

Curso

2019-2020

Guía Docente del Máster en Meteorología y Geofísica



Facultad de Ciencias Físicas
Universidad Complutense de Madrid

Versión 1.3 – 07/09/2019

Tabla de contenidos

1.	Información y Estructura del Plan de Estudios	3
1.1.	Objetivos del Máster	3
1.2.	Acceso y admisión de estudiantes	3
1.3.	Transferencia y Reconocimiento de créditos	4
1.4.	Estructura general	5
1.5.	Asignaturas del Plan de Estudios distribuidas por semestres	7
1.6.	Adquisición de competencias	8
1.7.	Cuadros horarios	10
2.	Fichas de las Asignaturas.....	13
	Meteorología Física.....	13
	Dinámica Atmosférica.....	18
	Física del Clima	21
	Terremotos: prevención y mitigación de daños	25
	Procesado, computación y análisis de datos geofísicos	29
	Componentes y evolución del magnetismo terrestre.....	32
	Física del Interior de la Tierra y Tectonofísica	36
	Oceanografía Física	40
	Técnicas Aplicadas a la Meteorología.....	44
	Modelización Numérica.....	47
	Variabilidad Climática	51
	Micrometeorología.....	55
	Observación Geofísica desde el Espacio.....	59
	Retos en Geofísica	63
	Prospección Geofísica	67
	Prácticas en Empresa (PE)	70
	Trabajo Fin de Máster (TFM).....	72
3.	Calendario Académico	74
4.	Control de cambios	76

Web: <https://www.ucm.es/mastermeteorologiaygeofisica>

1. Información y Estructura del Plan de Estudios

1.1. Objetivos del Máster

El objetivo fundamental del máster es la especialización del alumno en el ámbito de la Meteorología y la Geofísica, formándolos en el estudio de la Tierra desde el punto de vista físico. Los cursos ofrecidos comprenden tanto temas básicos como cursos más avanzados en Meteorología y Geofísica.

Presenta tres posibilidades de especialización, basadas por un lado en las tradicionales especialidades en Física de la Atmósfera y Física de la Tierra, y por otro lado una tercera opción (general o sin especialidad), mas transversal que abarque distintas materias de Meteorología y Geofísica y por lo tanto constituyen una vía más multidisciplinar dentro del área de conocimiento de Física de la Tierra.

El carácter del máster es académico e investigador, pero además de formar futuros investigadores o profesionales que encuadren sus carreras en centros de investigación o en la Universidad, hay que subrayar que tanto las empresas como instituciones del ámbito de la Meteorología y la Geofísica podrán encontrar en estos titulados a personal especializado en dichos campos, especialmente para sus departamentos de I+D+I.

El Máster en Meteorología y Geofísica garantiza además la formación de aquellos alumnos que quieran realizar estudios de doctorado en el Campo de Meteorología o la Geofísica, como por ejemplo en el programa de doctorado en Física de la UCM.

1.2. Acceso y admisión de estudiantes

El perfil de ingreso recomendado sería el de graduado o licenciado en Física o títulos de Ingeniería, además de otras titulaciones de ámbito científico siempre que el alumno tenga una base físico-matemática adecuada. En este caso, la Comisión Coordinadora del Máster valorará si dicha titulación es adecuada para la realización del Máster en Meteorología y Geofísica dependiendo del perfil académico del alumno. En cualquier caso la Comisión Coordinadora del Máster valorará individualmente con cada alumno, la posibilidad de que cursen complementos de formación en el ámbito de la Meteorología y/o la Geofísica, caso de que no tengan conocimientos básicos en este campo. Los alumnos cursarán dichas asignaturas en las mismas condiciones que los alumnos de Grado, por lo que los contenidos, actividades formativas, sistemas de evaluación, etc. de estos complementos formativos serán los mismos que los de las correspondientes asignaturas de Grado.

Asimismo, podrán acceder los titulados universitarios conforme a sistemas educativos ajenos al Espacio Europeo de Educación Superior sin necesidad de la homologación de sus títulos, previa comprobación de que aquellos acreditan un nivel de formación equivalente a los correspondientes títulos universitarios oficiales españoles y que faculden, en el país expedidor del título, para el acceso a enseñanzas de postgrado. El acceso por esta vía no implicará, en ningún caso, la homologación del título previo de que esté en posesión el interesado, ni su reconocimiento a otros efectos distintos que el de cursar las enseñanzas de Máster.

La comisión Coordinadora del Máster llevará a cabo el proceso de admisión en el mismo y baremará a los candidatos utilizando los siguientes criterios de valoración:

- Expediente académico (25%)
- Formación adicional (exceptuando titulación de acceso) (15%).
- Curriculum vitae (25%).
- Adecuación del perfil del candidato a los objetivos del Máster (35%).

1.3. Transferencia y Reconocimiento de créditos

La Universidad Complutense de Madrid tiene publicado el Reglamento de Reconocimiento y Transferencia de créditos en Grados y Másteres en la página web <http://www.ucm.es/normativa>

El reconocimiento de créditos supone la aceptación por la UCM de los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales de la UCM o de otra Universidad, o el proporcionar efectos académicos a actividades que, de acuerdo con la normativa de la UCM, dispongan de carácter formativo para el estudiante. Los créditos reconocidos computarán – en los porcentajes que dependiendo de su origen se establezcan - para la obtención de una titulación de carácter oficial.

El reconocimiento de créditos desde la titulación de origen del estudiante se realizará a la enseñanza oficial de Máster que se solicite, conforme a los siguientes criterios:

a) Podrán ser objeto de reconocimiento los créditos correspondientes a asignaturas superadas entre enseñanzas oficiales de Máster, en función de la adecuación entre las competencias y conocimientos asociados a las asignaturas de origen y las previstas en el plan de estudios del título de Máster Universitario para el que se solicite el reconocimiento de créditos.

b) Se podrán reconocer créditos obtenidos en enseñanzas oficiales de Licenciatura, Ingeniería Superior o Arquitectura, enseñanzas todas ellas anteriores al R.D. 1393/2007, siempre y cuando procedan de asignaturas vinculadas al segundo ciclo de las mismas y atendiendo a la misma adecuación de competencias.

c) Se podrán reconocer créditos cursados en enseñanzas oficiales de Doctorado reguladas tanto por el R.D. 1393/2007 como por los anteriores R.D. 185/1985, R.D. 778/1998 y R.D. 56/2005, teniendo en cuenta la adecuación entre las competencias y conocimientos asociados a las asignaturas cursadas por el estudiante y los previstos en el Máster Universitario que se quiera cursar.

d) El número de créditos que sean objeto de reconocimiento a partir de experiencia profesional o laboral de análogo nivel y de enseñanzas universitarias no oficiales no podrá ser superior, en su conjunto, al 15 por ciento del total de créditos que constituyan el plan de estudios. El reconocimiento de estos créditos no incorporará calificación de los mismos por lo que no computarán a efectos de baremación del expediente.

e) El Trabajo Fin de Máster no podrá ser objeto de reconocimiento, al estar orientado a la evaluación de las competencias específicas asociadas al título de Máster correspondiente de la UCM.

El reconocimiento de créditos no podrá superar el 40% de los créditos correspondientes al título de Máster para el que se solicite el reconocimiento. En el proceso de reconocimiento quedarán reflejados, de forma explícita, el número y tipo de créditos ECTS que se le reconocen al estudiante, conforme a los contenidos y competencias que queden acreditados, y aquellas asignaturas que no deberán ser cursadas por el estudiante. En el expediente del estudiante las asignaturas figurarán como reconocidas, con la calificación correspondiente. Esta calificación será equivalente a la calificación de las asignaturas que han dado origen al reconocimiento. En caso necesario, se realizará la media ponderada cuando varias asignaturas de origen conlleven al reconocimiento de una única asignatura de destino. No serán susceptibles de reconocimiento los créditos de asignaturas previamente reconocidas o convalidadas.

La transferencia de créditos implica que en los documentos académicos oficiales acreditativos de las enseñanzas de Máster de la UCM, seguidas por cada estudiante, se incluirá la totalidad de los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales cursadas con anterioridad, en la UCM u otra Universidad, cuando esos estudios no hayan conducido a la obtención de un título oficial. No se incluirán entre estos créditos los que hayan sido objeto de reconocimiento. La transferencia de créditos se realizará consignando el número de créditos

y la calificación obtenida en las asignaturas superadas en otros estudios universitarios oficiales no finalizados. En ningún caso los créditos objeto de transferencia computarán a efectos de media del expediente académico.

1.4. Estructura general

El presente Plan de Estudios se estructura en módulos (unidades organizativas que incluyen una o varias materias), materias (unidades disciplinares que incluyen una o varias asignaturas) y asignaturas. El alumno que desee cursar el Máster en Meteorología y Geofísica, de un año de duración y 60 ECTS de carga lectiva, se encontrará con un Máster estructurado en 5 módulos y 6 materias temáticas. Los módulos se refieren al nivel y especialización de los estudios, mientras que las materias son unidades disciplinares que incluyen diferentes contenidos que se pueden organizar en una o varias asignaturas. La estructura general del Máster se resume en esta tabla:

Estructura del Máster en Meteorología y Geofísica			
MÓDULOS	MATERIAS	ASIGNATURAS	
		1 ^{er} Semestre	2 ^o Semestre
MÓDULO BÁSICO	FUNDAMENTOS DE METEOROLOGÍA	- Meteorología Física - Dinámica Atmosférica - Física del Clima	
	FUNDAMENTOS DE GEOFÍSICA	- Procesado, Computación y Análisis de Datos - Componentes y Evolución del Magnetismo Terrestre - Terremotos: Prevención y Mitigación de Daños	
MÓDULO DE FÍSICA DE LA ATMÓSFERA	METEOROLOGÍA APLICADA	- Técnicas Aplicadas a la Meteorología	- Micrometeorología - Modelización Numérica
	CLIMA	- Oceanografía Física	- Variabilidad Climática
MÓDULO DE FÍSICA DE LA TIERRA	GEOFÍSICA AVANZADA	- Física del Interior de la Tierra y Tectonofísica	- Retos en Geofísica - Observación Geofísica desde el Espacio
	APLICACIONES DE LA GEOFÍSICA	- Geofísica de Exploración (*)	- Prospección Geofísica
MÓDULO PRÁCTICAS EN EMPRESA	PRÁCTICAS EN EMPRESA	- Prácticas en Empresa	- Prácticas en Empresa
MÓDULO TFM	TRABAJO FIN DE MÁSTER		- Trabajo Fin Máster

(*) 3 ECTS de la asignatura Geofísica de Exploración del Máster en Exploración de Hidrocarburos y Recursos Minerales de la Facultad de CC. Geológicas.

<https://geologicas.ucm.es/master-universitario-en-exploracion-de-hidrocarburos-y-recursos-minerales>

El Máster en ‘Meteorología y Geofísica’, que integra un perfil Académico e Investigador, ofrece la posibilidad de especializarse bien en **Física de la Atmósfera** o bien en **Física de la Tierra**, aunque existe también la posibilidad de adquirir un perfil más interdisciplinar en ambos campos a través de una especialidad **General**. Así mismo, facilita la integración en la empresa a través de la posibilidad de realización de la asignatura optativa de Prácticas en Empresas.

- Para conseguir la **Especialidad en Física de la Atmósfera** (Tabla II), el alumno habrá de cursar 36 ECTS de materias obligatorias de la Especialidad: “Fundamentos de

Meteorología” del MÓDULO BÁSICO (18 ECTS) y “Meteorología Aplicada” del MÓDULO DE FÍSICA DE LA ATMÓSFERA (18 ECTS).

Tabla II: Asignaturas obligatorias de la especialidad en Física de la Atmósfera

Estructura del Máster en Meteorología y Geofísica Especialidad en Física de la Atmósfera Asignaturas obligatorias			
MÓDULOS	MATERIAS	ASIGNATURAS	
		1 ^{er} Semestre	2 ^o Semestre
MÓDULO BÁSICO	FUNDAMENTOS DE METEOROLOGÍA	- Meteorología Física - Dinámica Atmosférica - Física del Clima	
MÓDULO DE FÍSICA DE LA ATMÓSFERA	METEOROLOGÍA APLICADA	- Técnicas Aplicadas a la Meteorología	- Micrometeorología - Modelización Numérica
MÓDULO TFM	TRABAJO FIN DE MÁSTER		- Trabajo Fin Master

- Para conseguir la **Especialidad en Física de la Tierra** (Tabla III), el alumno habrá de cursar 36 ECTS de materias obligatorias de la Especialidad: “Fundamentos de Geofísica” del MÓDULO BÁSICO (18 ECTS) y “Geofísica Avanzada” del MÓDULO DE FÍSICA DE LA TIERRA (18 ECTS).

Tabla III: Asignaturas obligatorias de la especialidad en Física de la Tierra

Estructura del Máster en Meteorología y Geofísica Especialidad en Física de la Tierra Asignaturas obligatorias			
MÓDULOS	MATERIAS	ASIGNATURAS	
		1 ^{er} Semestre	2 ^o Semestre
MÓDULO BÁSICO	FUNDAMENTOS DE GEOFÍSICA	- Procesado, Computación y Análisis de Datos - Componentes y Evolución del Magnetismo - Terremotos: Prevención y Mitigación de Daños	
MÓDULO DE FÍSICA DE LA TIERRA	GEOFÍSICA AVANZADA	- Física del Interior de la Tierra y Tectonofísica	- Retos en Geofísica - Observación Geofísica de desde el Espacio
MÓDULO TFM	TRABAJO FIN DE MÁSTER		- Trabajo Fin Master

- **Especialidad General:** En el caso de no cumplir ninguna de las condiciones anteriores, habiendo completado los 60 créditos del Máster, entre los que se incluyen obligatoriamente los 12 créditos del TFM. En este caso, todas las demás asignaturas tendrán un carácter optativo.

Los módulos del Máster son:

- MÓDULO BÁSICO
- MÓDULO DE FÍSICA DE LA ATMÓSFERA
- MÓDULO DE FÍSICA DE LA TIERRA
- PRÁCTICAS EN EMPRESA (PE)
- TRABAJO FIN DE MÁSTER (TFM)

El MÓDULO BÁSICO está integrado por los contenidos fundamentales de las Materias que constituyen el Máster; de ellas el alumno debe cursar al menos, 18 ECTS de una oferta de 36 ECTS. De esta forma, aun siendo materias de carácter básico, el alumno puede orientarse según una especialidad (Física de la Atmósfera o Física de la Tierra) o realizar el Máster con una formación en ambas disciplinas.

El MÓDULO DE FÍSICA DE LA ATMÓSFERA está integrado por las materias de *Meteorología Aplicada* y de *Clima*, siendo la primera materia obligatoria de la especialidad de Física de la Atmósfera (18 ECTS), y la segunda con contenidos optativos, para facilitar al alumno la posibilidad de complementar su formación en el marco de la Física de la Atmósfera. Se ofertan 30 ECTS.

El MÓDULO DE FÍSICA DE LA TIERRA está integrado por las materias de *Geofísica Avanzada* y *Aplicaciones de la Geofísica*, aportando contenidos avanzados sobre la Tierra sólida y sus aplicaciones. La primera es una materia obligatoria de la especialidad de Física de la Tierra (18 ECTS), quedando en la segunda contenidos optativos. Se ofertan 30 ECTS (24 en curso 2019-20).

Las PRÁCTICAS EN EMPRESA (6 ECTS) se podrán realizar tanto en empresas privadas como en instituciones u organismos oficiales. Son de carácter optativo.

El TRABAJO FIN DE MÁSTER (12 ECTS) es obligatorio y podrá estar orientado a la investigación científica o al desarrollo técnico-profesional de los estudiantes tanto en el campo de la Meteorología, Climatología o Geofísica. Deberá tener una entidad acorde con la especialidad elegida y con el número de créditos.

1.5. Asignaturas del Plan de Estudios distribuidas por semestres

Las asignaturas se estructuran por semestres de la siguiente manera:

Código	Primer Semestre	Materia	Módulo	Tipo	ECTS
606824	Meteorología Física	Fundamentos de Meteorología	Básico	OBE	6
606825	Dinámica Atmosférica			OBE	6
606826	Física del Clima			OBE	6
609460	Procesado, Computación y Análisis de Datos	Fundamentos de Geofísica		OBE	6
609461	Componentes y Evolución del Magnetismo			OBE	6
609462	Terremotos: Prevención y Mitigación de Daños			OBE	6
606831	Técnicas Aplicadas a la Meteorología	Meteorología Aplicada	Física de la Atmósfera	OBE	6
606833	Oceanografía Física	Clima		OP	6
609463	Física del Interior de la Tierra y Tectonofísica	Geofísica Avanzada	Física de la Tierra	OBE	6
609466	Geofísica de Exploración (*)	Aplicaciones de la Geofísica		OP	3
606841	Prácticas en Empresa	Prácticas en Empresa	PE	OP	6

(*) Máster en Exploración de Hidrocarburos y Recursos Minerales de la Facultad de Ciencias Geológicas
https://geologicas.ucm.es/data/cont/media/www/pag-94207/Ficha_Geof%C3%ADsica%20de%20Exploracion_2017_.pdf

Código	Segundo Semestre	Materia	Módulo	Tipo	ECTS
606830	Modelización Numérica	Meteorología Aplicada	Física de la Atmósfera	OBE	6
606832	Micrometeorología			OBE	6
606834	Variabilidad Climática	Clima		OP	6
609464	Retos en Geofísica	Geofísica Avanzada	Física de la Tierra	OBE	6
609465	Observación Geofísica desde el Espacio			OBE	6
609467	Prospección Geofísica	Aplicaciones de la Geofísica		OP	3
606840	Trabajo Fin de Máster	Trabajo Fin de Máster	Trabajo Fin de Máster	OB	12
606841	Prácticas en Empresa	Prácticas en Empresa	PE	OP	6

OB = Asignatura obligatoria. OBE = Asignatura obligatoria de especialidad. OP = Asignatura optativa

1.6. Adquisición de competencias

El Documento de Verificación de esta titulación especifica las competencias que deben adquirir los estudiantes en cada uno de los módulos de que consta. El desglose de las materias o asignaturas en que se adquiere cada una de dichas competencias se detalla en la tabla adjunta (acordado por la Comisión Coordinadora del Máster, consultados los profesores involucrados).

Las Competencias Básicas del Título incluyen:

CB6: 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.

CB7: Que los estudiantes sepan 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.

CB8: Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CB9: Que los estudiantes sepan 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.

CB10: Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Las Competencias Generales incluyen:

CG1: Adquisición de conocimientos avanzados de fundamentos teóricos y prácticos.

CG2: Saber aplicar los conocimientos problemas nuevos de carácter multidisciplinar.

CG3: Evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada a problemas incompletos y llegar a la emisión de juicio razonado.

CG4: Predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas metodologías de trabajo.

CG5: Haber desarrollado la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento.

CG6: Ser capaces de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.

CG7: Capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica. Saber utilizar los conocimientos adquiridos en la consecución de un objetivo concreto, por ejemplo la resolución de un ejercicio o la discusión de un caso práctico.

CG8: Demostrar razonamiento crítico y saber gestionar información científica y técnica de calidad.

Las Competencias Transversales del título a su vez se desglosan en:

CT1 - Saber aplicar los conocimientos avanzados a sus actividades, de manera profesional y responsable, persiguiendo objetivos de calidad en dichas actividades.

CT2 - Adquirir capacidad de organización de los tiempos y los recursos a la hora de afrontar un proyecto, cumplir los plazos y compromisos adquiridos.

CT3 - Integrar y relacionar de manera creativa conocimientos previos y nuevos para abordar problemas y casos reales utilizando el método científico.

CT4 - Desarrollar la capacidad de argumentación, de diálogo y de escucha activa, necesarias para el trabajo en equipos Multidisciplinares.

CT5 - Valorar la importancia de los conocimientos adquiridos en problemas de relevancia social y económica.

CT6 - Ser capaz de mostrar iniciativa, creatividad y espíritu emprendedor para afrontar los continuos retos que se plantean tanto en el ámbito profesional como en el científico y en el académico.

CT7 - Adaptarse a entornos multidisciplinares, internacionales y multiculturales.

CT8 - Capacidad para prevenir y solucionar problemas, adaptándose a situaciones imprevistas y tomando decisiones propias y rápidas ante situaciones de emergencia.

Además, las Competencias Específicas desarrolladas a la consecución del título son:

CE1 - Conocer y saber aplicar los elementos indispensables de aprendizaje y desarrollo científico de "Física de la Tierra" en el contexto actual, con especial énfasis en los problemas que se sitúan en la frontera del conocimiento.

CE2 - Adquirir experiencia en procesamiento, representación gráfica, análisis e interpretación de datos geofísicos y/o meteorológicos por medio de diferentes técnicas, en el contexto de las nuevas tecnologías.

CE3 - Desarrollar la capacidad de aplicar a la observación de fenómenos naturales los conocimientos técnicos adquiridos, incrementando el carácter práctico de la enseñanza.

CE4 - Aplicar métodos matemáticos, analíticos y numéricos para resolver problemas de la Geofísica y/o la Meteorología.

CE5 - Adquirir habilidades en entornos de computación científica, en la creación de algoritmos para la resolución de problemas en el campo de la Meteorología y/o la Geofísica.

CE6 - Desarrollar la capacidad de aplicación de diferentes metodologías para el estudio, prevención y mitigación de riesgos naturales de carácter meteorológico y/o geofísico.

CE7 - Desarrollar la capacidad de elaborar informes, disertaciones y presentaciones de manera completa y rigurosa, utilizando el lenguaje y formalismos propios del ámbito de la Meteorología y/o Geofísica.

1.7. Cuadros horarios

Primer semestre:

	L	M	X	J		V
9:00-10:00	Dinámica Atmosférica	Procesado, Computación y Análisis de Datos Geofísicos	Terremotos: prevención y mitigación de daños	Física del Interior de la Tierra (*)	Física del Interior de la Tierra (**)	Procesado, Computación y Análisis de Datos Geofísicos
10:00-10:30				Geofísica de Exploración (***)		
10:30-11:00	Física del Clima	Terremotos: prevención y mitigación de daños	Componentes y Evolución del Magnetismo Terrestre			Componentes y Evolución del Magnetismo Terrestre
10:30-12:00				Física del Clima		
12:00-13:30	Técnicas Aplicadas a la Meteorología	Técnicas Aplicadas a la Meteorología	Meteorología Física		Física del Clima	Física del Interior de la Tierra y Tectonofísica
13:30-15:00	Meteorología Física	Dinámica Atmosférica	Oceanografía	Oceanografía		

(*) Hasta el 7 de noviembre

(**) A partir del 14 de noviembre

(***) Se imparte, hasta el 7 de noviembre, en la Facultad de Ciencias Geológicas

Segundo semestre:

	L	M	X	J	V
9:00-10:30		Prospección Geofísica		Variabilidad Climática	Modelización Numérica
10:30-12:00	Retos en Geofísica	Retos en Geofísica		Modelización Numérica	Variabilidad Climática
12:00-13:30	Observación Geofísica desde el Espacio	Observación Geofísica desde el Espacio		Micrometeorología	Micrometeorología

ASIGNATURAS OBLIGATORIAS DE FÍSICA DE LA ATMÓSFERA ():**

Código	Asignatura	Módulo	Créditos	Horario	Aula	Sem.	Profesor	Dpto.
606824	Meteorología Física	Básico	6	L: 13:30–15:00 X: 12:00–13:30	13	1	Carlos Yagüe	FTA
606825	Dinámica Atmosférica		6	L: 9:00–10:30 M: 13:30–15:00	13	1	Pablo Zurita	FTA
606826	Física del Clima		6	L: 10:30–12:00 J: 12:00–13:30	13	1	Encarna Serrano	FTA
606831	Técnicas Aplicadas a la Meteorología	Física de la Atmósf.	6	L,M: 12:00–13:30	13	1	Natalia Calvo	FTA
606830	Modelización Numérica		6	J: 10:30–12:00 V: 9:00–10:30	12	2	Marisa Montoya	FTA
606832	Micrometeorología		6	J,V: 12:00–13:30	12	2	Gregorio Maqueda	FTA

ASIGNATURAS OBLIGATORIAS DE FÍSICA DE LA TIERRA ():**

Código	Asignatura	Módulo	Créd.	Horario	Aula	Sem.	Profesor	Dpto.
609460	Procesado, computación y análisis de datos geofísicos	Básico	6	M,V: 9:00-10:30	13	1	Diego Córdoba	FTA
609462	Terremotos: prevención y mitigación de daños		6	M 10:30-12:00 X 9:00-10:30	13	1	Maurizio Mattesini Elisa Buforn	FTA
609463	Física del Interior de la Tierra y Tectonofísica		6	J: 9:00–10/11 V: 12:00-13:30	13	1	Ana Negro	FTA
609461	Componentes y Evolución del Magnetismo Terrestre	Física de la Tierra	6	X,V: 10:30-12:00	13	1	M ^a Luisa Osete Miguel Herraiz	FTA
609464	Retos en Geofísica		6	J: 10:30-12:00	12	2	Elisa Buforn V.C. Ruiz M.	FTA
609465	Observación Geofísica desde el Espacio		6	L,M: 12:00-13:30	12	2	Francisco Javier Pavón	FTA

ASIGNATURAS OPTATIVAS:

Código	Asignatura	Módulo	Créditos	Horario	Aula	Sem.	Profesor	Dpto.
606833	Oceanografía Física	Física de la Atmósf.	6	X,J: 13:30-15:00	13	1	Belén Rodríguez	FTA
606834	Variabilidad Climática		6	J: 9:00-10:30 V: 10:30-12:00	12	2	Álvaro de la Cámara Jorge Álvarez Solas Blanca Ayarzagüena	FTA
609466	Geofísica de Exploración	Física de la Tierra	3			1		
609467	Prospección Geofísica		3	M: 9:00-10:30	12	2	Fátima Martín	FTA
606841	Prácticas en Empresa (PE)	PE	6	-		1 ó 2	-	-

(*) Consultar en las fichas de las asignaturas el lugar y horario de las prácticas

(**) Además, el Trabajo Fin de Máster será obligatorio en todos los casos (12 ECTS)

COMPLEMENTOS FORMATIVOS (*):**

La Comisión Coordinadora del Máster decidirá sobre la necesidad de cursar Complementos Formativos para aquellos alumnos con carencias en conocimientos básicos de Meteorología y/o Geofísica, teniendo en cuenta las características particulares de cada alumno, y considerando la titulación aportada, posible experiencia profesional y su expediente académico.

El número máximo de complementos de formación a cursar será de 18 ECTS. Los créditos de estos complementos no estarán incluidos en los 60 créditos del Máster. Estos complementos consistirán en asignaturas del grado en Física ofertado por la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid, estando entre las posibles recomendadas las siguientes:

Código	Asignatura	Créditos	Código en el Grado en Física
607736	Física de la Atmósfera	6	800511
607737	Física de la Tierra	6	800512
607738	Termodinámica de la Atmósfera	6	800555
607739	Meteorología Dinámica	6	800554
607740	Sismología y Estructura de la Tierra	6	800556
607741	Geomagnetismo y Gravimetría	6	800557
607742	Geofísica y Meteorología Aplicadas	6	800558

(*) Las Fichas Docentes de estas asignaturas (incluyendo horarios y profesorado) podrán consultarse en la Guía Docente del Grado en Física**

La elección concreta de las asignaturas que cursaría cada alumno deberá contar con el visto bueno de la Comisión Coordinadora del Máster, en función de los intereses científicos del alumno y la especialidad elegida.

Los alumnos cursarán dichas asignaturas en las mismas condiciones que los alumnos de Grado, por lo que los contenidos, actividades formativas, sistemas de evaluación, etc. de estos complementos formativos serán los mismos que los de las correspondientes asignaturas de Grado.

2. Fichas de las Asignaturas



MASTER EN METEOROLOGÍA Y GEOFÍSICA (curso 2019-2020)

Ficha de la asignatura:	Meteorología Física	Código	606824		
Materia:	Fundamentos de Meteorología	Módulo:	Básico		
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Atmósfera	Curso:	1º	Semestre:	1º

	Total	Teóricos Problemas Seminarios	Prácticas
Créditos ECTS:	6	5.6	0.4
Horas presenciales	45	38	7

Profesor/a Coordinador/a:	Carlos Yagüe Anguís		Dpto:	FTA
	Despacho:	110 -4ª Planta	e-mail	carlos@ucm.es

Teoría - Detalle de horarios y profesorado

Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	L X	13:30 -15:00 12:00-13:30	Carlos Yagüe Anguís	1er Semestre	38	FTA

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado

Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Aula 15 Inf	Miércoles 16 de octubre Miércoles 13 de noviembre Miércoles 11 de diciembre	Carlos Yagüe Anguís	7	FTA
	Seminario 215	Lunes 16 de diciembre			

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado

Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Carlos Yagüe Anguís	X: de 16:30 a 18:00 J: de 16:00 a 17:30 (*)	carlos@ucm.es	110 -4ª Planta

(*) (3h no presenciales): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, etc.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

El alumno, una vez cursada con aprovechamiento esta asignatura deberá saber expresar el grado de humedad mediante diferentes índices, aplicar los principios de la Termodinámica del aire seco y húmedo y evaluar el grado de estabilidad atmosférica. Asimismo, conocerá los procesos físicos en la formación de crecimiento de gotitas nubosas y los mecanismos de precipitación.

Competencias de la asignatura

Competencias Básicas:

CB6: 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.

CB7: Que los estudiantes sepan 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.

CB10: Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Generales:

CG3: Saber evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso.

CG6: Ser capaces de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.

CG7: Capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica. Saber utilizar los conocimientos adquiridos en la consecución de un objetivo concreto, por ejemplo la resolución de un ejercicio o la discusión de un caso práctico.

CG8: Demostrar razonamiento crítico y saber gestionar información científica y técnica de calidad.

Competencias Transversales:

CT1 - Saber aplicar los conocimientos avanzados a sus actividades, de manera profesional y responsable, persiguiendo objetivos de calidad en dichas actividades.

CT2 - Adquirir capacidad de organización de los tiempos y los recursos a la hora de afrontar un proyecto, cumplir los plazos y compromisos adquiridos.

CT3 - Integrar y relacionar de manera creativa conocimientos previos y nuevos para abordar problemas y casos reales utilizando el método científico.

CT5 - Valorar la importancia de los conocimientos adquiridos en problemas de relevancia social y económica.

Competencias Específicas:

CE1: Conocer y saber aplicar los elementos indispensables de aprendizaje y desarrollo científico de 'Física de la Tierra' en el contexto actual, con especial énfasis en los problemas que se sitúan en la frontera del conocimiento.

CE2: Adquirir experiencia en procesamiento, representación gráfica, análisis e interpretación de datos geofísicos y/o meteorológicos por medio de diferentes técnicas, en el contexto de las nuevas tecnologías.

CE3: Desarrollar la capacidad de aplicar a la observación de fenómenos naturales los conocimientos técnicos adquiridos, incrementando el carácter práctico de la enseñanza.

CE4: Aplicar métodos matemáticos, analíticos y numéricos para resolver problemas de la Geofísica y/o la Meteorología.

Resumen

Termodinámica de la Atmósfera: condensación y evaporación. Física de Nubes: teoría clásica de la nucleación; crecimiento de partículas nubosas; precipitación. Electrificación de las nubes.

Conocimientos previos necesarios

Conocimientos básicos en Física de la Atmósfera, especialmente relacionados con los conceptos de estabilidad atmosférica y de humedad y saturación del aire.

Programa de la asignatura

- 1. Termodinámica de la atmósfera en la formación de nubes:** Fases del agua en la atmósfera. Saturación del vapor de agua en la atmósfera. Índices de humedad. Formación de rocío y nieblas. La estabilidad atmosférica y el desarrollo de sistemas nubosos.
- 2. Aspectos generales de la formación de nubes:** Formación de partículas nubosas. Formación de precipitación. Modificación de los procesos de precipitación. Clasificación de los procesos microfísicos.
- 3. Nucleación en fase líquida:** Nucleación homogénea. Nucleación heterogénea. Núcleos de condensación nubosa.
- 4. Nucleación en fase hielo:** Núcleos glaciógenos. Nucleación por deposición. Nucleación por congelación homogénea. Nucleación por congelación inmersa. Nucleación por congelación de contacto. Comparación entre modos de nucleación en fase hielo. Producción secundaria de partículas de hielo.
- 5. Crecimiento de gotitas por difusión:** Crecimiento de una gotita. Crecimiento de poblaciones de gotitas. Modificaciones a la teoría de crecimiento.
- 6. Crecimiento de cristales de hielo por difusión, acreción y agregación:** Cristalización del hielo. Clasificación de los cristales de hielo. Ecuación de crecimiento de los cristales de hielo por difusión. Integración de la ecuación de crecimiento. Modificaciones a la ecuación de crecimiento del hielo por difusión. Crecimiento por acreción. Granizo. Crecimiento por agregación.
- 7. Formación de gotas de lluvia por captura de gotitas nubosas líquidas:** Propiedades microfísicas de las nubes. Crecimiento por captura de gotitas líquidas. Velocidades de caída de las gotitas. Eficiencia de captura. Ecuación de crecimiento por captura. Teoría de crecimiento continuo (Modelo de Bowen). Teoría de crecimiento estadístico (Modelo de Telford).
- 8. Formación de la precipitación: lluvia y nieve:** Distribución de Marshall-Palmer. Rotura y fraccionamiento de gotas de lluvia. Distribución de copos de nieve por tamaños. Formación y tipos de precipitación. Intensidades de precipitación.
- 9. Radar meteorológico:** Introducción e historia del Radar. Fundamentos del Radar. Ecuación del Radar. Ecuación del Radar Meteorológico. Relaciones Z-R. Principales productos Radar. Tipos de Radares meteorológicos.
- 10. Electrificación de las nubes:** Generación de carga en las nubes. Campo eléctrico perturbado en la célula tormentosa. Los rayos. El circuito eléctrico global.

Prácticas (4 sesiones)

1. Estudio Termodinámico de la Troposfera: Análisis de índices de humedad y estabilidad atmosférica
2. Clasificación e Identificación de Nubes. Niebla de radiación (Módulos Comet-MetEd).
3. Simulación de procesos de convección, nubes y precipitación en laboratorio
4. Uso de productos del Radar Meteorológico

Lugar: Seminario de Geofísica y Meteorología 215 (Práctica 3) y Aula de Informática (Aula 15) (Prácticas 1, 2 y 4).

Fechas y horarios:

Miércoles 16 de octubre (P1), 13 de noviembre (P2), 11 de diciembre (P4): 12:00 a 13:30.

16 de diciembre (P3): 13:30 a 15:00.

Bibliografía

Básica

- R.R. Rogers: *Física de las Nubes*. Ed. Reverté (1977)
- R.R. Rogers & M.K. Yau. *A short course in Cloud Physics*. Elsevier (3rd Ed., 1989)
- K.C. Young: *Microphysical Processes in Clouds*. Oxford Univ. Press (1993)
- Prupacher, H. & J.D. Klett. *Microphysics of Clouds and Precipitation*. Kluwer Academic Publishers (1997).

Complementaria

- R.A. Houze: *Cloud Dynamics*. Academic Press (1993)
- W.R. Cotton: *Las Tormentas*. (1999).

Recursos en internet

Campus virtual

<http://meteolab.fis.ucm.es>

Metodología

- Clases Teóricas: se explicarán los principales conceptos de la Física de nubes y de la precipitación, incluyendo aspectos relacionados con la Termodinámica de la Atmósfera y de la Electrificación de las nubes.
- Resolución de problemas: relativos a los conceptos explicados en las clases de teoría.
- Trabajos prácticos: se realizarán 4 sesiones prácticas (90 minutos cada una) para reforzar los conocimientos teóricos adquiridos.

Las lecciones teóricas se impartirán utilizando la pizarra, así como presentaciones proyectadas desde el ordenador. Las presentaciones de las lecciones, así como la lista de problemas serán facilitadas al alumno por medio del campus virtual con antelación suficiente.

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entrega de los problemas y prácticas propuestos para este fin, en las fechas que determine el profesor.

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	70%
<p>Se realizará un examen tipo test (al acabar el tema 4) y un examen final. El examen final comprenderá preguntas tipo test y preguntas cortas de razonamiento teórico-práctico. La calificación final, relativa a exámenes, N_{Final}, se obtendrá como:</p> $N_{Final} = 0.3N_{Ex_Test} + 0.7N_{Ex_Final}$ <p>donde N_{Ex_Test} es la nota obtenida en el test y N_{Ex_Final} es la calificación obtenida en el examen final, ambas sobre 10.</p> <p>Para la realización de los exámenes el alumno no podrá consultar ningún tipo de material.</p>		
Otras actividades de evaluación	Peso:	30%
<p>A lo largo del curso y como parte de la evaluación continua, el alumno entregará de forma individual los problemas y prácticas en las fechas que le indique el profesor, que se calificarán de 0 a 10 con $N_{OtrasActiv}$.</p>		
Calificación final		
<p>La calificación final será:</p> $C_{Final} = 0.7N_{Final} + 0.3N_{OtrasActiv},$ <p>Donde $N_{OtrasActiv}$ es la calificación correspondiente a Otras Actividades y N_{Final} la obtenida en la realización de los exámenes.</p>		



MASTER EN METEOROLOGÍA Y GEOFÍSICA (curso 2019-2020)

Ficha de la asignatura:	Dinámica Atmosférica		Código	606825
Materia:	Fundamentos de Meteorología	Módulo:	Básico	
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Atmósfera	Curso:	1º	Semestre: 1

	Total	Teóricos Problemas Seminarios	Prácticas
Créditos ECTS:	6	5.6	0.4
Horas presenciales	45	38	7

Profesor/a Coordinador/a:	Pablo Zurita Gotor			Dpto:	FTA
	Despacho:	103- 4º Planta	e-mail	pzurita@ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	L M	9:00-10:30 13:30-15:00	Pablo Zurita Gotor	1 ^{er} semestre	38	FTA

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Aula 15 Informática	1 de octubre, 12 de noviembre y 17 de diciembre en horario de clase	Pablo Zurita Gotor	7	FTA
	Aula 1 Informática	30 de septiembre (*) (*) 8:30 – 10:00			

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Pablo Zurita Gotor	L 14:30-16:00 M 10:30-12:00 (*)	pzurita@ucm.es	Dcho. 103 (4ª planta)

(*) (3h no presenciales): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, etc.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

El alumno, una vez cursada con aprovechamiento esta materia deberá conocer las fuerzas que intervienen en los movimientos atmosféricos y ondas. Así mismo estará familiarizado con las variables que describen el comportamiento atmosférico y las ecuaciones fundamentales para su estudio en distintas escalas espaciales y temporales.

Competencias de la asignatura

CB6, CB7, CB10, CG3, CG7, CG8, CT1, CT3, CE2, CE3, CE4, CE5, CE7

Resumen

Movimientos atmosféricos. Teoría de perturbaciones. Ondas atmosféricas: ondas de gravedad, ondas de Rossby. Circulación General de la Atmósfera. Frontogénesis. Dinámica de la Atmósfera Media.

Conocimientos previos necesarios

Se recomiendan conocimientos previos de Mecánica de Fluidos y Termodinámica Atmosférica. Idealmente el alumno habría cursado anteriormente una asignatura básica de meteorología dinámica, aunque en las primeras sesiones del curso se revisarán los conceptos más importantes.

Para las sesiones de laboratorio se recomiendan conocimientos previos de programación en Matlab y rudimentos de estadística, aunque durante el desarrollo de dichas sesiones se dará una introducción básica a las técnicas utilizadas.

Programa de la asignatura

- 1. Fundamentos.** Procesos físicos y ecuaciones básicas. Balance hidrostático y geostrófico. Viento térmico. Descomposición eddy-flujo básico.
- 2. Dinámica barotrópica.** Ecuación de la vorticidad. Ondas de Rossby. Conversiones barotrópicas y balance energético. Teorema de Rayleigh.
- 3. Dinámica baroclina.** Movimientos verticales y vorticidad potencial. Energía potencial disponible. Balance energético de un fluido baroclino. Teorema de Charney-Stern. Inestabilidad baroclina. Ciclos de vida y ruptura de ondas.
- 4. Interacción onda-flujo básico.** Circulación ageostrófica y forzamiento eddy neto. Teorema de no-aceleración. Flujos de Eliassen-Palm. Concepto de circulación Lagrangiana. Circulación Euleriana Transformada.
- 5. Circulación general troposférica.** Estructura de la circulación. Célula de Hadley y chorro subtropical. Célula de Ferrel y chorro extratropical. Circulación isentrópica global. Estructura no zonal.
- 6. Movimiento ageostrófico y frontogénesis.** Mantenimiento del balance ageostrófico. Vectores Q y ecuación omega. Frontogénesis. Formulación cuasigeostrófica. Ecuación de Sawyer-Eliassen. Ondas de gravedad
- 7. Circulación de la atmósfera media.** Estructura de la circulación. Propagación vertical de ondas. Principio del control descendente. Célula de Brewer-Dobson.

Como complemento de estos contenidos teóricos se realizarán las siguientes sesiones de laboratorio en el Aula 1 de Informática durante el horario regular de clase

Sesión 1 (30/9): Ondas de Rossby I

Sesión 2 (1/10): Ondas de Rossby II

Sesión 3 (12/11): Estructura de los eddies transitorios

Sesión 4 (17/12): Mantenimiento de la circulación general.

Bibliografía

Básica

- Holton, 2004, 'An introduction to dynamic meteorology'. Academic Press. 4th edition.
- Vallis, 2006, 'Atmospheric and Oceanic Fluid Dynamics. Fundamentals and Large Scale Circulation'. Cambridge University Press

Complementaria

- Martin, 2006, 'Mid-latitude Atmospheric Dynamics', John Wiley & Sons
- Lindzen, 1990, 'Dynamics in Atmospheric Physics'. Cambridge University Press.
- Andrews, Holton y Leovy, 1987, 'Middle Atmosphere Dynamics'. Academic Press.
- Pedlosky, 1987, 'Geophysical Fluid Dynamics', Springer, 2nd edition

Recursos en internet

La asignatura constará de una página dedicada en el campus virtual, en la que además de colgar el material docente empleado se enlazará a recursos externos.

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

-Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la asignatura. Para ello se combinará el desarrollo matemático en pizarra con proyección de transparencias mediante ordenador.

-Sesiones de resolución de problemas en donde se afianzará la comprensión de los conceptos estudiados. Adicionalmente a los problemas realizados en clase se propondrán otros que los alumnos podrán realizar en casa.

-Sesiones prácticas de laboratorio donde se aplicarán los conceptos estudiados a datos atmosféricos reales.

Evaluación

Realización de exámenes

Peso:

70 %

Periódicamente y en horario de clase se realizarán ejercicios cortos de tipo test que permitan evaluar el grado de seguimiento de la asignatura por parte del alumno. Estos ejercicios contribuirán un 30% a la nota final de la asignatura.

Además, se hará un examen final que tendrá una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas, de nivel similar a los resueltos en clase. El examen final tendrá un peso del 40% en la nota final de la asignatura.

Otras actividades de evaluación

Peso:

30%

La realización de las prácticas con su correspondiente informe es requisito obligatorio para la superación de la asignatura. Además, los informes de prácticas serán evaluados numéricamente, contribuyendo con un peso del 30% a la calificación final.

Calificación final

La calificación final será:

$$N_{Final} = 0.4 N_{Exámen Final} + 0.3 N_{Tests} + 0.3 N_{Prácticas}$$



MASTER EN METEOROLOGÍA Y GEOFÍSICA (curso 2019-2020)

Ficha de la asignatura:	Física del Clima	Código	606826		
Materia:	Fundamentos de Meteorología	Módulo:	Básico		
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Atmósfera	Curso:	1º	Semestre:	1º

	Total	Teóricos Problemas Seminarios	Prácticas
Créditos ECTS:	6	5.6	0.4
Horas presenciales	45	38	7

Profesor/a Coordinador/a:	Encarna Serrano Mendoza			Dpto:	FTA
	Despacho:	111-4ª planta	e-mail	eserrano@ucm.es	

Teoría/Problemas - Detalle de horarios y profesorado

Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	L J	10:30-12:00 12:00-13:30	Encarna Serrano Mendoza	1er Semestre	38	FTA

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado

Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Aula 15	Todas las sesiones de 12:00-13:30 h 19/09/2019 26/09/2019 (1 hora) 03/10/2019 21/11/2019 28/11/2019	Encarna Serrano Mendoza	7	FTA

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado

Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Encarna Serrano Mendoza	Miércoles: 09:30 -12:30 (*)	eserrano@ucm.es	111- 4ª planta

(*) (3h no presenciales): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, etc.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

El alumno, una vez cursada esta asignatura con aprovechamiento, deberá conocer los procesos físicos involucrados con la transferencia radiativa en la atmósfera, tanto de origen solar como terrestre. Asimismo estará familiarizado con las componentes del sistema climático, sobre todo el océano y la atmósfera, junto con las variables que describen su comportamiento y las ecuaciones fundamentales para su estudio en distintas escalas temporales.

Competencias de la asignatura

CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CG3, CG6, CG7, CG8, CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CE1, CE2, CE3, CE5, CE7.

Resumen

El Sistema climático y sus componentes. Transferencia radiativa en la atmósfera. Balance de energía. El ciclo hidrológico. Circulación general. Sensibilidad del clima y mecanismos de realimentación. Cambio climático.

Conocimientos previos necesarios

Es conveniente que el estudiante posea conocimientos sobre conceptos básicos de la física de la Atmósfera, particularmente de termodinámica y dinámica atmosféricas

Programa de la asignatura

- 1. El Sistema Climático y sus componentes:** Concepto de "Sistema climático" y de "clima". Componentes del "sistema climático" y sus propiedades relativas al clima.
- 2. Transferencia radiativa en la Atmósfera:** Leyes fundamentales de radiación. Radiación solar y terrestre. Absorción radiativa selectiva de la atmósfera. Equilibrio radiativo global. Efecto invernadero. Calentamiento atmosférico por radiación (onda corta y onda larga). Efecto de las nubes en el equilibrio radiativo de la atmósfera.
- 3. Balance de energía:** Balance global de energía. Balance de energía en la cima de la atmósfera: variaciones latitudinal y estacional. Balance de energía en la superficie terrestre: almacenamiento de calor, flujo neto radiativo, flujos de calor sensible y latente. Variaciones del balance de energía en superficie. Conexión entre balance de energía y circulación general.
- 4. El ciclo hidrológico:** Balance hídrico global. Balance hídrico en superficie y sus componentes. Variación latitudinal y anual del balance hídrico en superficie. Modelización del balance hídrico: modelo AEMET.
- 5. Cambios climáticos:** Conceptos de "sensibilidad del clima" y "procesos de realimentación". Análisis de la sensibilidad del sistema climática a un forzamiento radiativo con diferentes procesos de realimentación.

Prácticas/Laboratorio (5 sesiones en el Aula de Informática 15, en horario de clase)

Sesiones 1 y 2: Obtención de datos y elaboración de mapas climatológicos.

Sesión 3: Ozono estratosférico.

Sesiones 4 y 5: Sensibilidad del clima usando un modelo global 1-D de balance de energía.

Bibliografía		
<p><u>Básica</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Hartmann, D.L.: <i>Global Physical Climatology</i>. Academic Press Inc. (1994) • Peixoto, J.P. & A.H. Oort : <i>Physics of Climate</i>. American Institute of Physics. (1992, 1995). <p><u>Complementaria</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Curry, J.A. and P.J. Webster: <i>Thermodynamics of Atmospheres & Oceans</i>. Academic Press (1999). • Holton, J.R.: <i>An Introduction to Dynamic Meteorology</i>. Academic Press Inc. (1979, 1992, 2004). • Liou, K.N.: <i>An introduction to atmospheric radiation</i>, Academic Press. (1980). • Salby, M.L.: <i>Physics of the atmosphere and climate</i>. Cambridge University Press (2011) • Wallace, J.M. & P.V. Hobbs: <i>Atmospheric Science: An Introductory Survey</i>. Academic Press (2006, 1977) 		
Recursos en internet		
<p>Campus virtual de la asignatura, en la que se incluirán enlaces-e externos. HYPERLINK "http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/" HYPERLINK "http://meteolab.fis.ucm.es/"</p>		
Metodología		
<p>Se impartirán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clases de teoría, en las que se explicarán los principales conceptos y fenómenos de la Física del Clima, incluyendo ejemplos y aplicaciones reales. • Clases prácticas, en las que los estudiantes realizarán ciertas prácticas como apoyo y complemento de las clases de teoría. <p>Los estudiantes tendrán que hacer entrega de los informes de las prácticas en las fechas que determine el profesor.</p> <p>Los contenidos de las clases de teoría se explicarán utilizando la pizarra, así como las presentaciones proyectadas desde el ordenador. Estas presentaciones, junto con todo el material empleado en clase, serán facilitadas al alumno mediante el Campus Virtual de la asignatura con antelación suficiente.</p>		
Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	70%
<p>Se realizarán dos exámenes tipo test (en horario de clase) durante el curso y un examen final. El examen final comprenderá preguntas cortas de razonamiento teórico-práctico. La calificación final, relativa a exámenes, N_{Final}, se obtendrá de la mejor de las opciones:</p> $N_{Final} = 0.3N_{Ex_Test} + 0.7N_{Ex_Final}$ $N_{Final} = N_{Ex_Final}$ <p>donde N_{Ex_Test} es la nota media obtenida en los tests y N_{Ex_Final} es la calificación obtenida en el examen final, ambas sobre 10.</p> <p>Para la realización de los exámenes el alumno no podrá consultar ningún tipo de material.</p>		

Otras actividades de evaluación	Peso:	30%
<p>A lo largo del curso, como parte de la evaluación continua, el alumno entregará de forma individual los informes de las prácticas (*) en las fechas que indique el profesor, y que se calificarán conjuntamente de 0 a 10 como $N_{OtrasActiv}$.</p> <p>(*) La realización de las prácticas y entrega del correspondiente informe son de carácter obligatorio.</p>		
Calificación final		
<p>La calificación final será:</p> $C_{Final}=0.7N_{Final}+0.3N_{OtrasActiv}$ <p>donde $N_{OtrasActiv}$ es la calificación correspondiente a Otras Actividades y N_{Final} la calificación obtenida en la realización de los exámenes.</p> <p>La calificación de la segunda convocatoria extraordinaria se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación, conservando las calificaciones de los tests (N_{Ex_Test}) y la de Otras Actividades ($N_{OtrasActiv}$).</p>		



MASTER EN METEOROLOGÍA Y GEOFÍSICA (curso 2019-2020)

Ficha de la asignatura:	Terremotos: prevención y mitigación de daños	Código	609462
Materia:	Fundamentos de Geofísica	Módulo:	Básico
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Tierra	Curso:	1º
		Semestre:	1º

	Total	Teóricos Problemas Seminarios	Prácticas
Créditos ECTS:	6	5.7	0.3
Horas presenciales	45	39	6

Profesor/a Coordinador/a:	Elisa Buforn y Maurizio Mattesini			Dpto:	FTA
	Despacho:	116-4 ^a pta. 104-4 ^a pta.	e-mail	ebufornp@ucm.es mmattesi@ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/Fechas	Horas	Dpto.
13	M	10:30-12:00	Elisa Buforn	Temas 1, 2, 6	19,5	FTA
	X	9.00-10.30	Maurizio Mattesini	Temas 3, 4, 5	19,5	

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Aula 15 de Informática (planta baja)	24 sept., 1 oct., 19 nov.	Elisa Buforn	3	FTA
	Aula 1 de Informática (4 planta)	29 oct.	Maurizio Mattesini	3	

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Elisa Buforn	X 10.30 – 13.30h (*)	ebufornp@ucm.es	116, 4ª planta
Maurizio Mattesini	L 14.00-17.00, V 10.00-13.00	mmattesi@ucm.es	104 - 4ª planta

(*) (3h no presenciales): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, etc.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

Tras cursar con provecho esta asignatura, el alumno conocerá los conceptos básicos de la Geofísica referidos a la generación y propagación de ondas sísmicas.

Competencias de la asignatura

Competencias básicas: CB6, CB7, CB8, CB9, CB10
Competencias Generales: CG3, CG6, CG7, CG8

Resumen

La Tierra como un medio elástico. Ondas internas, teoría de rayos. Ondas superficiales. Oscilaciones libres de la Tierra: modos normales. Terremotos y fallas. Parámetros focales.

Conocimientos previos necesarios

Es conveniente que el estudiante posea conocimientos previos sobre conceptos básicos de Física de la Tierra, así como de: teoría de elasticidad, óptica geométrica y teoría de rayos.

Programa de la asignatura

1. Introducción. Como se genera un terremoto. Observaciones. Sismómetro. Otro tipo de observaciones.

2. La Tierra como un medio elástico. Desplazamientos, esfuerzos y deformaciones. Ecuaciones de continuidad y movimiento. Función de Green, teoremas de reciprocidad y representación. Soluciones de la ecuación de onda: Ondas P y S. Geometría de los desplazamientos. Reflexión y refracción en medios elásticos estratificados.

3. Teoría general de rayos. Ecuación eikonal. Trayectorias de rayos. Curvas dromocronas en Tierra plana y esférica. Energía, expansión geométrica, atenuación.

4.- Ondas Rayleigh y Love. Generación de ondas superficiales en medios elásticos estratificados. Características de los desplazamientos de ondas LR y LQ. Dispersión. Oscilaciones libres de la Tierra. Modos normales, esferoidales y toroidales. Ecuación de Sturm-Liouville.

5.- El problema inverso. Ecuación de Herglotz-Wiechert: el problema de la no unicidad. Parámetros y modelos globales de Tierra.

6.- Terremotos y fallas. Localización espacio-temporal. Tamaño del terremoto. Momento sísmico escalar, energía y caída de esfuerzos. Terremotos y fallas. Prevención y mitigación de daños de terremotos.

Práctica 1. Identificación de fases. Cálculo de la velocidad de grupo.

Práctica 2. Cálculo de la magnitud, energía, caída de esfuerzos.

Horario: Práctica 1: 24 sept. y 1 oct.; Práctica 2: 29 oct. y 19 nov.

Las fechas quedan supeditadas a la posible ocurrencia de algún sismo que por sus características sea importante para el desarrollo de la asignatura.

Bibliografía		
<p>Básica:</p> <p>Bufo, E., C. Pro y A. Udías (2012), <i>Solved problems in Geophysics</i>. Cambridge University Press.</p> <p>Lay, T y T. Wallace (1995), <i>Modern Global Seismology</i>. Academic Press.</p> <p>Stein, S. y M. Wysession (2003), <i>An introduction to seismology and Earth structure</i>. Blackwell.</p> <p>Udías, A. y E. Bufo (2018), <i>Principles of Seismology (2ª ed.)</i>. Cambridge University Press.</p> <p>Complementaria:</p> <p>Aki, K. y P. G. Richards (2002), <i>Quantitative Seismology</i>. W. H. Freeman, 2ª edición, San Francisco.</p> <p>Pujol, J (2003), <i>Elastic wave propagation and generation in Seismology</i>. Cambridge University Press, Cambridge.</p> <p>Sheriff, R. E. y L. P. Geldart (1995), <i>Exploration Seismology</i>. Cambridge University Press. New York. USA, 2ª edición.</p>		
Recursos en internet		
<p>Campus virtual http://www.ign.es http://www.orfeus-eu.org http://www.iris.washington.edu</p>		
Metodología		
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de propagación de ondas sísmicas. Ecuación eikonal en un medio elástico, teoría de rayos para obtener la trayectoria y tiempos de llegada y su aplicación en la inversión de datos sísmicos. Los conceptos teóricos se interpretarán en base a las observaciones (sismogramas) ▪ Clases de problemas que se irán intercalando con las lecciones teóricas de manera que se complementen de manera adecuada. ▪ Trabajos prácticos de laboratorio. <p>Las lecciones teóricas se impartirán utilizando la pizarra, así como presentaciones proyectadas desde el ordenador. La propuesta de problemas y prácticas serán facilitadas al alumno por medio del campus virtual.</p>		
Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	60%
<p>El examen tendrá una parte de cuestiones teóricas y otra parte práctica de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase). Para la realización de los exámenes el alumno no podrá consultar ningún tipo de material.</p>		

Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
Realización de prácticas y/o trabajos en grupo o individuales con elaboración de memorias y exposición de resultados. Además, se evaluará la participación en las discusiones y problemas planteados en clase.		
Calificación final		
La calificación final será: $N_{Final} = 0.6N_{Examen} + 0.4N_{OtrasActiv}$ donde N_{Examen} y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores.		



MASTER EN METEOROLOGÍA Y GEOFÍSICA (curso 2019-2020)

Ficha de la asignatura:	Procesado, computación y análisis de datos geofísicos			Código	609460
Materia:	Fundamentos de Geofísica	Módulo:	Básico		
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Tierra	Curso:	1º	Semestre:	1º

	Total	Teóricos Problemas Seminarios	Prácticas
Créditos ECTS:	6	5.7	0.3
Horas presenciales	45	39	6

Profesor/a Coordinador/a:	Diego Córdoba Barba			Dpto:	FTA
	Despacho:	119 (4ª planta)	e-mail	dcordoba@fis.ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado

Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	M V	9:00-10:30 9:00-10:30	Diego Córdoba Barba	1er Semestre	39	FTA

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado

Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Aula 216 4ª planta	4 sesiones de 9:00-10:30: 27/09, 18/10, 15/11 y 29/11	Diego Córdoba Barba	6	FTA

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado

Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Diego Córdoba Barba	M, J de 11:00-12:30(*)	dcordoba@fis.ucm.es	119 (4ª planta)

(*) (3h no presenciales): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, etc.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

Tras cursar con provecho esta materia, el alumno conocerá los conceptos básicos de la Geofísica referidos a los campos potenciales de gravedad y magnetismo terrestre y a la propagación de ondas sísmicas en un medio elástico como es la Tierra.

Competencias de la asignatura
CB6, CB7, CB8, CB10, CG3, CG6, CG7, CG8
Resumen
Herramientas matemáticas en Geofísica. Herramientas estadísticas y análisis de series temporales en Geofísica. Uso de softwares de programación en problemas geofísicos. Modelización y algoritmos de inversión numérica en geofísica. Aplicaciones en geomagnetismo, gravimetría y sismología.
Conocimientos previos necesarios
Se recomienda que el alumnado tenga conocimientos básicos de Física de la Tierra, incluyendo los campos potenciales de gravedad y geomagnético, así como la Física y Estructura de la Tierra sólida. Se recomienda también un conocimiento básico de programación científica.

Programa de la asignatura
<p>1. INTRODUCCIÓN. Campañas geofísicas: adquisición y procesado de datos. Procesado de series temporales. Ajuste y representación de observaciones. Introducción al software de representación gráfica GMT.</p> <p>2. HERRAMIENTAS GEOFÍSICAS PARA PROCESADO DE DATOS. Señales analógicas y digitales. Convolución y correlación. Uso y aplicación de transformadas. Modelización y algoritmos de inversión numérica en geofísica (métodos bayesianos, Monte-Carlo y bootstrap). Aplicaciones.</p> <p>3. DISEÑO DE FILTROS PARA DATOS GEOFÍSICOS. Filtros en el dominio de frecuencias y tiempo. Aplicaciones.</p> <p>4. PROCESADO DE DATOS DE TERREMOTOS. Sistemas de adquisición. Formatos de datos. Análisis de la relación señal/ruido. Análisis espectral de sismogramas. Corrección de la respuesta del sismómetro. Correlación y autocorrelación de sismogramas. Rotación de componentes de un sismograma. Aplicaciones.</p> <p>5. PROCESADO DE DATOS DE SÍSMICA DE REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN. Metodología de la adquisición y procesado de datos. Edición de trazas. Stacking. Filtrado de datos. Correcciones MO y DMO. Muting. Migración. Procesado τ-p y f-k. Introducción al software de procesado de datos SEISMIC UNIX. Aplicaciones.</p> <p>6. PROCESADO DE DATOS DE CAMPOS POTENCIALES. Bases de datos de campos potenciales. Correcciones, interpolación y procesado de datos. Separación de anomalías regional y residual. Análisis de frecuencias de las anomalías. Prolongación ascendente. Cálculo de la segunda derivada.</p> <p>7. BASES DE DATOS GEOFÍSICOS. Diseño de campañas geofísicas. Generación de bases de datos. Metadatos. Representación gráfica 3-D. Sistemas de Información Geográfica.</p>
Bibliografía
<p>Básica: Jacoby, W. y P. L. Smilde (2009), <i>Gravity Interpretation. Fundamentals and application of gravity inversion and geological interpretation</i>. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN: 978-3-540-85328-2. Milsom, J. y A. Eriksen (2011), <i>Field Geophysics</i>. Fourth Edition. Wiley. ISBN: 978-0-470-74984-5. Sheriff, R.E. y Lloyd P. Geldart (1995), <i>Exploration Seismology</i>. Cambridge University Press. Second Edition, 1995. ISBN: 0-521-46826-4. Telford, W. M., L.P. Geldart y R.E. Sheriff (1990), <i>Applied Geophysics</i>, Second Edition. Cambridge University Press. Timothy, L., y R. Douglas Kaufmann (2013), <i>Acquisition and analysis of terrestrial gravity data</i>. Cambridge University Press. ISBN: 978-1-107-02413-7.</p>

Complementaria:		
E.Bufo, C. Pro y A. Udías. 2012, <i>Solved problems in Geophysics</i> . Cambridge University Press.		
J. Wahr. 1996, <i>Geodesy and gravity, class notes</i> . Samizdat Press. Golden, Colorado.		
http://landau.mines.edu/~samizdat		
W. Torge. 1991, <i>Geodesy</i> , 2 nd edition. Walter de Gruyter. New York.		
Recursos en internet		
Campus virtual UCM		
http://www.ign.es		
http://bgi.omp.obs-mip.fr/overview		
http://agrav.bkg.bund.de/agrav-meta/		
http://www.soest.hawaii.edu/gmt/		
https://ds.iris.edu/ds/nodes/dmc/software/downloads/sac/		
https://pubs.usgs.gov/of/2001/of01-326/HTML/SEISUNIX.HTM		
Metodología		
Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos del campo de gravedad de la Tierra, la metodología de adquisición y procesado de datos gravimétricos y su aplicación para obtener la estructura interna de la Tierra. ▪ Clases de problemas que se irán intercalando con las lecciones teóricas de manera que se complementen de manera adecuada. ▪ Trabajos prácticos de laboratorio. 		
Las lecciones teóricas se impartirán utilizando la pizarra, así como presentaciones proyectadas desde el ordenador. La propuesta de problemas y prácticas serán facilitadas al alumno en las clases presenciales y por medio del campus virtual.		
Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	60%
El examen tendrá una parte de cuestiones teóricas y otra parte práctica de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase). Para la realización de los exámenes el alumno no podrá consultar ningún tipo de material.		
Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
Resolución de problemas a lo largo del curso. Realización de prácticas y/o trabajos en grupo o individuales con elaboración de memorias y exposición de resultados		
Calificación final		
La calificación final será:		
$N_{Final} = 0.6N_{Exámen} + 0.4N_{OtrasActiv}$		
donde $N_{Exámen}$ y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores.		



MASTER EN METEOROLOGÍA Y GEOFÍSICA (curso 2019-2020)

Ficha de la asignatura:	Componentes y evolución del magnetismo terrestre	Código	609461	
Materia:	Fundamentos de Geofísica	Módulo:	Básico	
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Tierra	Curso:	1º	Semestre: 1º

	Total	Teóricos Problemas Seminarios	Prácticas
Créditos ECTS:	6	5.7	0.3
Horas presenciales	45	39	6

Profesor/a Coordinador/a:	Miguel Herraiz Sarachaga María Luisa Osete López			Dpto:	FTA
	Despacho:	119 (4ªplanta) 115 (4ªplanta)	e-mail	mherraiz@fis.ucm.es mlosete@fis.ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	X	10.30 – 12.00	M.L. Osete	1ª parte (temas 1-5) hasta 15 Octubre 2019.	18	FTA
	V	10.30 – 12.00	M Herraiz			

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado						
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.	
A1	Aula 12 y/o Lab. 216 (4ªplanta)	4 (25/sept; 20/nov; a determinar; 11/dic). Horario: 10.30-12.00h.	M.L. Osete	1.5	FTA	
			M. Herraiz	4.5		

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
M. Herraiz	J: 9.30-12.30 (*)	mherraiz@fis.ucm.es	109 – 4ª Planta Este
M.L.Osete	J: 15.00 – 18.00 (*)	mlosete@fis.ucm.es	115 – 4ª Planta Este

(*) (3h no presenciales): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, etc.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

Tras cursar con provecho esta asignatura, el alumno conocerá los conceptos básicos de la Geofísica referidos al campo de magnetismo terrestre.

Competencias de la asignatura

CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CG3, CG6, CG7, CG8

Resumen

Principios del campo geomagnético y la magnetohidrodinámica. Campo Geomagnético Interno y Externo. Variación espacial y temporal del Campo Interno. Generación del Campo Interno. Variación secular y paleosecular; excursiones e inversiones del campo geomagnético. Influencia del Sol sobre el campo geomagnético. Ionosfera. Magnetosfera. Variaciones del Campo Externo. Meteorología espacial.

Conocimientos previos necesarios

Se recomienda que el alumnado tenga conocimientos básicos de Física de la Tierra, incluyendo el campo geomagnético, así como la Física y Estructura de la Tierra sólida.

Programa de la asignatura

1. Campo Magnético de la Tierra. Aproximación histórica. Conceptos fundamentales del electromagnetismo aplicados al estudio del Campo Magnético de la Tierra.
2. Magnetismo de la materia. Magnetización remanente e inducida. Imanación de monodominios. Teoría de Néel.
3. Fuentes del campo magnético terrestre. Campos constituyentes. Observación y medida del campo magnético. Técnicas de medida. Magnetómetros. Campo local y anomalías magnéticas.
4. Campo Principal. Variación secular y paleosecular; excursiones e inversiones del campo principal. Jerks. Modelos del campo principal.
5. Origen del campo principal. Magnetohidrodinámica. Ecuación de inducción magnética. Principales números magnéticos adimensionales. Teorema del flujo congelado. Modelos de geodinamo.
6. Campo Externo; características fundamentales. Plasmas. Movimientos de partículas cargadas en plasmas. Invariantes adiabáticos.
7. Influencia del Sol sobre el Campo Magnético de la Tierra: viento solar y Campo Magnético Interplanetario (IMF). Formación de la Magnetosfera. Cinturones de Van Allen
8. Ionosfera: Formación, observación y evaluación de su estado. Parámetros ionosféricos. Modelos ionosféricos. Fenómenos en la ionosfera: Auroras y Airglow. Efectos ionosféricos sobre la transmisión de ondas electromagnéticas y los Sistemas de Navegación y Posicionamiento Satelital (GNSS). Efectos de terremotos, tsunamis y huracanes sobre la ionosfera. Aplicaciones.
9. Creación y características de las Variaciones Periódicas del Campo Externo. Variaciones no periódicas del Campo Externo: índices de perturbación. Tormentas geomagnéticas y Sistemas de Alerta. Meteorología Espacial (Space Weather).
10. Fenómenos luminosos transitorios (TLEs) y fenómenos magnetosféricos.

Prácticas

Práctica 1. Medida del campo magnético. Magnetómetros. Campo anómalo. (25/9/2019)

Práctica 2. Análisis de ionogramas. (20/11/2019)

Práctica 3. Visita al Planetario (Actividad por la tarde en fecha a determinar con los alumnos)

Práctica 4. Interacción Sol-Tierra, Tormentas Geomagnéticas (11/12/2019)

Bibliografía
<p>Básica: Campbell, W.H. (1997), <i>Introduction to Geomagnetic Fields</i>. Cambridge Univ. Press. Kivelson, M.G., C.T. Russell (1995), <i>Introduction to Space Physics</i>. Eds., Cambridge University Press, Cambridge. Merril, R.T, M. McElhinny y P. McFadden (1996), <i>The Magnetic Field of the Earth</i>, Academic Press, Boston. Parkinson, W.D. (1983), <i>Introduction to Geomagnetism</i>, Elsevier, Amsterdam.</p> <p>Complementaria: Evans, M.E. and F. Heller (2003), <i>Environmental Magnetism</i>. Academic Press. Elsevier Science. Jacobs, J.A. -Editor- (1991), <i>Geomagnetism</i>. Academic Press, New York. Pröls, G.W. (2003), <i>Physics of the Earth's Space Environment</i>. Springer Verlag, Berlín.</p>
Recursos en internet
Asignatura en Campus Virtual
Metodología
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Lecciones de teoría donde se explicarán las características del campo magnético terrestre y los fundamentos físico-matemáticos de su análisis.• Clases prácticas de problemas que se irán intercalando con las lecciones teóricas de manera que se complementen de manera adecuada.• Seminarios de discusión. Realización de trabajos cortos sobre temas de actualidad relacionados con el campo magnético terrestre y/o discusión de contribuciones relevantes en el ámbito del Geomagnetismo. <p>Las lecciones teóricas se impartirán utilizando la pizarra y medios audiovisuales. Los contenidos principales de las clases teóricas así como la lista de problemas serán facilitados al alumno por medio del campus virtual con antelación suficiente.</p> <p>Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entrega de los problemas y prácticas propuestos para este fin, en las fechas que determine el profesor.</p> <p>Se realizarán actividades conjuntas con el Instituto Geográfico Nacional.</p>

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	70%
El examen tendrá una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase).		
Otras actividades de evaluación	Peso:	30%
<ul style="list-style-type: none"> • Resolución de problemas. • Realización de prácticas. • Realización de trabajos cortos en grupo o individuales y participación en los seminarios 		
Calificación final		
<p>La calificación final será:</p> $N_{\text{Final}} = 0.7N_{\text{Examen}} + 0.3N_{\text{OtrasActiv}}$ <p>donde N_{Examen} y $N_{\text{OtrasActiv}}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores</p>		



MASTER EN METEOROLOGÍA Y GEOFÍSICA (curso 2019-2020)

Ficha de la asignatura:	Física del Interior de la Tierra y Tectonofísica	Código	609463		
Materia:	Geofísica Avanzada	Módulo:	Física de la Tierra		
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Tierra	Curso:	1º	Semestre:	1º

	Total	Teóricos Problemas Seminarios	Prácticas
Créditos ECTS:	6	5	1
Horas presenciales	45	30	15

Profesor/a Coordinador/a:	Ana M ^a Negrodo Moreno			Dpto:	FTA
	Despacho:	114- 4º	e-mail	anegredo@fis.ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	J	9.00-10.00 (hasta el 7 nov.) 9.00-11.00 (a partir del 14 nov.)	Ana Negrodo Moreno	1er Semestre	30	FTA
	V	12.00 – 13.30				

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Lab de alumnos (216) Dp. FTA	Los viernes desde 20/09/2019 al 29/11/2019 (10 sesiones)	Ana Negrodo	15	FTA

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Ana Negrodo Moreno	Martes de 16:00 a 17:00 Jueves de 11:00 a 13:00 (*)	anegredo@fis.ucm.es	Desp 114 (4ª Pta)

(*) (3h no presenciales): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, etc.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

Tras cursar con aprovechamiento esta asignatura, el alumno conocerá los principales procesos dinámicos que ocurren en el interior de la Tierra

Competencias de la asignatura

CB6, CB7, CB9, CB10, CG1, CG2, CG3, CG4, CG6, CG7, CG8, CT1, CT2, CT3, CT5, CT6, CE1, CE2, CE3, CE4, CE5, CE6, CE7

Resumen

Dinámica y composición del núcleo, manto y litosfera. Generación y transporte de calor en el interior de la Tierra. Estado térmico de la litosfera continental y oceánica. Fundamentos de magmatismo y vulcanismo. Esfuerzos y deformaciones en la litosfera. Procesos de compresión y extensión litosférica. Aplicaciones geodinámicas del paleomagnetismo.

Conocimientos previos necesarios

Es conveniente tener conocimientos de Física de la Tierra.

Programa de la asignatura

- 1. Modelos Físicos y Mineralógicos de la Tierra.** Modelos 1D de Tierra: variaciones radiales de la velocidad, densidad, gravedad y presión. Caracterización física y composicional de las capas de la Tierra. Modelos mineralógicos del manto y del núcleo. Ecuación de estado. Cambios de fase. Implicaciones geodinámicas de las desviaciones de los modelos 1D.
- 2. Transporte de calor en la Tierra.**
 - 2.1 Transporte de calor en la litosfera.** Ecuación de la conducción. Generación radiactiva de calor. Estado térmico de la litosfera continental y de la oceánica: modelo de espacio semi-infinito vs. modelo de placa.
 - 2.2 Transporte de calor en el manto y núcleo.** Equilibrio adiabático gravitacional. Patrones de convección. Modelos del núcleo. Fusión parcial: fundamentos de magmatismo y vulcanismo.
- 3. Mecánica de fluidos y sus aplicaciones geodinámicas.** Ecuaciones de conservación de la masa y del momento para fluidos viscosos. Aplicaciones geodinámicas: viscosidad del manto y ajuste isostático glacial. Convección térmica y número de Rayleigh.
- 4. Comportamiento mecánico de la litosfera.** Medios elásticos, medios viscosos, viscoelasticidad y plasticidad. Modelos mecánicos de la litosfera: placa elástica, viscoelástica y elasto-plástica. Modelos de estratificación de la litosfera continental.
- 5. Flexión litosférica.** Ecuación de la flexión. Espesor elástico equivalente. Estudio de casos particulares. Flexión de litosfera continental y litosfera oceánica. Esfuerzos horizontales. Flexión bajo cadenas de Islas. Flexión litosférica en una fosa.
- 6. Procesos geodinámicos.** Perspectiva histórica. Aportaciones del Paleomagnetismo y de la Sismología. Fuerzas motoras de la tectónica de placas. Velocidad absoluta y relativa de las placas. Extensión y compresión litosférica: formación de cuencas sedimentarias y orógenos. Procesos reciclaje de la litosfera: subducción y delaminación continental. Plumitas mantélicas y Puntos Calientes.

PRÁCTICAS (10 sesiones) P1.- Estudio y representación del estado térmico de la litosfera continental P2.- Estudio y representación del flujo de calor superficial P3.- Estudio y representación del estado térmico de la litosfera oceánica, flujo geotérmico y profundidad de fondo oceánico. P4.- Estudio y representación de la estratificación reológica de la litosfera continental. P5.- Plumas mantélicas y 'hotspots' P6.- Extensión litosférica: cálculo del factor de extensión de una cuenca sedimentaria
Bibliografía
Básica: Lowrie, W., 2007, <i>Fundamentals of Geophysics</i> . Cambridge University Press. Turcotte and Schubert, 2002, <i>Geodynamics</i> . Cambridge University Press. Ranalli, G., 1995, <i>Rheology of the Earth</i> . Chapman and Hall eds. Fowler, C.M.R., 2005, <i>The Solid Earth: An Introduction to Global Geophysics</i> , Cambridge University Press.
Complementaria: Allen and Allen, 2004, <i>Basin analysis: principles and applications</i> , Willey Pub. Group. Watts, 2009, <i>Crust and lithosphere dynamics: Treatise on Geophysics</i> , Elsevier Bercovici, 2009, <i>Mantle dynamics: Treatise on Geophysics</i> , Elsevier Artículos científicos.
Recursos en internet
<i>Campus virtual</i> 'Lecture notes' de los cursos abiertos del MIT: Geodynamics: http://ocw.mit.edu/courses/earth-atmospheric-and-planetary-sciences/12-520-geodynamics-fall-2006/ Essentials of geophysics: http://ocw.mit.edu/courses/earth-atmospheric-and-planetary-sciences/12-201-essentials-of-geophysics-fall-2004/

Metodología
Se desarrollarán las siguientes actividades formativas: <ul style="list-style-type: none">▪ Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la física del interior terrestre.▪ Clases de problemas que se irán intercalando con las lecciones teóricas de manera que se complementen de manera adecuada. Prácticas de laboratorio a realizar en aulas de informática.▪ Exposición de trabajos realizados por los alumnos sobre artículos relacionados con los contenidos. Las lecciones teóricas se impartirán utilizando la pizarra y presentaciones de ordenador. Los alumnos dispondrán con antelación de los enunciados de los problemas y prácticas a través del campus virtual.

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	50%
Se realizará un examen final que abarcará los contenidos de los temas, incluyendo aspectos desarrollados en las prácticas y otras actividades.		
Otras actividades de evaluación	Peso:	50%
<ul style="list-style-type: none"> • El alumnado entregará un informe individual de cada una de las prácticas realizadas. • Además entregará problemas resueltos o informes de actividades propuestas que se realizarán generalmente de manera individual. • Presentación y discusión de artículos investigación recientes publicados en revistas científicas de calidad. 		
Calificación final		
La calificación final será:		
$N_{Final}=0.5N_{Examen}+0.5N_{OtrasActiv}$		
donde N_{Examen} y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores.		



MASTER EN METEOROLOGÍA Y GEOFÍSICA (curso 2019-2020)

Ficha de la asignatura:	Oceanografía Física			Código	606833
Materia:	Clima	Módulo:	Física de la Atmósfera		
Carácter:	Optativa	Curso:	1º	Semestre:	1º

	Total	Teóricos Problemas Seminarios	Prácticas
Créditos ECTS:	6	5	1
Horas presenciales	45	30	15

Profesor/a Coordinador/a:	María Belén Rodríguez de Fonseca			Dpto:	FTA
	Despacho:	107-4ª planta	e-mail	brfonsec@ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	X J	13:30-15:00 13:30-15:00	María Belén Rodríguez de Fonseca	1º semestre	30	FTA

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1		9 horas de prácticas en el horario de clase, distribuidas en 6 sesiones a determinar durante el curso	Belén Rodríguez de Fonseca	9	FTA
	Aula 12	6 horas en 3 sesiones de discusión resultados y análisis a lo largo del curso	Belén Rodríguez de Fonseca	6	FTA

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Belén Rodríguez de Fonseca	M y J: 10:00 a 12:00 (*)	brfonsec@ucm.es	Dcho: 112 4ª planta

(*) (2h no presenciales): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, etc.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
<p>Tras cursar esta materia con provecho el alumno estará familiarizado con una de las componentes fundamentales del sistema climático: el océano, junto con las variables que describen su comportamiento y las ecuaciones fundamentales para su estudio en distintas escalas temporales. Además conocerá su interacción con la atmósfera y su acoplamiento y será capaz de analizar con datos reales los procesos que gobiernan la dinámica oceánica y su interacción con la atmósfera.</p>
Competencias de la asignatura
<p>CB6-CB10 CG1-CG3 CG6-CG8 CT1-CT8 CE1-CE7</p>
Resumen
<p>Propiedades del agua de mar. Masas de Agua. Ecuaciones de movimiento. Corrientes y Ondas. Flujo geostrofico. Vorticidad en el océano. Interacción atmósfera-océano. Circulación dirigida por el viento. Circulación termohalina. El fenómeno de El Niño.</p>
Conocimientos previos necesarios
<p>Se recomienda tener conocimientos básicos de las ecuaciones fundamentales que rigen el comportamiento de un fluido, de las ecuaciones básicas que rigen el movimiento en la atmósfera, y conocimientos de circulación general.</p> <p>Se aconseja algunos conocimientos de computación científica: saber realizar cálculos y programas básicos con Matlab, R, Python u octave. Es bienvenido cualquier conocimiento en programación y estar familiarizado con trabajar con datos.</p> <p>Se recomienda sistema operativo Linux y conocimientos de inglés.</p> <p>Las prácticas se realizarán usando GrADs MATLAB y ODV (Ocean Data View)</p>
Programa de la asignatura
<p>1. Introducción histórica. Evolución de los estudios de oceanografía. Evolución de las observaciones en el océano.</p> <p>2. Propiedades del Agua del Mar Datos hidrográficos. Temperatura, salinidad, densidad y presión. Perfiles de salinidad y temperatura. Diagramas Temperatura-salinidad. Masas de Agua. Estabilidad.</p> <p>3. La influencia Atmosférica. Descripción de la circulación general de la atmósfera. Cinturones de viento y presión. Capa límite planetaria. Medida del viento. El stress del viento. Transferencia de calor y de momento, cálculo de flujos.</p> <p>4. Ecuaciones Fundamentales: Fuerzas en el océano. Corrientes y Ondas. Sistemas de coordenadas en el oceano. Derivada Total. Ecuaciones de Navier Stokes.</p> <p>5. Balance de Calor en el Océano. Términos de la ecuación de balance de calor. Transporte de calor en el océano. Flujo de flotabilidad. Conservación de la masa y de la Sal. Medida de flujos en el océano.</p> <p>6. Turbulencia en el océano. Viscosidad. El papel de los términos no lineales. Stress de Reynolds y su divergencia. Ecuaciones de momento turbulentas. Viscosidad Eddy. Mezcla en el océano. Estabilidad estática, dinámica y doble difusión.</p> <p>7. Corrientes Oceánicas dirigidas por el viento. Movimiento inercial. La capa de Ekman, espiral de Ekman, transporte de masa de Ekman. Aplicaciones de la Teoría de Ekman: afloramiento costero, bombeo de Ekman.</p> <p>8. Corrientes Geostroficas. Aproximación Geostrofica. Medidas de altimetría. Calculo de Corrientes Geostroficas con datos de altimetría. Cálculo de corrientes con datos hidrográficos.</p> <p>9. Vorticidad en el Océano: Definición de Vorticidad. Conservación de la vorticidad, influencia de la</p>

vorticidad. Corrientes Frontera. Vorticidad y Bombeo de Ekman.

10. Ondas en el océano. Teoría lineal de ondas superficiales. Ondas no lineales. Spectro de una onda. Ondas barotrópicas en el océano. Modelo de aguas someras. Ondas de Gravedad. Ondas Ecuatoriales. Ondas de Kelvin y de Rossby

11. La circulación Profunda. Teoría de la circulación profunda. Importancia de la circulación profunda. Observaciones de la circulación profunda.

12. Interacciones aire-océano. Fenómenos de interacción intraestacional, interanual y decadal. Interacciones en el trópico y en el extratropical

Programa de Prácticas.

Práctica 1: Estructura Vertical del Océano. Perfiles y Masas de Agua.

Práctica 2: Ecuaciones Fundamentales I: corrientes horizontales y células meridionales

Bibliografía

Básica Steward, R, 2008: Introduction to Physical Oceanography.
http://oceanworld.tamu.edu/home/course_book.htm

Pond, S.A.; G. L. Pickard, 1983: Introduction to dynamical Oceanography. Gulf Professional Publishing.

Knauss, J.A., 1997: Introduction to Physical Oceanography. Prentice Hall PTR, 1997 - Science - 309 pages Complementaria

Artículos históricos a comentar:

Sverdrup, H., 1947: wind driven currents in a baroclinic ocean; with applications to the equatorial currents of the eastern Pacific. Proceedings of the National Academic of Science, 33, 318-325.

Stommel, H. 1948: The westward intensification of wind-driven ocean currents. Transactions, American Geophysical Union, 25, 2.

Munk, W., 1950: On the wind driven ocean circulation. Journal of Meteorology, 7, 2, 79-93.

Recursos en internet

Campus virtual : el profesor colgará del campus toda la información necesaria y que se resume en:

Libros online: Steward, R, 2008: Introduction to Physical Oceanography.

http://oceanworld.tamu.edu/home/course_book.htm

Libro de oceanografía del CSIC (España)

<http://www.cmima.csic.es/mirror/mattom/regoc/pdfversion.html>

Presentaciones online: - Presentaciones del profesor Emery <http://ccar.colorado.edu/asen5215/>

http://www.meted.ucar.edu/oceans/ocean_models/navmenu.htm

- Universidad de Yale, presentaciones <http://earth.geology.yale.edu/~avf5/teaching/ResourcesGG535/>

Glosario de Términos de Oceanografía de

<http://stommel.tamu.edu/~baum/paleo/paleogloss/paleogloss.html>

Datos globales del océano:

<http://www.oceansites.org/>

<http://www.coriolis.eu.org/Observing-the-Ocean>

World Ocean Circulation Experiment (WOCE)

<https://www.nodc.noaa.gov/woce/wdiu/>

Metodología		
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clases teóricas en las que se explicarán los principales conceptos de la oceanografía física empleando principalmente presentaciones proyectadas desde el ordenador así como la pizarra. Se hará uso también de experimentos de cátedra relacionados con la oceanografía tomados de HYPERLINK "http://meteolab.fis.ucm.es/"http://meteolab.fis.ucm.es • Seminarios: A lo largo del curso se impartirán seminarios por parte de profesionales de la oceanografía como pueden ser Puertos del Estado, Instituto Español de Oceanografía, AEMET y el CSIC. • Sesiones prácticas de laboratorio en el aula de informática que incluirán análisis de datos oceanográficos, ejemplificación e interpretación de los conceptos aprendidos en clase y discusión de artículos científicos. <p>La evaluación de las prácticas incluirá</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entrega de memoria escrita. • Exposición oral de las prácticas y discusión. • Elaboración de trabajos escritos breves basados en publicaciones científicas. <p>Se facilitará a los alumnos el material de las presentaciones de las clases teóricas con antelación suficiente por medio del campus virtual. Se habilitará un foro en el campus virtual para poder resolver dudas online.</p>		
Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	50%
<p>Se realizará un examen final al término del curso que comprenderá preguntas de razonamiento teórico-práctico. La calificación final, relativa al examen se valora sobre 10 puntos.</p>		
Otras actividades de evaluación	Peso:	50%
<p>A lo largo del curso y como parte de la evaluación continua, el alumno entregará de forma individual las tareas de tipo práctico (OA) que indique el profesor en las fechas que éste determine. La evaluación de OA se hará:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realización de prácticas de laboratorio y entrega de memoria escrita* (60%) • Presentación por escrito de trabajos (20%) • Presentación oral de trabajos (20%) <p>* El trabajo de laboratorio incluye las memorias exigidas y su realización será requisito obligatorio para la calificación del resto de actividades</p>		
Calificación final		
<p>La calificación final será el resultado de la media ponderada de cada uno de los métodos de evaluación según su peso indicado anteriormente:</p> <p>$CFinal = 0.50 \cdot Exam + 0.50 \cdot OA$</p> <p>donde Exam es la calificación obtenida en el examen y OA la correspondiente a Otras Actividades.</p>		



MASTER EN METEOROLOGÍA Y GEOFÍSICA (curso 2019-2020)

Ficha de la asignatura:	Técnicas Aplicadas a la Meteorología		Código	606831	
Materia:	Meteorología Aplicada	Módulo:	Física de la Atmósfera		
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Atmósfera	Curso:	1º	Semestre:	1º

	Total	Teóricos Problemas Seminarios	Prácticas
Créditos ECTS:	6	5	1
Horas presenciales	45	30	15

Profesor/a Coordinador/a:	Natalia Calvo Fernández			Dpto:	FTA
	Despacho:	11-Baja oeste	e-mail	nataliac@fis.ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	L,M	12:00-13:30	Natalia Calvo Fernández	1er semestre	30	FTA

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Aula 15	En horario de clase, días a determinar L: 12-13:30h	Natalia Calvo Fernández	15	FTA

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Natalia Calvo Fernández	X,J 10.30-12 (*)	nataliac@fis.ucm.es	11-planta baja-oeste

(*) (3h no presenciales): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, etc.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

Al final con aprovechamiento esta asignatura, el alumno sabrá aplicar las principales técnicas estadísticas de análisis de datos en la atmósfera

Competencias de la asignatura

CB6,CB7,CB8,CB10,CG1,CG2,CG3,CG4,CG5,CG6,CG7,CG8

Resumen

Análisis de datos atmosféricos y climatológicos. Estadística básica. Análisis de extremos. Análisis espacio-temporal de series.

Conocimientos previos necesarios

Se recomienda que el alumno tenga conocimientos previos de estadística básica, de meteorología aplicada y/o climatología y de programación básica.

Programa de la asignatura

- **Técnicas de observación en la atmósfera.** Sistemas de observación y bases de datos meteorológicas/climáticas.
- **Estadística básica:** Estadística descriptiva; distribuciones de probabilidad continuas y discretas.
- **Inferencia y Contraste de Hipótesis.** Análisis de composites.
- **Covarianza y correlación.** Análisis de regresión. Tendencias.
- **Análisis univariante de series temporales:** homogeneidad temporal; análisis espectral. Filtros.
- **Análisis de datos extremos:** ocurrencia de eventos extremos; períodos de retorno.
- **Análisis espaciotemporal:** teleconexiones; análisis de componentes principales (modo t , modo s).

Se realizarán 7 prácticas como aplicación de los temas del curso:

Las prácticas se realizarán en el Aula de Informática los lunes o martes en horario de clase (12:00-13:30), a partir de la segunda semana de clase.

Bibliografía

Bibliografía básica:

- Wilks D.S. 2006: *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. Academic Press 627pp.

Bibliografía complementaria:

- von Storch, H., and F. Zwiers, 1999: *Statistical Analysis in Climate Research*. Cambridge University Press, 494 pp.
- Gorgas, Cardiel, Zamorano, 2012: *Estadística Básica para Estudiantes de Ciencias*. 206pp.

Recursos en internet

Campus virtual, página web de la asignatura.

Enlaces web a páginas de interés de disponibilidad de datos y de aplicaciones de técnicas estadísticas a análisis de datos meteorológicos y climáticos (e.g. NOAA National Climatic Data Center, Centro Europeo de Predicción a Medio y Largo Plazo, etc.)

Metodología		
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <p>Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la asignatura. Se utilizarán casos reales para la ilustración de ejemplos de aplicaciones. Se llevarán a cabo a partir de presentaciones proyectadas desde el ordenador y serán facilitadas al alumno por medio del campus virtual.</p> <p>Sesiones prácticas como aplicaciones con datos reales o simulados, que se irán intercalando con las lecciones teóricas de manera que se complementen</p> <p>Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entrega de las prácticas y trabajos propuestos para este fin en las fechas que determine el profesor. Entregarán las correspondientes memorias de las prácticas.</p>		
Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	50%
Examen teórico		
Otras actividades de evaluación	Peso:	50%
<ul style="list-style-type: none"> Evaluación de las prácticas realizadas por los alumnos 		
Calificación final		
<p>La calificación final, C_{Final}, será la suma del examen final (50%) y de las prácticas (50%) de la asignatura.</p> $C_{Final} = 0.5 N_{exam} + 0.5 N_{OA}$ <p>Donde N_{exam} es la calificación en el examen teórico y N_{OA} es la de otras actividades. La nota mínima necesaria en cada una de las dos partes para hacer media es de 4 sobre 10.</p>		



MASTER EN METEOROLOGÍA Y GEOFÍSICA (curso 2019-2020)

Ficha de la asignatura:	Modelización Numérica	Código	606830		
Materia:	Meteorología Aplicada	Módulo:	Física de la Atmósfera		
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Atmósfera	Curso:	1º	Semestre:	2º

	Total	Teóricos Problemas Seminarios	Prácticas
Créditos ECTS:	6	5	1
Horas presenciales	45	30	15

Profesor/a Coordinador/a:	Maria Luisa Montoya Redondo			Dpto:	FTA
	Despacho:	6 Baja Oeste	e-mail	mmontoya@ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	J V	10:30-12:00 9:00-10:30	Maria Luisa Montoya Redondo	2º semestre	30	FTA

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Aula 15	Todos los viernes a partir del 1 de febrero (10 sesiones) 9:00-10:30	Maria Luisa Montoya Redondo	15	FTA

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
M ^a Luisa Montoya Redondo	X 11:00-13:00 y 14:30-16:00 (*)	mmontoya@ucm.es	Despacho 6, planta baja, módulo Oeste.

(*) (2.5h no presenciales): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, etc.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

Al finalizar con aprovechamiento esta materia, el alumno sabrá aplicar las ecuaciones fundamentales de los movimientos atmosféricos, en cualquier escala, será capaz de aplicar los métodos numéricos apropiados para la modelización de tales procesos y su evolución para la aplicación a la predicción.

Competencias de la asignatura

CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CG1, CG2, CG3, CG6, CG7, CG8

Resumen

Discretización de las ecuaciones fundamentales. Parametrizaciones de los procesos físicos de sub-malla. Modelos meteorológicos. Modelos acoplados océano-atmósfera. Modelos climáticos. Evaluación de los modelos. Predictibilidad.

Conocimientos previos necesarios

Conocimientos básicos de física del clima, dinámica de fluidos, computación, estadística e inglés.

Programa de la asignatura

- **Introducción.** *Introducción histórica. Aspectos fundamentales de la modelización numérica de la atmósfera y el clima.*
- **Discretización numérica de las ecuaciones fundamentales.** *Ecuaciones fundamentales. Sistemas de coordenadas. Clasificación de las ecuaciones diferenciales parciales. Problemas de valores iniciales y de condiciones de contorno. Métodos de diferencias finitas. Volúmenes finitos.*
- **Modelización de las componentes del sistema climático.** *Modelos de atmósfera y océano: discretización, dinámica, física y parametrizaciones. Modelización del hielo marino, hielo terrestre, vegetación terrestre, biogeoquímica oceánica, química atmosférica.*
- **Integración de los modelos.** *Acoplamiento de los modelos. Integración. Inicialización.*
- **Evaluación de los modelos.** *Intercomparación de los modelos. Comparación con registros atmosféricos y oceánicos. Variabilidad climática. Extremos. Sensibilidad climática.*
- **Aplicaciones.** *Experimentos de sensibilidad. Simulaciones paleoclimáticas Simulaciones del clima futuro*

Programa práctico (a desarrollar en el aula de informática)

Introducción a las herramientas computacionales fundamentales (Linux, fortran, R).

Realización de sesiones prácticas de diferentes aplicaciones de la asignatura:

- Impacto del uso de diferentes esquemas en diferencias finitas.
- Simulaciones climáticas mediante un modelo de circulación general atmosférico.

Bibliografía

Goosse H., P.Y. Barriat, W. Lefebvre, M.F. Loutre and V. Zunz. Introduction to climate dynamics and climate modeling, 2008: <http://www.elic.ucl.ac.be/textbook>.

Haltiner, G.J., R.T. Williams, 1980, Numerical Prediction and Dynamic Meteorology. Wiley, 477 pp

Kalnay, E., 2003, Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability, 2003 Cambridge University Press, ISBN: 052179179, 2003.

McGuffie K., A. Henderson-Sellers, 2005, A Climate Modelling Primer, 3rd ed., John Wiley, 296 pp.

Randall, D. An Introduction to Atmospheric Modelling:
<http://kiwi.atmos.colostate.edu/group/dave/at604.html>

Stocker, T., 2011, Introduction to Climate Modelling, Advances in Geophysical and Environmental Mechanics and Mathematics, K. Hutter (ed.), Springer Verlag. DOI 10.1007/978-3-642-00773-6_1, 179 pp.

Stocker, T.F., et al., 2013: Technical Summary. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Trenberth, K. E. (Editor), Climate System Modeling, 1992, Cambridge University Press, 788 pp.

Washington W.M., C.L. Parkinson, 2005, An Introduction to Three-Dimensional Climate Modeling, University Science Books, 354 pp.

Recursos en internet

Campus virtual

Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

<http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

Clases teóricas en las que se explicarán los principales conceptos de la simulación numérica del clima utilizando presentaciones proyectadas desde el ordenador.

Sesiones prácticas de laboratorio en el aula de informática que incluirán ejercicios prácticos de simulación numérica con ordenadores y que se evaluarán a través de memorias.

Presentaciones breves basadas en publicaciones científicas con discusión en común.

Se facilitará a los alumnos el material de las presentaciones de las clases teóricas con antelación suficiente por medio del campus virtual.

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	60%
Se realizará un examen final al término del curso que comprenderá preguntas de razonamiento teórico-práctico. La calificación final, relativa al examen (N_{Exam}), se valora sobre 10 puntos.		
Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
<p>Realización de prácticas de laboratorio* (10%) Presentación oral de artículos (10%) Presentación de trabajos escritos (10%) Participación activa en clase (10%)</p> <p>* El trabajo de laboratorio incluye las memorias exigidas y su realización será requisito obligatorio para la calificación del resto de actividades.</p>		
Calificación final		
<p>La calificación final será el resultado de la media ponderada de cada uno de los métodos de evaluación según su peso indicado anteriormente:</p> $C_{Final} = 0.60 \cdot N_{Exam} + 0.40 \cdot N_{OA}$ <p>donde N_{Exam} es la calificación obtenida en el examen y N_{OA} la correspondiente a Otras Actividades</p>		



MASTER EN METEOROLOGÍA Y GEOFÍSICA (curso 2019-2020)

Ficha de la asignatura:	Variabilidad Climática	Código	606834
Materia:	Clima	Módulo:	Física de la Atmósfera
Carácter:	Optativa	Curso:	1º
		Semestre:	2º

	Total	Teóricos Problemas Seminarios	Prácticas
Créditos ECTS:	6	5	1
Horas presenciales	45	27	18

Profesor/a Coordinador/a:	Jorge Álvarez Solas	Dpto:	FTA
	Despacho: 228, 4ª planta módulo central	e-mail	jorge.alvarez.solas@fis.ucm.es

Teoría - Detalle de horarios y profesorado

Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/Fechas	Horas	Dpto.
13	J V	9:00 -10:30 10:30-12:00	Jorge Álvarez Solas	2º Semestre	9	FTA
			Álvaro de la Cámara		9	
			Blanca Ayarzagüena		9	

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado

Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Aula de clase.	12 sesiones	Jorge Álvarez Solas	6	FTA
			Álvaro de la Cámara	6	
			Blanca Ayarzagüena	6	

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado

Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Jorge Álvarez Solas	L,X 12.00-13.30 (*)	jorge.alvarez.solas@fis.ucm.es	228, 4ª planta central
Álvaro de la Cámara	L 10.00-13.00 (*)	acamarai@ucm.es	229, 4ª planta central
Blanca Ayarzagüena	M: 13:00-14:30 J: 16:00-17:30 (*)	bayarzag@ucm.es	233, 4ª planta central

(*) (3h no presenciales): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, etc.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

Tras cursar esta asignatura el alumno:

- estará familiarizado con el sistema climático y las variables que describen su comportamiento;
- profundizará en los conceptos de clima, variabilidad y cambio climático desde la perspectiva de los estudios observacionales y de modelización;
- conocerá la influencia de distintos factores que contribuyen a la variabilidad y al cambio climático;
- conocerá mejor las incertidumbres asociadas a las observaciones y a la simulación climática y entenderá su influencia en el desarrollo científico actual de la ciencia del cambio climático.

El alumno estará familiarizado al final del curso con el uso de la literatura científica, la escritura de informes técnicos en inglés y la presentación y discusión de artículos científicos relacionados con el programa.

Competencias de la asignatura

Básicas: CB6-10. Generales: CG1-3, CG7-8. Transversales: CT1-4, CT6-8. Específicas: CE2-4, CE7.

Resumen

Escalas temporales de la variabilidad climática. Caracterización de la Variabilidad Climática. Variabilidad interna y forzada. Forzamientos externos (naturales y antrópicos). Reconstrucción y simulación de la variabilidad. Predicción estacional y decadal. Simulaciones de cambio climático. Detección y atribución del cambio climático.

Conocimientos previos necesarios

Se recomienda haber cursado la asignatura de Física del Clima.

Se recomienda haber adquirido conocimientos de Estadística y Análisis de Datos y Dinámica Atmosférica. Se recomienda buen nivel de inglés.

Programa de la asignatura

1. Variabilidad larga del clima en la historia de La Tierra. Clima y tiempo meteorológico. Componentes del sistema climático y sus escalas características. La paradoja del Sol joven. Ciclo de carbono. Tierra bola de nieve. Retroacción de Walker. Del Cenozoico al Cuaternario. Parámetros orbitales de La Tierra. Ciclos glaciales-interglaciales. Variabilidad sub-orbital y cambios climáticos abruptos. Último milenio.

2. Variabilidad del clima en el periodo instrumental. Forzamiento radiativo externo (solar, volcánico, antrópico) e interno. Variabilidad climática en escalas desde interdecadal a interanual. Mecanismos de conexión océano-atmósfera, trópicos-extratrópicos, estratosfera-troposfera. Modos de variabilidad climática y teleconexiones atmosféricas a escalas global, hemisférica y regional.

3. Cambio climático: Aplicación de la modelización numérica al estudio del cambio climático. Proyecciones futuras en los forzamientos antrópicos: emisiones y concentraciones de gases de efecto invernadero, aerosoles y ozono. Proyecciones de cambio climático del estado medio y de la variabilidad interna. Incertidumbres. Detección y atribución de cambios: discriminación entre variabilidad interna y variabilidad forzada.

Programa de Prácticas. Se desarrollarán 3 prácticas (3 sesiones) en el aula en las que se discutirá literatura científica sobre cada uno de los temas de cada bloque.

Bibliografía

Básica

Hartmann, D. L., 1994: Global Physical Climatology, Academic Press, 411 pp.

IPCC, 2007: Climate Change 2007: The physical Science Basis. Contribution of working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (Solomon et al. Eds). Cambridge University Press, 996 pp.

IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA,.

Complementaria

Alverson, K., R. Bradley, T. Pederson, 2003: Paleoclimate, Global Change and the Future. Springer

Holton, J. R., 1992: An introduction to dynamic meteorology (3er Edition). 511 pp. Academic Press

Peixoto, J. P. and A. H. Oort, 1992: Physics of Climate, American Institute of Physics, New York, 520 pp.

Kump, L. R., J.F. Kasting, R.G. Crane, 2009: The Earth System (3rd Edition), Prentice Hall, 432 pp.

Rudimann, W. F., 2007: Earth's Climate: Past and Future (2nd Edition). W. H. Freeman Ed, 388 pp.

Durante el desarrollo de la asignatura se proporcionará bibliografía adicional a los estudiantes enfocada a la lectura y análisis de publicaciones científicas.

Recursos en internet

Campus virtual, enlaces de interés para la asignatura

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades:

- Clases teóricas utilizando presentaciones powerpoint, que se completarán con la pizarra.
- Elaboración de informes breves sobre publicaciones científicas y exposición oral de dichos trabajos.
- Se desarrollan dinámicas de grupo basadas en la discusión de la literatura científica.

Se facilitará a los alumnos el material de las presentaciones de las clases a través del campus virtual.

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	50%
<p>Se hará un examen final al término del curso que tendrá dos partes. Una será la realización de un informe breve (2 páginas) de discusión técnico/científica orientada al análisis/evaluación de un tema asignado que esté relacionado con los contenidos del curso. La segunda parte constará de una presentación del mismo de 15 minutos seguido de 15 minutos de discusión. La calificación final relativa exámenes, <i>NExam</i>, se evaluará sobre 10 puntos.</p>		
Otras actividades de evaluación	Peso:	50%
<p>Los alumnos se agruparán en pequeños grupos y realizarán una labor de discusión de literatura científica sobre temas específicos de la asignatura de un bloque de la asignatura. Además de la elaboración del informes, los alumnos realizarán una presentación oral.</p> <p>Al final de cada bloque, los alumnos responderán a un cuestionario para evaluar los conocimientos generales adquiridos en ese tema.</p> <p>La realización de estas actividades será requisito obligatorio para la calificación global</p>		
Calificación final		
<p>La calificación final será el resultado de la media ponderada de cada uno de los métodos de evaluación según su peso indicado anteriormente:</p> $CFinal = 0.50 \cdot NExam + 0.50 \cdot NOA$ <p>donde <i>NExam</i> es la calificación obtenida en el examen y <i>NOA</i> la correspondiente a Otras Actividades.</p>		



MASTER EN METEOROLOGÍA Y GEOFÍSICA (curso 2019-2020)

Ficha de la asignatura:	Micrometeorología	Código	606832	
Materia:	Meteorología Aplicada	Módulo:	Física de la Atmósfera	
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Atmósfera.	Curso:	1º	Semestre: 2º

	Total	Teóricos Problemas Seminarios	Prácticas
Créditos ECTS:	6	5	1
Horas presenciales	45	30	15

Profesor/a Coordinador/a:	Gregorio Maqueda Burgos			Dpto:	FTA
	Despacho:	219- 4ª Planta	e-mail	gmaqueda@ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/Fechas	Horas	Dpto.
13	J V	12:00-13:30 12:00-13:30	Gregorio Maqueda Burgos	2º Semestre	30	FTA

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Aula 1.Inf	J- 12:00-13:30 (28/02; 06/03) V- 12:00-13:30 (19/03; 16/04; 14/05)	Gregorio Maqueda Burgos	15	FTA

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Gregorio Maqueda Burgos	M- 10:30-12:00 L, J 16:00-17:00 (*)	gmaqueda@ucm.es	219- 4ª Planta

(*) (2.5h no presenciales): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, etc.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

Al finalizar con aprovechamiento esta asignatura, el alumno será capaz de aplicar las ecuaciones fundamentales de los movimientos atmosféricos en microescala, conocerá los procesos de intercambio turbulento en las capas más bajas de la atmósfera y sabrá aplicar técnicas de tratamiento de datos en la atmósfera.

Competencias de la asignatura

CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CG1, CG2, CG3, CB4, CG5, CG6, CG7, CG8. CE2, CE3, CE4, CE5.

Resumen

Capa Límite Atmosférica. Perfiles verticales de velocidad y temperatura en la baja atmósfera. Turbulencia Atmosférica. Teoría de Semejanza. Aplicaciones: difusión y contaminación atmosféricas. Recurso eólico.

Conocimientos previos necesarios

Conocimiento de las ecuaciones básicas que rigen el movimiento en la atmósfera.
Termodinámica Atmosférica: leyes fundamentales. Concepto de estabilidad.
Estadística descriptiva, conocimientos básicos. Conocimientos básicos de dinámica de fluidos.

Programa de la asignatura

Introducción: Escalas atmosféricas. Procesos a Microescala. Capa Límite Atmosférica. Subcapas de la CLA. Importancia y aplicaciones de la Micrometeorología.

Estabilidad de estratificación. Flujos y estimación de energía en la CLA. Temperatura potencial en la CLA: criterios de estabilidad local. Concepto de estabilidad no local Influencia del viento en la estabilidad: Número de Richardson. Capa de mezcla.

Flujo Laminar. Subcapa laminar. Número de Reynolds en la Capa Límite. Capa de Ekman. Limitaciones de la teoría de Ekman en la CLA.

Turbulencia. Intensidad de turbulencia. Tensor de Reynolds: Tensión turbulenta. Ecuaciones de movimiento promedio en flujo turbulento. Perfiles de velocidad en la CLA. Teoría de Gradiente. Hipótesis de longitud de mezcla. Perfil logarítmico. Perfil Potencial.

Teoría de semejanza. Aplicación del análisis dimensional en la CLA. Aplicación a estabilidad neutral. Longitud de Monin-Obukhov. Flujos turbulentos bajo condiciones no neutrales. Formas empíricas de las funciones de semejanza. Perfiles de viento y temperatura.

Recurso Eólico. Potencia eólica del viento. Relación entre los perfiles de viento y el aprovechamiento eólico. Influencia orográfica. Importancia de la climatología en el recurso eólico.

Contaminantes atmosféricos. Concepto de contaminación. Criterios para la clasificación de contaminantes. Principales contaminantes: fuentes, sumideros y efectos. Calidad del aire: normativa y objetivos.

Factores meteorológicos de la contaminación atmosférica. Mecanismos de dispersión. Categorías de estabilidad. Inversión térmica: ciclo diario. Penachos y factores locales. Dispersión a escala regional y superiores.

La ecuación de advección-difusión. Principio de superposición. Difusión molecular y turbulenta. Teorías del gradiente aplicadas a la difusión de contaminantes. Teorías K constante y variable.

Modelos de dispersión atmosférica. Tipos de modelos. Componentes de un modelo, usos y limitaciones. Modelos eulerianos y lagrangianos. El penacho gaussiano.

Programa de Prácticas.

Se realizará un programa de prácticas con análisis de datos de variables atmosféricas y simulaciones en ordenador de diferentes aplicaciones de la asignatura. Dichas sesiones se realizarán utilizando alternativamente el aula de informática y el aula tradicional. Las prácticas programadas ocuparán varias sesiones dependiendo de su desarrollo y extensión. Cada práctica finalizará con la elaboración de un informe.

Relación de prácticas propuestas:

Caracterización de la CLA. Estabilidad local y no local. Número de Richardson.

Perfiles de viento. Condiciones Neutrales y No Neutrales.

Determinación de escalas espacio-temporales.

Inventario de emisiones

Modelización del Penacho Gaussiano.

Horario de clase: 10 sesiones en el mismo horario de clase, 12:00-13:30h, (Aula de clase/ Aula de Informática (7.5 h)).

Las sesiones en Aula de Informática será en las fechas: 28/02/2020; 06/03; 20/03; 17/04; 14/05.

Bibliografía

Básica

- Arya, S. P. *'Introduction to micrometeorology'*. Academic Press.2001
- Seinfeld J.H. *'Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution'*. J Wiley 1998.
- Arya, S. P. *'Air Pollution Meteorology and Dispersion'*. Oxford Univ. Pres. 1999.

Complementaria

- Stull, R. B. *'An Introduction to Boundary Layer Meteorology'*. Kluwer Acad. Pub. 1988.
- Sorbjan. Z. *'Structure of the Atmospheric Boundary Layer'*. Prentice Hall. 1989.
- Jacobson, M.Z. *'Atmospheric pollution'*. Cambridge University Press. 2002.
- Panofsky H. and Dutton J. *'Atmospheric Turbulence' Models and Methods for Engineering Applications'*. J. Wiley and Sons, 1984.

Recursos en internet

Campus virtual, enlaces de interés para la asignatura.

Metodología		
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la micrometeorología, incluyendo ejemplos y aplicaciones reales operativas. • Clases de problemas y ejercicios con aplicaciones con datos reales o simulados, que se irán intercalando con las lecciones teóricas de manera que se complementen adecuadamente. • Sesiones prácticas en el Aula de Informática (laboratorio). <p>Las lecciones teóricas se impartirán utilizando la pizarra, así como presentaciones proyectadas desde el ordenador.</p> <p>Las presentaciones de las lecciones, así como la lista de problemas podrán ser facilitadas al alumno por medio del campus virtual.</p> <p>Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entrega de problemas y trabajos propuestos para este fin en las fechas que determine el profesor. Entregarán las correspondientes memorias de las prácticas de laboratorio.</p>		
Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	60%
<p>Se realizará un examen final al término del curso. Comprenderá preguntas de razonamiento teórico-práctico y ejercicios. La calificación final, relativa al examen N_{Exam}, se valorará sobre 10 puntos.</p> <p>Para la realización de los exámenes el alumno no podrá consultar ningún tipo de material.</p>		
Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
<p>A lo largo del curso y como parte de la evaluación continua, el alumno entregará de forma individual los problemas y tareas de tipo práctico que le indique el profesor en las fechas que éste determine (10%)</p> <p>El trabajo práctico en las sesiones presenciales de laboratorio programadas que incluyen las memorias de prácticas, es parte de la evaluación continua (30%). Su realización será requisito obligatorio para la calificación de este apartado.</p> <p>La valoración de otras actividades, N_{OA}, será sobre 10 puntos.</p>		
Calificación final		
<p>La calificación final será el resultado de la media ponderada de cada uno de los métodos de evaluación según su peso indicado anteriormente:</p> $C_{Final} = 0.60 \times N_{Exam} + 0.40 \times N_{OA}$ <p>donde N_{Exam} es la calificación obtenida en la realización del examen y N_{OA} es la correspondiente a Otras Actividades.</p>		



MASTER EN METEOROLOGÍA Y GEOFÍSICA (curso 2019-2020)

Ficha de la asignatura:	Observación Geofísica desde el Espacio	Código	609465
Materia:	Geofísica Avanzada	Módulo:	Física de la Tierra
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Tierra	Curso:	1º Semestre: 2º

	Total	Teóricos Problemas Seminarios	Prácticas
Créditos ECTS:	6	5	1
Horas presenciales	45	30	15

Profesor/a Coordinador/a:	F. Javier Pavón Carrasco			Dpto:	FTA
	Despacho:	106 (4º planta)	e-mail	fjpavon@ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/Fechas	Horas	Dpto.
13	L,M	12.00 – 13.30	F. Javier Pavón Carrasco	Del 27 enero al 9 marzo 2020	12.5	FTA
13	L,M	12.00 – 13.30	Javier Fullea Urchulutegui	Del 10 marzo al 12 mayo 2020	17.5	FTA

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Aula 216 (4º planta)	5 sesiones (24 y 25 feb; 2, 3 y 9 marzo). Horario: 12.00 – 13.30h.	F. Javier Pavón Carrasco	7.5	FTA
		5 sesiones (28 abril y 4,5,11,12 mayo). Horario: 12.00 – 13.30h	Javier Fullea Urchulutegui	7.5	

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
F. J. Pavón Carrasco	X: 10.00 a 12.00 J: 11.00 a 12.00 (*)	fjpavon@ucm.es	Despacho 106, 4º planta
Javier Fullea Urchulutegui	X: 11.00 a 12.00 V: 10.00 a 12.00	j.fullea@igeo.ucm-csic.es	A determinar

(*) (3h no presenciales): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, etc.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
Tras cursar con aprovechamiento esta materia, el alumno conocerá los principales procesos dinámicos que ocurren en el interior de la Tierra y los mecanismos que los originan, así como el proceso de generación y ocurrencia de los terremotos y la información que aportan para conocer la dinámica terrestre. Asimismo, el conocimiento teórico y práctico de paleomagnetismo permitirá conocer la evolución del Campo magnético terrestre en el pasado, así como manejar las aplicaciones del paleomagnetismo y del magnetismo de rocas (tectónica de placas y tectónica regional; geocronología, correlación magnetoestratigráfica y datación paleomagnética; prospección de hidrocarburos: orientación de sondeos, dirección de paleocorrientes y migraciones de fluidos; y medioambiente: contaminación, paleoclimatología).
Competencias de la asignatura
CB6, CB7, CB8, CB10, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7, CT2, CT3, CT4, CT6, CT7, CG8, CE1, CE2, CE4, CE5, CE6, CE7.
Resumen
Adquisición y procesado de datos gravimétricos en superficie y desde satélites. Interpretación de datos gravimétricos. Adquisición y procesado de datos geomagnéticos. Observatorios y datos satelitales (GNSS y misiones espaciales). Procesos de deformación. Adquisición y procesado de datos en sismología.
Conocimientos previos necesarios
Se recomienda que el alumnado tenga conocimientos básicos de Física de la Tierra, incluyendo los campos potenciales de gravedad y geomagnético, así como la Física y Estructura de la Tierra sólida. Se recomienda también un conocimiento básico de programación científica en lenguaje Python, Matlab, etc.

Programa de la asignatura
<p>1. Introducción. Organización de la asignatura. Conceptos de campos potenciales y geodesia. Discontinuidades termoquímicas fundamentales.</p> <p>2. Geomagnetismo desde tierra. Medidas geomagnéticas en tierra: observatorios, estaciones seculares y variométricas, datos marinos y aeromagnéticos. Fuentes geomagnéticas internas y externas: técnicas de separación. Procesado y análisis del dato geomagnético en tierra: intermagnet y software IAGA.</p> <p>3. Geomagnetismo desde espacio. Misiones satelitales geomagnéticas. Datos geomagnéticos desde satélite. Parámetros de la órbita satelital: dependencia latitudinal y hora local. Técnicas de separación de fuentes magnéticas. Uso de índices de campo externo. Base de datos satelitales. Procesado de datos geomagnético de satélite y software.</p> <p>4. Modelado de campo geomagnético. Integración de datos. Modelos de campo principal basados en datos satelitales: la era Swarm y el IGRF-2020. Técnicas de modelado del campo principal. Dinámica del núcleo externo terrestre a partir de modelos de campo principal. Modelos de campo litosférico. Análisis del campo geomagnético externo a través de satélites.</p> <p>5. Gravimetría en tierra. Anomalías gravimétricas y geoidales: medidas y correcciones. Procesado de datos gravimétricos. Modelos geopotenciales en armónicos esféricos. Herramientas de modelización gravimétrica.</p>

8. Gravimetría en el espacio. Misiones satelitales gravimétricas: instrumentación, resolución, incertidumbres y errores sistemáticos. Procesado de datos gravimétricos (aire libre, geoide, gradientes de gravedad). Bases de datos satelitales y herramientas de procesado y modelización.

9. Geodesia en el espacio. Sistemas radiométricos y de teledetección. Radar de apertura sintética (SAR): análisis y aplicaciones en geofísica. Análisis de deformaciones en la litosfera: GPS.

10. Modelos de Tierra a escala global y regional. Integración de datos satelitales y terrestres: tomografía sísmica, magnetotélúrica, elevación topográfica. Modelización directa e inversión. Estructura litosférica: temperatura y composición.

Prácticas:

Práctica 1 (5 sesiones prácticas). Generación de un modelo global de campo geomagnético principal mediante el uso de datos de satélite y observatorios. La práctica consistirá en un ejercicio práctico de construcción de un modelo de campo geomagnético principal para el año 2020 y su comparación con el IGRF-13 (2020). Se usará datos de satélite y de observatorios, desarrollando los pasos adecuados del proceso de inversión geofísica para su generación.

Práctica 2 (5 sesiones prácticas). Interpretación de modelos geopotenciales globales: análisis espectral. Se descargará un modelo geopotencial y se calcularán las anomalías gravimétricas correspondientes. Se usará un filtrado en frecuencias para representar las contribuciones de masas a diferentes profundidades. Modelización litosférica regional usando isostasia, anomalías gravimétricas y geoidales, y datos sísmicos y térmicos. Se utilizará un programa interactivo de modelización directa (LitMod) para analizar posibles estructuras litosféricas y su expresión en observables geofísicos. Modelización de fuentes usando datos de deformación en superficie (GPS) y anomalías gravimétricas.

Bibliografía

Glaßmeier, K.-H., Soffel, H., Negendank, J. (2009). *Geomagnetic Field Variations*. Springer. ISBN: 978-3-3540-76938-5.

Kono, M. (2015). *Geomagnetism*. Capítulo 5 del “*Treatise on Geophysics*”. Segunda Edición. Editor G. Schubert. Elsevier. ISBN: 978-0-444-53802-4.

Trauth, M.H. (2007). *Matlab Recipes for Earth Sciences*. Springer. ISBN: 978-3-540-72748-4

Heiskanen, W.A. and Moritz, H. (1967) *Physical Geodesy*. W.H. Freeman and Company, San Francisco.

Turcotte, D., & Schubert, G. (2014). *Geodynamics*. Cambridge university press.

Bowin, C. (2000), *Mass anomaly structure of the Earth*, Rev. Geophys., 38(3), 355– 387, doi:10.1029/1999RG000064.

Afonso, J. C., Moorkamp, M. and Fulla, J. (2016). *Imaging the Lithosphere and Upper Mantle. In Integrated Imaging of the Earth* (eds M. Moorkamp, P. G. Lelièvre, N. Linde and A. Khan). doi:10.1002/9781118929063.ch10

Kampes, B. (2006). *Radar Interferometry – Persistent Scatterer Technique*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. ISBN 978-1-4020-4576-9

Recursos en internet
<p>http://www.intermagnet.org. International Real-time Magnetic Observatory Network. IAGA.</p> <p>https://earth.esa.int/web/guest/swarm/data-access. Base de datos Swarm. Agencia Espacial Europea.</p> <p>https://arxiv.org/abs/1902.08098. Spatial And Temporal Changes Of The Geomagnetic Field: Insights From Forward And Inverse Core Field Models. Gillet, N. (2019). CNRS, ISTerre.</p> <p>https://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Swarm. Swarm mission, Agencia espacial Europea, ESA (2013 - 2019).</p> <p>https://vires.services. VirES: Earth's magnetic field as observed by Swarm: data and models (2019). Hace falta hacer un registro previo con un email.</p> <p>https://hanspeterschaub.info/Papers/UnderGradStudents/MagneticField.pdf. Mathematical Modelling of Earth's Magnetic Field. Technical Note. J. Davis (2004). Virginia Tech, Blacksburg.</p> <p>https://www.bgu.tum.de/iapg/forschung/schwerefeld/goco/. Modelo geopotencial Gravity Observation Combination (GOCO).</p> <p>https://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/GOCE. GOCE mission ESA.</p> <p>https://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/GOCE/Data_products. Base de datos GOCE, ESA.</p> <p>http://icgem.gfz-potsdam.de/home. International Centre for Global Earth Models (ICGEM).</p>
Metodología
<p>Clases de teoría que incorporan discusión y resolución de ejercicios enfocados en el estudio de la Tierra sólida a través de medidas geofísicas realizadas en superficie y por satélites.</p> <p>Trabajo prácticos que consisten en la evaluación, tratamiento e interpretación de datos geofísicos reales relacionados con aplicaciones que van desde la variación del campo magnético de la Tierra, el campo de gravedad y la geodesia, hasta la deformación que sufre la litosfera terrestre.</p>

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	50%
El examen tendrá una parte de cuestiones y ejercicios relacionada con las clases teóricas y otra parte con las clases prácticas (de nivel similar a lo realizado en clase).		
Otras actividades de evaluación	Peso:	50%
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entrega de ejercicios y participación en clase ▪ Realización de prácticas y realización de trabajos de grupo o individuales con elaboración de memorias y exposición de resultados ▪ Presentaciones orales por parte de los alumnos de artículos de investigación recientes publicados en revistas científicas de calidad 		
Calificación final		
La calificación final será:		
$N_{Final} = (0.5)N_{Exámen} + (0.5)N_{OtrasActiv}$		
donde $N_{Exámen}$ y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores.		



MASTER EN METEOROLOGÍA Y GEOFÍSICA (curso 2019-2020)

Ficha de la asignatura:	Retos en Geofísica	Código	609464
Materia:	Geofísica Avanzada	Módulo:	Física de la Tierra
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Tierra	Curso:	1º
		Semestre:	2º

	Total	Teóricos Problemas Seminarios	Prácticas
Créditos ECTS:	6	5	1
Horas presenciales	45	30	15

Profesor/a Coordinador/a:	Elisa Bufofn Peiró	Dpto:	FTA
	Despacho: 116	e-mail	ebufornp@ucm.es

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	L, M	10:30-12:00 h	E. Bufofn Peiró	27 de enero al 16 de Marzo	15	FTA
13	L, M	10:30-12:00 h	V. C. Ruiz Martínez	17 de Marzo al 12 de Mayo	15	FTA

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
L1	Aula 2 Inf	17/02 y 02/03 (10:30-12:00 h)	E. Bufofn Peiró	3	FTA
	Campo* y/o Laboratorio de Paleomagnetismo de la UCM (*ver "Prácticas")	24/03, 30/03 y 31/03 (10:30-12:00 h)	V. C. Ruiz Martínez	4.5	FTA
	Lab. Alumnos (216) – 4ª planta	14/04, 21/04, 27/04, 28/04 y 04/05 (10:30-12:00 h)	V. C. Ruiz Martínez	7.5	FTA

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
E. Bufofn Peiró	L, M: 9:00-10:30 (*)	ebufornp@ucm.es	116
V. C. Ruiz Martínez	L, J :12:30 – 14:00 h (*)	vcarlos@ucm.es	207

(*) (3h no presenciales): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, etc.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

Tras cursar con aprovechamiento esta materia, el alumno conocerá los principales procesos dinámicos que ocurren en el interior de la Tierra y los mecanismos que los originan, así como el proceso de generación y ocurrencia de los terremotos y la información que aportan para conocer la dinámica terrestre. Asimismo, el conocimiento teórico y práctico de paleomagnetismo permitirá conocer la evolución del Campo magnético terrestre en el pasado, así como manejar las aplicaciones del paleomagnetismo y del magnetismo de rocas (tectónica de placas y tectónica regional; geocronología, correlación magnetoestratigráfica, datación paleomagnética; prospección, medioambiente).

Competencias de la asignatura

CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CG1, CG2, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7, CG8, CT2, CT3, CT4, CT6, CT7, CE1, CE2, CE3, CE4, CE4, CE7

Resumen

Sismicidad, sismotectónica y riesgo sísmico. Predicción y prevención de terremotos y tsunamis: sistemas de alerta. Propiedades magnéticas de la materia. Mecanismos de adquisición de remanencia. Paleomagnetismo y arqueomagnetismo. Reconstrucciones geomagnéticas y paleomagnéticas. Estudios multidisciplinares del interior de la Tierra

Conocimientos previos necesarios

El alumno deberá tener conocimientos básicos de la propagación de ondas sísmicas; Componentes y evolución del magnetismo terrestre; Física del interior de la Tierra y Tectonofísica.

Programa de la asignatura

1. Mecanismo de los terremotos. Geometría de la fractura. Modelos cinemáticos de fuente. Tensor momento sísmico. Inversión de slip: observaciones sísmicas y GPS. Propagación de la ruptura.
2. Sismotectónica y riesgo sísmico. Sismicidad. Distribución espacio-temporal de terremotos. Modelos de ocurrencia de terremotos. Terremotos interplaca e intraplaca, distribución de esfuerzos. Peligrosidad y vulnerabilidad.
3. Predicción y prevención sísmica. Ciclo sísmico y terremoto característico. Terremotos y generación de tsunamis. ¿Predicción o prevención sísmica? Sistemas de alerta temprana de terremotos y tsunamis.
4. Sismología extraterrestre. Misión Apolo, Mars InSight.
5. Magnetizaciones en Minerales y Rocas. Metodología y aplicaciones a las Geociencias del magnetismo de rocas y del arqueo- paleo-magnetismo. Aproximaciones y direcciones futuras de los modelos de paleocampo. Magnetizaciones corticales remanentes e inducidas. Fuentes de anomalías magnéticas. Escala cronoestratigráfica de polaridades geomagnéticas. Polos paleomagnéticos, reconstrucciones paleogeográficas y geodinámica.
6. Estudios multidisciplinares del interior de la Tierra. Temas actuales de investigación en Georadar / Interacción Manto- Litosfera / Dinámica del Manto y Núcleo.
7. Evolución de la Tierra. Historia de los planetas y lunas terrestres: Magnetismo planetario y dinamos.

Prácticas:

1.- (2 sesiones): Determinación del modelo de ruptura del terremoto, parámetros dinámicos e interpretación de resultados

2. (8 sesiones): “Del escenario natural al dato experimental, y de su interpretación a la elaboración y análisis de modelos”:

-(3 sesiones; Campo* y/o Laboratorio de Paleomagnetismo UCM): Muestreo paleomagnético. Experimentación paleomagnética y de magnetismo de rocas. (*El trabajo de campo de muestreo paleomagnético está condicionado por la meteorología y las disponibilidades de fecha –es necesario el día entero-. Por ello, hay prácticas alternativas a realizar en el Laboratorio de Paleomagnetismo UCM).

-(5 sesiones, Laboratorio de Alumnos): Identificación de minerales magnéticos (software: Analyzer) / Estimación de paleoflujos (software: Anisoft). Direcciones del paleocampo / datación arqueomagnética (software: Remasoft, Archaeo_dating). Reconstrucciones paleogeográficas (software: Gplates).

Bibliografía

Básica:

Bufo, E., C. Pro y A. Udías, (2012), **Solved problems in Geophysics**. Cambridge University Press.

Lanza, R. y Meloni, A. (2006), **The Earth's magnetism. An introduction for geologists**. Springer.

Lay, T. y T. Wallace (1995), **Modern Global Seismology**. Academic Press.

Schubert, G. -Editor-in-Chief- (2015), **Treatise on Geophysics**. 5604 pp. Elsevier.

Tauxe, L. (2010), **Essentials of Paleomagnetism**. University of California Press.

Udías, A., R. Madariaga and E. Bufo (2014), **Source Mechanisms of Earthquakes: Theory and Practice**. Cambridge University Press.

Udías, A. y Bufo (2018), **Principles of Seismology (2nd edition)**. Cambridge University Press.

Complementaria:

Aki, K. y P. G. Richards (2002), **Quantitative Seismology**. W. H. Freeman, 2^a edición, San Francisco.

Dahlen, F.A. y J. Tromp (1998), **Theoretical Global Seismology**. Princeton University Press.

Payo, G. (1986), **Introducción al análisis de sismogramas**. Instituto Geográfico Nacional, Madrid

Recursos en internet

Campus virtual de la asignatura

<http://www.ign.es>

<http://www.iris.washington.edu>

<http://www.geo.arizona.edu/Paleomag/book/> (PALEOMAGNETISM: Magnetic Domains to Geologic Terranes; by Robert F. Butler)

http://magician.ucsd.edu/Essentials_2/ (Essentials of Paleomagnetism: Second Web Edition; by Lisa Tauxe & Subir K. Banerjee, Robert F. Butler and Rob van der Voo)

<http://www.agico.com/> (Software: Remasoft, Anisoft4.2)

<http://www.geodynamics.no/Web/Content/Software/> (links to: GMAP 2005; www.gplates.org; The IAGA Global Paleomagnetic Database)

Metodología		
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lecciones de teoría donde se explicarán los principales Retos de la Geofísica, aplicando y profundizando en los conocimientos adquiridos en otras asignaturas del master, incluyendo ejemplos y aplicaciones reales y operativas. ▪ Clases de problemas que se irán intercalando con las lecciones teóricas de manera que se complementen de manera adecuada. ▪ Prácticas de laboratorio: Esta parte tiene gran importancia para la aplicación de los conocimientos adquiridos. Algunas de estas prácticas corresponderán a trabajos on-line por parte del alumno. Otras requieren el uso de software específico en diferentes áreas de las Geociencias; y en concreto la de “Muestreo paleomagnético” requiere al menos 1 día específico de trabajo de campo. <p>Las lecciones teóricas se impartirán utilizando la pizarra, así como presentaciones proyectadas desde el ordenador. Las lecciones serán complementadas con artículos recientes de relevancia en las Ciencias de la Tierra; así como con casos reales de ocurrencia de terremotos a lo largo del curso, discutiendo las características de los mismos.</p> <p>La propuesta de problemas y prácticas serán facilitadas al alumno por medio del campus virtual.</p>		
Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	60%
<p>El examen tendrá una parte de cuestiones teóricas y otra parte práctica de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase). Para la realización de los exámenes el alumno no podrá consultar ningún tipo de material.</p>		
Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
<p>A lo largo del curso y como parte de la evaluación, el alumno entregará de forma individual los problemas y prácticas que le indique el profesor en las fechas que éste determine. También se podrá realizar test de control a lo largo del curso sobre cuestiones teóricas y prácticas. La asistencia y participación en las clases también se tendrá en cuenta en la evaluación. Por últimos los alumnos realizarán de forma individual una exposición oral de un trabajo de investigación publicado en los últimos 5 años en una selección de revistas del SCI.</p>		
Calificación final		
<p>La calificación final será:</p> $N_{Final}=0.6N_{Exámen}+0.4N_{OtrasActiv}$ <p>donde $N_{Exámen}$ y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores</p>		



MASTER EN METEOROLOGÍA Y GEOFÍSICA (curso 2019-2020)

Ficha de la asignatura:	Prospección Geofísica	Código	609467		
Materia:	Aplicaciones de la Geofísica	Módulo:	Física de la Tierra		
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Tierra	Curso:	1º	Semestre:	2º

	Total	Teóricos Problemas Seminarios	Prácticas
Créditos ECTS:	3	2.6	0.4
Horas presenciales	22.5	15	7.5

Profesor/a Coordinador/a:	Fátima Martín Hernández			Dpto:	FTA
	Despacho:	102 (4ª planta)	e-mail	fatima@ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	M	9.00 – 10.30	Fátima Martín Hernández	2º semestre	15	FTA

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	A determinar (Trabajo de campo en los alrededores de la facultad)	En horario de clase 5 sesiones. Fechas aproximadas 1 sesión en febrero 2 sesiones en abril 2 sesiones en mayo	Fátima Martín Hernández	7.5	FTA

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Fátima Martín Hernández	V 10:00-13:00 (*)	fatima@ucm.es	Desp. 102 (4ª planta)

(*) (3h no presenciales): Horas de tutoría no presenciales a través de correo, campus virtual, etc.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

Tras la adquisición de los conocimientos de esta asignatura, el alumno estará capacitado para la aplicación de los métodos geofísicos dirigida a la búsqueda de recursos naturales de otras estructuras superficiales relacionadas con la ingeniería civil, la arqueología o la delimitación de zonas contaminadas.

Competencias de la asignatura

CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CG1, CG2, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7, CG8, CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CE1, CE2, CE3, CE4, CE5, CE6, CE7

Resumen

Métodos de Exploración Geofísica. Métodos electromagnéticos: tomografía eléctrica; calicteo electromagnético; sondeos magnetotéluricos; geo-radar. Métodos gravimétricos. Campo magnético local y anomalías magnéticas. Método magnético. Prácticas de campo y logística de campañas de exploración.

Conocimientos previos necesarios

Gravimetría, Geomagnetismo, Propagación de Ondas sísmicas, Fundamentos de Física General

Programa de la asignatura

TEORÍA

1. Adquisición de datos de anomalías gravimétricas y diseño de campañas (2 clases).
2. Adquisición de datos de anomalías magnéticas y diseño de campañas (2 clases).
3. Adquisición de datos basados en métodos eléctricos. Sondeo Eléctrico Vertical (SEV), calicatas, tomografías eléctricas, potencial espontáneo (3 clases).
4. Georadar, adquisición de datos y diseño de campañas. Determinación de la velocidad del medio, hipérbolas de difracción, búsqueda de servicios enterrados, GPR en arqueología (3 clases).

PRÁCTICA

- P1. ADQUISICIÓN DE DATOS MAGNÉTICOS (1 sesión- aproximadamente en febrero)
- P2. SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (2 sesiones- aproximadamente en marzo)
- P3. ADQUISICIÓN Y PROCESADO DE CAMPAÑAS DE GEORADAR (2 sesiones- aproximadamente en mayo)

LAS PRÁCTICAS SE REALIZARÁN EN TRABAJO DE CAMPO EN FECHA A DETERMINAR SEGÚN LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS.

Bibliografía		
Básica:		
Telford, W.M., L.P. Geldart and R. E. Sheriff, 1990, <i>Applied Geophysics</i> , Society of Cambridge University Press.		
Milsom, J. J., and Eriksen. A. <i>Field Geophysics (Geological Field Guide)</i> , 2011, Willey and Sons, 304 pag.		
Lowrie, W., 2007, <i>Fundamentals of Geophysics</i> , Cambridge University Press		
Udías A. y J. Mezcuca, 1996, <i>Fundamentos de Geofísica</i> , Ed. Alianza		
Complementaria:		
Burger, H.R., Sheehan, A.F. y Graig. H., 2006, <i>Introduction to applied Geophysics: Exploring the Shallow Subsurface</i> , WW Norton & Co, 622 pag.		
John M. Reynolds, 2011, <i>An Introduction to Applied and Environmental Geophysics</i> , Wiley-Blackwell, 712 pag.		
Recursos en internet		
Campus virtual.		
Enlaces de interés para la asignatura.		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inverse problems theory, Tarantola, free on-line version: http://www.ipgp.fr/~tarantola/Files/Professional/Books/InverseProblemTheory.pdf ▪ MIT open couses: Near Surphace Geophysics https://ocw.mit.edu/courses/earth-atmospheric-and-planetary-sciences/12-571-near-surface-geophysical-imaging-fall-2009/ 		
Metodología		
La asignatura consta de 4 bloques temáticos, cada uno con un bloque de clases teóricas seguido de una práctica de campo. Tras cada práctica, los alumnos trabajarán los datos (bien los adquiridos en campo o bien un grupo de datos proporcionados por el profesor) y realizarán un informe siguiendo un guión.		
Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	50%
Un examen final		
Otras actividades de evaluación	Peso:	50%
Cuatro informes de prácticas, uno por cada bloque temático		
Calificación final		
$N_f = N_{ex} * 0.5 + N_p * 0.5$ <p>Siendo N_f la nota final, N_{ex} la nota del examen y N_p la media aritmética de los informes de prácticas.</p>		



MASTER EN METEOROLOGÍA Y GEOFÍSICA (curso 2019-2020)

Ficha de la asignatura:	Prácticas en Empresa (PE)			Código	606841
Materia:	PE	Módulo:	PE		
Carácter:	Optativo	Curso:	1º	Semestre:	1º o 2º

	Total	Teóricos Problemas Seminarios	Prácticas
Créditos ECTS:	6		
Horas presenciales	15		

Profesor/a Coordinador/a:	María Belén Rodríguez de Fonseca			Dpto:	FTA
	Despacho:	102- 4ª planta	e-mail	brfonsec@ucm.es	

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

La realización de Prácticas en Empresa permitirá evaluar el carácter práctico de los conocimientos que se van a adquirir en el Máster, particularizados para la actividad profesional desarrollada en la empresa en que se realicen dichas prácticas. Además, permitirá al alumno profundizar, analizar y desarrollar temas específicos de las materias impartidas en el Máster. Finalmente el alumno desarrollará la capacidad de aplicar las habilidades y competencias adquiridas durante los estudios del Máster a situaciones concretas y nuevas, siendo capaz de redactar una Memoria y hacer una defensa oral de ésta.

Contenidos

Las prácticas en Empresa se podrán realizar sobre temas de interés para el estudiantes dentro del ámbito profesional de la Meteorología y/o Geofísica. En éstas prácticas el alumno tendrá la oportunidad de realizar una aplicación concreta de los conocimientos teórico/prácticos a aquellas situaciones de interés para las empresas u organismos que desarrollan actividad profesional en el ámbito de la Meteorología y/o Geofísica. El tutor deberá aprobar el tema de trabajo y asesorar al estudiante en su realización.

Las prácticas se podrán realizar en Empresas, Organismos Públicos de Investigación y centros con los que el Máster tenga firmado un convenio con la UCM.

Competencias de la asignatura

CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CG1, CG2, CG3, CG6, CG7, CG8, CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CE1, CE2, CE3, CE4, CE7

Sistema de evaluación

Tras la realización de las prácticas en la institución externa, los estudiantes deberá realizar una memoria con una extensión máxima de 5 páginas que puede estar supervisadas por el tutor UCM y siguiendo una plantilla disponible en la página web del Máster. Deberán también hacer llegar a la comisión una versión digital que puede contener anexos.

El alumno realizará una defensa pública del trabajo frente a un tribunal conformado por tres profesores nombrados por la Comisión Coordinadora del Máster en Meteorología y Geofísica. La defensa constará de una exposición de 10 min y un período de preguntas también de 10 min. En la nota final de la asignatura, el tribunal tiene en cuenta la calidad de la memoria, el informe confidencial del tutor en la empresa y la defensa y exposición del trabajo.

Procedimiento de matriculación

Para la asignatura Prácticas en Empresa, la matrícula nunca se realizará de forma automática sino presencial. Para ello, será necesario haber realizado primero un anexo del estudiante en el que se recogen las condiciones académicas y profesionales de la misma. Este anexo debe ser firmado por un tutor en la empresa, un tutor académico de la UCM y el propio alumno. Para la gestión del mismo será necesario ponerse en contacto con el/la coordinador/a de la titulación quien os informará sobre las ofertas y adjudicación de las prácticas.

El protocolo de asignación deberá pasar por la plataforma GIPE de gestión, por lo que es altamente recomendable darse de alta como práctica curricular al inicio de curso. Una vez acordada la práctica y firmado el anexo, el alumno deberá entregarlo a la Vicedecana de Movilidad y Prácticas quien lo remitirá a Secretaría de Alumnos para proceder a la matrícula.

Aquellos alumnos que deseen solicitar algún tipo de beca o ayuda en la que se les requiera la matrícula de un curso completo, deberán matricular al inicio de curso una asignatura optativa adicional de segundo cuatrimestre. Una vez conformado el anexo del estudiante se estudiará la modificación de la matrícula de la asignatura optativa e intercambio por la de Prácticas en Empresa entregando a la Vicedecana de Movilidad y Prácticas el anexo con el visto bueno del Coordinador del Título.



MASTER EN METEOROLOGÍA Y GEOFÍSICA (curso 2019-2020)

Ficha de la asignatura:	Trabajo Fin de Máster (TFM)			Código	606840
Materia:	TFM	Módulo:	TFM		
Carácter:	Obligatorio	Curso:	1º	Semestre:	2º

	Total	Teóricos Problemas Seminarios	Prácticas
Créditos ECTS:	12		
Horas presenciales	56		

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado	
Profesor	Lugar
Todos los Doctores del ámbito de la Meteorología y la Geofísica (área del Conocimiento de Física de la Tierra) de los Dep. FTA Posibles co-tutores externos	Dep. FTA

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

Según el Real Decreto 1393/2007 las enseñanzas del Máster concluirán con la elaboración y defensa pública del Trabajo Fin de Máster (TFM). El TFM es un elemento formativo esencial que, con una carga de 12 ECTS, exige al alumno una gran dedicación y permite a los estudiantes acreditar la adquisición de los conocimientos y competencias asociados al título, mediante el desarrollo de un trabajo de investigación dirigido por uno o varios profesores de la UCM con grado de Doctor. Asimismo, el TFM podrá ser codirigido con profesores externos a la UCM y profesionales de empresas u organismos públicos relacionados con la Meteorología y la Geofísica.

Al finalizar el TFM el alumno habrá adquirido capacidad para iniciar y desarrollar proyectos de investigación, para integrar herramientas teóricas, experimentales y de simulación, para trabajar de manera autónoma, gestionando de manera eficaz los recursos disponibles, así como para evaluar críticamente los resultados de su propio trabajo.

Se fomentará la participación de empresas y centros públicos y privados de investigación en la dirección de TFM. De este modo, la oferta de trabajos de investigación que hagan los departamentos universitarios implicados en el Master se verá enriquecida por la participación de centros externos a la UCM y una parte significativa de los alumnos podrán incluir en su curriculum una experiencia de gran valor. En el caso de participar personal externo a la UCM deberá acreditar una experiencia probada en la temática de TFM.

La Comisión Coordinadora del Máster en Meteorología y Geofísica asignará a cada estudiante matriculado un tutor de TFM. El tema del TFM corresponderá a alguna de las líneas de investigación que se desarrollen en los departamentos responsables del Máster o afines. La asignación definitiva de TFM se publicará en la página web del Máster.

El Tribunal calificador o Comisión del TFM estará integrado, al menos, por 3 profesores de La Comisión Coordinadora del Máster pudiéndose publicar dos tribunales, uno por cada itinerario.

Competencias de la asignatura

CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CG3, CG6, CG7, CG8, CT1, CT2, CT3, CT4, CT6, CT7, CE2, CE3, CE5, CE7

Contenidos

Esta materia pretende el desarrollo por parte del alumno de un trabajo original en el ámbito de una de las asignaturas del programa del Máster en Meteorología y Geofísica. Los TFM podrán tener un perfil investigador, realizándose en el ámbito de la Universidad o centros de investigación con los que se tiene estrecho contacto o bien un perfil profesional realizándose en colaboración con empresas o instituciones con algunas de las cuales se tienen firmados convenio específicos para este tema (ver punto 2.1 de 'Justificación del Título'). El estudiante llevará a cabo una defensa pública de su TFM en las fechas que se establezcan para cada una de las dos convocatorias existentes en cada curso académico.

Sistema de evaluación

Los estudiantes deberán elaborar una memoria de extensión máxima de 25 páginas que deberá a su vez contar con el visto Bueno de los directores del trabajo. Deberán proporcionar además una versión digital que puede contener anexos.

El alumno realizará una defensa pública del trabajo frente a un tribunal conformado por tres profesores nombrados por la Comisión Coordinadora del Máster en Meteorología y Geofísica. La defensa constará de una exposición de 10 min y un período de preguntas también de 10 min. Los miembros del tribunal pedirán a los tutores la elaboración de un informe confidencial sobre el desarrollo del trabajo que deberá entregarse en el momento de la entrega de la memoria .

En la nota final de la asignatura, el baremo a utilizar es el siguiente:

- Estructura y Calidad de la Memoria (30%)
- Desarrollo del trabajo (40%)
- Presentación oral y defensa del trabajo (30%)

3. Calendario Académico

Periodos de clases y exámenes	
Clases Primer Semestre:	del 5 de septiembre al 17 de diciembre de 2019
Exámenes Primer Semestre (diciembre-enero):	18 y 19 de diciembre de 2019 del 9 al 24 de enero de 2020
Clases Segundo Semestre:	del 27 de enero al 2 de abril de 2020 y del 14 de abril al 14 de mayo de 2020
Exámenes Segundo Semestre (mayo-junio):	del 18 de mayo al 4 de junio de 2020
Exámenes Segunda Convocatoria (junio-julio)	del 17 de junio al 7 de julio de 2020

Nótese que cada ficha indica el número de horas de que consta la asignatura, por lo que en algunas el final de las clases podría ser anterior al final del periodo lectivo.

Festividades y días no lectivos	
12 de octubre	Fiesta Nacional
1 de noviembre	Festividad de Todos los Santos
9 de noviembre	Madrid, festividad de La Almudena
15 de noviembre	San Alberto Magno
6 de diciembre	Día de la Constitución Española
9 de diciembre	Declarado por UCM día no lectivo
31 de enero	Santo Tomás de Aquino trasladado
1 de mayo	Día del Trabajo
2 de mayo	Festividad Comunidad de Madrid
15 de mayo	Madrid, festividad de San Isidro
Del 20 de diciembre al 7 de enero	Vacaciones de Navidad
Del 3 al 13 de abril	Vacaciones de Semana Santa
Del 21 de julio al 31 de agosto	Vacaciones de Verano

Calendario aprobado por la Comisión Permanente del Consejo de Gobierno de 19 de marzo de 2019 y Junta de Facultad de Ciencias Físicas de 27 de marzo de 2019, sin perjuicio de lo que el calendario laboral establezca en relación con los días inhábiles. Los periodos no lectivos han sido establecidos en el calendario de organización docente oficial del curso académico 2019-2020, aprobado por acuerdo del Consejo de Gobierno en su sesión de 27 de noviembre de 2018 (BOUC del 3 de diciembre de 2018).

Con este calendario, la distribución de días lectivos por semestre y día de la semana resulta ser el reflejado en la tabla de la derecha.

	L	M	X	J	V	días
S1	14	15	14	15	12	70
S2	14	15	15	15	11	70

Para compensar parcialmente estas diferencias la Facultad ha decidido que **todas las clases que se impartirán el jueves 2 de abril serán las correspondientes a un viernes del 2º semestre.**

[Esto se aplica a todos los Grados y Másteres. Las escasas incompatibilidades que puedan surgir con la docencia en otras facultades se solventarán con la recuperación de esas clases].



Facultad de Ciencias Físicas Calendario académico del curso 2019-20



(aprobado en la Junta de Facultad del 27-3-19)

Septiembre							Octubre							Noviembre							
L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	
						1		1	2	3	4	5	6					1	2	3	
2	3	4	5	6	7	8	7	8	9	10	11	12	13	4	5	6	7	8	9	10	
9	10	11	12	13	14	15	14	15	16	17	18	19	20	11	12	13	14	15	16	17	
16	17	18	19	20	21	22	21	22	23	24	25	26	27	18	19	20	21	22	23	24	
23	24	25	26	27	28	29	28	29	30	31	25	26	27	28	29	30					
30																					
2019							2020														
Diciembre							Enero							Febrero							
L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	
						1			1	2	3	4	5						1	2	
2	3	4	5	6	7	8	6	7	8	9	10	11	12	3	4	5	6	7	8	9	
9	10	11	12	13	14	15	13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16	
16	17	18	19	20	21	22	20	21	22	23	24	25	26	17	18	19	20	21	22	23	
23	24	25	26	27	28	29	27	28	29	30	31	24	25	26	27	28	29				
30	31																				
Marzo							Abril							Mayo							
L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	
						1			1	2	3	4	5						1	2	3
2	3	4	5	6	7	8	6	7	8	9	10	11	12	4	5	6	7	8	9	10	
9	10	11	12	13	14	15	13	14	15	16	17	18	19	11	12	13	14	15	16	17	
16	17	18	19	20	21	22	20	21	22	23	24	25	26	18	19	20	21	22	23	24	
23	24	25	26	27	28	29	27	28	29	30	25	26	27	28	29	30	31				
30	31																				
Junio							Julio							Agosto							
L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	
1	2	3	4	5	6	7			1	2	3	4	5						1	2	
8	9	10	11	12	13	14	6	7	8	9	10	11	12	3	4	5	6	7	8	9	
15	16	17	18	19	20	21	13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16	
22	23	24	25	26	27	28	20	21	22	23	24	25	26	17	18	19	20	21	22	23	
29	30						27	28	29	30	31	24	25	26	27	28	29	30			
													31								

clases semestre 1	clases semestre 2	2 'viernes'	parciales de 1º
exámenes	lectura TFGs	entrega de actas	no lectivos

Aprobado en Junta de Facultad del 27-3-2019 y modificado en la del 27-6-19. Una vez que se publiquen en el BOE y en el BOCM las correspondientes normas sobre días festivos para el próximo año 2020, tanto de ámbito nacional, autonómico y local, se reflejarán en este calendario

Calendario de Exámenes

Consultar la Página Web de la Facultad para el calendario de exámenes

<https://fisicas.ucm.es/examenes>

4. Control de cambios

Versión	Fecha modificación	Cambio efectuado	Secciones afectadas	Páginas afectadas
1.0	03/06/2019	Primera versión. Pendiente aprobación Junta de Facultad		
1.1	27/06/2019	Aprobada en Junta de Facultad el 27/06/2019		
1.2	03/09/2019	Cambia el aula de todas las asignaturas al aula 13		
1.3	07/09/2019	Inclusión de profesora en Variabilidad C. Múltiples retoques estéticos. Pasa a 11ptos la sección 1 y nueva 1.7		