaleza, no sean exclusivas de otras ramas de la ingeniería.

CT1 - Capacidad para comprender los contenidos de clases magistrales, conferencias y seminarios, así como cualquier información y documentación en lengua inglesa.

CT2 - Capacidad para dinamizar y liderar equipos de trabajo multidisciplinares.

CT3 - Capacidad para adoptar soluciones creativas que satisfagan adecuadamente las diferentes necesidades planteadas.

CT4 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.

CT5 - Capacidad para gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos, de una manera adecuada y eficiente.

CT6 - Capacidad para emitir juicios sobre implicaciones económicas, administrativas, sociales, éticas y medioambientales ligadas a la aplicación de sus conocimientos.

CT7 - Capacidad para trabajar en contextos internacionales.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA170 - Adquisición de pensamiento creativo y crítico

RA164 - Análisis de las relaciones, interacciones e interfaces entre los distintos subsistemas de un vehículo espacial

RA166 - Conocimiento funcional de un sistema espacial

RA173 - Capacidad para comunicar

RA101 - Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis de los sistemas de propulsión espaciales.

RA167 - Capacidad para realizar estudios comparativos y tomar decisiones

RA163 - Análisis y síntesis de las configuraciones básicas, subsistemas, misiones de los vehículos espaciales y su

entorno de operación

RA165 - Conocimiento y comprensión de la metodología de diseño de vehículos espaciales

RA169 - Capacidad para pensar de forma holística

RA171 - Capacidad para gestionar el tiempo y los recursos disponibles

RA172 - Capacidad para trabajar en equipo

RA12 - Utiliza y conoce los documentos fundamentales de ESA para la planificación de ensayos de equipos espaciales

RA168 - Conocimiento de los procesos de integración y verificación

RA124 - RA4.- Conocimiento y comprensión de los principales aspectos que rigen la mecánica orbital y la dinámica de actitud de los vehículos espaciales

RA162 - Conocimiento, comprensión y aplicación de requisitos de usuario y derivados para el desarrollo de una misión espacial.

RA161 - Aplicación de todos los conocimientos de análisis de misión y de los distintos subsistemas de un vehículo espacial, para hacer el diseño preliminar de una misión espacial.

RA11 - Analiza críticamente los resultados obtenidos con las técnicas de medida empleadas en las prácticas de laboratorio, conoce sus límites y cotas de error.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Se hace una introducción a la Ingeniería de Sistemas y a la Gestión de Proyectos Espaciales y se propone a los alumnos el diseño preliminar de una Misión Espacial a partir de unos requisitos de Misión. Para llevar a cabo dicho diseño es necesario aplicar los conocimientos de Vehículos Espaciales aprendidos en cursos anteriores. El diseño de la Misión es un trabajo en grupo que se va desarrollando a lo largo del semestre mediante la consecución de diversos hitos en los que los alumnos hacen entrega de diversa documentación y presentaciones orales en las que defienden sus diseños.

Se realizan ejercicios prácticos con los distintos subsistemas de un vehículo espacial de laboratorio.

Se hace una introducción a la Integración y Validación de Sistemas Espaciales, que se ponen en práctica mediante su aplicación a un vehículo espacial de laboratorio.

## 5.2. Temario de la asignatura

### 1. INGENIERÍA DE SISTEMAS

- 1.1. Introducción.
- 1.2. Ciclo de vida
- 1.3. Requisitos
- 1.4. Interfaces
- 1.5. Análisis funcional.
- 1.6. Modelización.
- 1.7. Presupuestos.
- 1.8. Optimización y flexibilidad.
- 1.9. Coste.
- 1.10. Riesgo.
- 1.11. Ensayos y cualificación.

### 2. GESTIÓN DE PROYECTOS ESPACIALES

- 2.1. Fases de un proyecto espacial.
- 2.2. Work Breakdown Structure.
- 2.3. Contrato.
- 2.4. Control financiero.

### 3. DISEÑO PRELIMINAR DE UNA MISIÓN ESPACIAL

- 3.1. Definición de requisitos.
- 3.2. Definición del Plan de Gestión.
- 3.3. Análisis de Misión.
- 3.4. Definición de los elementos de la misión.
- 3.5. Dimensionado de los subsistemas del vehículo espacial.

3.6. Dimensionado de instrumentación óptica.

#### 4. LABORATORIO DE SISTEMAS DE SATÉLITES

4.1. Ejercicios con subsistemas de un nanosatélite.

4.2. Integración y validación de un nanosatélite: definición y realización de los ensayos de validación de un subsistema.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Temas 1 y 2</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Temas 1 y 2</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 4. Sesión 1: Introducción y descripción de las prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3	<b>Temas 1 y 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Trabajo supervisado en el aula Tema 3. Presentación de los requisitos de la misión y kick-off.</b> Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas  <b>Trabajo supervisado en el aula Tema 3. Análisis de requisitos de la misión y derivación de requisitos de subsistemas.</b>  Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	<b>Tema 4. Sesión 2.</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4	<b>Trabajo supervisado en el aula Tema 3. Análisis de requisitos de la misión y derivación de requisitos de subsistemas.</b>  Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas  <b>Trabajo supervisado en el aula Tema 3. Plan de gestión.</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			<b>Entrega del MRD</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00
5	<b>Trabajo supervisado en el aula Tema 3. Análisis de misión.</b> Duración: 04:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	<b>Tema 4. Sesión 3.</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

6	<p><b>Trabajo supervisado en el aula Tema 3.</b> <b>Análisis de misión.</b> Duración: 04:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			<p><b>Entrega del MP</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p>
7	<p><b>Trabajo supervisado en el aula Tema 3.</b> <b>Análisis de misión.</b> Duración: 04:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	<p><b>Tema 4. Sesión 4.</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
8	<p><b>Trabajo supervisado en el aula Tema 3.</b> Duración: 04:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			<p><b>Entrega del MAR</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p>
9	<p><b>Trabajo supervisado en el aula Tema 3.</b> Duración: 04:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	<p><b>Tema 4. Sesión 5: Ejercicio de integración y validación de un subsistema.</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
10	<p><b>Trabajo supervisado en el aula Tema 3.</b> Duración: 03:45 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p> <p><b>Primera revisión de subsistemas</b> Duración: 00:15 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Primera revisión de subsistemas</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:15</p>
11	<p><b>Trabajo supervisado en el aula Tema 3.</b> Duración: 04:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			
12	<p><b>Trabajo supervisado en el aula Tema 3.</b> Duración: 03:45 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p> <p><b>Segunda revisión de subsistemas</b> Duración: 00:15 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Segunda revisión de subsistemas</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:15</p>
13	<p><b>Trabajo supervisado en el aula Tema 3.</b> Duración: 04:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			<p><b>Evaluación de prácticas (trabajo realizado en el laboratorio e informe final)</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p>
14				<p><b>Informe del proyecto</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p>

15	<p><b>Trabajo supervisado en el aula Tema 3.</b> Duración: 01:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p> <p><b>Defensa del proyecto</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Defensa del proyecto</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30</p>
16				
17				<p><b>Evaluación de prácticas (trabajo realizado en el laboratorio e informe final)</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Global No presencial Duración: 00:00</p> <p><b>Examen oral</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Global Presencial Duración: 00:45</p>

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
4	Entrega del MRD	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	1%	3 / 10	
6	Entrega del MP	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	3%	3 / 10	
8	Entrega del MAR	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	20%	3 / 10	
10	Primera revisión de subsistemas	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:15	2%	3 / 10	
12	Segunda revisión de subsistemas	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:15	4%	3 / 10	
13	Evaluación de prácticas (trabajo realizado en el laboratorio e informe final)	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	30%	3 / 10	CE-VA-10 CE-VA-5 CE-VA-9
14	Informe del proyecto	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	20%	3 / 10	CG9 CG12 CG13 CT2 CT3 CT4 CT7 CE-VA-1 CE-VA-5 CE-VA-9 CE-VA-10 CG1 CG6 CT1 CT5

							CT6 CG15 CG14 CG16 CG11 CG4 CG5
15	Defensa del proyecto	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:30	20%	3 / 10	CG14

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Evaluación de prácticas (trabajo realizado en el laboratorio e informe final)	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	30%	3 / 10	CE-VA-10 CE-VA-5 CE-VA-9
17	Examen oral	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:45	70%	3 / 10	CG4 CG5 CG9 CG12 CG13 CT2 CT3 CT4 CT7 CE-VA-1 CE-VA-5 CE-VA-9 CE-VA-10 CG1 CG6 CT1 CT5 CT6 CG15 CG14 CG16 CG11

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

La asignatura es eminentemente práctica y la evaluación se hará mediante el seguimiento de la realización de un proyecto de misión espacial y de prácticas de laboratorio.

Las prácticas de laboratorio son de asistencia obligatoria durante el curso. Para poder seguir la evaluación progresiva es obligatoria además la asistencia a clase.

Las actividades se realizan en grupo durante la evaluación progresiva, y los alumnos recibirán una nota individualizada para la que se tendrá en cuenta el trabajo del grupo y el individual. Para aprobar la asignatura, deberá obtenerse una calificación total igual o superior a 5,0 y calificaciones parciales superiores a 3,0. Los pesos de cada actividad de evaluación en la nota final se detallan en el apartado anterior.

En caso de no superar las calificaciones mínimas durante el curso, se deberá realizar una prueba global al final del semestre, que incluye una nueva entrega del informe de prácticas (si su calificación fue menor que 3,0 en la evaluación progresiva) y un examen oral (individual) del resto de contenidos de la asignatura.

Para la **evaluación convocatoria extraordinaria** se aplicarán los mismos criterios que para la prueba de evaluación global.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Space Mission Analysis and Design	Bibliografía	J. WERTZ & W. LARSON
Presentaciones de clase	Bibliografía	
Elements of Spacecraft Design	Bibliografía	C. D. BROWN
Satélites de laboratorio ESAT	Equipamiento	Empleados en la realización de las prácticas
Fundamentals of Astrodynamics and Applications	Bibliografía	D. VALLADO
Fundamentals of Space Systems	Bibliografía	V. L. PISACANE Y R.C. MOORE
Spacecraft Systems Engineering	Bibliografía	P. FORTESCUE, G. SWINERD Y J. STARK
Rocket Propulsion Elements	Bibliografía	G. P. SUTTOR Y O. BIBLARZ
Fundamentals of Astrodynamics	Bibliografía	R. R. BATE, D. D. MUELLER Y J. E. WHITE
Spacecraft Attitude Determination and Control	Bibliografía	J.R. WERTZ
Spacecraft Attitude Dynamics	Bibliografía	P. C. HUGHES
Radiowave Propagation in Satellite Communications	Bibliografía	LOUIS J. IPPOLITO Y JR., VAN NOSTRAND-REINHOLD
Spacecraft power systems	Bibliografía	M. R. PATEL
Spacecraft Thermal Control Handbook Volume 1: Fundamental Technologies	Bibliografía	D.G. GILMORE
Spacecraft Thermal Control Handbook Volume Cryogenics	Bibliografía	M. DONABEDIAN
Espacio MOODLE de la asignatura <a href="http://moodle.upm.es/">http://moodle.upm.es/</a>	Recursos web	
Laboratorio de Vehículos Espaciales	Equipamiento	En el laboratorio los alumnos dispondrán del material e instrumentos necesarios para realizar las prácticas programadas de la asignatura.

Equipos de la asignatura en Teams	Recursos web	
-----------------------------------	--------------	--

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Parte de la asignatura será impartida en inglés.

Las fechas indicadas en el cronograma para las prácticas de laboratorio son orientativas, ya que dependerán del calendario docente y del número de alumnos que las realicen. Las fechas finales se anunciarán a través de Moodle.