

Guía académica

Máster Universitario en:

Métodos Matemáticos Avanzados



VNiVERSIDAD
D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

guías académicas 2013-2014

Edita:
SECRETARÍA GENERAL
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

Realizado por: IBEROPRINTER, S.L.L.
SALAMANCA 2013

MASTER EN MÉTODOS MATEMÁTICOS AVANZADOS

TÍTULO

Máster Universitario en Métodos Matemáticos Avanzados

CARACTERÍSTICAS GENERALES (CRÉDITOS, DURACIÓN, PLAZAS)

Créditos: 60 ECTS (30 por semestre)

Duración: 1 Curso académico

Número de plazas:

Mínimo: 5 Máximo: 15

ÓRGANO ACADÉMICO RESPONSABLE

Instituto de Física Fundamental y Matemáticas

CENTRO ADMINISTRATIVO RESPONSABLE

Facultad de Ciencias
Universidad de Salamanca
Plaza de la Merced
Salamanca-37008

COORDINADOR

Carlos Tejero Prieto
Facultad de Ciencias / Departamento de Matemáticas de la USAL
Edificio de Matemáticas / Plaza de la Merced 1-4 / 37008 - Salamanca
Tel.: 923 29 44 56 Fax: 923 29 45 83
carlost@usal.es

ORIENTACIÓN Y RAMA DE CONOCIMIENTO

Rama de conocimiento:

Ciencias

Especialidades:

Investigadora

OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

El máster en Métodos Matemáticos Avanzados tiene esencialmente un interés de carácter investigador, y así hay que considerarlo en su proyección formativa, ya que pretende preparar al estudiante en una serie de conocimientos que lo capaciten para que pueda abordar posteriormente líneas de investigación que se encuentran en la frontera del conocimiento científico actual. Es un hecho reconocido que cada vez son más numerosas las investigaciones en la frontera, a veces difusa, entre las Matemáticas y otros campos científicos. Baste señalar aquí por una parte las interacciones recientes entre Matemáticas y Física que han conducido a una enorme influencia recíproca entre los avances en Teoría Cuántica de Campos, Teoría de Cuerdas o Relatividad General y los desarrollos modernos en Álgebra, Análisis y Geometría. Por otra parte existe una estrecha relación entre la investigación actual en Finanzas y Economía y el Análisis Estocástico que ha dado lugar a la teoría de distribución de riesgos, la cual y se encuentra en la base de los productos financieros derivados modernos. Señalemos por último el extraordinario desarrollo de los Métodos Numéricos que, asociado a la rápida mejora de la tecnología de los ordenadores, ha dado lugar a una herramienta indispensable y utilísima en el estudio de multitud de fenómenos y procesos complejos en diversos campos científicos.

La historia reciente demuestra con multitud de ejemplos que la investigación en Matemáticas produce a medio y largo plazo múltiples beneficios subsidiarios para la sociedad, razón por la que es importante que grupos de investigación consolidados formen a especialistas en Matemáticas y en especial a especialistas con una orientación multidisciplinar.

Dicho esto, la experiencia demuestra que la colaboración interdisciplinar no siempre es fácil. Con frecuencia los matemáticos no comprenden, no ya los problemas de una cierta disciplina científica, sino que ni siquiera conocen los métodos matemáticos requeridos para el estudio de dichos problemas. Por su parte los científicos de estas disciplinas desconocen con frecuencia los métodos matemáticos requeridos para la modelización y el estudio de determinados problemas y no encuentran el modo de comunicar a los matemáticos sus necesidades. El máster en Métodos Matemáticos Avanzados pretende formar especialistas en Métodos Matemáticos Algebraicos, Analíticos, Geométricos y Estocásticos, de modo que puedan servir de nexo de unión entre matemáticos y los investigadores de las disciplinas científicas que requieren de dichos métodos.

OBJETIVOS

La finalidad del Máster es la adquisición por parte del estudiante de una formación avanzada, de carácter especializado y multidisciplinar, en el ámbito de los Métodos Matemáticos. Los objetivos que se persiguen son formar futuros investigadores que posean un buen conocimiento de las bases de los Métodos Matemáticos con aplicación en diversos campos científicos, de modo que puedan servir de nexo de unión entre matemáticos y los especialistas de dichos campos, desarrollando para ello un lenguaje común que les permita una colaboración interdisciplinar.

COMPETENCIAS

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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes serán 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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias generales:

CG1. Familiarizarse con los diversos aspectos involucrados en la investigación, tales como: trabajo teórico; consulta de bibliografía, revistas y bases de datos especializadas; redacción de trabajos de investigación; comunicación, exposición, debate y publicación de resultados.

Competencias específicas

CE1. Conocer las bases teóricas de los métodos matemáticos Algebraicos, Analíticos, Numéricos, Geométricos y Estocásticos.

CE2. Capacidad para utilizar métodos matemáticos para modelar y estudiar problemas provenientes de diferentes campos científicos.

CE3. Capacidad para iniciarse en tareas de investigación interdisciplinar en Matemáticas a nivel suficiente para iniciar un proyecto de investigación en alguna de las áreas de los métodos matemáticos de forma supervisada.

CE4. Poseer conocimientos matemáticos avanzados que permitan cursar un Programa de Doctorado y realizar una tesis doctoral, desarrollando para ello la comprensión de los conceptos y las demostraciones rigurosas de teoremas fundamentales de los métodos matemáticos.

CE5. Capacidad para incorporarse a grupos de investigación e I+D+i en Matemáticas, conociendo para ello los diversos aspectos teóricos, prácticos y aplicaciones de los métodos matemáticos.

PERFILES DE INGRESO Y REQUISITOS DE FORMACIÓN PREVIA

De acuerdo con los objetivos del título, y para garantizar que los estudiantes están en condiciones de adquirir las competencias previstas, el perfil de ingreso recomendado y previsto es el de graduados recientes de las titulaciones de Matemáticas, Física,

Estadística y otras titulaciones afines que tengan un buen currículum académico e interés en desarrollar su carrera profesional como investigador en centros públicos (universidades o centros tecnológicos) o en departamentos de I+D+i del sector privado.

Además, se recomienda disponer de un conocimiento previo de inglés científico suficiente para la comprensión de textos matemáticos.

HORARIOS (FECHAS, CENTROS, AULAS)

Se impartirá en el edificio de Matemáticas de la Facultad de Ciencias en horario de mañana.

MÁSTER EN MÉTODOS MATEMÁTICOS AVANZADOS (PRIMER SEMESTRE) Aula: SEMINARIO II (Edificio de la Merced)					
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
9 - 10	Métodos Probabilísticos y Estadísticos Avanzados				
10 - 11	Geometría Algebraica Compleja	Geometría Algebraica Compleja	Geometría Algebraica Compleja	Geometría Algebraica Compleja	
11 - 12	Métodos de Análisis Funcional / Métodos numéricos para EDPS	Métodos de Análisis Funcional / Métodos numéricos para EDPS	Métodos de Análisis Funcional / Métodos numéricos para EDPS	Métodos de Análisis Funcional / Métodos numéricos para EDPS	
12 - 13	Geometría Diferencial Global	Geometría Diferencial Global	Geometría Diferencial Global	Geometría Diferencial Global	
13 - 14					

MÁSTER EN MÉTODOS MATEMÁTICOS AVANZADOS (SEGUNDO SEMESTRE)

Aula: SEMINARIO II (Edificio de la Merced)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
9 - 10	Geometría y Topología en Sistemas Cuánticos	Ecuaciones en Derivadas Parciales			
10 - 11	Ecuaciones en Derivadas Parciales	Introducción a los Problemas de Móduli	Introducción a los Problemas de Móduli	Introducción a los Problemas de Móduli	Introducción a los Problemas de Móduli
11 - 12	Modelos Numéricos en Ciencia y Economía	Ecuaciones en Derivadas Parciales	Modelos Numéricos en Ciencia y Economía	Modelos Numéricos en Ciencia y Economía	Modelos Numéricos en Ciencia y Economía
12 - 13	Sistemas Dinámicos Integrables y Solitones	Sistemas Dinámicos Integrables y Solitones	Ecuaciones en Derivadas Parciales	Sistemas Dinámicos Integrables y Solitones	Sistemas Dinámicos Integrables y Solitones
13 - 14	Cálculo Estocástico y Finanzas				

PROFESORADO

Profesores de la Universidad de Salamanca:

1. Alberto Alonso Izquierdo
2. Luis Ferragut Canals
3. Miguel Ángel González León

4. José Luis Hernández Pastora
5. Ana Cristina López Martín
6. Juan Mateos Guilarte
7. Jose María Muñoz Porras
8. Francisco José Plaza Martín
9. Julia Prada Blanco
10. Higinio Ramos Calle
11. María Jesús Rivas López
12. Juan Manuel Rodríguez Díaz
13. Jesús Rodríguez Lombardero
14. Carlos Tejero Prieto
15. Marina de la Torre Mayado
16. Jesús Vigo Aguiar
17. Javier Villarroel Rodríguez

PLAN DE ESTUDIOS

El plan de estudios consta de 24 créditos obligatorios distribuidos en 5 asignaturas. Asimismo se ofertan 36 créditos optativos distribuidos en 6 asignaturas, de entre los cuales los estudiantes tendrán que elegir 18 créditos. Por último, el Trabajo Fin de Máster tiene carácter obligatorio y consta de 18 créditos.

La relación de asignaturas del plan de estudios es la siguiente:

Asignatura	ECTS	Tipo	Semestre
Geometría Algebraica Compleja	6	Ob	S1
Geometría Diferencial Global	6	Ob	S1
Métodos de Análisis Funcional	3	Ob	S1
Métodos Numéricos para Ecuaciones en Derivadas Parciales	3	Ob	S1
Métodos Probabilísticos y Estadísticos Avanzados	6	Ob	S1
Cálculo Estocástico y Finanzas	6	Op	S2
Ecuaciones en Derivadas Parciales	6	Op	S2
Geometría y Topología en Sistemas Cuánticos	6	Op	S2
Introducción a los Problemas de Móduli	6	Op	S2
Modelos Numéricos en Ciencia y Economía	6	Op	S2
Sistemas Dinámicos Integrables y Solitones	6	Op	S2
Trabajo Fin de Máster	6+12	Ob	S1 y S2

Ob= Obligatoria, Op= Optativa, S1= Primer semestre, S2= Segundo semestre

GEOMETRÍA ALGEBRAICA COMPLEJA

1.- Datos de la Asignatura

Código	304.450	Plan	2013	ECTS	6
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área	Geometría y Topología				
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	José María Muñoz Porras	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Planta Baja. Ed. Merced. M1321		
Horario de tutorías	Martes, miércoles y jueves de 17 a 19 h		
URL Web			
E-mail	jmp@usal.es	Teléfono	923 29 45 00 ext 1553

Profesor Coordinador	Francisco José Plaza Martín	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Geometría y Topología		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M-1320 Edificio de la Merced		
Horario de tutorías	L 13-14; M 13-14; J 12-14; V 12-14		

URL Web			
E-mail	fplaza@usal.es	Teléfono	923 29 45 00 ext 1553

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Materias Obligatorias
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Obligatoria
Perfil profesional.
Investigador

3.- Recomendaciones previas

Ninguna

4.- Objetivos de la asignatura

Como objetivo general se introducirá al estudiante en la teoría de superficies de Riemann y curvas algebraicas. El estudio de ambos temas desde el punto de vista de la geometría algebraica es clave para uno de los objetivos finales del master, que consiste en que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos en esta asignatura en contextos multidisciplinares. Los objetivos de esta asignatura son los siguientes:

1. Adquirir las nociones de la teoría de las superficies de Riemann y curvas algebraicas.
2. Conocer la estructura de grupo de las curvas elípticas y su espacio de móduli como un primer paso a los problemas de móduli.
3. Manejar la teoría analítica y algebraica de variedades abelianas y de toros complejos.

5.- Contenidos

Para la consecución de estos objetivos, se desarrollará el siguiente programa de contenidos:
--

1. Superficies de Riemann compactas. Definición y ejemplos. Propiedades topológicas: Homotopía, género y homología. Funciones holomorfas y meromorfas. Diferenciales e integración.
2. Curvas algebraicas. Variedades proyectivas. Definición de curva algebraica. Estructura analítica. Funciones algebraicas. Divisores. Divisor canónico y cohomología. Teorema de Riemann-Roch y dualidad. Series lineales. Inmersiones proyectivas de curvas. Ejemplos.
3. Curvas elípticas. Estructura de grupo. Invariante j . Clasificación.
4. Variedades abelianas y toros complejos. Definición de toros complejos. Teorema de inmersión de Kodaira y condiciones de Riemann. Matriz de periodos. Variedades abelianas y sus polarizaciones. Inmersiones proyectivas. Jacobiana de una curva: matriz de periodos de una superficie de Riemann y grupo de Picard.

6.- Competencias a adquirir

Básicas/Generales.

Las que aparecen en la memoria (CB6,CB8,CB9,CB10,CG1)

Específicas.

Las específicas CE1,CE3,CE4,CE5 del título. Además:

- Conocer las propiedades topológicas y analíticas de las superficies de Riemann.
- Conocer los elementos fundamentales de las curvas algebraicas y su relación con las superficies de Riemann.
- Identificar la estructura de grupo de las curvas elípticas, su invariante j y su espacio de móduli.
- Utilizar las condiciones para que un toro complejo sea algebraico.

Transversales.

- Saber buscar información de forma autónoma.
- Explicar en público con claridad.
- Redactar con precisión y claridad contenidos científicos.

7.- Metodologías docentes

El aprendizaje se articulará en las siguientes actividades:

1. Clases presenciales. En estas clases se mostrarán a los estudiantes los conceptos y resultados fundamentales del programa. Se comentarán los puntos clave de las demostraciones cuyo desarrollo detallado será objeto de trabajos individuales que realizarán los estudiantes. Así mismo se plantearán y resolverán ejercicios que ayuden a la comprensión de la teoría.

2. Tutorías de supervisión. En estas se supervisará la realización del trabajo individual con el fin de informar al estudiante de su desarrollo y lograr una adecuada presentación de un trabajo en el seminario correspondiente. El objetivo de esta actividad es introducir al estudiante, de forma dirigida, en los hábitos de integración de conocimientos a partir de diferentes fuentes de información.
3. Seminarios. Cada estudiante presentará un trabajo individualizado al resto de los estudiantes en un seminario. El objetivo de esta actividad es comprobar que el estudiante es capaz de comunicar con claridad los conocimientos y los argumentos que los sustentan al resto de sus compañeros y al profesor.
4. Trabajos. En esta actividad no presencial el estudiante elaborará, bajo la supervisión del profesor, los trabajos individuales y colectivos propuestos por el profesor y que serán entregados al profesor con el propósito de que el estudiante consiga las habilidades que le permitan seguir estudiando e investigando de forma autónoma, así como trabajar en grupo.
5. Tutorías. Se programarán 3 horas de tutoría semanales para que el estudiante pueda resolver cuestiones y dudas que le puedan surgir en el proceso de aprendizaje. Estas tutorías son voluntarias.

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	41		50	91
Prácticas	- En aula			
	- En el laboratorio			
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios				
Exposiciones y debates	5		10	15
Tutorías	5		2	7
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos	5		20	25
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	4		8	12
TOTAL	60		90	150

9.- Recursos

Libros de consulta para el estudiante

Para el desarrollo y consulta de los contenidos de la asignatura se recomienda la siguiente bibliografía.

1. Farkas, H. M.; Kra, I.: Riemann surfaces. Second edition. Graduate Texts in Mathematics, 71. Springer-Verlag, New York, 1992.
2. Fulton, William: Algebraic curves. An introduction to algebraic geometry. Mathematics Lecture Notes Series. W. A. Benjamin, Inc., New York-Amsterdam, 1969.
3. Griffiths, Phillip; Harris, Joseph: Principles of algebraic geometry. Wiley Classics Library. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1994.
4. Harris, Joe: Algebraic geometry. A first course. Graduate Texts in Mathematics, 133. Springer-Verlag, New York, 1992.
5. Miranda, Rick: Algebraic curves and Riemann surfaces. Graduate Studies in Mathematics, 5. American Mathematical Society, Providence, RI, 1995.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Se utilizarán los siguientes recursos:

- Biblioteca "Abraham Zacut" de la Universidad de Salamanca.
- Internet: En particular la base de datos "MathSciNet", las revistas de acceso electrónico de la Universidad de Salamanca y el archivo de preprints "ArXiv.org".

10.- Evaluación

Consideraciones Generales

La evaluación de la adquisición de las competencias de la materia se basará en el trabajo continuado del estudiante, controlado periódicamente con diversos instrumentos de evaluación.

Criterios de evaluación

La evaluación valorará los siguientes aspectos:

1. Realización de los trabajos individuales y colectivos. Esta parte contabilizará un 60% de la nota final.
2. Exposición de un trabajo propuesto por el profesor. Esta segunda parte contabilizará un 40% de la nota final.

Instrumentos de evaluación

Los trabajos realizados por los estudiantes y las exposiciones orales realizadas

Recomendaciones para la evaluación.

Seguir las actividades programadas en el desarrollo de la materia.

Recomendaciones para la recuperación.

Se realizará un nuevo trabajo.

GEOMETRÍA DIFERENCIAL GLOBAL

1.- Datos de la Asignatura

Código	304.451	Plan	2013	ECTS	6
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área	Geometría y Topología				
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Tomás Carlos Tejero Prieto	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Geometría y Topología		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Planta Sótano. Ed. Merced. M0107		
Horario de tutorías	Lunes de 13 a 15, martes, miércoles, jueves y viernes de 13 a 14		
URL Web			
E-mail	carlost@usal.es	Teléfono	923 294456

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Materias Obligatorias
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Obligatoria

Perfil profesional.

Investigador

3.- Recomendaciones previas

Ninguna

4.- Objetivos de la asignatura

Los objetivos generales de la asignatura son, por una parte presentar las ideas básicas de la teoría de grupos de Lie, al nivel necesario para el estudio de la teoría de conexiones en fibrados principales, y por otra presentar el núcleo central de la geometría diferencial de fibrados principales, la teoría de conexiones y su aplicación a la formulación de las teorías de Yang-Mills.

5.- Contenidos

1. GRUPOS Y ÁLGEBRAS DE LIE

Definiciones. Ejemplos. Campos invariantes. Álgebra de Lie de un grupo de Lie. Trivialidad del fibrado tangente. Formas invariantes. Ecuaciones de estructura. Forma de Maurer-Cartan.

2. MORFISMOS DE GRUPOS DE LIE Y SUBGRUPOS

Morfismos de grupos de Lie. Ejemplos. Morfismos inducidos entre las álgebras de Lie. Propiedades. Subgrupos de Lie. Propiedades locales de los morfismos de grupos de Lie. Teorema del subgrupo cerrado.

3. SUBGRUPOS UNIPARAMÉTRICOS Y APLICACIÓN EXPONENCIAL

Subgrupos uniparamétricos de un grupo de Lie. Existencia de subgrupos uniparamétricos. Completitud de los campos invariantes. Aplicación exponencial. Propiedades. Aplicaciones al estudio de los grupos de Lie conexos. Estructura de los grupos de Lie abelianos.

4. ACCIONES DE GRUPOS DE LIE. REPRESENTACIÓN ADJUNTA

Acción de un grupo de Lie sobre una variedad. Órbitas. Grupo de isotropía. Acciones efectivas, libres y transitivas. Ejemplos. Campos fundamentales. Propiedades. Representaciones lineales de un grupo de Lie. Acción de un grupo sobre sí mismo por automorfismos internos. Representación adjunta de un grupo de Lie. Representación adjunta del álgebra de Lie de un grupo de Lie.

5. FIBRADOS. FUNCIONES DE TRANSICIÓN. FIBRADOS VECTORIALES

Fibrados diferenciables. Funciones de transición asociadas a un recubrimiento trivializante. Condición de cociclo. Lemas de construcción de fibrados. Fibrados vectoriales. Functores diferenciables. Aplicación a la construcción de fibrados.

6. FIBRADOS PRINCIPALES. SUBFIBRADOS. FIBRADOS INDUCIDOS

Fibrados principales. Ejemplos. Trivializaciones y secciones locales. Funciones de transición de un recubrimiento trivializante. Morfismos de fibrados principales. Subfibrados. Reducción de un fibrado principal. Teorema de reconstrucción de fibrados principales mediante funciones de transición. Funciones de transición y reducciones.

7. FIBRADOS ASOCIADOS A UN FIBRADO PRINCIPAL

Fibrados asociados a un fibrado principal. Propiedades. Aplicaciones equivariantes y secciones de un fibrado asociado. Fibrado vectorial asociado a una representación lineal. Fibrado adjunto.

8. CONEXIONES SOBRE UN FIBRADO PRINCIPAL. FORMAS DE CONEXIÓN Y CURVATURA

Sucesión exacta vertical. Conexiones sobre un fibrado principal. Campos horizontales con respecto a una conexión. Levantamiento horizontal de un campo. Formas equivariantes, horizontales y básicas. Forma de conexión. Derivada exterior covariante. Curvatura de una conexión. Ecuación de estructura de Maurer-Cartan. Identidad de Bianchi. Descripción local de las 1-formas de conexión.

9. CONEXIONES LINEALES INDUCIDAS EN FIBRADOS VECTORIALES ASOCIADOS

Conexiones lineales inducidas por una conexión en un fibrado principal en sus fibrados vectoriales asociados. Curvatura de las conexiones inducidas. Equivalencia entre las conexiones lineales en un fibrado vectorial y las conexiones sobre su fibrado de referencias. Conexiones en el fibrado de referencias de una variedad y conexiones lineales en la variedad. Forma fundamental. Forma de torsión. Ecuaciones de estructura. Identidades de Bianchi. Equivalencia con la formulación mediante conexiones lineales.

10. FORMULACIÓN DE LAS TEORÍAS DE YANG-MILLS

Operador estrella de Hodge. Funcional de Yang-Mills. Ecuaciones de Euler-Lagrange para el funcional de Yang-Mills. Instantones.

6.- Competencias a adquirir

Básicas/Generales.

Las que figuran en la memoria del título: CB6, CB7, CB9, CB10, CG1

Transversales.

- Buscar información bibliográfica de forma autónoma.
- Presentar ideas en público con claridad.
- Redactar con precisión y claridad contenidos científicos.

7.- Metodologías docentes

El aprendizaje se articulará en las siguientes actividades:

1. Clases presenciales. En estas clases se mostrarán a los estudiantes los conceptos y resultados fundamentales del programa. Se comentarán los puntos clave de las demostraciones cuyo desarrollo detallado, en algunos casos, será objeto de trabajos

- individuales que realizarán los estudiantes. Asimismo se plantearán y resolverán ejercicios que ayuden a la comprensión de la teoría.
2. Tutorías de supervisión. En estas se supervisará la realización del trabajo individual con el fin de informar al estudiante de su desarrollo y lograr una adecuada presentación de un trabajo en el seminario correspondiente. El objetivo de esta actividad es introducir al estudiante, de forma dirigida, en los hábitos de integración de conocimientos a partir de diferentes fuentes de información.
 3. Seminarios. Cada estudiante presentará un trabajo individualizado al resto de los estudiantes en un seminario. El objetivo de esta actividad es comprobar que el estudiante es capaz de comunicar con claridad los conocimientos y los argumentos que los sustentan al resto de sus compañeros y al profesor.
 4. Trabajos. En esta actividad no presencial el estudiante elaborará, bajo la supervisión del profesor, los trabajos individuales y colectivos propuestos, los cuales serán entregados al profesor con el propósito de que el estudiante consiga las habilidades que le permitan seguir estudiando e investigando de forma autónoma, así como trabajar en grupo.
 5. Tutorías. Se programarán 3 horas de tutoría semanales para que el estudiante pueda resolver cuestiones y dudas que le puedan surgir en el proceso de aprendizaje. Estas tutorías son voluntarias.

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	45		50	95
Prácticas	- En aula			
	- En el laboratorio			
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios				
Exposiciones y debates	5		10	15
Tutorías	5		2	7
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos	5		28	33
Otras actividades (detallar)				
Exámenes				
TOTAL	60		90	150

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

- 1) D. Bleecker, Gauge theory and variational principles. Addison-Wesley Publishing Co., Reading, Mass., 1981. xviii+179 pp.
Los tres primeros capítulos cubren desde los preliminares sobre formas valoradas, grupos y álgebras de Lie, hasta la teoría de fibrados principales y conexiones. Los estudiantes interesados en conocer en profundidad las teorías gauge pueden encontrar en esta referencia toda la información necesaria.
- 2) Y. Choquet-Bruhat, C. DeWitt-Morette, M. Dillard-Bleick, Analysis, manifolds and physics. North-Holland Publishing Co., Amsterdam-New York, 1982. xx+630 pp.
Pueden consultarse para los grupos de Lie las secciones C y D del capítulo II, así como los problemas resueltos en los que se estudian en detalle los grupos clásicos. También son adecuadas la sección B.2 del capítulo II y el Vbis, en los que se tratan los fibrados y las conexiones en fibrados principales, respectivamente.
- 3) Y. Choquet-Bruhat, C. DeWitt-Morette, Analysis, manifolds and physics. Part II. 92 applications, North-Holland Publishing Co., Amsterdam, 1989. xii+449 pp.
En esta segunda parte del libro anterior se incluyen 92 problemas resueltos, que van desde los grupos de Lie y espacios homogéneos, pasando por las álgebras de Lie de los grupos lineales hasta las transformaciones gauge, la característica de Euler-Poincaré de un fibrado y las formas de Chern-Simons.
- 4) P.M. Gadea, J. Muñoz-Masqué, Analysis and algebra on differentiable manifolds: A workbook for students and teachers. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherland, 2001. xviii+478pp.
Este libro de ejercicios contiene temas dedicados a los grupos y álgebras de Lie, fibrados principales y conexiones.
- 5) S. Kobayashi, K. Nomizu, Foundations of differential geometry. Vol. I. Wiley-Interscience, New York, USA, 1963. xi+329pp.
Las secciones 3 y 5 del capítulo I están dedicadas a los grupos de Lie y los fibrados principales, con un nivel similar al del curso. En los capítulos II y III se estudia la teoría de conexiones en profundidad y con gran rigor.
- 6) I. Kolár, P. Michor, J. Slovák, Natural operations in differential geometry. Springer-Verlag, Berlin, 1993. vi+434 pp.
El primer capítulo contiene una buena introducción a los grupos de Lie con multitud de ejemplos. En el tercer capítulo se trata la teoría de fibrados diferenciables y conexiones de Ehresmann, incluyendo también las conexiones principales con un nivel similar al del curso.
- 6) J. M. Lee, Introduction to smooth manifolds, second edition. Springer-Verlag, Berlin, 2013. xv+708 pp.
Este libro puede usarse como referencia de consulta para los resultados previos de Geometría Diferencial. Además los capítulos 7, 20 y 21 pueden ser útiles para la teoría de grupos de Lie, mientras que el capítulo 10 está dedicado al estudio de los fibrados vectoriales.
- 7) M. M. Postnikov, Leçons de géométrie: géométrie différentielle. Mir, Moscú, 1990. 439 pp.
Pueden consultarse los capítulos 1, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21, que cubren todos los aspectos que trataremos en el curso, incluyendo multitud de ejemplos.
- 8) F.W. Warner, Foundations of differentiable manifolds and Lie groups. Springer-Verlag, New York, 1983. viii+272pp.

La teoría de grupos de Lie se trata de una forma clara, formal y moderna, con sus correspondientes ejemplos y ejercicios en el capítulo 3. También puede consultarse el capítulo 2 para los fibrados vectoriales.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Se utilizarán los siguientes recursos:

- Biblioteca "Abraham Zacut" de la Universidad de Salamanca.
- Internet: En particular la base de datos "MathSciNet", las revistas de acceso electrónico de la Universidad de Salamanca y el archivo de preprints "ArXiv.org".

10.- Evaluación

Las pruebas de evaluación que se diseñen deben evaluar si se han adquirido las competencias descritas, por ello, es recomendable que al describir las pruebas se indiquen las competencias y resultados de aprendizaje que se evalúan.

Consideraciones Generales

La evaluación de la adquisición de las competencias de la materia se basará en el trabajo continuado del estudiante, controlado periódicamente con diversos instrumentos de evaluación.

Criterios de evaluación

La evaluación valorará los siguientes aspectos:

1. Realización de los trabajos individuales y colectivos. Esta parte contabilizará un 85% de la nota final.
2. Exposición de un trabajo propuesto por el profesor. Esta segunda parte contabilizará un 15% de la nota final.

Instrumentos de evaluación

Los trabajos realizados por los estudiantes y las exposiciones orales realizadas.

Recomendaciones para la evaluación.

Seguir las actividades programadas en el desarrollo de la materia.

Recomendaciones para la recuperación.

Se realizará un nuevo trabajo.

MÉTODOS DE ANÁLISIS FUNCIONAL

1.- Datos de la Asignatura

Código	304.452	Plan	2013	ECTS	3
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área	Análisis Matemático				
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Julia Prada Blanco	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M2329		
Horario de tutorías	Lunes de 17 a 19 horas		
URL Web			
E-mail	prada@usal.es	Teléfono	923294457

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Bloque de formación básica
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Se trata de una asignatura fundamental para la formación de los alumnos del Master.

Perfil profesional.

3.- Recomendaciones previas

Se recomienda poseer conocimientos básicos de Análisis Funcional a nivel de Grado.

4.- Objetivos de la asignatura

Manejar álgebras de Banach. Reconocer las propiedades espectrales de los distintos tipos de Operadores. Utilizar la teoría de distribuciones y los espacios de Sobolev.

5.- Contenidos

Álgebras de Banach. Espectro de un álgebra. Teorema de Gelfand-Mazur. El teorema de representación de Gelfand.. Operadores compactos. Operadores compactos en espacios de Hilbert. El teorema espectral para operadores normales. Introducción a la Teoría de las distribuciones. Funciones generalizadas. La función delta y sus derivadas. Funciones ordinarias consideradas como distribuciones. Espacios de Sobolev.

6.- Competencias a adquirir

Específicas.

CE1, CE2, CE3, CE4, CE5.

Básicas/Generales.

CB6, CB7, CB8, CB9, CB9, CB10, CG1.

Transversales.

7.- Metodologías docentes

Se utilizan clases magistrales y seminarios principalmente. Las tutorías ayudan al alumno a resolver la dudas originadas en el estudio de la asignatura.

Son interesantes también las exposiciones, tanto orales como escritas, pues clarifican al profesor y al alumno la evolución en el progreso de la asignatura.

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	4		4	25
Prácticas	- En aula			
	- En el laboratorio			
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización (visu)			3
Seminarios	3		10	25
Exposiciones y debates	7			41
Tutorías	2		2	50
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos	3		8	28
Otras actividades (detallar) trabajo tutelado	7		10	41
Exámenes	4		8	33
TOTAL	30		45	40

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

Elements of Functional Analysis. I.J. Maddox. Cambridge University Press. 1970
 Introduction to Functional Analysis. R. Meise and D. Vogt. Oxford Science Publications. 1997.
 Análisis Funcional. Rudin. Editorial Reverté. 1979.
 Distributions. Théorie et problèmes. Y. Choquet-Bruhat. Masson et Cie, Editeurs. 1973.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Generalized Functions: Theory and Technique. Ram P. Kanwal. Mathematics in Science and Engineering, Volume 171. Academic Press. 1983

10.- Evaluación

Las pruebas de evaluación que se diseñen deben evaluar si se han adquirido las competencias descritas, por ello, es recomendable que al describir las pruebas se indiquen las competencias y resultados de aprendizaje que se evalúan.

Consideraciones Generales

Las pruebas de evaluación descritas tienen como objetivo fundamental determinar si los objetivos de aprendizaje se han cumplido y creo que las propuestas cumplen el cometido deseado.

Criterios de evaluación

Prueba escrita de evaluación final. Ponderación máxima 50. Ponderación mínima 30
 Pruebas periódicas de evaluación rápida. Ponderación máxima 50. Pond. Mínima 30
 Preparación y presentación de trabajos. Ponderación máxima 30. Pond. Mínima 20

Instrumentos de evaluación

Prueba escrita de evaluación final.
 Pruebas periódicas de evaluación rápida.
 Preparación y presentación de trabajos.

Recomendaciones para la evaluación.

Recomendaciones para la recuperación.

MÉTODOS NUMÉRICOS PARA ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES

1.- Datos de la Asignatura

Código	304.453	Plan	2013	ECTS	6
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Luis Ferragut Canals	Grupo / s	
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	P2125		
Horario de tutorías	Martes, Miércoles y Jueves de 12h. a 14h.		
URL Web	http://campus.usal.es/~sinumcc		
E-mail	ferragut@usal.es	Teléfono	1522

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Métodos Numéricos para Ecuaciones en Derivadas Parciales
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.

Perfil profesional.

3.- Recomendaciones previas

Se recomienda poseer conocimientos básicos de Análisis Funcional y Análisis numérico.

4.- Objetivos de la asignatura

Analizar, desarrollar y aplicar métodos numéricos para la resolución de problemas asociados a ecuaciones e inecuaciones en derivadas parciales.

5.- Contenidos

Formulación débil de problemas de contorno y valor inicial asociados a ecuaciones en derivadas parciales y su resolución numérica. Inecuaciones variacionales, operadores multívocos y algoritmos numéricos.

6.- Competencias a adquirir

Específicas.

CE1, CE2, CE3, CE4, CE5

Básicas/Generales.

CB6, CB7, CB9, CB10, CG1

Transversales.

7.- Metodologías docentes

Clases magistrales, clases de ejercicios. Exposición de temas y trabajos al resto de los alumnos y en presencia del profesor. Trabajos tutelados.

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		7		11	18
Prácticas	- En aula	7		11	18
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		5		10	15
Tutorías		5		2	7
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		2		3	5
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		8	12
TOTAL		30		45	75

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

DMAA. Monografías del Departamento de Matemática Aplicada:
 Métodos numéricos para problemas no lineales. Luis Ferragut
<http://hdl.handle.net/10366/111149>

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Raviart P.A., Thomas, J.M. Introduction a l'analyse numérique des equations aux dérivés partielles. Ed Masson, 1985.
 Ciarlet P.G. The Finite Element Method for elliptic problems. Ed. North Holland, 1980.
 Fortin M. Glowinski R. Methods de Lagrangien Augmenté. Ed Dunod, 1982.

10.- Evaluación

Las pruebas de evaluación que se diseñen deben evaluar si se han adquirido las competencias descritas, por ello, es recomendable que al describir las pruebas se indiquen las competencias y resultados de aprendizaje que se evalúan.

Consideraciones Generales

1. Valoración de la exposición de temas: 10% de la nota final.
2. Evaluaciones periódicas: 30% de la nota final.
3. Trabajo práctico: 20% de la nota final.
4. Examen final: 40% de la nota final.

Criterios de evaluación

La resolución correcta de los ejercicios propuestos y preguntas realizadas en los exámenes. Se valorará el correcto desarrollo de las actividades, la precisión en el lenguaje matemático, el orden en la exposición de las ideas.

Instrumentos de evaluación

Se valorarán los exámenes, los ejercicios propuestos, la exposición de temas y el trabajo personal en la resolución de un problema práctico.

Recomendaciones para la evaluación.

Seguimiento continuado de la asignatura.

Recomendaciones para la recuperación.

Examinar las correcciones de los exámenes que se publicarán en la plataforma Studium.

MÉTODOS PROBABILÍSTICOS Y ESTADÍSTICOS AVANZADOS

1.- Datos de la Asignatura

Código	304.454	Plan	2013	ECTS	6
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área	Estadística e investigación operativa				
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	María Jesús Rivas López	Grupo / s	
Departamento	Estadística		
Área	Estadística e investigación operativa		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edif. Ciencias, D1509		
Horario de tutorías	Lunes y Martes 12-14 h.		
URL Web			
E-mail	chusrl@usal.es	Teléfono	923294458

Profesor Coordinador	Juan Manuel Rodríguez Díaz	Grupo / s	
Departamento	Estadística		
Área	Estadística e investigación operativa		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edif. Ciencias, D1102		
Horario de tutorías	A convenir con el profesor		

URL Web	http://web.usal.es/juanmrod		
E-mail	juanmrod@usal.es	Teléfono	923 294458
Profesor Coordinador	Javier Villarroel RodriguezGrupo / s		
Departamento	Estadística		
Área	Estadística e investigación operativa		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edif. Ciencias, D1511		
Horario de tutorías	Lunes, martes, miércoles de 16:30 a 18:30		
URL Web			
E-mail	javier@usal.es	Teléfono	923294458

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
La asignatura prepara para la formación en Métodos Matemáticos Estocásticos, uno de los objetivos del Master.
Perfil profesional.
Profesionales que quieran usar los Métodos Estocásticos y estadísticos en su especialidad, como Físicos, Estadísticos, Finanzas y riesgo etc.

3.- Recomendaciones previas

Aquellos alumnos que no hayan cursado el Grado en Matemáticas deben tener cierta familiaridad con los rudimentos básicos de cálculo de probabilidades: distribuciones de probabilidad y variables aleatorias
--

4.- Objetivos de la asignatura

Entender el concepto de dependencia estocástica.
 Manejar adecuadamente funciones de distribución multidimensionales.
 Reconocer problemas donde el modelo lineal básico es aplicable. Manejo del modelo ANOVA y su implementación informática.
 Implementación de otros modelos de contrastes.

5.- Contenidos

Variables aleatorias en multidimensiones. Tipos. Densidades multivariantes y condicionadas.
 Funciones de variables aleatorias y leyes de transformación. Jacobianos. Correlación.
 Análisis de la varianza, Modelos en bloques aleatorizados,
 Bondad del ajuste, contrastes no paramétricos.
 Introducción al modelo lineal general y al análisis discriminante, modelos de aplicación.

6.- Competencias a adquirir

Se deben relacionar las competencias que se describan con las competencias generales y específicas del título. Se recomienda codificar las competencias (CG xx1, CEyy2, CTzz2) para facilitar las referencias a ellas a lo largo de la guía.

Específicas.

CE1 CE2, CE3, CE4, CE5,

Básicas/Generales.

CB6, CB7 , CB9 , CB10 , CB , C1 ,

Transversales.

7.- Metodologías docentes

Sesiones magistrales
 Clases de problemas
 Prácticas en el aula de informática
 Preparación de trabajos.

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	25			
Prácticas	- En aula	15	60	
	- En el laboratorio			
	- En aula de informática	10	10	
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios				
Exposiciones y debates				
Tutorías				
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos	10		20	
Otras actividades (detallar)				
Exámenes				
TOTAL	60		90	

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

10.- Evaluación

Consideraciones Generales

Criterios de evaluación
Asistencia a las clases 15%. Trabajo individual 85%
Instrumentos de evaluación
Desarrollo de trabajos. Interés y participación. Trabajo final y trabajos parciales.
Recomendaciones para la evaluación.
Se valorarán la Asistencia a las clases, el Interés y participación en las clases.
Recomendaciones para la recuperación.
Mismas.

CÁLCULO ESTOCÁSTICO Y FINANZAS

1.- Datos de la Asignatura

Código	304.454	Plan	2013	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área	Estadística e investigación operativa				
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Javier Villarroel Rodríguez	Grupo / s	
Departamento	Estadística		
Área	Estadística e investigación operativa		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edif. Ciencias, D1511		
Horario de tutorías	Lunes, martes, miércoles de 16:30 a 18:30		
URL Web			
E-mail	Javier@usal.es	Teléfono	923294458

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.

La asignatura prepara para la formación en Métodos Matemáticos Estocásticos, uno de los objetivos del Master.

Perfil profesional.

Profesionales que quieran usar los Métodos Estocásticos y estadísticos en su especialidad, como Físicos, Estadísticos, Finanzas y riesgo etc.

3.- Recomendaciones previas

Aquellos alumnos que no hayan cursado el Grado en Matemáticas deben tener cierta familiaridad con los rudimentos básicos de cálculo de probabilidades: distribuciones de probabilidad y variables aleatorias

4.- Objetivos de la asignatura

Entender el concepto de derivado financiero. Manejar adecuadamente la regla de Ito en multidimensiones. Familiarizarse con probabilidades libres de riesgo.

5.- Contenidos

Procesos de Markov e Información generada. Martingalas. Movimiento Browniano. Modelos dinámicos de evolución de stocks. Valoración de derivados en términos de esperanzas libres de riesgo. Integral de Itô. Regla de Ito en multidimensiones. El principio de no arbitraje. Carteras auto financiadas y replicantes, la fórmula de Black-Scholes. Derivados asiáticos y la fórmula de Kac-Feynman.

6.- Competencias a adquirir

Básicas/Generales.

CB6, CB7, CB9, CB10, CB, C1,

Específicas.

CE1 CE2, CE3, CE4, CE5,

Transversales.

7.- Metodologías docentes

Sesiones magistrales
Clases de problemas
Preparación de trabajos.

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	15		20	
Prácticas	- En aula	10		
	- En el laboratorio			
	- En aula de informática	5		30
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios				
Exposiciones y debates				
Tutorías				
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos	20		40	
Otras actividades (detallar)				
Exámenes				
TOTAL	60		90	

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

10.- Evaluación

Consideraciones Generales
Criterios de evaluación
Asistencia a las clases 15%. Trabajo individual 85%
Instrumentos de evaluación
Desarrollo de trabajos. Interés y participación. Trabajo final y trabajos parciales.
Recomendaciones para la evaluación.
Se valorarán el Interés y participación en las clases.
Recomendaciones para la recuperación.
Mismas.

ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES

1.- Datos de la Asignatura

Código	304.456	Plan	2013	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área	Análisis Matemático				
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Jesús Rodríguez Lombardero	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias Químicas		
Despacho	M2327		
Horario de tutorías	L, X, J de 10 a 12, previa cita con el profesor		
URL Web			
E-mail	jrl@usal.es	Teléfono	923294457

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia

En esta asignatura se usan los conocimientos adquiridos en Geometría Diferencial Global para estudiar las simetrías de las ecuaciones diferenciales. Se puede complementar con Sistemas Dinámicos Integrales y Solitones.

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.

Con esta asignatura se dota a los alumnos de herramientas necesarias para estudiar algunas de las ecuaciones más importantes que aparecen en Física e Ingeniería.

Perfil profesional.

Investigación

3.- Recomendaciones previas

Se recomienda tener conocimientos sobre ecuaciones diferenciales, tanto ordinarias como en derivadas parciales, grupos y álgebras de Lie y sistemas diferenciales exteriores.

4.- Objetivos de la asignatura

Generales

- Contribuir a la formación y desarrollo del razonamiento científico.
- Proveer al alumno de capacidades de abstracción, concreción, concisión, imaginación, intuición, razonamiento, crítica, objetividad, síntesis y precisión.
- Formular y resolver problemas utilizando el lenguaje matemático.

Específicos

- Relacionar distintos problemas de la geometría, la física y otras ciencias con las ecuaciones en derivadas parciales.
- Distinguir entre diferentes tipos de ecuaciones en derivadas parciales y conocer algunas de sus propiedades básicas.
- Conocer distintos tipos de soluciones.
- Comprender la geometría subyacente a los sistemas de ecuaciones en derivadas parciales.
- Adquirir destreza en la prolongación de automorfismos diferenciables y campos tangentes a los espacios de jets.
- Conocer distintos tipos de simetrías.
- Aplicar los conocimientos anteriores a la resolución de problemas.

5.- Contenidos

Indíquense los contenidos preferiblemente estructurados en Teóricos y Prácticos. Se pueden distribuir en bloques, módulos, temas o unidades.

1. Cuestiones generales.

Ecuaciones en derivadas parciales. Concepto de solución. El problema de Cauchy. Sistemas analíticos. Teorema de Cauchy-Kowalevski. Variedades características. Ecuaciones de segundo orden. Características de Monge.

2. Sistemas de ecuaciones en derivadas parciales de primer orden con una función incógnita.

Variedades simplécticas. Geometría de las ecuaciones de primer orden en las que no aparece explícitamente la función incógnita. Sistema característico. Solución singular. Problema de Cauchy. Integrales completas. Clasificación local de los sistemas involutivos. Teoría de Hamilton-Jacobi. Variedad de contacto. Ecuaciones de primer orden en las que aparece explícitamente la función incógnita.

3. Geometría de los sistemas de ecuaciones en derivadas parciales de orden superior.

Espacios de jets. Prolongación de subvariedades. Sistema de contacto y distribución de Cartan. Prolongación de automorfismos diferenciables y de campos tangentes. Los sistemas de ecuaciones en derivadas parciales como sistemas diferenciales exteriores.

4. Grupos de simetrías.

Acción de un grupo de Lie en una variedad diferenciable. Grupos locales de transformaciones. Álgebra de Lie asociada a la acción de un grupo. Prolongación de la acción de un grupo de Lie a los espacios de jets. Invariantes diferenciales. Simetrías de Lie de un sistema de ecuaciones diferenciales. Aplicación al cálculo de soluciones. Soluciones invariantes por un grupo. Espacio de jets invariantes y ecuación reducida.

5. Simetrías generalizadas.

Simetrías condicionales. Simetrías parciales. Simetrías débiles. Aplicaciones a la integración de ecuaciones en derivadas parciales.

6.- Competencias a adquirir

Específicas.

CE1. Conocer las bases teóricas de los métodos matemáticos Analíticos, Numéricos, Geométricos y Estocásticos.

CE4. Poseer conocimientos matemáticos avanzados que permitan cursar un Programa de Doctorado y realizar una tesis doctoral.

Básicas/Generales.

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.

CB9. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CG1. Familiarizarse con los diversos aspectos involucrados en la investigación en Matemáticas, Tales como: trabajo teórico; consulta de bibliografía, revistas y bases de datos especializadas; redacción de trabajos de investigación; comunicación, exposición, debate y publicación de resultados.

CE5. Capacidad para incorporarse a grupos de investigación e I+D+i en Matemáticas, tanto en el ámbito académico como en el empresarial.

Transversales.

7.- Metodologías docentes

Clases magistrales

Mediante esta fórmula se desarrollarán los contenidos teóricos, siguiendo uno o dos libros de referencia, en los que se incluyen las definiciones de los diferentes conceptos y su comprensión a partir de ejemplos, así como las propiedades formuladas como teoremas y corolarios, argumentando su demostración en los casos más notables. Se fijan así los conocimientos ligados a las competencias previstas y se da paso a clases prácticas de resolución de problemas.

Resolución de problemas

A través de clases prácticas se irán resolviendo los ejercicios y problemas planteados para aplicar y asimilar los contenidos, utilizando cuando sea conveniente medios informáticos, de modo que en las clases prácticas los estudiantes se inicien en las competencias previstas.

Entrega de trabajos

A partir de esas clases teóricas y prácticas se propondrá a los estudiantes la realización de trabajos personales, contando con el apoyo del profesor

Los trabajos entregados serán corregidos por el profesor y comentados posteriormente en las tutorías personales, con el fin de que puedan detectar sus posibles deficiencias, tanto de comprensión como de redacción.

Trabajo personal

Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de los trabajos propuestos.

Exposición de trabajos

Se podrán realizar exposiciones de partes de la teoría ya explicada por el profesor, o de algún enunciado cuya demostración hubiera quedado pendiente para: o bien, en casos sencillos, ser obtenida por los propios alumnos o bien ser consultada en alguno de los textos de la bibliografía. Se expondrán, además, los trabajos ante el profesor y el resto de compañeros, comentándolos luego en una tutoría personal entre estudiante y profesor.

Realización de exámenes

Exámenes de teoría y resolución de problemas

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	40		50	90
Prácticas	- En aula			
	- En el laboratorio			
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios				
Exposiciones y debates	10		15	25
Tutorías	5			5
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos			15	15
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	5		10	15
TOTAL	60		90	150

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

- Bluman, G. W., Kumei, S.: Symmetries and differential equations, Springer-Verlag, 1989
- Muñoz Díaz, J.: Ecuaciones diferenciales I, Ediciones Universidad de Salamanca, 1982
- Olver, P. J.: Applicatios of Lie gropus to differential equations, Springer-Verlag, 1986
- Olver, P. J.: Equivalente, invariants and ymmetry, Cambridge, 1995
- Stephani, H.: Differential equations, their solutions using symmetries, Cambridge University Press, 1989

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Como complemento a la bibliografía anterior se proponen los títulos siguientes:

- Olver, P. J.: Equivalente, invariants and ymmetry, Cambridge University Press, 1995
- Ovsianikov, L. V.: Group análisis of differential equations, Academia Press, 1982

- Stormark, O.: Lie's structural approach to PDE systems, Cambridge University Press, 2000
- También se usarán algunos artículos publicados en revistas científicas y se facilitará material complementario en la página web del curso que estará a disposición de los estudiantes en el campus virtual de la Universidad de Salamanca, <http://moodle.usal.es>.

10.- Evaluación

Las pruebas de evaluación que se diseñen deben evaluar si se han adquirido las competencias descritas, por ello, es recomendable que al describir las pruebas se indiquen las competencias y resultados de aprendizaje que se evalúan.

Consideraciones Generales

Se evaluará el nivel adquirido en las competencias y destrezas expuestas, así como el logro de los objetivos propuestos. Se exigirá una nota mínima en cada grupo de actividades a evaluar y en cada bloque del temario, evitando así el desconocimiento absoluto de alguna parte de la materia y la no realización de las actividades.

Criterios de evaluación

A continuación se detalla el porcentaje de cada una de las actividades de evaluación sobre la nota final.

- Participación en clase: 10%
- Pruebas periódicas de evaluación: 25%
- Entrega y exposición de trabajos: 25%
- Examen final de teoría y problemas: 40%
- Examen de recuperación: Para aquellos alumnos que no hayan aprobado la asignatura habrá un segundo examen escrito de teoría y problemas con el que podrán mejorar la nota obtenida en el examen final.

Instrumentos de evaluación

Actividades a evaluar

- Participación en clase
- Entrega de trabajos
- Exposición de trabajos
- Exámenes escritos de teoría y problemas

Recomendaciones para la evaluación.

- La asistencia a las clases es altamente recomendable.
- Una vez que el profesor entrega los trabajos corregidos, analizar los errores cometidos, tanto individualmente, como acudiendo a las tutorías.

- Ensayo previo de la exposición de los trabajos, para detectar las posibles deficiencias en el entendimiento de los conceptos, así como en la forma de expresión.
- En la preparación de la parte teórica es importante comprender (los conceptos, razonamientos, etc.) y evitar la memorización automática.
- En cuanto a la parte práctica, es necesario ejercitarse con los problemas que aparecen en los libros recomendados o en la colección de enunciados que se facilita a los alumnos.
- Resolver las dudas mediante el manejo de bibliografía, discusiones con los compañeros o acudiendo al profesor.

Recomendaciones para la recuperación.

- Analizar los errores cometidos en los exámenes y en los trabajos (acudiendo para ello a la revisión).
- Trabajar en su preparación con las mismas recomendaciones realizadas para la evaluación.

MÉTODOS PROBABILÍSTICOS Y ESTADÍSTICOS AVANZADOS

1.- Datos de la Asignatura

Código	304.457	Plan	2013	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área	Física Teórica				
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Juan Mateos Guilarte	Grupo / s	
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Teórica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Nº 12 Casas del Parque (II)		
Horario de tutorías	Martes y Jueves de 12:00 h a 13:00 h		
URL Web	http://campus.usal.es/~mpg/		
E-mail	guilarte@usal.es	Teléfono	923 29 44 00 Ext. 1543

Profesor Coordinador	Marina de la Torre Mayado	Grupo / s	
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Teórica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Nº 13 Casas del Parque (II)		
Horario de tutorías	Martes y Jueves de 12:00 h a 13:00 h		

URL Web	http://campus.usal.es/~mpg/		
E-mail	marina@usal.es	Teléfono	923 29 44 00 Ext. 1543

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia

Esta asignatura forma parte de los 36 créditos optativos del Máster Universitario en Métodos Matemáticos Avanzados de entre los cuales los estudiantes pueden elegir 18 créditos.

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.

Se trata de una asignatura optativa del Máster Universitario en Métodos Matemáticos Avanzados que se oferta en el segundo semestre.

Perfil profesional.

Al ser una asignatura optativa, es adecuada en cualquier perfil vinculado al Máster Universitario en Métodos Matemáticos Avanzados, y en particular para la investigación y docencia en Matemáticas y Física.

3.- Recomendaciones previas

--

4.- Objetivos de la asignatura

El objetivo fundamental de la asignatura es mostrar a los estudiantes del Máster, con un ejemplo físico relevante: el efecto Hall cuántico, a manejar diversos conceptos matemáticos, superficies de Riemann, clases características, funciones theta, etc., para llegar a un entendimiento profundo del problema y de los resultados experimentales asociados.

5.- Contenidos

1. Introducción
2. Problema físico de Dirac-Landau.

3. El efecto Hall Cuántico: Geometría plana.
4. El efecto Hall Cuántico: Superficies de Riemann de género 1.
5. Cálculo de la Conductividad Hall en el Efecto Hall Cuántico Entero.
6. Cálculo de la Conductividad Hall en el Efecto Hall Cuántico Fraccionario.

6.- Competencias a adquirir

Básicas/Generales.

CB7: Los estudiantes sabrán 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.

CB9: Los estudiantes sabrán 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.: Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CG1. Familiarizarse con los diversos aspectos involucrados en la investigación, tales como: trabajo teórico; consulta de bibliografía, revistas y bases de datos especializadas; redacción de trabajos de investigación; comunicación, exposición, debate y publicación de resultados.

Específicas.

CE2. Capacidad para utilizar métodos matemáticos para modelar y estudiar problemas provenientes de diferentes campos científicos.

CE3. Capacidad para iniciarse en tareas de investigación interdisciplinar en Matemáticas a nivel suficiente para iniciar un proyecto de investigación en alguna de las áreas de los métodos matemáticos de forma supervisada.

CE4. Poseer conocimientos matemáticos avanzados que permitan cursar un Programa de Doctorado y realizar una tesis doctoral, desarrollando para ello la comprensión de los conceptos y las demostraciones rigurosas de teoremas fundamentales de los métodos matemáticos.

CE5. Capacidad para incorporarse a grupos de investigación e I+D+i en Matemáticas, conociendo para ello los diversos aspectos teóricos, prácticos y aplicaciones de los métodos matemáticos.

Transversales.

7.- Metodologías docentes

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clases magistrales de teoría	Se expondrá el contenido teórico de los temas en clases presenciales para transmitir a los estudiantes de Máster los conocimientos ligados a las competencias previstas.
Resolución de problemas	Los conocimientos teóricos se fijaran por medio de clases prácticas de resolución de problemas. Se desarrollarán los conceptos clave por medio de problemas especialmente diseñados al efecto, de forma que los estudiantes adquieran las competencias previstas.
Seminarios de teoría y problemas	Los seminarios tienen como objetivo fundamental que los estudiantes puedan exponer las dificultades y dudas que les hayan surgido, tanto en la comprensión de la teoría como en la resolución de los problemas. Se fomentará la discusión entre los estudiantes para aclarar todas las cuestiones.
Trabajos	A partir de las clases teóricas y de problemas los alumnos habrán de realizar trabajos personales supervisados por el profesor. Los trabajos consistirán en la resolución individual de problemas y su posterior presentación al resto de los estudiantes. En estos seminarios, los alumnos deberán exponer ante sus compañeros las técnicas aplicadas a la resolución de los problemas. Se fomentará la discusión y crítica por parte de todos los estudiantes.

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		30		40	70
Prácticas	- En aula	6		10	16
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Seminarios	10		10	20
Exposiciones y debates	5		10	15
Tutorías				
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos	5		10	15
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	4		10	14
TOTAL	60		90	150

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

- Richard E. Prange, Steven M. Girvin, The Quantum Hall effect, New York: Springer, 1987. ISBN: 0387962867.
- Charles Nash, Siddhartha Sen, Topology and geometry for physicists, London: Academic Press, 1983. ISBN: 0125140800.
- Charles Nash, Differential topology and quantum field theory, London: Academic Press, cop. 1991. ISBN: 0125140754.
- Zyun Francis Ezawa, Quantum Hall effects: field theoretical approach and related topics, Singapore: World Scientific, cop. 2000. ISBN: 9810234309.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

- J. Mateos Guilarte, J. María Muñoz Porras, M. de la Torre Mayado, Elliptic theta functions and the fractional quantum Hall effect, Journal of Geometry and Physics 27 (1998) 297-332.

10.- Evaluación

Consideraciones Generales

La evaluación de las competencias de la materia se basará en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente con una prueba final escrita.

Criterios de evaluación
<p>La evaluación tendrá en cuenta la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico que se comprobará tanto por actividades de evaluación continua como por una prueba final escrita.</p> <p>Las actividades de evaluación continua supondrán 50% de la nota total de la asignatura.</p> <p>La prueba escrita final será un 50% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en esta prueba supere el 40% de la nota máxima de la prueba.</p>
Instrumentos de evaluación
<p>Se utilizarán los siguientes:</p> <p>Evaluación continua:</p> <ul style="list-style-type: none">• SEMINARIOS TUTELADOS: Se valorará la asistencia y la participación activa. Serán un 10% de de la nota total de la asignatura.• ELABORACIÓN Y EXPOSICIÓN DE TRABAJOS, EJERCICIOS Y PROBLEMAS: Se valorará tanto la elaboración como la exposición de los mismos serán un 40% de la nota total de la asignatura. <p>Prueba escrita: Al finalizar el curso se realizará un examen escrito que contendrá tanto preguntas de tipo conceptual como de problemas y en la que se evaluarán los objetivos de aprendizaje adquiridos por los estudiantes. Será un 50% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura, se requiere que la calificación obtenida en esta prueba escrita supere el 40% de la nota máxima de la prueba.</p>
Recomendaciones para la evaluación.
<p>Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.</p>
Recomendaciones para la recuperación.
<p>Se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la parte de la nota correspondiente a la prueba escrita final.</p>

INTRODUCCIÓN A LOS PROBLEMAS DE MÓDULO

1.- Datos de la Asignatura

Código	304.458	Plan	2013	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área	Geometría y Topología, Álgebra				
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Ana Cristina López Martín	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias Químicas		
Despacho	M2320		
Horario de tutorías	Lunes, Martes y Miércoles de 16:00 a 18:00 horas		
URL Web	http://diarium.usal.es/anacris/		
E-mail	anacris@usal.es	Teléfono	923 294456

Profesor Coordinador	José María Muñoz Porras	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M1321		
Horario de tutorías	Martes, Miércoles y Jueves de 10:00 a 12:00 horas		

URL Web			
E-mail	jmp@usal.es	Teléfono	923 291553

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.

Perfil profesional.

3.- Recomendaciones previas

4.- Objetivos de la asignatura

Familiarizar a los alumnos con los problemas de móduli, especialmente el móduli de fibrados y los espacios de móduli de curvas y variedades abelianas. Conocer su significado geométrico y su construcción. Manejar la teoría analítica y algebraica de variedades Jacobianas y de funciones theta. El objetivo del curso es poner a los alumnos en situación de estudiar con profundidad los temas tratados y de usarlos, no se pretende un desarrollo completo de la teoría. Se valorará también la capacidad de leer y comprender temas relacionados con la asignatura y desarrollados en libros y artículos de investigación.

5.- Contenidos

Para la consecución de estos objetivos, se desarrollará el siguiente programa de objetivos específicos y contenidos:

1. El problema de móduli. Ejemplos

- a) **Objetivos:** Comprender los problemas de móduli como problemas de dotar de estructura (algebraica, holomorfa) a conjuntos dados por propiedades geométricas y describir algunos ejemplos. Conocer los conceptos de móduli fino y grosero y sus diferencias. Estudiar la construcción de espacios de móduli dados por condiciones abiertas y cerradas.
 - b) **Contenidos:** Espacios y sus puntos. Determinación de una variedad por sus puntos. Lugares geométricos. Reconocer la diferencia entre móduli fino y móduli grosero. Condiciones abiertas y cerradas, condición de haz. Ejemplos sencillos: fibrados vectoriales.
2. **Espacios de móduli sencillos: Fibrados proyectivos, Grassmanianas y esquemas de Hilbert**
 - a) **Objetivos:** Estudiar los fibrados proyectivos y las grassmanianas como espacios de móduli sencillos. Conocer la idea de la construcción de los esquemas de Hilbert y de los esquemas Quot.
 - b) **Contenidos:** Puntos de un fibrado proyectivo y de una Grassmaniana. Construcción de un recubrimiento abierto del móduli. Construcción del móduli. Relación con la construcción geométrica diferencial. Descripción de la construcción de los esquemas de Hilbert y Quot. Cálculos en algunos casos sencillos.
3. **Cocientes por acción de grupos**
 - a) **Objetivos:** Comprender los distintos tipos de cociente posibles por la acción de un grupo algebraico y su relación con el problema de móduli.
 - b) **Contenidos:** Acciones de un grupo. Estructuras algebraicas de los cocientes. Ejemplos sencillos, esquemas de Picard.
4. **Espacios de móduli de fibrados**
 - a) **Objetivos:** Comprender los problemas de existencia de los espacios de móduli de fibrados y de la necesidad de las condiciones de estabilidad. Móduli fino y grosero de fibrados.
 - b) **Contenidos:** Familias limitadas (definición). Descripción de la construcción del móduli. Enunciados de algunos resultados importantes sobre espacios de móduli.
5. **Jacobianas de curvas algebraicas.**
 - a) **Objetivos:** Estudiar las condiciones para que un toro complejo sea algebraico y conocer el significado geométrico de la Jacobiana.
 - b) **Contenidos:** Definición de toros complejos. Teorema de inmersión de Kodaira y condiciones de Riemann. Matriz de periodos. Construcción de la matriz de periodos de una superficies de Riemann. Jacobiana. Variedad de divisores. Morfismo de Abel. Móduli de fibrados de línea.
6. **Móduli de curvas y variedades abelianas.**
 - a) **Objetivos:** Conocer la construcción y el significado geométrico del móduli de curvas y variedades abelianas.
 - b) **Contenidos:** Construcción del móduli de curvas. Construcción del móduli de variedades abelianas.
7. **Funciones theta y formas modulares.**
 - a) **Objetivos:** Conocer las propiedades de las funciones theta y las formas modulares y su relevancia en el estudio de la Jacobiana.
 - b) **Contenidos:** Definición de función theta asociada a una matriz de periodos. Funciones theta con característica. Teorema de Riemann y problema de inversión de Jacobi. Fórmulas de adición. Formas modulares.

6.- Competencias a adquirir

Se deben relacionar las competencias que se describan con las competencias generales y específicas del título. Se recomienda codificar las competencias (CG xx1, CEyy2, CTzz2) para facilitar las referencias a ellas a lo largo de la guía.

Específicas.

Básicas/Generales.

Transversales.

7.- Metodologías docentes

Esta asignatura tiene 6 créditos ECTS. Se entiende que un crédito ECTS tiene unas 25 horas, de las que unas 7 son de actividades presenciales. Se dedican en consecuencia 42 horas a actividades presenciales y 108 horas para trabajo personal y actividades tutoriales. Dentro de las 108 horas de trabajo personal se cuentan

1. Tutorías de Supervisión En ellas, además de resolver cuestiones y dudas, se hará una supervisión del desarrollo del trabajo individual con el objetivo de lograr una adecuada presentación del trabajo en el seminario correspondiente.
2. Seminarios. Cada alumno presentará su trabajo individualizado al resto de los alumnos en un seminario. Esta actividad presencial supondrá un total de 12 horas.
3. Tutorías: Se programarán 2 horas de tutoría semanales en las que los alumnos que lo deseen podrán efectuar preguntas y consultas. Estas horas no se contabilizan en las 5 de las Tutorías de supervisión.

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	20		34	

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Prácticas	- En aula	8		30	
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		12			
Exposiciones y debates				8	
Tutorías		2			
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				16	
Otras actividades (detallar)					
Exámenes				20	
TOTAL		42		108	150

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

Para el desarrollo de los temas 1,2,3, y 4 de la asignatura se recomienda la siguiente bibliografía

R. HARTSHORNE, Algebraic geometry, Graduate Texts in Mathematics, vol. 52, Springer-Verlag, New York, 1977.

Es un libro introductorio de Geometría algebraica pero de nivel avanzado. En el curso es útil para consulta sobre todo de aspectos algebraicos de los problemas de móduli.

D. HUYBRECHTS, M. LEHN, The geometry of moduli spaces of sheaves, Vieweg & Sohn, Braunschweig, 1997

Es un libro excelente sobre problemas de móduli, en particular sobre el móduli de fibrados y haces.

P. NEWSTEAD, Introduction to moduli problems and orbit spaces. Tata Institute of Fundamental Research, 2012

Es una excelente introducción a los problemas de móduli y a las variedades cociente.

Para el desarrollo de los temas 5, 6 y 7 de la asignatura se recomienda la siguiente bibliografía

D. MUMFORD, Curves and their Jacobians. The university of Michigan Press, Ann Arbor, Mich. 1975.

D. MUMFORD, Abelian varieties. Tata Institute of Fundamental Research Studies in Mathematics, 5, 2008.

D. MUMFORD, Tata Lectures on Theta. Modern Birkhäuser Classics, v.28.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Se utilizarán los siguientes recursos:

- Biblioteca “Abraham Zanut” de la Universidad de Salamanca.
- Internet: En particular la base de datos “MathSciNet” y el archivo de preprints “ArXiv.org”.

10.- Evaluación

Las pruebas de evaluación que se diseñen deben evaluar si se han adquirido las competencias descritas, por ello, es recomendable que al describir las pruebas se indiquen las competencias y resultados de aprendizaje que se evalúan.

Consideraciones Generales

Criterios de evaluación

La evaluación tendrá dos partes.

3. Valoración del trabajo realizado por el alumno y su exposición. Esta parte contabilizará un 50% de la nota final.
4. Exposición de un tema de un libro o de un artículo propuesto por el profesor y relacionado con la asignatura. Esta parte contabilizará un 20% de la nota final.
5. Realización de un examen para determinar el grado de cumplimiento de los objetivos por parte del alumno. Esta parte contabilizará un 30% de la nota final.

Instrumentos de evaluación

Recomendaciones para la evaluación.

Recomendaciones para la recuperación.

MODELOS NUMÉRICOS EN CIENCIA Y ECONOMÍA

1.- Datos de la Asignatura

Código	304.459	Plan	2013	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	JESÚS VIGO AGUIAR	Grupo / s	
Departamento	MATEMÁTICA APLICADA		
Área	MATEMÁTICA APLICADA		
Centro	FACULTAD DE CIENCIAS		
Despacho	CASAS DEL PARQUE Nº2, Despacho Nº 4		
Horario de tutorías	Martes, miércoles y jueves 11-12 h.		
URL Web			
E-mail	jvigo@usal.es	Teléfono	923294500 Ext 1537

Profesor Coordinador	HIGINIO RAMOS CALLE	Grupo / s	
Departamento	MATEMÁTICA APLICADA		
Área	MATEMÁTICA APLICADA		
Centro	FACULTAD DE CIENCIAS		
Despacho	CASAS DEL PARQUE Nº 2		
Horario de tutorías			

URL Web			
E-mail	higra@usal.es	Teléfono	923294500 Ext 3639

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia

Asignaturas de carácter optativo

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.

Aportar los fundamentos matemáticos básicos para modelizar numerosas situaciones en ciencias y economía. Hacer constar, mediante ejemplos prácticos, la presencia de estos modelos en numerosas situaciones reales. Introducir al alumno en algunas de las herramientas más utilizadas para resolver numéricamente los problemas planteados durante el curso y que también surgirán en otras asignaturas

Perfil profesional.

Es una asignatura aplicada, que por su carácter optativo, servirá para completar la formación en cuanto a la modelización y los procedimientos para resolver los problemas que se originan.

3.- Recomendaciones previas

Se recomienda que los alumnos que cursen esta asignatura tengan nociones básicas de métodos numéricos.

4.- Objetivos de la asignatura

Estudiar diferentes métodos numéricos para resolver los sistemas diferenciales que resulten al modelizar diferentes problemas de ciencia y economía.

5.- Contenidos

- MÉTODOS MULTIPASO. ANÁLISIS DE LA CONVERGENCIA.
- MÉTODOS DE RUNGE-KUTTA
- ECUACIONES DEL MOVIMIENTO DE SATÉLITES. TRANSFORMACIONES KS

- LINEALIZACIÓN
- MODELOS DE CRECIMIENTO ECONÓMICO
- PROGRAMACIÓN DINÁMICA. ALGORITMOS NUMÉRICOS

6.- Competencias a adquirir

Básicas/Generales.
CB6, CB7, CG1
Específicas.
CE1, CE2, CE3, CE4
Transversales.

7.- Metodologías docentes

La metodología a seguir cubre diferentes apartados. Por un lado se expondrán brevemente los fundamentos teóricos necesarios para entender las técnicas matemáticas que se han de emplear posteriormente en la resolución de problemas.

Se podrá invitar a profesores de otras universidades o entidades de reconocido prestigio para impartir partes de la asignatura en las que sean expertos.

La modelización y resolución de problemas reales del campo de la ciencia y la economía exigirá la utilización de software matemático específico (Mathematica). Se realizarán tareas de carácter práctico en las aulas de ordenadores.

La bibliografía básica que los alumnos han de utilizar está a su disposición en las Bibliotecas de la Universidad.

Para fomentar el trabajo en equipo, la realización de los trabajos se llevará a cabo en grupos de hasta 3 alumnos.

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales				

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	20		30	50
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		8		16	24
Exposiciones y debates		12		24	36
Tutorías		6			6
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		8		12	20
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		6		8	14
TOTAL		60		90	150

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

J. D. Lambert, Numerical Methods for ordinary differential systems. John Wiley & Sons. 1991.

J.M.A. Danby, Fundamentals of Celestial Mechanics. The Macmillan Company, 1964.

Pedro Ramón Escobal, Methods of Orbit determination. Robert E. Krieger Publishing Company, 1975.

Rosa Guerequeta y Antonio Vallecillo, Técnicas de Diseño de Algoritmos. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga, 1998.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

10.- Evaluación

Las pruebas de evaluación que se diseñen deben evaluar si se han adquirido las competencias descritas, por ello, es recomendable que al describir las pruebas se indiquen las competencias y resultados de aprendizaje que se evalúan.

Consideraciones Generales
Los procedimientos de evaluación miden la consecución de los objetivos de la asignatura. Además de los trabajos presentados por los alumnos sobre algunos aspectos teóricos y prácticos relacionados con la asignatura, se valorará el resultado de los exámenes presenciales cuyo formato se detalla más abajo.
Criterios de evaluación
Valorar el uso de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. Valorar claridad y rigor en las argumentaciones empleadas. Se valorarán participación activa en el aula y la asistencia a las actividades complementarias.
Instrumentos de evaluación
En la evaluación de las competencias adquiridas, además de los trabajos presentados por los alumnos sobre aspectos teóricos y prácticos relacionados con la materia, se evaluará el resultado de pruebas escritas de carácter teórico-práctico, así como los trabajos entregados. El peso sobre la calificación global de cada uno de los instrumentos de evaluación será: Examen escrito:.....30-40 %. Trabajos prácticos dirigidos:.....20-30 %. Pruebas periódicas:20-30 % Participación en clase:..... 20-30 %.
Recomendaciones para la evaluación.
Realizar durante las horas de trabajo autónomo de los alumnos las actividades sugeridas por el profesor en el aula. Asistir a clase y utilizar las tutorías es una actividad fundamental para el correcto seguimiento de la asignatura.
Recomendaciones para la recuperación.
Asistir a una tutoría personalizada con el profesor de la asignatura para aquellos alumnos presentados que no superen la asignatura. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

SISTEMAS DINÁMICOS INTEGRABLES Y SOLITONES

1.- Datos de la Asignatura

Código	304.460	Plan	2013	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Miguel Ángel González León	Grupo / s	
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias/Fac. de Ciencias Agrarias y Ambientales		
Despacho			
Horario de tutorías	Pendiente de determinar		
URL Web	http://campus.usal.es/~mpg/		
E-mail	magleon@usal.es	Teléfono	923294690

Profesor Coordinador	Alberto Alonso Izquierdo	Grupo / s	
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	MATEMÁTICA Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias/Fac. de Ciencias Agrarias y Ambientales		
Despacho			
Horario de tutorías	Pendiente de determinar		

URL Web	http://campus.usal.es/~mpg/		
E-mail	alonsoiz@usal.es	Teléfono	923294690

Profesor Coordinador	José Luis Hernández Pastora	Grupo / s	
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Béjar		
Despacho	Casas del Parque,2 Despacho 1. Facultad de Ciencias		
Horario de tutorías	Pendiente de determinar		
URL Web	http://campus.usal.es/~gmaafig/		
E-mail	jlhp@usal.es	Teléfono	923294400 Ext 1527

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Esta asignatura forma parte de los 36 créditos optativos del Máster Universitario en Métodos Matemáticos Avanzados de entre los cuales los estudiantes pueden elegir 18 créditos.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Se trata de una asignatura optativa del Máster Universitario en Métodos Matemáticos Avanzados que se oferta en el segundo semestre. La asignatura permite una especialización del estudiante en el campo de los Sistemas Dinámicos y la Teoría de Solitones.
Perfil profesional.
La asignatura es adecuada en cualquier perfil vinculado al Máster Universitario en Métodos Matemáticos Avanzados, y en particular para la investigación y docencia en Matemáticas y Física.

3.- Recomendaciones previas

--

4.- Objetivos de la asignatura

El objetivo fundamental es formar a los estudiantes en los conceptos fundamentales relativos a la teoría de sistemas integrables y su aplicación en la determinación de soluciones de tipo solitónico. Se estudiarán modelos con solitones con aplicaciones a diferentes disciplinas científicas y se interpretarán las soluciones y sus propiedades.

5.- Contenidos

Tema 1. Introducción a la teoría de sistemas integrables.
Tema 2. Ondas Solitarias y Solitones.
Tema 3. Método del scattering inverso.
Tema 4. Transformaciones de Darboux. Transformaciones de Bäcklund.
Tema 5. Aplicaciones.

6.- Competencias a adquirir

Básicas/Generales.

CB7: Los estudiantes sabrán 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.
CB9: Los estudiantes sabrán 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.: Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
CG1. Familiarizarse con los diversos aspectos involucrados en la investigación, tales como: trabajo teórico; consulta de bibliografía, revistas y bases de datos especializadas; redacción de trabajos de investigación; comunicación, exposición, debate y publicación de resultados.

Específicas.

CE2. Capacidad para utilizar métodos matemáticos para modelar y estudiar problemas provenientes de diferentes campos científicos.
CE3. Capacidad para iniciarse en tareas de investigación interdisciplinar en Matemáticas a nivel suficiente para iniciar un proyecto de investigación en alguna de las áreas de los métodos matemáticos de forma supervisada.
CE4. Poseer conocimientos matemáticos avanzados que permitan cursar un Programa de Doctorado y realizar una tesis doctoral, desarrollando para ello la comprensión de los conceptos y las demostraciones rigurosas de teoremas fundamentales de los métodos matemáticos.

CE5. Capacidad para incorporarse a grupos de investigación e I+D+i en Matemáticas, conociendo para ello los diversos aspectos teóricos, prácticos y aplicaciones de los métodos matemáticos.
Transversales.

7.- Metodologías docentes

METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clases magistrales de teoría	Se expondrá el contenido teórico de los temas en clases presenciales para transmitir a los estudiantes de Máster los conocimientos ligados a las competencias previstas.
Resolución de problemas	Los conocimientos teóricos se fijaran por medio de clases prácticas de resolución de problemas. Se desarrollarán los conceptos clave por medio de problemas especialmente diseñados al efecto, de forma que los estudiantes adquieran las competencias previstas. Algunas sesiones se desarrollarán en el Aula de Informática usando aplicaciones de cálculo simbólico y numérico.
Seminarios de teoría y problemas	Los seminarios tienen como objetivo fundamental que los estudiantes puedan exponer las dificultades y dudas que les hayan surgido, tanto en la comprensión de la teoría como en la resolución de los problemas. Se fomentará la discusión entre los estudiantes para aclarar todas las cuestiones.
Trabajos	A partir de las clases teóricas y de problemas los alumnos habrán de realizar trabajos personales supervisados por el profesor. Los trabajos consistirán en la resolución individual de problemas y su posterior presentación al resto de los estudiantes. En estos seminarios, los alumnos deberán exponer ante sus compañeros las técnicas aplicadas a la resolución de los problemas. Se fomentará la discusión y crítica por parte de todos los estudiantes.

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	30		47	77

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Prácticas	- En aula	7		7	14
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	4		4	8
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		10		5	15
Exposiciones y debates		3		5	8
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		2		14	16
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		8	12
TOTAL		60		90	150

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

- Drazin, P.G. and Johnson R.S.; Solitons: an Introduction (1989), Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Ablowitz, M. J. and Segur, H.; Solitons and the Inverse Scattering Transform, (1981), Philadelphia, SIAM.
- Ablowitz, M.J. and Clarkson P.A.; Solitons, nonlinear evolution equations and inverse scattering, (1991) Cambridge University Press

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

- Rajaraman R 1987 Solitons and Instantons. An Introduction to Solitons and Instantons in Quantum Field Theory (Amsterdam: North-Holland)
- N. Manton, P. Sutcliffe, Topological Solitons, Cambridge Monographs on Mathematical Physics, Cambridge University Press, Cambridge, 2004.

10.- Evaluación

Las pruebas de evaluación que se diseñen deben evaluar si se han adquirido las competencias descritas, por ello, es recomendable que al describir las pruebas se indiquen las competencias y resultados de aprendizaje que se evalúan.

Consideraciones Generales

La evaluación de las competencias de la materia se basará en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente con una prueba final escrita.

Criterios de evaluación

La evaluación tendrá en cuenta la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico que se comprobará tanto por actividades de evaluación continua como por una prueba final escrita.

Las actividades de evaluación continua supondrán un 50% de la nota total de la asignatura.

La prueba escrita final será un 50% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en esta prueba supere el 40% de la nota máxima de la prueba.

Instrumentos de evaluación

Se utilizarán los siguientes:

Evaluación continua:

- SEMINARIOS TUTELADOS: Se valorará la asistencia y la participación activa. Serán un 10% de de la nota total de la asignatura.
- ELABORACIÓN Y EXPOSICIÓN DE TRABAJOS, EJERCICIOS Y PROBLEMAS: Se valorará tanto la elaboración como la exposición de los mismos. Serán un 40% de la nota total de la asignatura.

Prueba escrita: Al finalizar el curso se realizará un examen escrito que contendrá tanto preguntas de tipo conceptual como de problemas y en la que se evaluarán los objetivos de aprendizaje adquiridos por los estudiantes. Será un 50% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura, se requiere que la calificación obtenida en esta prueba escrita supere el 40% de la nota máxima de la prueba.

Recomendaciones para la evaluación.

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.

Recomendaciones para la recuperación.

Se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la parte de la nota correspondiente a la prueba escrita final.

TRABAJO FIN DE MÁSTER

1.- Datos de la Asignatura

Código	304.461	Plan	2013	ECTS	18
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Anual
Área	Todas las implicadas en la docencia del máster				
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Todos los que tienen docencia en el máster.

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia

Materias Obligatorias

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.

Obligatoria

Perfil profesional.

Investigador

3.- Recomendaciones previas

Ninguna

4.- Objetivos de la asignatura

- Mostrar de forma integrada los contenidos formativos recibidos y las competencias adquiridas asociadas al título de máster.
- Iniciarse en tareas de investigación en el campo de los métodos matemáticos.
- Elaborar una memoria que recoja el trabajo realizado.
- Defender la memoria realizada.

5.- Contenidos

Según los temas ofertados cada año.

6.- Competencias a adquirir

Básicas/Generales.

CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CG1

Específicas.

CE1, CE2, CE4, CE5

Transversales.

- Saber buscar información de forma autónoma.
- Escribir con claridad, corrección y precisión.
- Exponer resultados científicos en público de forma adecuada.

7.- Metodologías docentes

Cada curso académico se ofertará un catálogo de temas sobre los que realizar el Trabajo Fin de Máster, cada uno de los cuales contará con un tutor asignado para realizar el trabajo en dicho tema.

La Comisión Académica del máster asignará los temas y tutores a los estudiantes teniendo en cuenta para ello, en la medida de lo posible, las opciones manifestadas por los estudiantes y tutores.

El tutor se encargará de exponer al estudiante las características del trabajo, de asistir y orientar en su desarrollo, de velar por el cumplimiento de los objetivos fijados y de emitir un informe del trabajo que haya tutelado, previamente a su presentación.

Actividades presenciales:

- Sesiones de tutorías y seguimiento individuales

Actividades no presenciales:

- Estudio autónomo por parte del estudiante
- Revisión bibliográfica y búsqueda de información
- Preparación de documentación
- Presentación del trabajo realizado

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales					
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías		45		405	450
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		45		405	450

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

Cada tutor recomendará el material correspondiente en función del trabajo de fin de máster.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

10.- Evaluación

Consideraciones Generales

- Será necesario presentar una memoria de acuerdo a las normas de estilo establecidas por la Comisión Académica del Máster.
- Para poder presentar el Trabajo Fin de Máster es necesario que el estudiante haya superado el resto de las materias del plan de estudios.
- Cada curso la Comisión Académica del Máster nombrará una Comisión Evaluadora de Trabajos Fin de Máster.
- El Trabajo de Fin de Máster se defenderá oralmente ante la Comisión Evaluadora en la forma establecida por dicha comisión.

Criterios de evaluación

Una vez nombrada, la Comisión Evaluadora de Trabajos Fin de Máster fijará, con la suficiente antelación al acto de defensa de los trabajos, los criterios de evaluación.

Instrumentos de evaluación

La evaluación se realizará en base a la memoria presentada, el informe previo del tutor y la exposición pública del trabajo por parte del estudiante.

Recomendaciones para la evaluación.

Redactar la memoria de acuerdo a las normas de estilo fijadas por la Comisión Académica del Máster y seguir las recomendaciones del tutor.

Recomendaciones para la recuperación.

Revisión e introducción de los cambios necesarios en la memoria del Trabajo Fin de Máster. Mejorar en su caso la exposición pública del trabajo.

