



## GUÍA DE APRENDIZAJE

CURSO 2016/17

### 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 AEROESPACIAL

Código **145005301**

Asignatura **METEOROLOGÍA**

Nombre en Inglés **METEOROLOGY**

Materia **FÍSICA**

Especialidad **NSA**

Idiomas **CASTELLANO**

**Curso** TERCERO

**Semestre** QUINTO

**Carácter** OBE

**Créditos** 3 ECTS

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

En la primera parte de la asignatura se introduce al conocimiento de la atmósfera, su composición, estructura, equilibrio radiativo y estática atmosférica, llevando a la comprensión del fundamento de los canales de los satélites meteorológicos y la estructura de la atmósfera estándar internacional. Después se aborda la evolución del aire en la atmósfera y los procesos de condensación que llevan a la formación de nieblas, nubes o precipitación. Se introduce también al manejo de diagramas aerológicos y se termina con la descripción de los principales fenómenos meteorológicos adversos para la aviación, estudiando sus efectos sobre aeronaves y aeródromos.

En la segunda parte se empieza con una visión de la dinámica atmosférica, para entender el movimiento en la atmósfera, los vientos, y la formación y estructura de borrascas y anticiclones. Se estudia el modelo de circulación general de la atmósfera, el proceso de ciclogénesis y la formación y estructura de los sistemas frontales. Tras una breve visión de las principales técnicas de predicción meteorológica, se entra en los aspectos en los que la meteorología es más útil para la aviación. Se estudia la organización mundial del apoyo meteorológico a la navegación aérea, la legislación aplicable, en el marco de la OACI, OMM y Cielo Único Europeo. Se estudian las características de los servicios Met de navegación aérea, así como la planificación y gestión de esos servicios. También se revisan los principales instrumentos meteorológicos que se instalan en los aeropuertos, algunas claves meteorológicas aeronáuticas y las climatologías aeronáuticas.

## 2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

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

**Asignaturas superadas:**

**Otros requisitos:**

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

**Se recomienda tener superadas las Asignaturas:**

**Otros Conocimientos:** Conocimiento de las leyes generales de la Termodinámica clásica.

## 3. COMPETENCIAS

**CG3.-** Capacidad para identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos.

**CE71.-** Conocimiento aplicado de: Transmisores y receptores; Líneas de transmisión y sistemas radiantes de señales para la navegación aérea; Sistemas de navegación; Instalaciones eléctricas en el sector tierra y sector aire; Mecánica del Vuelo; Cartografía; Cosmografía; Meteorología; Distribución, gestión y economía del transporte aéreo.

## 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

**RA01.-** Conocimiento de los efectos meteorológicos y sus causas.

**RA02.-** Comprensión de la utilización e impacto de la meteorología en la operación de la aeronave.

**RA03.-** Comprensión de los fundamentos teóricos de los sistemas e instrumentación meteorológica.

**RA04.-** Conocimiento y Aplicación de la Climatología Aeronáutica.

## 5. PROFESORADO

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

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

Profesorado	Correo electrónico	Despacho
Luis Pérez Sanz	<a href="mailto:l.perez@upm.es">l.perez@upm.es</a>	Planta 6ª Edificio B

Los horarios de tutorías estarán publicados en la página moodle y en el tablón de la asignatura.

## 6. TEMARIO

Tema 1. COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA VERTICAL DE LA ATMÓSFERA.

1.1. Componentes de la atmósfera. 1.2. Porcentajes de los gases principales en la homósfera. 1.3. Importancia de los distintos componentes. Gases de efecto invernadero. Aerosoles. 1.4. División de la atmósfera en capas, en función de la variación vertical de temperatura. Principales características de cada capa. 1.5. Variación aproximada de la presión con la altura. 1.6. Principales efectos de la atmósfera sobre la Tierra.

Tema 2. RADIACIÓN SOLAR Y RADIACIÓN TERRESTRE. SATÉLITES METEOROLÓGICOS.

2.1. El espectro electromagnético. 2.2. Leyes de la radiación de cuerpos negros: Planck, Stefan-Boltzmann, Wien y Kirchoff. 2.3. Características de la radiación solar. 2.4. Cálculo de la constante solar. 2.5. Interacción de la radiación solar con la atmósfera terrestre. 2.6. Características de la radiación de la Tierra. 2.7. Equilibrio de radiación en ausencia de atmósfera. Cuantificación del efecto de la atmósfera sobre la temperatura en la Tierra. Efecto invernadero 2.8. Balance de radiación en el sistema Tierra-atmósfera. 2.9. Desequilibrio radiativo latitudinal. Mecanismos de corrección. 2.10. Principios de los satélites meteorológicos. Canales principales. 2.11. Interpretación de imágenes de satélites meteorológicos.

Tema 3. EL AIRE COMO GAS IDEAL. ESTÁTICA ATMOSFÉRICA. ATMÓSFERA ESTÁNDAR INTERNACIONAL. ALTIMETRÍA.

3.1. Ecuación de estado de un gas ideal y de una mezcla de gases ideales. 3.2. Ecuación de estado del aire seco, del vapor de agua y del aire húmedo. 3.3. Presión atmosférica. Unidades. 3.4. Ecuación hidrostática. 3.5. Ecuación barométrica general. 3.6. Ecuaciones estáticas en capas isotermas. 3.7. Ecuaciones estáticas en capas con variación lineal de temperatura. 3.8. Ecuaciones estáticas en capas con densidad constante. 3.9. La atmósfera estándar internacional. 3.10. El altímetro de los aviones. 3.11. Reglajes de los altímetros, QFE, QNH y QNE. 3.12. Altitud de transición, nivel de transición y capa de transición. 3.13. Aplicación de las ecuaciones de estática atmosférica a la atmósfera estándar.

#### Tema 4. EVOLUCIONES DEL AIRE SECO Y DEL AIRE HÚMEDO.

4.1. Primer principio de la Termodinámica aplicado al aire seco. 4.2. Calores específicos del aire seco. 4.3. Segundo principio de la Termodinámica aplicado al aire seco. 4.4. La entropía en la atmósfera. 4.5. Evoluciones adiabáticas del aire seco. 4.6. Enfriamiento del aire por elevación adiabática. Gradiente adiabático del aire seco. 4.7. Estabilidad del aire. 4.8. Temperatura potencial. Su relación con la entropía. 4.9. Criterio de estabilidad en función de la temperatura potencial. 4.10. Evoluciones politrópicas en la atmósfera. 4.11. Medidas de la humedad del aire (tensión de vapor, humedad absoluta, proporción de mezcla, humedad específica, humedad relativa). 4.12. Estabilidad para el aire húmedo.

#### Tema 5. PROCESOS DE CONDENSACIÓN EN LA ATMÓSFERA.

5.1. Cambios de estado del agua en la atmósfera. 5.2. Fórmulas de Clapeyron y de Magnus. 5.3. Temperatura equivalente y temperatura del termómetro húmedo. 5.4. Procesos que producen condensación en la atmósfera. Punto de rocío. 5.5. Condensación por enfriamiento de superficies. Rocío y escarcha. 5.6. Condensación por enfriamiento de masa. Nieblas de irradiación, de advección y de evaporación. Características. 5.7. Condensación por elevación adiabática del aire. 5.8. Diagramas termodinámicos. Características. 5.9. Nivel de condensación por ascenso. 5.10. Nivel de condensación convectivo. Temperatura de disparo. 5.11. Inestabilidad del aire saturado. 5.12. Inestabilidad condicional. 5.13. Inestabilidad potencial. 5.14. Uso práctico de diagramas termodinámicos.

#### Tema 6. NUBES Y PRECIPITACIÓN.

6.1. Procesos de nucleación. 6.2. Nucleación homogénea de agua líquida a partir del vapor de agua. 6.3. Nucleación heterogénea de agua líquida. Los núcleos de condensación. 6.4. Crecimiento de gotas de agua. Condensación y colisión-coalescencia. 6.5. Nucleación homogénea de cristales de hielo a partir del vapor o de agua líquida. 6.6. Nucleación heterogénea de cristales de hielo. Núcleos de congelación. 6.7. Crecimiento de los cristales de hielo. 6.8. Tipos de nubes. Características de cada una y tipos de tiempo asociados. 6.9. La precipitación. Tipos. Intensidad de precipitación.

#### Tema 7. FENÓMENOS METEOROLÓGICOS ADVERSOS PARA LA AVIACIÓN.

7.1. Fenómenos meteorológicos adversos para la aviación. 7.2. Incidencia en cada una de las fases del vuelo. 7.3. La turbulencia. Definición. Tipos. 7.4. Turbulencia en niveles bajos y orográfica. Ondas de montaña. 7.5. Turbulencia en aire claro. 7.6. Convección. 7.6. Cizalladura del viento. Cizalladura en niveles bajos. Incidencia en el despegue y aterrizaje de los aviones. 7.7. Englamamiento. Tipos. Causas. 7.8. Visibilidad y nubes bajas. 7.9. Cenizas volcánicas. 7.10. Aeropuertos con especial incidencia de tiempo adverso.

#### Tema 8. DINÁMICA ATMOSFÉRICA. ECUACIÓN GENERAL DEL MOVIMIENTO EN LA ATMÓSFERA.

8.1. El sistema de referencia local en Meteorología. 8.2. Fuerzas ficticias debidas a la rotación de la Tierra. 8.3. La fuerza centrífuga. Ecuaciones y efectos. 8.4. La fuerza de Coriolis. Ecuaciones y efectos. 8.5. La fuerza del gradiente de presión. 8.6. Las fuerzas de rozamiento. Capa límite planetaria. 8.7. Ecuación general del movimiento en la atmósfera. 8.8. Análisis de escala para movimientos de tipo sinóptico. Aproximación hidrostática.

#### Tema 9. VIENTOS GEOSTRÓFICO, DE GRADIENTE Y TÉRMICO.

9.1. El viento geostrófico en superficies horizontales. Consecuencias. 9.2. Mapas meteorológicos de superficies horizontales. Deficiencias. 9.3. El viento geostrófico en superficies isobáricas. 9.4. Mapas meteorológicos de superficies isobáricas. Ventajas. 9.5. Borrascas circulares sin rozamiento. 9.6. Anticiclones circulares sin rozamiento. Ecuaciones y consecuencias. 9.7. Variación del viento con la altura. Viento térmico. 9.8. Consecuencias derivadas del concepto de viento térmico.

#### Tema 10. VIENTO DE INERCIA. VIENTO DE EQUILIBRIO. CAPA LÍMITE. ESPIRAL DE EKMAN.

10.1. Viento de inercia. 10.2. Viento de equilibrio. Consecuencias. 10.3. Capa límite. 10.4. Variación del viento con la altura en la capa límite. 10.5. Espiral de Ekman.

## Tema 11. CIRCULACIÓN GENERAL. CICLOGÉNESIS. MASAS DE AIRE. FRENTE.

11.1. La circulación general. 11.2. El chorro polar. 11.3. Ondas de Rossby. 11.4. Ciclogénesis baroclina. 11.5. Formación de sistemas frontales. 11.6. Frentes fríos. Formación, tipos y características. 11.7. Frentes cálidos. Formación y características. 11.8. Frentes ocluidos. Formación, tipos y características.

## Tema 12. CONCEPTOS ELEMENTALES DE PREDICCIÓN METEOROLÓGICA.

12.1. Escalas meteorológicas. Clasificación de Orlanski. 12.2. Rangos de predicción meteorológica. 12.3. Técnicas de predicción inmediata. Productos aeronáuticos. 12.4. Técnicas de predicción de muy corto plazo. Productos aeronáuticos. 12.5. Los modelos numéricos de predicción del tiempo. Tipos, características. Fases. 12.6. Técnicas de predicción de corto plazo. Productos aeronáuticos. 12.7. Técnicas de predicción de medio plazo. 12.8. Técnicas EPS. Teoría del caos. 12.9. La predicción mensual y estacional. 12.10. La predicción de escenarios climáticos.

## Tema 13. LEGISLACIÓN SOBRE PRESTACIÓN Y SUPERVISIÓN DE LOS SERVICIOS METEOROLÓGICOS PARA LA NAVEGACIÓN AÉREA. EL CIELO ÚNICO EUROPEO. TIPOS DE OFICINAS METEOROLÓGICAS AERONÁUTICAS.

13.1. Definición de los servicios Met. 13.2. Marco normativo aplicable. OACI, OMM, CUE. 13.3. La Autoridad Nacional de Supervisión de los servicios Met (ANSMET). 13.4. La ANSMET en España. Herramientas de supervisión. 13.5. La prestación de los servicios Met. Requisitos. 13.6. Relación de los servicios Met con los otros servicios de navegación aérea y con la gestión del tráfico aéreo. 13.7. Organización mundial del apoyo meteorológico a la aviación civil internacional. 13.8. El WAFS y los WAFC. 13.9. VAAC y VO. 13.10. TCAC. 13.11. Estructura organizativa en España para la prestación de los servicios Met. OVM. OMA. Funciones.

## Tema 14. PRODUCTOS Y SERVICIOS MET PARA LA NAVEGACIÓN AÉREA. EQUIPAMIENTO METEOROLÓGICO EN LOS AEROPUERTOS. ALGUNAS CLAVES METEOROLÓGICAS AERONÁUTICAS.

14.1. Servicios de observación de aeródromo. Equipamiento meteorológico. Claves METAR y SPECI. 14.2. Servicios de predicción y vigilancia de aeródromo. Claves TAF y TREND. 14.3. Servicios de predicción y vigilancia de área. Clave SIGMET. 14.4. Servicios de información, consulta y briefing. El AMA. 14.5. Servicio de climatologías aeronáuticas. 14.6. Servicio de Atención al SAR. 14.7. Otros servicios.

## Tema 15. PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE LOS SERVICIOS MET.

15.1. Planificación de la prestación de los servicios Met. 15.2. Plan empresarial. 15.3. Planes anuales. 15.4. Informes anuales. 15.5. Sistemas de gestión de la calidad. 15.6. Sistema de gestión de la protección. 15.7. Sistema de gestión de la seguridad.

## 7. PLAN DE TRABAJO

### a) Cronograma.

Semana Nº	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad	Actividad de Evaluación
1	<b>Tema 1</b> LM: Lección Magistral 1 hora <b>Tema 2</b> LM: Lección Magistral 1 hora			

Semana N°	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad	Actividad de Evaluación
2	<p><b>Tema 2</b> LM: Lección Magistral 0.5 horas RPA: Resolución de problemas en Aula 0.5 horas</p> <p><b>Tema 3</b> LM: Lección Magistral 1 hora</p>			
3	<p><b>Tema 3</b> LM: Lección Magistral 0.5 horas RPA: Resolución de problemas en Aula 1 hora</p> <p><b>Tema 4</b> LM: Lección Magistral 0.5 horas</p>			
4	<p><b>Tema 4</b> LM: Lección Magistral 1 hora RPA: Resolución de problemas en Aula 1 hora</p>			
5	<p><b>Tema 5</b> LM: Lección Magistral 2 horas</p>			
6	<p><b>Tema 5</b> RPA: Resolución de problemas en Aula 1 hora</p> <p><b>Tema 6</b> LM: Lección Magistral 1 hora</p>			
7	<p><b>Tema 7</b> LM: Lección Magistral 2 horas</p>			
8	<p><b>Tema 8</b> LM: Lección Magistral 1 hora</p> <p><b>Tema 9</b> LM: Lección Magistral 1 hora</p>			
9	<p><b>Tema 9</b> LM: Lección Magistral 0.5 horas RPA: Resolución de problemas en Aula 1.5 horas</p>			<p><b>Prueba de evaluación</b> POPF: Prueba Objetiva Parcial 2 horas</p>

Semana N°	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad	Actividad de Evaluación
10	<b>Tema 10</b> LM: Lección Magistral 1 hora RPA: Resolución de problemas en Aula 1 hora			
11	<b>Tema 11</b> LM: Lección Magistral 1.5 horas <b>Tema 12</b> LM: Lección Magistral 0.5 horas			
12	<b>Tema 13</b> LM: Lección Magistral 2 horas			
13	<b>Tema 14</b> LM: Lección Magistral 2 horas			
14	<b>Tema 15</b> LM: Lección Magistral 2 horas			
15				<b>Prueba de evaluación</b> POPF: Prueba Objetiva Parcial 2 horas

#### b) Metodologías Docentes.

Métodos Docentes	EPD	LM	PL	RPA	TP	Otros*
ECTS	1,8	0,9		0,2		

- 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>	V. Fernando Gómez Comendador
<b>Secretario:</b>	Álvaro Rodríguez Sanz
<b>Suplente:</b>	Rosa M <sup>a</sup> Arnaldo Valdés

### b) Actividades de Evaluación.

Semana N°	Descripción	Tipo Evaluación	Técnica Evaluativa	Duración	Peso	Nota mínima	Competencias
9	Prueba de evaluación	EC	POPF	2 h	50%	5.0	CG3, CE71
15	Prueba de evaluación	EC	POPF	2 h	50%	5.0	CG3, CE71

### c) Criterios de Evaluación.

Los alumnos podrán optar por realizar dos exámenes parciales y (en su caso) un examen final o bien un único examen final.

#### Exámenes parciales:

El primer examen parcial comprenderá los siete primeros temas y se realizará el 5 de noviembre de 2015. El segundo examen parcial abarcará el resto del temario y se realizará el 17 de diciembre de 2015.

Una nota de 5 o más puntos en un examen parcial liberará la materia correspondiente, de la que no será necesario examinarse en los siguientes exámenes finales dentro del curso académico, es decir, hasta la convocatoria de julio, incluida.

Una nota de 4 o más puntos (y menos de 5) en un examen parcial permitirá su compensación con el otro parcial, siempre que la nota media global de ellos sea de 5 puntos o superior. Esta posibilidad de compensación sólo tendrá efecto de un parcial con el otro, de forma que si realizado el segundo parcial no se ha consolidado la compensación, todos los parciales compensables quedarán como suspensos para las siguientes convocatorias de exámenes finales.

#### Exámenes finales:

Los exámenes finales constarán de una parte correspondiente al primer parcial y otra al segundo. Podrá aprobarse la asignatura completa, como media de las calificaciones de los dos parciales, o sólo una de las dos partes, que quedará liberada para los siguientes exámenes finales.

Los alumnos que sólo tengan que examinarse de la parte correspondiente a un parcial (tendrán la otra parte aprobada), podrán aprobar la asignatura completa si obtienen una calificación de al menos 4 puntos en la parte examinada y compensan con la nota previamente obtenida en la otra parte.

En el examen de la última convocatoria de este curso académico sólo cabe aprobar la asignatura completa o suspenderla completa, no guardándose ningún parcial aprobado para el curso siguiente.

#### Material para los exámenes:

Para la realización de los exámenes se permitirá el uso de calculadoras convencionales no programables.



## 9. RECURSOS DIDÁCTICOS

Descripción	Tipo	Observaciones
ROBIN MCILVEEN. "Fundamentals of Weather and Climate". Ed. Chapman & Hall.	Bibliografía	
B. GONZÁLEZ LÓPEZ. "Meteorología Aeronáutica". Ed. AVA.	Bibliografía	
ROGER G. BARRY Y OTROS. "Atmósfera, tiempo y clima". Ed. Omega.	Bibliografía	
IRENE SENDIÑA. "Fundamentos de Meteorología". Universidad de Santiago de Compostela.	Bibliografía	
FRANCISCO MORÁN. "Apuntes de Termodinámica de la Atmósfera". Ed. Aemet.	Bibliografía	
C. GARCÍA-LEGAZ. "Problemas de Meteorología. I: Estática y termodinámica de la atmósfera". Ed. Aemet.	Bibliografía	
Anexo 3 al convenio sobre Aviación Civil Internacional (Servicio meteorológico para la navegación aérea internacional).OACI.	Bibliografía	
Reglamento marco y Reglamento de prestación de servicios de navegación aérea, del Cielo Único Europeo. Parlamento y Consejo europeos.	Bibliografía	
Guía de servicios meteorológicos para la navegación aérea Aemet.	Bibliografía	
Guía MET Aemet.	Bibliografía	
Espacio MOODLE de la asignatura <a href="http://moodle.upm.es/">http://moodle.upm.es/</a>	Recursos Web	En esta plataforma se incluyen apuntes básicos de la asignatura, ejercicios propuestos con solución etc. y se utiliza como método de comunicación de avisos y solución de dudas.

## 10. OTRA INFORMACIÓN