



## GUÍA DE APRENDIZAJE

CURSO 2017/18

### ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA
2. CONOCIMIENTOS PREVIOS
3. COMPETENCIAS
4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE
5. PROFESORADO
6. PROGRAMA
7. PLAN DE TRABAJO
8. SISTEMA DE EVALUACIÓN
9. RECURSOS DIDÁCTICOS
10. OTRA INFORMACIÓN

## PLAN 14IA - GRADO EN INGENIERÍA AEROSPAICIAL

Código **145007304**

Asignatura **GESTIÓN DEL TRÁNSITO AÉREO**

Nombre en Inglés **AIR TRAFFIC MANAGEMENT**

Materia INGENIERÍA DE LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO AÉREO

Especialidad NSA

Idiomas CASTELLANO

Curso CUARTO

Semestre SÉPTIMO

Carácter OBE

Créditos 6 ECTS

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

Esta asignatura pretende exponer en profundidad todas las fases de la Gestión del Tránsito Aéreo. Desde el diseño del espacio aéreo hasta la gestión táctica del mismo y del tráfico que en él opera.

El diseño de espacio aéreo se presentará de forma que el alumno pueda comprender y ejecutar todos los conceptos que ello implica, desde el propio diseño, su validación y su análisis de seguridad operacional antes de su implementación. Se presentarán los criterios de diseño basados en la navegación convencional y en la nueva PBN.

También se abordarán los métodos y procedimientos actuales utilizados y futuros en el control de la circulación aérea. Se identificarán sus limitaciones actuales y se presentarán las soluciones de futuro en las que se está trabajando.

## 2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

### a) CONOCIMIENTOS PREVIOS NECESARIOS para seguir con normalidad la ASIGNATURA.

#### Asignaturas superadas:

- Introducción a la Navegación Aérea.
- Transporte Aéreo.
- Aeropuertos.
- Sistemas de Navegación Aérea.
- Sistemas de Comunicaciones y Vigilancia.
- Posicionamiento, guiado y control.

#### Otros requisitos:

- Capacidad de búsqueda y selección de información por distintas vías.
- Capacidad de comprensión, análisis y síntesis.
- Desarrollar habilidades sociales participativas y comunicativas.
- Adquirir un hábito de trabajo continuado a lo largo del tiempo.

### b) CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS para seguir con normalidad la ASIGNATURA.

**Se recomienda tener superadas las Asignaturas:** Geodesia y Cartografía

**Otros Conocimientos:** Inglés

## 3. COMPETENCIAS

- CG1.-** Capacidad de Organización y de Planificación.
- CG3.-** Capacidad para identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos.
- CG5.-** Liderazgo de equipos y organizaciones.
- CG6.-** Uso de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones.
- CG8.-** Capacidad de integrar el respeto al medio ambiente en el desarrollo de sus actividades.
- CG9.-** Razonamiento crítico y capacidad de asociación que posibiliten el aprendizaje continuo.

- CE69.-** Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Las operaciones de vuelo de los sistemas aeroespaciales; el impacto ambiental de las infraestructuras; la planificación, diseño e implantación de sistemas para soportar la gestión del tráfico aéreo.
- CE70.-** Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los métodos de cálculo y de desarrollo de la navegación aérea; el cálculo de los sistemas específicos de la aeronavegación y sus infraestructuras; las actuaciones, maniobras y control de las aeronaves; la normativa aplicable; el funcionamiento y la gestión del transporte aéreo; los sistemas de navegación y circulación aérea; los sistemas de comunicación y vigilancia aérea.

#### 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- RA01.-** Comprensión de los métodos y medios utilizados para el control de la Circulación Aérea. Comprensión del funcionamiento y de los requisitos técnicos y operativos de los sistemas utilizados en la Gestión del Tránsito Aéreo. Comprensión y Aplicación de los criterios de diseño del espacio aéreo y de los procedimientos de vuelo.

#### 5. PROFESORADO

**Departamento:** SISTEMAS AEROESPACIALES, TRANSPORTE AÉREO Y AEROPUERTOS.

**Coordinador de la Asignatura:** Luis Pérez Sanz.

Profesorado	Correo electrónico	Despacho
PÉREZ SANZ, Luis	<a href="mailto:l.perez@upm.es">l.perez@upm.es</a>	B317 – Edificio B
PÉREZ CASTÁN, Javier Alberto	<a href="mailto:javier.perez.castan@upm.es">javier.perez.castan@upm.es</a>	B317 – Edificio B

Los horarios de tutorías estarán publicados en tablón de anuncios del despacho B-317 del Edificio B.

#### 6. TEMARIO

##### Tema 1. REVISIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS. CONCEPTO DE ESPACIO AÉREO (AIRSPACE CONCEPT) Y SUS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS.

- 1.1. El control de la Circulación Aérea. La gestión del Tránsito Aéreo.
  - 1.1.1. Concepto de Circulación Aérea.
  - 1.1.2. Clases de Tránsito Aéreo: Servicios según usuarios y fase de vuelo.
  - 1.1.3. Servicios de gestión de tránsito aéreo (ATM): ATS, ATFM, ASM.
  - 1.1.4. Servicios de Tránsito Aéreo: Control, Información y Alerta.
  - 1.1.5. Dependencias que los proporcionan los servicios ATS: ACC, APP y TWR.

1.1.6. División, estructura y clasificación de Espacio Aéreo.

1.1.7. Operación VFR e IFR. 1.1.8. Diseño del espacio aéreo: rutas y procedimientos de vuelo (llegada, aproximación, aterrizaje y salida), volúmenes y sectores de espacio aéreo.

1.2. Concepto de Espacio Aéreo (Airspace Concept) y sus elementos constituyentes.

1.2.1. Seguridad Operacional.

1.2.2. Capacidad.

1.2.3. Eficiencia.

1.2.4. Medioambiente.

1.2.5. Accesibilidad.

## **Tema 2. NORMATIVA. MÉTODOS Y MEDIOS.**

2.1. Normativa OACI relativa a la circulación y la gestión del tránsito aéreo.

2.1.1. Anexos al Convenio de OACI: Anexos 4, 6, 11 y 15.

2.1.2. Procedimientos para los Servicios de Navegación Aérea: PANS OPS y PANS ATM.

2.1.3. Planes Regionales de Navegación Aérea.

2.1.4. Normativa Nacional relativa a la circulación aérea: Reglamento de la Circulación Aérea.

## **Tema 3. PROCESO DE DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DEL CONCEPTO DE OPERACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE TRÁNSITO AÉREO.**

3.1. Fase de Planificación.

3.2. Fase de Diseño.

3.3. Fase de Validación.

3.4. Fase de Implantación.

## **Tema 4. PLANIFICACIÓN DEL CONCEPTO DE OPERACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE TRÁNSITO AÉREO.**

4.1. Definición de requisitos operacionales.

4.2. Equipo de diseño.

4.3. Definición de objetivos, alcance y horizonte temporal.

4.4. Análisis del escenario de referencia.

4.5. Definición de los criterios de seguridad operacional y prestaciones operacionales.

4.6. Identificación de escenarios, hipótesis CNS/ATM y limitaciones y restricciones operacionales.

## **Tema 5. PLANIFICACIÓN: TÉCNICAS DE ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE ESCENARIOS ATM.**

5.1. Análisis del tráfico.

5.1.1. Muestra de tráfico representativa. Distribución temporal y geográfica del tráfico.

5.1.2. Caracterización de las mezclas de tráfico: IFR/VFR, prestaciones de aeronaves, equipamiento de aeronaves.

5.1.3. Técnicas de pronóstico y proyección de tráfico.

5.2. Análisis de la infraestructura de comunicaciones, navegación y vigilancia.

5.2.1. Infraestructura terrestre, cobertura y prestaciones operacionales.

5.2.2. Sistemas embarcados.

- 5.3. Análisis de los sistemas ATM.
- 5.4. Análisis de la organización ATC.
  - 5.4.1. Sectorización, personal, equipamiento.
  - 5.4.2. Secuenciamiento y gestión del tráfico.
  - 5.4.3. Procedimientos operativos y de coordinación.
- 5.5. Uso operacional de las pistas.
  - 5.5.1. Distancias declaradas.
  - 5.5.2. Sistemas aeroportuarios de pista única y múltiples pistas.
  - 5.5.3. Pistas cruzadas.
  - 5.5.4. Pistas paralelas o casi paralelas (modos: segregado, semi-mixto, mixto).
  - 5.5.5. Mínimos de utilización de aeródromo, condiciones meteorológicas.
- 5.6. Prestaciones del sistema ATM: Seguridad, capacidad, eficiencia, accesibilidad e impacto ambiental.
  - 5.6.1. Indicadores y métricas.

#### **Tema 6. DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS DE VUELO.**

- 6.1. Criterios y métodos para el diseño de procedimientos de vuelo. Navegación Convencional.
  - 6.1.1. Procedimientos de vuelo visual.
  - 6.1.2. Introducción al diseño y construcción de procedimientos de vuelo instrumental. Generalidades. Procedimientos de salida, llegada y aproximación.
  - 6.1.3. Aproximación y aterrizaje. Categorías operacionales y mínimos de utilización de aeródromos. Visibilidad, RVR y altitud /altura de decisión.
  - 6.1.4. Introducción al diseño y construcción de rutas VOR y NDB.
- 6.2. Criterios y métodos para el diseño de procedimientos de vuelo. Navegación de Área (RNAV).
  - 6.2.1. Introducción al diseño y construcción de procedimientos instrumentales RNAV.
  - 6.2.2. Conceptos PBN, RNAV, RNP.
  - 6.2.3. Componentes del Concepto PBN: Aplicación, Especificación e Infraestructura.
  - 6.2.4. Impacto en la planificación del espacio aéreo y la gestión del tránsito aéreo.
- 6.3. Criterios para la selección de la especificación de navegación OACI.

#### **Tema 7. DISEÑO Y DEFINICIÓN DE VOLÚMENES Y SECTORES DE ESPACIO AÉREO.**

- 7.1. Criterios y métodos para definir los volúmenes y sectores de espacio aéreo.

#### **Tema 8. ANÁLISIS DE SEGURIDAD DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE TRÁNSITO AÉREO.**

- 8.1. Metodologías de análisis de seguridad operacional.
- 8.2. Identificación de peligros y determinación de la tolerabilidad de riesgos (FHA).
  - 8.2.1. Conceptos de peligros/amenaza, identificación y clasificación de efectos, matrices de clasificación de severidad y matrices de clasificación de riesgos, derivación de clasificación de objetivos de seguridad.
- 8.3. Asignación de objetivos de seguridad en requisitos de seguridad: FTA (fault Tree Analysis), ETA (Event Tree Analysis), Niveles de aseguramiento, simulaciones de Montecarlo.
- 8.4. Demostración del cumplimiento de los Objetivos y Requisitos de Seguridad (SSA).

**Tema 9. VALIDACIÓN DEL CONCEPTO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE TRÁNSITO AÉREO.**

- 9.1. Tecnologías y metodologías para la validación del concepto de operación del espacio aéreo.
- 9.2. Principios para la modelización del espacio aéreo.
  - 9.2.1. Prognosis y muestras de tráfico.
  - 9.2.2. Prestaciones de aeronaves: BADA.
  - 9.2.3. Modelos de procedimientos.
  - 9.2.4. Modelos de sectorizaciones y actividad de control.
  - 9.2.5. Modelos de capacidad y carga de trabajo.
- 9.3. Métodos cualitativos y cuantitativos (gaming, HRP, Benchmarking, DEA, etc.).
- 9.4. Métodos analíticos y de simulación (FTS, RTS, live trials, shadow mode trials, etc.).

**Tema 10. IMPLEMENTACIÓN DEL CONCEPTO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE TRÁNSITO AÉREO.**

- 10.1. Validación de los procedimientos de vuelo.
- 10.2. Integración en el sistema ATC.
- 10.3. Material de difusión y formación (awareness and training).
- 10.4. Implementación.
- 10.5. Revisión tras la implementación.

**7. PLAN DE TRABAJO****a) Cronograma.**

Semana Nº	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad	Actividad de Evaluación
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				Primer parcial
9				
10				
11				
12				
13				
14				Segundo Parcial
15				
16				

## b) Metodologías Docentes.

Métodos Docentes	EPD	LM	PL	RPA	TP	Otros*
ECTS	3,6	1,5	0,3	0,6		

LM: LECCIÓN MAGISTRAL

PBL: APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

PL: PRÁCTICAS DE LABORATORIO

RPA: RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL AULA

TP: TUTORÍAS PROGRAMADAS

\*Otros (especificar):

## 8. SISTEMA DE EVALUACIÓN

## a) Tribunal de Evaluación.

<b>Presidente:</b>	Luis PÉREZ SANZ
<b>Vocal:</b>	Javier PÉREZ CASTÁN
<b>Secretario:</b>	Rosa María ARNALDO VALDÉS
<b>Suplente:</b>	Fernando GÓMEZ COMENDADOR

## b) Actividades de Evaluación.

Semana N°	Descripción	Tipo Evaluación	Técnica Evaluativa	Duración	Peso	Nota mínima	Competencias
8	Primer parcial		Examen	2-3 horas	50%	5,0	
14	Segundo parcial		Examen	2-3 horas	50%	5,0	

## c) Criterios de Evaluación.

La superación de la asignatura se podrá obtener por una de las formas siguientes:

1. Convocatoria ordinaria de Febrero.
  - Modo presencial (Por parciales)
  - Modo No Presencial (Examen Final)
2. Convocatoria extraordinaria de Julio.

**Convocatoria Ordinaria de Febrero:**

Al inicio del curso el alumno deberá elegir y comunicar por escrito al coordinador de la asignatura la modalidad que desea seguir: Presencial o No presencial. La fecha límite para ello la indicará el coordinador.

**Alumnos que cursan la asignatura en la modalidad "Presencial":**

- Asistencia a clase obligatoria. Se requiere una asistencia mínima del 70% de las clases correspondientes a cada una de las partes que integran un parcial. El no cumplimiento de asistencia en un parcial dará lugar a la calificación de NO APTO en ese parcial. Los alumnos que

hubiesen seguido la asignatura en modalidad presencial y hubiesen cumplido el criterio de asistencia mínima en cursos anteriores no tendrán que volver a cumplir este requisito y podrán acogerse a la modalidad presencial del curso presente. El 70% es asistencia real por lo que no se admite ninguna justificación para una asistencia inferior a ese valor.

- Una vez se haya cumplido el requisito de asistencia a clase (70%):
  - o Se realizarán dos parciales. Se deben superar (5 puntos sobre 10) los dos parciales de forma independiente. La no superación de alguno de ellos, supone tener que realizar esa parte en el examen ordinario de Febrero. No se realiza la media entre ellos cuando uno de ellos está suspenso. El peso de esta parte es el 80% de la calificación final de la asignatura.
  - o Además se deberán realizar de forma obligatoria los trabajos propuestos en clase. El valor del conjunto de los trabajos tendrá un peso del 15% en la calificación final de la asignatura. Para la consideración de los trabajos en la calificación final se tendrán que entregar en el plazo fijado. La no entrega de alguno de los trabajos o sin la calidad mínima exigida supondrá no superar la asignatura en la convocatoria en curso. La entrega de un trabajo fuera de plazo se considerará a efectos de haber sido entregado, pero no se tendrá en cuenta a efectos de la calificación final.
  - o La práctica de laboratorio propuesta ejecutada correctamente y entregada en plazo tendrá un valor del 5% en la calificación final de la asignatura.
  - o Si un alumno aprueba los dos exámenes parciales y no hubiese entregado en fecha alguno de los trabajos propuestos o la práctica de laboratorio, se le guardarán las calificaciones de los exámenes hasta el examen ordinario, debiéndose entregar antes del mismo los trabajos pendientes. En este caso los trabajos/práctica de laboratorio no servirán para aumentar la calificación, es decir la nota final será la obtenida de los exámenes, ponderada en el 80% e incrementada por el valor ponderado de los trabajos entregados en la fecha propuesta inicial.
  - o Si el alumno hubiese realizado una asistencia a clase real del 90% o superior, a la nota final obtenida con los criterios anteriores se le añadirán 0,5 puntos sobre 10. Esta suma nunca podrá dar un resultado en la calificación final de la asignatura superior a 10 puntos.

#### ***Alumnos que cursan la asignatura en la modalidad "No Presencial":***

- El alumno se examinará de toda la asignatura en un único examen en la convocatoria oficial ordinaria de Febrero.
- Para poder presentarse al examen se deberán haber entregado previamente los trabajos/prácticas de laboratorio propuestos en el plazo convenido y con una calidad suficiente.
- Para superar la asignatura se deberá obtener una puntuación mínima en el examen de 5 puntos sobre 10. El Examen final ordinario tendrá un peso en la calificación final de la asignatura del 100%. Los trabajos realizados/práctica de laboratorio son obligatorios, pero no incrementarán la nota obtenida en el examen.

#### **Convocatoria extraordinaria de Julio**

- En caso de no haber superado la asignatura en la convocatoria ordinaria (Febrero) el/la alumno/a, de cualquiera de las modalidades (presencial/no presencial) tendrá la oportunidad de acudir al examen final extraordinario de Julio. El alumno tendrá que examinarse de la totalidad de la asignatura aunque hubiese superado parte de la misma en algún momento anterior. Para realizar este examen es necesario haber entregado previamente los ejercicios propuestos. La calificación de la asignatura será 100% el valor del examen. Los trabajos/prácticas de laboratorio no incrementarán la nota del examen de cara a la calificación final



## 9. RECURSOS DIDÁCTICOS

Descripción	Tipo	Observaciones
Diapositivas proporcionadas por los profesores	.ppt	
F.J. SÁEZ, V.F Y GÓMEZ, L. PÉREZ. "La navegación aérea y el aeropuerto". Fundación Aena, 2002.	Bibliografía	
ARNALDO VALDÉS, BLANCO MONGE, GÓMEZ COMENDADOR, PÉREZ SANZ Y SÁEZ NIETO. "Introducción al Sistema de Navegación Aérea". Ed. Garceta, 2013.	Bibliografía	
Reglamento de la Circulación Aérea. Mº Fomento	Bibliografía	
AIP España.	Bibliografía	
Anexos de la OACI: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anexo 4: Cartas Aeronáuticas.</li> <li>▪ Anexo 6: Operación de Aeronaves.</li> <li>▪ Anexo 11: Servicios de Tránsito Aéreo.</li> <li>▪ Anexo 15: Servicio de Información Aeronáutica.</li> </ul>	Bibliografía	
Documentación OACI: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Doc 4444-ICAO. PANS-ATM.</li> <li>▪ Doc 8168-ICAO Operación de Aeronaves.</li> <li>▪ Doc 9613 - ICAO Performance-Based Navigation (PBN) Manual.</li> <li>▪ Doc 9992 Manual on the Use of Performance-Based Navigation (PBN) in Airspace Design.</li> </ul>	Bibliografía	
MICHEL S NOLAN. "Fundamentals of air traffic control". Ed. International Thomson Publishing.	Bibliografía	
EUROCONTROL CFMU BASIC HANDBOOK.	Bibliografía	
EUROCONTROL ATM Strategy for the years 2000+.	Bibliografía	
EUROCONTROL Operation Concept Document (OCD).	Bibliografía	
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.

## 10. OTRA INFORMACIÓN