



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

**143003026 - Segmentos De Tierra Y Lanzamiento**

### 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.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	14
9. Otra información.....	15

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	143003026 - Segmentos de Tierra y Lanzamiento
<b>No de créditos</b>	4.5 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>
Pablo Salgado Sanchez	Hangar, DAVE	pablo.salgado@upm.es	Sin horario. Publicadas en Moodle
Jose Maria Fernandez Ibarz	B215	josemaria.fernandezi@upm. es	Sin horario. Publicadas en Moodle

Ana Laveron Simavilla	Hangar, DAVE	ana.laveron@upm.es	Sin horario. Publicadas en Moodle
Jacobo Rodriguez Otero (Coordinador/a)	C107	jacobo.rodriguez@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
Miguel ángel Molina Cobos	xx@empresa.com	GMV
Jorge Fauste	xx@empresa.com	ESA
Raul Rosa	xx@empresa.com	AIRBUS-DS
ángel Fernández Díez	xx@empresa.com	AIRBUS-DS
Javier Ventura Traveset	xx@empresa.com	ESA
Beatriz Jilete	xx@empresa.com	ESA

## 3. Conocimientos previos recomendados

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

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

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

- Entorno de programación tipo Arduino
- Programación en C++/C

- Electrónica
- Nivel B2 de Inglés

## 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.

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.

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.

CG7 - Competencia para planificar, proyectar, gestionar y certificar los procedimientos, infraestructuras y sistemas que soportan la actividad aeroespacial, incluyendo los sistemas de navegación aérea.

CG8 - Competencia para el proyecto de construcciones e instalaciones aeronáuticas y espaciales, que requieran un proyecto integrado de conjunto, por la diversidad de sus tecnologías, su complejidad o por los amplios conocimientos técnicos necesarios.

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.

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.

CT7 - Capacidad para trabajar en contextos internacionales.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA178 - Conocimiento y comprensión de la planificación y ejecución de las operaciones espaciales

RA177 - Capacidad para realizar estudios comparativos

RA180 - Aptitud para proyectar, construir y validar sistemas de lanzamiento de vehículos espaciales

RA176 - Conocimiento y comprensión de los elementos principales del segmento terreno

RA179 - Aptitud para proyectar, construir y validar sistemas de tierra de misiones espaciales

RA174 - Conocimiento y comprensión del segmento de lanzamiento: subsistemas, carga de pago, y principales lanzadores existentes

RA175 - Conocimiento y comprensión de los lanzadores multietapa y sus trayectorias

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Desde una perspectiva aplicada a la industria espacial se abordan los elementos de las misiones espaciales adicionales al vehículo espacial:

- Se hace una introducción al segmento de lanzamiento, se introducen los principales lanzadores existentes, y se analizan los aspectos principales para el desarrollo de un lanzador.
- Se hace una introducción a las estaciones de tierra y centros de operaciones, sus características y elementos principales. Se hace una práctica de TM/TC y otra de comunicaciones con un satélite de laboratorio y su sistema de monitorización y control en tierra.
- Se introducen las operaciones espaciales, y se desarrolla un caso práctico de operaciones con un nanosatélite de laboratorio.

Durante el curso se visita la estación de espacio profundo de la Agencia Espacial Europea en Cebreros, se visita el centro español de operaciones de cargas de pago de la Estación Espacial Internacional (E-USOC), se visitan las instalaciones de AIRBUS-DS de Madrid y se muestran los productos necesarios para hacer el seguimiento de un satélite que emita en abierto, finalmente se hará dicho seguimiento empleando la estación de tierra para seguimiento de pequeños satélites del E-USOC (si hay algún pase disponible, si no se simulará el paso del satélite).

Asimismo se organizarán conferencias impartidas por profesionales de la Agencia Espacial Europea de reconocido prestigio internacional. Las conferencias se programarán a lo largo del curso y la asistencia es obligatoria.

## 5.2. Temario de la asignatura

### 1. INTRODUCCIÓN AL SEGMENTO DE LANZAMIENTO

- 1.1. Introducción
- 1.2. Aspectos estructurales críticos de los lanzadores
- 1.3. Carga de pago
- 1.4. Campaña de lanzamiento
- 1.5. Especificaciones
- 1.6. Manual de usuario
- 1.7. El mercado internacional de lanzadores
- 1.8. Futuros lanzadores europeos
- 1.9. Principales empresas y estamentos de lanzadores

### 2. SEGMENTO DE TIERRA

- 2.1. Estaciones de tierra
- 2.2. Sistema de control de la misión
- 2.3. Sistema de planificación
- 2.4. Sistema de dinámica del vuelo y de determinación orbital
- 2.5. Centro de procesado de datos
- 2.6. Simulador

### 3. OPERACIONES

- 3.1. Introducción
- 3.2. Plan y concepto de operaciones
- 3.3. Coste y complejidad
- 3.4. Funciones
- 3.5. Planificación
- 3.6. Entrenamiento
- 3.7. Modelos de tierra

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 2. Clases de teoría.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 2. Clases de teoría.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 2. Clases de teoría.</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 1. Clases de teoría.</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas de laboratorio: Familiarización con el ESAT</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4	<b>Tema 1. Clases de teoría.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Entrega del trabajo de segmento de tierra (XTCE)</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00  <b>Entrega del trabajo de segmento de tierra (XTCE)</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Global No presencial Duración: 00:00
5	<b>Tema 1. Clases de teoría.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Tema 1. Clases de teoría.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	<b>Tema 1. Clases de teoría.</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 2 Práctica de laboratorio 1</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
8	<b>Tema 3. Clases de teoría.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	<b>Tema 3. Preparación para la práctica de operaciones.</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	<b>Tema 2 Práctica de laboratorio 2</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Trabajo de preparación para la práctica de operaciones. Desempeño del trabajo en el aula.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 03:00

10	<p><b>Introduction to the European Space Agency and its main programs, by Javier Ventura-Traveset, ESA</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1. Clase de trabajo en el proyecto de lanzador.</b> Duración: 01:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			<p><b>Trabajo de desarrollo del trabajo del lanzador. Desempeño del trabajo en el aula.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:30</p>
11	<p><b>Visita a AIRBUS-DS</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p><b>Tema 3 Práctica de laboratorio 3</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Entrega del trabajo del lanzador</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p>
12				<p><b>Evaluación del trabajo realizado durante las prácticas de laboratorio. La actividad de evaluación se asigna a esta semana aunque se realizará durante todas las sesiones de prácticas.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 00:00</p>
13	<p><b>ESA Space Debris and Planetary Defense Program, by Gian Maria Pinna, ESA</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Visita a la estación de tierra de Cebrenos</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			
14	<p><b>ESA Earth Observation and the SMOS Programme, by Jorge Fauste, ESA</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Visita al E-USOC</b> Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Entrega de los informes de prácticas.</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p>
15	<p><b>Tema 1. Defensa del proyecto del lanzador.</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Defensa del proyecto del lanzador.</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Defensa del proyecto del lanzador.</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30</p>
16				
17				<p><b>Entrega de los informes de prácticas.</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Global No presencial Duración: 00:00</p> <p><b>Examen oral</b> OT: Otras técnicas evaluativas</p>

				Evaluación Global Presencial Duración: 00:45
--	--	--	--	--

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 trabajo de segmento de tierra (XTCE)	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	10%	3 / 10	CG12 CG14 CG15 CT3 CG11 CT4 CT7 CT5 CE-VA-10 CG1 CG4 CG5 CE-VA-9 CE-VA-1 CG6
9	Trabajo de preparación para la práctica de operaciones. Desempeño del trabajo en el aula.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	03:00	5%	3 / 10	
10	Trabajo de desarrollo del trabajo del lanzador. Desempeño del trabajo en el aula.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	01:30	5%	3 / 10	CG11 CG12 CG14 CG15 CT1 CT3 CT4 CT7 CT5 CE-VA-5 CE-VA-10 CG1 CG4 CG5 CE-VA-9 CE-VA-1 CG6 CG8 CG7 CG9

11	Entrega del trabajo del lanzador	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	20%	3 / 10	CE-VA-5 CE-VA-10 CG1 CG4 CG5 CE-VA-9 CE-VA-1 CG6 CG8 CG7 CG9
12	Evaluación del trabajo realizado durante las prácticas de laboratorio. La actividad de evaluación se asigna a esta semana aunque se realizará durante todas las sesiones de prácticas.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	25%	3 / 10	
14	Entrega de los informes de prácticas.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	20%	3 / 10	CT3 CT4 CT5 CE-VA-5 CE-VA-10 CG1 CG4 CG5 CE-VA-9 CE-VA-1 CG6 CG8 CG7 CG9
15	Defensa del proyecto del lanzador.	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:30	15%	3 / 10	CG14

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
4	Entrega del trabajo de segmento de tierra (XTCE)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	3 / 10	CG11 CG12 CG14 CG15 CT3 CT4 CT7 CT5 CE-VA-10 CG1 CG4 CG5 CE-VA-9

							CE-VA-1 CG6
9	Trabajo de preparación para la práctica de operaciones. Desempeño del trabajo en el aula.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	03:00	5%	3 / 10	
12	Evaluación del trabajo realizado durante las prácticas de laboratorio. La actividad de evaluación se asigna a esta semana aunque se realizará durante todas las sesiones de prácticas.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	25%	3 / 10	
17	Entrega de los informes de prácticas.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	20%	3 / 10	CT3 CT4 CT5 CE-VA-5 CE-VA-10 CG1 CG4 CG5 CE-VA-9 CE-VA-1 CG6 CG8 CG7 CG9
17	Examen oral	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:45	40%	3 / 10	CG11 CG12 CG14 CG15 CT1 CT3 CT4 CT7 CT5 CE-VA-5 CE-VA-10 CG1 CG4 CG5 CE-VA-9 CE-VA-1 CG6 CG8 CG7 CG9

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

La evaluación se realizará mediante la realización de un trabajo de lanzadores, otro de segmento de tierra, prácticas de laboratorio del sistema de monitorización y control de una misión, de comunicaciones y protocolos, y un caso de operación con un satélite de laboratorio.

En las actividades en grupo 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 nota total igual o superior a 5,0 y una nota en cada una de las pruebas parciales igual o superior a 3. Los pesos de cada actividad de evaluación en la nota final están detallados en el apartado anterior.

Para la evaluación progresiva, además de superar las pruebas detalladas en el apartado anterior, es obligatorio asistir a prácticas y al trabajo de preparación para la práctica de operaciones. Los trabajos se realizarán en grupo. En caso de no superar las calificaciones mínimas en la evaluación progresiva, se deberá realizar una prueba global individual al final del semestre.

Para la evaluación por prueba global es obligatorio: superar un examen oral, entregar el trabajo de segmento de tierra (individual), presentar los informes de prácticas, asistir a prácticas y asistir al trabajo de preparación para la práctica de operaciones.

La **evaluación convocatoria extraordinaria** será igual que la prueba de evaluación global.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Transparencias de clase	Bibliografía	Disponibles en el espacio Moodle de la asignatura.
Space Mission Analysis and Design	Bibliografía	J. WERTZ & W. LARSON
Rocket Propulsion Elements	Bibliografía	G. P. SUTTORN Y O. BIBLARZ
Radiowave Propagation in Satellite Communications	Bibliografía	REINHOLD
Espacio MOODLE de la asignatura <a href="http://moodle.upm.es/">http://moodle.upm.es/</a>	Recursos web	En esta plataforma se incluyen documentos relevantes, enlaces y se utiliza como método de comunicación de avisos y solución de dudas.
Laboratorio de Vehículos Espaciales	Equipamiento	En el laboratorio los alumnos dispondrán del material e instrumentos necesarios para realizar las prácticas programadas de la asignatura.
Estación de tierra para el seguimiento de satélites	Equipamiento	

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Parte de la asignatura será impartida en inglés.

Las fechas de las prácticas de laboratorio son orientativas, ya que dependerán del calendario docente y del número de alumnos que las realicen.

El calendario de las conferencias de expertos de la ESA se publicará cuando se vayan cerrando con los ponentes. La asistencia a las conferencias es obligatoria. Las fechas que constan en el cronograma son orientativas.

Las fechas de las visitas se fijarán a lo largo del curso en función del número de alumnos y disponibilidad. La asistencia a las visitas de Cebreros y AIRBUS-DS es opcional.

El orden y fecha de las clases que constan en el cronograma es orientativo y se adaptará según las necesidades organizativas.