



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

**145007304 - Gestion del Transito Aereo**

### PLAN DE ESTUDIOS

14IA - Grado en Ingeniería Aeroespacial

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	10
7. Actividades y criterios de evaluación.....	12
8. Recursos didácticos.....	15

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	145007304 - Gestion del Transito Aereo
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo 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>	2020-21

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Javier Alberto Perez Castan	B317-318	javier.perez.castan@upm.es	Sin horario.
Luis Perez Sanz (Coordinador/a)	B317-318	l.perez@upm.es	Sin horario.

\* 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

- Posicionamiento, Guiado Y Control
- Sistemas De Navegacion Aerea
- Transporte Aereo
- Aeropuertos
- Introduccion A La Navegacion Aerea
- Sistemas De Comunicaciones Y Vigilancia

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

- ingles

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

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.

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

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA97 - 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. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

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). Objetivos estratégicos.

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 prognosis 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.

## 5.2. Temario de la asignatura

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

2. Tema 2. NORMATIVA. MÉTODOS Y MEDIOS.

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

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

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

6. Tema 6. DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS DE VUELO.

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

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

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

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

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1			<b>Clases teóricas</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
2			<b>Clases teóricas</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
3			<b>Clases teóricas</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
4			<b>Clases teóricas</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
5			<b>Clases teóricas</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
6			<b>Clases teóricas</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
7			<b>Clases teóricas</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
8			<b>Clases teóricas</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Examen Primer parcial para los alumnos que siguen la asignatura en la modalidad presencial</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 03:00
9			<b>Clases teóricas</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
10			<b>Clases teóricas</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
11			<b>Clases teóricas</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
12			<b>Clases teóricas</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	

13			<b>Clases teóricas</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
14			<b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
15			<b>Clases teóricas</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Examen segundo parcial para los alumnos que siguen la asignatura en la modalidad presencial</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 03:00
16			<b>Clases teóricas</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
17			<b>Clases teóricas</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Evaluación de trabajos y prácticas de laboratorio</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 02:00  <b>Examen para los alumnos que no siguen la evaluación continua</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 04:00

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	Examen Primer parcial para los alumnos que siguen la asignatura en la modalidad presencial	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	03:00	40%	5 / 10	CG3 CG8 CG9 CE70 CE69
15	Examen segundo parcial para los alumnos que siguen la asignatura en la modalidad presencial	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	03:00	40%	5 / 10	CE69 CG1 CG3 CG5 CG6 CG8 CG9 CE70
17	Evaluación de trabajos y prácticas de laboratorio	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	20%	5 / 10	CG1 CG3 CG5

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen para los alumnos que no siguen la evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	5 / 10	

#### 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	100%	5 / 10	CE69 CG1 CG3 CG5 CG6 CG8 CG9 CE70
-----------------------------	-------------------------------------	------------	-------	------	--------	--

## 7.2. Criterios de evaluación

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

### 1. Convocatoria Ordinaria de Febrero:

Debido a la situación impuesta por el COVID-19, durante el curso 2020-2021 solamente se realizará docencia no presencial a través de las plataformas digitales.

#### 1.1 Evaluación continua:

El curso 2020-2021 no requiere cumplir un mínimo de asistencia a clase. Todos los alumnos se podrán presentar a ambos parciales.

La convocatoria ordinaria de Febrero se puede aprobar a partir de los dos exámenes parciales o bien mediante el examen final ordinario de Febrero. Los exámenes parciales se realizarán de forma telemática y el examen final de manera presencial aunque esto podrá variar en función de las directrices del Centro.

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, siendo el 20% restante correspondiente a los trabajos obligatorios que se deben realizar a lo largo del curso y a las prácticas de laboratorio.

La asistencia a las clases telemáticas aunque no es obligatoria sí se tendrá en cuenta cuando se den las

circunstancias. Al finalizar la clase se propondrá un pequeño test que servirá para hacer un control de asistencia y de atención a las clases. La evaluación de estos tests se tendrá en cuenta en la calificación final de la asignatura. Si se acierta un 80% de todas las preguntas se le añadirán 0,5 puntos sobre 10 a la calificación final una vez aprobados los exámenes.

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. En el caso de no aprobar un trabajo será necesario rehacerlo y en ese caso la nota máxima que se obtendrá en él será de aprobado (5 sobre 10)

La práctica de laboratorio propuesta ejecutada correctamente y entregada en plazo tendrá un valor del 5% en la calificación final de la asignatura. La realización de la práctica de laboratorio es presencial, se publicará un manual detallando el protocolo para su realización y se intentará adaptar la asistencia del alumno a su disponibilidad.

## 1.2 Sólo examen final

Aquellos alumnos que no se hayan presentado a ninguno de los parciales se podrán presentar al examen ordinario de Febrero.

La convocatoria Ordinaria de Febrero se valorará a partir de un examen que se deberá superar (5 puntos sobre 10) y que supone el 100% de la nota. Previamente a la fecha del examen se deberán haber entregado los trabajos y realizada de la práctica de laboratorio con calidad suficiente. La nota obtenida en los trabajos y en la práctica de laboratorio no será tenida en cuenta en el cálculo de la calificación final.

## 2. Convocatoria extraordinaria de Julio:

La convocatoria Extraordinaria de Julio se valorará a partir de un examen que se deberá superar (5 puntos sobre 10) y que supone el 100% de la nota. Previamente a la fecha del examen se deberán haber entregado los trabajos y realizada de la práctica de laboratorio con calidad suficiente. La nota obtenida en los trabajos y en la práctica de laboratorio no será tenida en cuenta en el cálculo de la calificación final.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Diapositivas proporcionadas por los profesores	Bibliografía	
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	
OACI. Anexo 4: Cartas Aeronáuticas	Bibliografía	
OACI. Anexo 6: Operación de Aeronaves.	Bibliografía	
OACI. Anexo 11: Servicios de Tránsito Aéreo	Bibliografía	
Anexo 15: Servicio de Información Aeronáutica	Bibliografía	
OACI. Doc 4444-ICAO. PANS-ATM	Bibliografía	
OACI. Doc 8168-ICAO Operación de Aeronaves	Bibliografía	

OACI. Doc 9613 - ICAO Performance-Based Navigation (PBN) Manual.	Bibliografía	
OACI. Doc 9992 Manual on the Use of Performance-Based Navigation (PBN) in Airspace Design.	Bibliografía	
MICHEL S NOLAN. "Fundamentals of air traffic control". Ed. International Thomson Publishing	Bibliografía	
EUROCONTROL CFMU BASIC HANDBOOK.	Bibliografía	