



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

143005012 - Desarrollo Y Validacion Del Sistema Atm

PLAN DE ESTUDIOS

14IB - Master Universitario En Ingenieria Aeronautica

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Segundo 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.....	4
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

Nombre de la asignatura	143005012 - Desarrollo y Validacion del Sistema Atm
No de créditos	5 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Segundo curso
Semestre	Cuarto semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	14IB - Master Universitario en Ingenieria Aeronautica
Centro responsable de la titulación	14 - E.T.S.I. Aeronáutica Y Del Espacio
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Jose Luis Mozo Gonzalez	B317-318	jl.mozo@upm.es	Sin horario. Las tutorías se solicitan vía email
Luis Perez Sanz (Coordinador/a)	B317-318	l.perez@upm.es	Sin horario. Las tutorías se solicitan vía email

Lidia Serrano Mira	B317	lidia.serrano@upm.es	Sin horario. Las tutorías se solicitan vía email
Eduardo Sanchez Ayra	B318	eduardo.sanchez.ayra@upm .es	Sin horario. Las tutorías se solicitan vía email

* 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

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Aeronáutica no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Conocimientos de sistemas CNS
- Conocimientos de la estructura del espacio aéreo
- Inglés
- 1er semestre MUSTA
- Grado en ingeniería aeroespacial (NSA, ATA)
- Preferiblemente cursar la asignatura con la de Diseño conceptual del espacio aéreo (MUSTA)

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE-SN-1 - Aptitud para definir y proyectar los sistemas de navegación y de gestión del tránsito aéreo, y para diseñar el espacio aéreo, las maniobras y las servidumbres aeronáuticas.

CE-SN-6 - Conocimiento adecuado de las distintas Normativas aplicables a la navegación y circulación áreas y capacidad para certificar los Sistemas de Navegación Aérea.

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.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA192 - Conoce y comprende las áreas clave de rendimientos (KPA), indicadores de rendimiento (KPI) y objetivos de rendimiento (Target)

RA130 - Diseñar el espacio aéreo

RA185 - El alumno comprende el concepto de separación en términos ATM

RA171 - Capacidad para gestionar el tiempo y los recursos disponibles

RA184 - El alumno comprende las capas de la gestión de conflictos

RA177 - Capacidad para realizar estudios comparativos

RA190 - Conoce metodologías internacionales de validación de concepto operacionales en el campo del ATM

RA191 - Aplica las metodologías de validación a nuevos conceptos de operación ATM

RA173 - Capacidad para comunicar

RA172 - Capacidad para trabajar en equipo

RA131 - Diseñar las servidumbres aeronáuticas y valorar los efectos operacionales que tiene sus vulneraciones

RA129 - Definir y proyectar los sistemas de gestión del tránsito aéreo,

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

El sistema ATM es un sistema complejo que pretende ofrecer a los usuarios del espacio aéreo un servicio del cual puedan obtener la mayor eficiencia en sus operaciones.

Son tal el número de variables que intervienen cuya variación temporal, en muchos casos inevitable y en algunos imprevisible, hace que la prestación del servicio tal como lo esperan los usuarios se hace cada vez más difícil y complejo.

La continua intención de mejorar el servicio prestado hace que se estén desarrollando continuamente nuevos sistemas y los procedimientos asociados a ellos para su incorporación de nuevo en el sistema ATM, de forma que se obtengan las mejoras, por una parte requeridas por el usuario y por otro lado, esperadas por el proveedor de servicio de navegación aérea.

Obviamente cualquier modificación tanto en sistemas como en procedimientos que conduzcan a nuevos conceptos operacionales deben ser verificados y validados previamente.

Por otra parte, una vez un concepto operacional está puesto en servicio se hace necesario evaluar su rendimiento. Es necesario conocer si el comportamiento operacional que se estimó antes de su puesta en servicio, una vez en funcionamiento, ofrece los resultados esperados. El análisis continuo del rendimiento de un sistema o concepto empleado permite determinar sus limitaciones las cuales serán la base para la definición de los requisitos del siguiente sistema/concepto a desarrollar.

El objetivo de la asignatura es transmitir la importancia que tiene en la implementación de nuevos conceptos operacionales para mejorar el sistema ATM seguir procedimientos sistematizados de análisis de rendimientos del sistema a mejorar cuyo resultado permitirá definir los requisitos operacionales del nuevo concepto cuya validación se hace obligatoria antes de su puesta en servicio. Para que este proceso sea eficiente no se puede esperar a tener todo terminado para comenzar la validación; sino por el contrario, el proceso de validación debe hacerse desde el instante inicial en el que se pretende desarrollar algún elemento nuevo.

En esta asignatura, por tanto, se presentarán métodos internacionalmente admitidos para realizar el análisis de rendimientos de sistemas en funcionamiento y el proceso de validación de un nuevo concepto de operación a implementar en el futuro

5.2. Temario de la asignatura

1. Tema 1. NECESIDAD DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DEL RENDIMIENTO.

1.1. 1.1. El concepto operacional de gestión de tránsito aéreo mundial y la performance mundial del sistema de navegación aérea

1.2. 1.2. Las expectativas de los usuarios en relación a las prestaciones del sistema ATM

2. Tema 2. DESARROLLO DEL SISTEMA BASADO EN EL SISTEMA DE GESTIÓN DEL RENDIMIENTO

2.1. 2.1. Principios esenciales del enfoque basado en rendimientos.

3. Tema 3. FASES DEL PROCESO

3.1. 3.1. Fase 1: Definición y revisión del alcance, del contexto general, de las ambiciones y de las expectativas

3.2. 3.2. Fase 2: Identificar oportunidades, problemas y fijar los objetivos.

3.3. 3.3. Fase 3: Cuantificar los objetivos

3.4. 3.4. Fase 4: Selección de soluciones para explotar oportunidades y resolver los problemas

3.5. 3.5. Fase 5: Implementación de soluciones

3.6. 3.6. Fase 6: Evaluación del logro de los objetivos

4. Tema 4. PRINCIPALES ÁREAS E INDICADORES DE RENDIMIENTO

4.1. 4.1. Estructura de un marco de prestaciones

4.2. 4.2. Áreas clave de rendimiento

4.3. 4.3. Definición de indicadores clave de rendimiento en el contexto europ

4.4. 4.4. Indicadores clave del tráfico aéreo.

4.5. 4.5. El marco para el análisis de las prestaciones de seguridad operacional

4.6. 4.6. Rendimiento operacional de un sistema de transporte complejo

4.6.1. Previsibilidad, Puntualidad, Demoras, Capacidad, Eficiencia de vuelo, Eficiencia del proveedor de servicios en los aeropuertos, Eficiencia en los costes, Productividad, otras áreas de rendimiento.

5. Tema 5. MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS DE LOS INDICADORES

5.1. 5.1. Vías de análisis

5.2. 5.2. Técnicas para análisis de seguridad

5.3. 5.3. Técnicas para análisis de eficiencia

5.4. 5.4. Técnicas para análisis de capacidad

6. Tema 6. PRINCIPIOS Y MÉTODOS PARA LA ESPECIFICACIÓN Y EL DISEÑO DE NUEVOS SISTEMAS.

6.1. 6.1. Validación de Sistemas y conceptos

6.2. 6.2. El concepto operacional como base del desarrollo ATM.

6.3. 6.3. Definición de ciclo de vida de un proceso de I+D en ATM y proceso de validación

6.4. 6.4. Fases del proceso de validación. E - OCVM.

7. Tema 7. EJERCICIOS DE VALIDACIÓN

7.1. 7.1. Ejercicios de validación en tiempo acelerado (FTS).

7.2. 7.2. Ejercicios de validación en tiempo real (RTS).

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Clases Teóricas Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Clases Teóricas Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Clases Teóricas Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4		Realización del ejercicio de validación propuesto Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		
5		Realización del ejercicio de validación propuesto Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		
6	Clases Teóricas Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Realización del ejercicio de validación propuesto Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		
7		Realización del ejercicio de validación propuesto Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		
8	Presentaciones en clase de los alumnos Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			
9	Clases Teóricas Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Realización del ejercicio de validación propuesto Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		Trabajo 1. Análisis de distribuciones TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 06:00
10		Realización del ejercicio de validación propuesto Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		

11				
12	Clases Teóricas Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Realización del ejercicio de validación propuesto Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		
13		Realización del ejercicio de validación propuesto Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		Trabajo 2. Análisis de sectores de Control de tránsito aéreo TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 20:00
14		Realización del ejercicio de validación propuesto Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		
15	Clases Teóricas Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Realización del ejercicio de validación propuesto Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		Trabajo 3. Validación de un concepto de operación TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 20:00
16				
17				Presentación final del trabajo realizado TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00 Examen final ordinario EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 04:00 Asistencia a clase OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00 Participación en el debate y actitud TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00 Trabajos y defensa de los mismos (Los mismos que en progresiva) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Global No presencial Duración: 00:00

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.

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
9	Trabajo 1. Análisis de distribuciones	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	06:00	10%	5 / 10	CG14 CE-SN-1 CE-SN-6 CG12
13	Trabajo 2. Análisis de sectores de Control de tránsito aéreo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	20:00	15%	5 / 10	CG14 CE-SN-1 CE-SN-6 CG12
15	Trabajo 3. Validación de un concepto de operación	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	20:00	30%	5 / 10	CG14 CE-SN-1 CE-SN-6 CG12
17	Presentación final del trabajo realizado	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	02:00	20%	5 / 10	CG14 CE-SN-1 CE-SN-6 CG12
17	Asistencia a clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	10%	5 / 10	CE-SN-1 CE-SN-6 CG14 CG12
17	Participación en el debate y actitud	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	15%	5 / 10	CE-SN-1 CE-SN-6 CG14 CG12

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final ordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	60%	5 / 10	CE-SN-6 CG14 CG12 CE-SN-1

17	Trabajos y defensa de los mismos (Los mismos que en progresiva)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	40%	5 / 10	CG14 CG12
----	--	--	---------------	-------	-----	--------	--------------

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final extraordinario.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	60%	5 / 10	CE-SN-6 CG14 CG12 CE-SN-1
Trabajos y defensa de los mismos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	100:00	40%	5 / 10	CE-SN-1 CE-SN-6 CG14 CG12

7.2. Criterios de evaluación

Asistencia a clase

La asistencia a clase no es obligatoria, pero si muy recomendable.

Al alumno que acredite una asistencia de al menos el 70% de las clases se le aplicarán los criterios de "Evaluación Progresiva". A los alumnos que no la acrediten se le aplicarán los criterios de "evaluación global".

Elaboración y entrega de los trabajos propuestos

Todos los alumnos, sea cual sea su modo de calificación, deberán entregar los trabajos propuestos. Las fechas de entrega de cada trabajo es la misma para todos los alumnos independientemente de su forma de evaluación.

La entrega de los trabajos fuera de plazo tendrá una penalización de dos centésimas por día. Ejemplo: si entrega en plazo, la nota obtenida en el trabajo se multiplica por 1. Una demora de 5 días, se multiplicaría por 0,9.

La presentación final es presencial para todos los alumnos sea cual sea su modo de calificación.

Los alumnos en evaluación progresiva realizarán, en general, los trabajos en grupos de dos alumnos. Los alumnos en evaluación global realizarán los trabajos de forma individual.

1. Convocatoria Ordinaria de Junio:

1.1 Evaluación progresiva:

Acreditar asistencia igual o superior al 70%.

- Trabajos 55%
- Presentación final: 20% (es necesario haber entregado los trabajos con anterioridad).
- Asistencia: 10%
- Participación en clase y actitud: 15%

1.2 Prueba de evaluación global

Sin acreditar la asistencia del 70%

- Trabajos 30%. (se entregan en las mismas fechas)
- Presentación final: 10%. (es necesario haber entregado los trabajos con anterioridad).
- Examen: 60% (Necesario obtener una puntuación de 5 sobre 10)

2. Convocatoria extraordinaria de Julio:

- Trabajos 30% (se entregan en las mismas fechas)
- Presentación final: 10%. (es necesario haber entregado los trabajos con anterioridad. si ya se realizó la presentación en la convocatoria de Junio no es necesario repetirla)

- Examen: 60% (Necesario obtener una puntuación de 5 sobre 10)

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
SESAR. "Concept of Operations. WP2.2.2/D3. DLT-0612-222-01-00". 2007.	Bibliografía	
"The Roadmap for Sustainable Air Traffic Management". European ATM Master Plan, edition 2, October, 2012.	Bibliografía	
"Guide to the Preparation of Operational Concept Documents". (Revision of G-043-1992). BSR/AIAA G-043A-201X.	Bibliografía	
"Concept of Operations for the Next Generation Air Transportation System". Vers 3.2, 2011.	Bibliografía	
"Comparison of the SESAR and Next Gen. Concepts of Operations NCOIC". Aviation IPT, May, 2008 1.0.	Bibliografía	
"The Roadmap for sustainable ATM". European ATM Master Plan, Ed.2, October 2012.	Bibliografía	
"Global Air Traffic Management Operational Concept. Doc 9854 AN/458ICAO".	Bibliografía	

"Manual on Air Traffic Management System Requirements. Do 9882 AN/467".	Bibliografía	
"Plan Mundial de navegación Aérea. Doc 9750 AN/963".	Bibliografía	
EUROCONTROL. "European Operational Concept Validation Methodology E-OCVM Version 3.0. Volume I".	Bibliografía	
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.
INSIGNIA Enaire	Recursos web	

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

El planteamiento para el desarrollo de esta asignatura es eminentemente práctico de forma que el alumno investigue, organice, sintetice y exponga los resultados de su trabajo.

Las clases «magistrales» se reducirán al mínimo.

El profesor introducirá el tema correspondiente, acotará el alcance del mismo y asignará a los grupos de trabajo las tareas a realizar.

Cada grupo de trabajo pondrá en común en los días fijados los resultados de su trabajo. Todos los temas de debatirán en común.

La asistencia a clase no es obligatoria para superar la asignatura; sin embargo, se considera muy importante.

La no asistencia a clase de forma habitual significa la necesidad de la realización de un examen final.

Las clases teóricas se realizarán en el aula.

La parte práctica se realizará en el laboratorio del departamento de Sistemas aeroespaciales, transporte aéreo y aeropuertos.

Dado que el trabajo en aula/laboratorio son aproximadamente 45 horas, se estima que el alumno realizará unas 100 horas adicionales en la preparación de los temas y trabajos asignados.