

TEORÍA DE LA MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN MATEMÁTICA**1.- Datos de la Asignatura**

Código	305875	Plan	2020	ECTS	6
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 1
Área	Matemática Aplicada y Fundamentos del Análisis Económico				
Departamento	Matemática Aplicada y Economía e Historia Económica				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle2.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Ángel María Martín del Rey	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	E.P.S. de Ávila / Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas		
Despacho	Despacho de dirección del IUFFyM, Edificio de la Merced, Facultad de Ciencias		
Horario de tutorías	L, M, X, J, V: de 11:00 a 13:00		
URL Web	https://diarium.usal.es/delrey		
E-mail	delrey@usal.es	Teléfono	Ext. 1544

Profesor Coordinador	José Guillermo Sánchez León	Grupo / s	1
Departamento	Economía e Historia Económica		
Área	Fundamentos del Análisis Económico		
Centro	Facultad de Economía y Empresa		
Despacho	214		
Horario de tutorías	Martes 16:00-18:00		
URL Web	http://diarium.usal.es/guillermo/		
E-mail	guillermo@usal.es	Teléfono	Ext. 6716

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

Bloque formativo al que pertenece la materia

Esta asignatura pertenece al Módulo 1 "Fundamentos Matemáticos".

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

Se trata de una de las cuatro asignaturas obligatorias que tienen que cursar los/as alumnos/as del máster. Consecuentemente el papel que juega es fundamental para el correcto desarrollo del título.

Perfil profesional.

El seguimiento correcto de esta asignatura permitirá alcanzar al alumnado una formación de indudable interés para su ejercicio profesional tanto en el ámbito académico/investigador como en el empresarial.

3.- Recomendaciones previas

Se requieren los conocimientos básicos de naturaleza matemática adquiridos en cualquier plan de estudios de un título de Grado de naturaleza técnica: Matemáticas, Física, Estadística, Ingeniería, etc. En particular es recomendable tener conocimientos básicos sobre ecuaciones diferenciales y sistemas de ecuaciones diferenciales, así como del software científico Mathematica. No obstante, se trata de una asignatura autocontenida.

4.- Objetivos de la asignatura

- Describir la estructura fundamental general de los Modelos Matemáticos.
- Desarrollar las diferentes fases de la creación de un modelo matemático en diferentes aplicaciones.
- Demostrar el manejo de las técnicas matemáticas básicas involucradas en el desarrollo de un modelo matemático.
- Determinar las técnicas y lenguajes de programación apropiados para la simulación de fenómenos y procesos en distintos campos.
- Evaluar la eficacia e idoneidad de un modelo matemático según las características del proceso o fenómeno a describir.
- Diseñar y programar el algoritmo de un modelo matemático sencillo utilizando un lenguaje de programación apropiado.

5.- Contenidos

Contenidos de naturaleza eminentemente teórica:

- Tema 1: Fundamentos y fases del diseño de modelos matemáticos.
- Tema 2: Tipos de modelos matemáticos. Ejemplos ilustrativos.
- Tema 3: Fundamentos y técnicas matemáticas empleadas en el diseño de los diferentes tipos de modelos.

Contenidos de naturaleza eminentemente práctica:

- Tema 4: Técnicas de programación avanzada orientada a la modelización y simulación
- Tema 5: Implementación computacional de modelos matemáticos en distintas áreas. Ejemplos ilustrativos basados en casos reales.

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.

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.

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. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos.

CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles.

CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización

matemática.

CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.

Específicas.

CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada.

CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular.

CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático.

CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas.

CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.

Transversales.

7.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades docentes se podrían llevar a cabo de manera online. Consecuentemente la metodología anteriormente planteada se modificaría incluyendo los siguientes recursos:

- Videoconferencias y visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc.
- Participación en foros, chats, etc.
- Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas.
- Estudio individual y asesoramiento por el docente.
- Evaluación on line

Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, etc.)

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		8		16	24
Prácticas	- En aula	7		14	21
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	20		20	40
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		10		20	30
Exposiciones y debates		3		15	18
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		2		15	17
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		50		100	150

9.- Recursos**Libros de consulta para el alumno**

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

También algunos de ellos se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc) En concreto, para esta asignatura se recomiendan los libros:

- D.R. Shier, K.T. Wallenius, Applied Mathematical Modeling. A Multidisciplinary Approach, Chapman & Hall/CRC, 1999.
- L.G. Birta, G. Arbez, Modelling and Simulation. Exploring Dynamic System Behaviour, Springer-Verlag, London, 2007.
- M. Martcheva, An Introduction to Mathematical Epidemiology, Texts in Applied Mathematics vol. 61, Springer Science+Business Media, New York, 2015.
- J.G. Sánchez León. Mathematica Beyond Mathematics: The Wolfram Language in the Real World. Chapman and Hall/CRC.

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

- <https://www.wolfram.com>
- <https://mathworld.wolfram.com/>

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

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador. Trabajos realizados individualmente o por un grupo de alumnos bajo la supervisión del profesor y su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades de evaluación docentes se podrían llevar a cabo de manera online a través de los siguientes instrumentos:

- Presentación virtual del trabajos de investigación.
- Presentación virtual de prácticas de ordenador.

Para ello se hará uso de las herramientas telemáticas puestas a disposición de la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Salamanca.

Criterios de evaluación

- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la participación activa en las actividades docentes.
- Tanto en la presentación de los trabajos como de las prácticas de ordenador, la ponderación mínima será del 40% y la máxima del 60%

Instrumentos de evaluación

- Presentación y exposición de trabajos.
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador.

Recomendaciones para la evaluación.

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.
- El uso de 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 la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

MÉTODOS AVANZADOS EN ECUACIONES DIFERENCIALES Y MODELIZACIÓN**1.- Datos de la Asignatura**

Código	305876	Plan	2020	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 1
Área	Análisis Matemático				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle2.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Ricardo José Alonso Blanco	Grupo / s	1
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M3304 (Edificio de la Merced)		
Horario de tutorías	L, M, X, J de 10:00 a 11:00		
URL Web			
E-mail	ricardo@usal.es	Teléfono	923294400 ext 1558

Profesor Coordinador	Mercedes Maldonado Cordero	Grupo / s	1
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M3303 (Edificio de la Merced)		
Horario de tutorías	L, M, X, J de 10:00 a 11:00		
URL Web			
E-mail	cordero@usal.es	Teléfono	677578933 ext 1564

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

Bloque formativo al que pertenece la materia

La asignatura pertenece al módulo 1 (Fundamentos Matemáticos)

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

Proporcionar fundamentos para el estudio de modelos basados en ecuaciones diferenciales ordinarias y ecuaciones en derivadas parciales.

Perfil profesional.

El seguimiento correcto de esta asignatura permitirá alcanzar al alumnado una formación de indudable interés para su ejercicio profesional tanto en el ámbito académico/investigador como en el laboral.

3.- Recomendaciones previas

Conocimientos de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias y Sistemas de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. Topología. Espacios de Banach y de Hilbert. Espacios de funciones.

4.- Objetivos de la asignatura

- Describir modelos matemáticos deterministas y clasificar sus soluciones en función de la estabilidad.
- Identificar los problemas clásicos del cálculo en variaciones.
- Aplicar el concepto de distribución en distintos campos científicos.
- Resolver problemas de contorno mediante la teoría de espacios de Sobolev

5.- Contenidos

- Ecuaciones diferenciales. Modelización.
- Teoría de la estabilidad.
- Cálculo variacional.
- Teoría de distribuciones.
- Espacios de Sobolev.

6.- Competencias a adquirir

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.

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. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos.

CG2. Reunir e interpretar datos de carácter matemático que permitan abordar un problema, utilizando técnicas de modelización matemática, en otras áreas del conocimiento científico.

CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles.

CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.

CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.

Específicas

CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada.

CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular.

CE3. Interpretar las soluciones matemáticas obtenidas al resolver los modelos planteados en base a la situación inicial, obteniendo así una solución adaptada a la realidad del proyecto propuesto que permita validar la efectividad del modelo planteado.

CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático.

CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas.

CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.

7.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de

situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.

- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades docentes se podrían llevar a cabo de manera online. Consecuentemente la metodología anteriormente planteada se modificaría incluyendo los siguientes recursos:

- Videoconferencias y visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc.
- Participación en foros, chats, etc.
- Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas.
- Estudio individual y asesorado por el docente.
- Evaluación online

Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, etc.)

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	25	35		60
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		16	44		60
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		6	12		18
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		3	9		12
TOTAL		50	100		150

9.- Recursos**Libros de consulta para el alumno**

- Arnold, Ordinary differential equations, Springer-Verlag, 1992.
- Brezis, H., Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations, Springer, 2011.
- Gelfand and Fomin, Calculus of variations, Dover, 2000.
- Hirsch and Smale, Differential equations, dynamical systems and linear algebra, Academic Press, 1974 (hay versión en español en Alianza Editorial).
- Renardy and Rogers, An introduction to partial differential equations, Springer-Verlag, 2004.

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

- Adams and Fournier, Sobolev spaces, Academic Press, 2003.

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

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales.
- Presentación y exposición de problemas. Trabajos realizados individualmente o por un grupo de alumnos bajo la supervisión del profesor y su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individual o colaborativamente por los estudiantes, así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades de evaluación docentes se podrían llevar a cabo de manera online a través de los siguientes instrumentos:

- Presentación virtual de los trabajos de investigación.

Para ello se hará uso de las herramientas telemáticas puestas a disposición de la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Salamanca.

Criterios de evaluación

- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la participación en las actividades docentes.
- En la presentación de los trabajos, la ponderación mínima será del 40% y la máxima del 70%. Por su parte la participación en las actividades presenciales tendrá una ponderación mínima del 30% y una máxima del 60%.

Instrumentos de evaluación

- Presentación y exposición de trabajos.

Recomendaciones para la evaluación.

- Realizar las actividades sugeridas por el profesor.
- Participar en todas las actividades docentes.

El uso de 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. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

Métodos Numéricos Avanzados en EDPs

1.- Datos de la Asignatura

Código	305877	Plan		ECTS	4,5
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemática Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	http://moodle2.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	M ^a Isabel Asensio Sevilla	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias Químicas		
Despacho	Casas del Parque 2, nº 8		
Horario de tutorías	Previa petición por mail		
URL Web	http://diarium.usal.es/mas/		
E-mail	mas@usal.es	Teléfono	923294500 ext. 1578

Profesor Coordinador	José Manuel Cascón Barbero	Grupo / s	1
Departamento	Economía e Historia Económica		
Área	Fundamentos del Análisis Económico		
Centro	Facultad de Economía e Historia		
Despacho	Paseo Francisco Tomas y Valiente, 37007, nº 226		
Horario de tutorías	Previa petición por mail		
URL Web	http://diarium.usal.es/casbar/		
E-mail	casbar@usal.es	Teléfono	663184903

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

Bloque formativo al que pertenece la materia

Esta asignatura pertenece al Módulo 1 "Fundamentos Matemáticos".

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

Se trata de una de las cuatro asignaturas obligatorias que tienen que cursar los/as alumnos/as del máster. Consecuentemente el papel que juega es fundamental para el correcto desarrollo del título.

Perfil profesional.

El seguimiento correcto de esta asignatura permitirá alcanzar al alumnado una formación de indudable interés para su ejercicio profesional tanto en el ámbito académico/investigador como en el empresarial

3.- Recomendaciones previas

Se requieren los conocimientos básicos de naturaleza matemática adquiridos en cualquier plan de estudios de un título de Grado de naturaleza técnica: Matemáticas, Física, Estadística, Ingeniería, etc. En particular es recomendable tener conocimientos básicos sobre ecuaciones en derivadas parciales, análisis funcional y métodos numéricos.

4.- Objetivos de la asignatura

- Describir los conceptos generales sobre resolución numérica de EDP.
- Explicar los elementos básicos de análisis funcional necesarios para la aplicación del Método de Elementos Finitos (MEF).
- Explicar la formulación variacional abstracta de problemas elípticos.
- Explicar la aproximación variacional abstracta de problemas elípticos para distintos tipos de elementos finitos.
- Demostrar el manejo de los resultados básicos del análisis numérico del MEF para problemas elípticos.
- Aplicar el MEF a otro tipo de problemas: parabólicos, punto silla, no lineales.
- Aplicar las técnicas de adaptatividad y estabilización.
- Diseñar e implementar en FreeFEM la solución mediante el MEF de problemas basados en EDP.

5.- Contenidos

- Introducción a la resolución numérica de EDP.
- Formulación variacional abstracta para problemas elípticos.
- Construcción de espacios de elementos finitos.
- Análisis numérico del MEF. Generalización del MEF a otros problemas en EDP.
- Adaptatividad y estabilización.
- FreeFEM

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. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos.

CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles.

CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.

CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.

Específicas.

CE3. Interpretar las soluciones matemáticas obtenidas al resolver los modelos planteados en base a la situación inicial, obteniendo así una solución adaptada a la realidad del proyecto propuesto que permita validar la efectividad del modelo planteado.

CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático.

Transversales.

7.- Metodologías docentes

Describir las metodologías docente de enseñanza-aprendizaje que se van a utilizar, tomando como referencia el catálogo adjunto.

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de problemas derivados mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.

- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades docentes se podrían llevar a cabo de manera online. Consecuentemente la metodología anteriormente planteada se modificaría incluyendo los siguientes recursos:

- Videoconferencias y visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc.
- Participación en foros, chats, etc.
- Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas.
- Estudio individual y asesorado por el docente.
- Evaluación on line

Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, Blackboard Collaborate, google Meeting, etc.)

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		8		16	24
Prácticas	- En aula	8		16	24
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	8		16	24
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		6		12	18
Exposiciones y debates		4		8	12
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		3,5		7	10,5
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		37,5		75	112,5

9.- Recursos**Libros de consulta para el alumno**

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

También algunos de ellos se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc) En concreto, para esta asignatura se recomiendan los libros:

- Johnson C. Numerical solutions of partial differential equations by the Finite Element Method. Ed. Cambridge University Press, 1990
- Raviart P.A., Thomas, J.M., Introduction a l' analyse numérique des equations aux dérivées partielles. Ed Masson, 1985
- Ciarlet P.G., The Finite Element Method for elliptic problems. Ed North Holland, 1980
- Nochetto, R.H., Siebert, K.G., Veiser A. Theory of adaptive finite element methods: An Introduction, pp. 409-542. In Multiscale, Nonlinear and Adaptive Approximation. Editors: R. DeVore and A. Kunoht. Angela Kunoht. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009
- Brenner, S., Scott, L.R., The Mathematical Analysis of Finite Element Methods, Springer Verlag, 1994.
- M. Ainsworth and J.T. Oden. A Posteriori Error Estimation in Finite Element Analysis, volume 142. Wiley, 1997.
- R. Verfürth. A Review of a Posteriori Error Estimation and Adaptive Mesh-Refinement techniques. Advances in numerical mathematics. Wiley-Teubner, 1996.

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

- <https://freefem.org/>

10.- Evaluación

Consideraciones Generales
El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas: • Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos. • Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente por los alumnos, bajo la supervisión del profesor y su exposición en el aula ante el resto de los compañeros. • Presentación y exposición de prácticas de ordenador. Trabajos realizados individualmente por los alumnos, así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros. Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades de evaluación docentes se podrían llevar a cabo de manera online a través de los siguientes instrumentos: • Presentación virtual del trabajos. • Presentación virtual de prácticas de ordenador. Para ello se hará uso de las herramientas telemáticas puestas a disposición de la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Salamanca.
Criterios de evaluación
• Se valorará la participación activa en las actividades docentes. • Se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas. • Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. • En las prácticas de ordenador se valorará la eficiencia de los códigos, y la correcta interpretación de los resultados.
Instrumentos de evaluación
• Presentación y exposición de trabajos teórico prácticos. • Presentación y exposición de prácticas de ordenador.
Recomendaciones para la evaluación.
• Realizar las actividades sugeridas por el profesorado. • Participar en todas las actividades docentes. • Uso de las tutorías.
Recomendaciones para la recuperación.
• Examinar las correcciones de las pruebas de evaluación. • Asistir a una tutoría personalizada con el profesor de la asignatura para aquellos alumnos presentados que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria.

MODELOS PROBABILÍSTICOS Y ESTADÍSTICOS

1.- Datos de la Asignatura

Código	305878	Plan	2020	ECTS	4.5
Carácter	OBLIGATORIO	Curso	1	Periodicidad	SEMESTRAL
Área	ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA				
Departamento	ESTADÍSTICA				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	http://studium.usal.es o : http://moodle2.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	JUAN MANUEL RODRÍGUEZ DÍAZ	Grupo / s	
Departamento	ESTADISTICA		
Área	ESTADISTICA E INVESTIGACION OPERATIVA		
Centro	FACULTAD DE CIENCIAS		
Despacho	Edif. Ciencias D1513		
Horario de tutorías	A convenir con el alumno		
URL Web			
E-mail	juanmrod@usal.es	Teléfono	923 294500 est. 6992

Profesor	MARÍA JESÚS RIVAS LÓPEZ	Grupo / s	Todos
Departamento	ESTADÍSTICA		
Área	ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA		
Centro	FACULTAD DE CIENCIAS		
Despacho	Edif. Ciencias D1509		
Horario de tutorías	A convenir con el alumno		
URL Web			
E-mail	chusrl@usal.es	Teléfono	670620488

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

Bloque formativo al que pertenece la materia

Esta asignatura pertenece al Módulo 1 "Fundamentos Matemáticos".

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

Se trata de una de las cuatro asignaturas obligatorias que tienen que cursar los/as alumnos/as del máster. Consecuentemente el papel que juega es fundamental para el correcto desarrollo del título.

Perfil profesional.

El seguimiento correcto de esta asignatura permitirá alcanzar al alumnado una formación de indudable interés para su ejercicio profesional tanto en el ámbito académico/investigador como en el empresarial. Hoy en día los modelos estadísticos aparecen en todos los sitios, y su correcta comprensión y manejo es esencial.

3.- Recomendaciones previas

Se recomienda tener conocimientos básicos de cálculo de probabilidades y estadística matemática.

4.- Objetivos de la asignatura

- Identificar y describir nociones sobre variables y vectores aleatorios, conocer las distribuciones de probabilidad básicas discretas y continuas y hallar distribuciones de variables resultantes de la transformación de otras variables conocidas.
- Identificar y aplicar las cadenas de Markov y hallar las distribuciones asociadas a una cadena de Markov homogénea.
- Identificar y aplicar los diferentes tipos de modelos lineales.
- Aplicar los principales métodos de análisis de la varianza.
- Identificar los modelos de regresión más adecuados al tipo de datos a estudiar

5.- Contenidos

- Variables y Vectores aleatorios. Transformaciones de variables y vectores aleatorios.
- Procesos estocásticos. Cadenas de Markov. Distribuciones y Comportamiento de una cadena de Markov.
- Revisión. Modelo lineal general. ANOVA con factores fijos. Modelos con efectos aleatorios.
- Modelo general de regresión. Regresión lineal simple. Regresión lineal múltiple. Análisis de la Covarianza.

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.

Básicas/Generales.
CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CG1, CG2, CG4, CG5
Transversales.
Específicas.
CE1, CE2, CE3, CE5

7.- Metodologías docentes

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades docentes se podrían llevar a cabo de manera online. Consecuentemente la metodología anteriormente planteada se modificaría incluyendo los siguientes recursos:

- Videoconferencias y visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc.
- Participación en foros, chats, etc.

- Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas.
- Estudio individual y asesorado por el docente.
- Evaluación on line

Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, etc.)

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		27		48	75
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	3		3	6
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		5		10	15
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		0		10.5	10.5
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		2		4	6
TOTAL		37		75.5	112.5

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

- WALPOLE, MYERS and MYERS (1999): "Probabilidad y Estadística para Ingenieros". Prentice Hall.
- LIPSCHUTZ (2001): "Probabilidad". Ed. Mc Graw-Hill
- PROCESOS ESTOCASTICOS (GRADO). RICARDO VELEZ IBARROLA Y TOMÁS PRIETO RUMEAU. (2013). Editorial: UNED.
- BHARUCHA-REID, A.T. (1997). Elements of the Theory of Markov Processes and their Applications. (Dover books on mathematics). Courier Corporation.
- DEGROOT M.H. (1988): "Probabilidad y Estadística". Addison-Wesley Iberoamericana. México.
- MONTGOMERY, PECK y VINING (2001): "Introduction to Linear Regression Analysis". Wiley.
- PEÑA SÁNCHEZ DE RIVERA, D. (1992): "Estadística, Modelos y Métodos: Vols. 1 y 2". Alianza Editorial. Madrid.

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

Material proporcionado por los profesores en la plataforma Studium
--

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

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador. Trabajos realizados individualmente o por un grupo de alumnos bajo la supervisión del profesor y su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades de evaluación docentes se podrían llevar a cabo de manera online a través de los siguientes instrumentos:

- Presentación virtual del trabajos de investigación.
- Presentación virtual de prácticas de ordenador.

Para ello se hará uso de las herramientas telemáticas puestas a disposición de la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Salamanca.

Criterios de evaluación

Instrumento	Peso mín.	Peso máx.
Participación en actividades presenciales	10	10
Presentación de trabajos	0	90
Prueba final	0	90

Instrumentos de evaluación

Prueba final: Se realizará en las fechas propuestas en la planificación docente y tendrá una duración de unas tres horas.

Participación en actividades presenciales.

Dependiendo de la evolución de la asignatura se considerará opcionalmente la presentación de trabajos como sustituto complemento a la prueba final.

Recomendaciones para la evaluación.

Se recomienda la asistencia y participación activa en las clases. También se recomienda el uso de las tutorías siempre que sea necesario	
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 la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura. Se realizará un examen de recuperación en la fecha prevista en la planificación docente.	

SISTEMAS DINÁMICOS DISCRETOS**1.- Datos de la Asignatura**

Código	305879	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 1
Área	Análisis Matemático				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle2.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Luis Manuel Navas Vicente	Grupo / s	1
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M2320 (Edificio de la Merced)s		
Horario de tutorías	L-M-X-J de 14:00-15:00, V 12:00-14:00		
URL Web			
E-mail	navas@usal.es	Teléfono	923294400 ext.4946

Repetir análogamente para otros profesores implicados en la docencia

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

Bloque formativo al que pertenece la materia
Esta asignatura pertenece al Módulo 2 "Ampliación".
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
El objetivo fundamental de las asignaturas este módulo es ampliar y/o complementar la formación básica recibida por los alumnos durante el primer módulo. Esta asignatura en particular pertenece a un bloque de aspectos más teóricos relacionados con la modelización avanzada, frente a otras asignaturas centradas en la didáctica de la modelización.
Perfil profesional.

Esta asignatura facilita al estudiante conocimientos que serán útiles en cualquier ámbito, incluyendo el puramente académico, el investigador a nivel universitario o en un instituto de investigación, el didáctico y el empresarial.

3.- Recomendaciones previas

Es recomendable un buen conocimiento de los resultados teóricos y prácticos del Análisis Matemático en una variable, incluyendo: límites, sucesiones y series, Cálculo Diferencial y Cálculo Integral. Para los aspectos más avanzados, será de gran ayuda haber cursado una asignatura básica de Topología que incluyera la teoría de espacios métricos. En general, se requieren conocimientos básicos matemáticos impartidos en cualquier grado técnico: Análisis Matemático, Álgebra Lineal y Geometría. Asimismo será útil la familiaridad con algún lenguaje de programación y con software de computación simbólica como *Mathematica*.

4.- Objetivos de la asignatura

- Aprender la terminología básica de los sistemas dinámicos discretos.
- Entender los fenómenos principales asociados a los sistemas dinámicos discretos.
- Construir sistemas dinámicos discretos.
- Analizar sistemas dinámicos no vistos anteriormente.
- Modelar sistemas dinámicos discretos por ordenador.

5.- Contenidos

- Introducción y motivación en base a ejemplos fundacionales bien conocidos.
- Definiciones básicas asociadas a los sistemas dinámicos discretos.
- Estudio de los fenómenos de puntos fijos, ciclos, bifurcaciones, cuencas de atracción.
- Conjuntos de Cantor y dinámica simbólica.
- Estudio detallado de ciertos sistemas, como la ecuación logística o la ecuación cuadrática.

6.- Competencias a adquirir

Transversales.
Específicas.
CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada. CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular. CE3. Interpretar las soluciones matemáticas obtenidas al resolver los modelos planteados en base a la situación inicial, obteniendo así una solución adaptada a la realidad del proyecto propuesto que permita validar la efectividad del modelo planteado. CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático. CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas. CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.
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. 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. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos. CG2. Reunir e interpretar datos de carácter matemático que permitan abordar un problema, utilizando técnicas de modelización matemática, en otras áreas del conocimiento científico. CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles. CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática. CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.

7.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.

Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades docentes se podrían llevar a cabo de manera online. Consecuentemente la metodología anteriormente planteada se modificaría incluyendo los siguientes recursos:

- Videoconferencias y visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc.
- Participación en foros, chats, etc.
- Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas.
- Estudio individual y asesorado por el docente.
- Evaluación online.

Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, etc.)

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		12		18	30
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	6		6	12
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		4		8	12
Exposiciones y debates		3		9	12
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		0		9	9
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		25		50	75

9.- Recursos**Libros de consulta para el alumno**

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

También algunos de ellos se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc) En concreto, para esta asignatura se recomiendan los libros:

- Marcel Ausloos and Michel Dirickx, *The logistic map and the route to chaos: From the beginnings to modern applications*, Springer Science & Business Media, 2006
- Robert L. Devaney, *An introduction to chaotic dynamical systems*, 2nd edition, Addison-Wesley, 1989.
- Robert L. Devaney, *A first course in chaotic dynamical systems: Theory and experiment*, Addison-Wesley, 1992.
- Richard A. Holmgren, *A first course in discrete dynamical systems*, Springer Science & Business Media, 2012.
- G.C. Layek, *An introduction to dynamical systems and chaos*, Springer, 2015.
- Steven H. Strogatz, *Nonlinear dynamics and chaos: with applications to physics, biology, chemistry, and engineering*, Addison-Wesley, 1994.

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

- Edward Lorenz, *The butterfly effect*, World Scientific Series on Nonlinear Science Series A 39 (2000), 91–94.
- Robert M. May, *Simple mathematical models with very complicated dynamics*, Nature 261 (1976), no. 5560, 459.
- Adilson E. Motter and David K. Campbell, *Chaos at Fifty*, Physics Today 66 (2013), no. 5, 27.
- <https://www.wolfram.com/>
- <https://mathworld.wolfram.com/>

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

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador. Trabajos realizados individualmente o por un grupo de alumnos bajo la supervisión del profesor y su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades de evaluación docentes se podrían llevar a cabo de manera online a través de los siguientes instrumentos:

- Presentación virtual de trabajos de investigación.
- Presentación virtual de prácticas de ordenador.

Para ello se hará uso de las herramientas telemáticas puestas a disposición de la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Salamanca.

Criterios de evaluación

- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la participación activa en las actividades docentes.
- Tanto la participación en actividades presenciales como la presentación y exposición de trabajos tendrán una ponderación mínima del 30% y máxima del 50%.
- La presentación y exposición de las prácticas de ordenador tendrán una ponderación mínima del 10% y máxima del 30%.

Instrumentos de evaluación

- Presentación y exposición de trabajos.
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador.

Recomendaciones para la evaluación.

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.
- El uso de 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 la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

SISTEMAS INTEGRABLES**1.- Datos de la Asignatura**

Código	305880	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 1
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemática Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle2.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Miguel Ángel González León	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales		
Despacho	3.3		
Horario de tutorías	L, M, X, J, V: de 12:00 a 13:30		
URL Web	http://campus.usal.es/~mpg/		
E-mail	magleon@usal.es	Teléfono	923 294 500 Ext: 1341

Profesor Coordinador	Alberto Alonso Izquierdo	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales		
Despacho	5.4		
Horario de tutorías	L, M, X, J, V: de 12:00 a 13:30		
URL Web	http://campus.usal.es/~mpg/		
E-mail	alonsoiz@usal.es	Teléfono	923 294 500 Ext: 1308

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

Bloque formativo al que pertenece la materia

La asignatura pertenece al Módulo 2: "Ampliación".

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

Se trata de una de las asignaturas optativas ofertadas en el Plan de Estudios que tiene por objetivo la ampliación de los conocimientos y formación básica recibida por los alumnos en el primer módulo del Máster. Se centra en el estudio de los Sistemas Integrables, tanto para sistemas finito como infinito dimensionales.

Perfil profesional.

El seguimiento correcto de esta asignatura permitirá al alumno adquirir una formación sólida que le servirá de apoyo tanto en el estudio de otros módulos de este título como en su futura capacitación profesional.

3.- Recomendaciones previas

Se requieren los conocimientos básicos de naturaleza matemática adquiridos en cualquier plan de estudios de un título de Grado de naturaleza técnica: Matemáticas, Física, Estadística, Ingeniería, etc. En particular es recomendable tener conocimientos sobre ecuaciones diferenciales ordinarias y ecuaciones en derivadas parciales.

4.- Objetivos de la asignatura

- Describir los diferentes conceptos de integrabilidad en sistemas dinámicos y particularmente de los sistemas Hamiltonianos.
- Demostrar el manejo de los métodos matemáticos pertinentes en los sistemas Hamiltonianos finito dimensionales.
- Aplicar el análisis de integrabilidad en sistemas Hamiltonianos infinito dimensionales concretos.
- Aplicar el Método del Scattering Inverso a modelos sencillos.

5.- Contenidos

Contenidos de naturaleza eminentemente teórica:

- Tema 1. Introducción a los diferentes conceptos de integrabilidad en sistemas dinámicos.
- Tema 2. Sistemas dinámicos Hamiltonianos finito dimensionales.
- Tema 3. Sistemas dinámicos Hamiltonianos infinito dimensionales.
- Tema 4. Ondas Solitarias y Solitones.
- Tema 5. Introducción al Método del Scattering Inverso.

6.- Competencias a adquirir**Transversales.****Específicas.**

Competencias específicas: CE1, CE2, CE4

CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada.

CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular.

CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático

Básicas/Generales.

Competencias básicas: CB6, CB7, CB9, CB10.

Competencias generales: CG1, CG4, CG5.

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.

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. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos.

CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.

CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.

7.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades docentes se podrían llevar a cabo de manera online.

Consecuentemente la metodología anteriormente planteada se modificaría incluyendo los siguientes recursos:

- Videoconferencias y visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc.
- Participación en foros, chats, etc.
- Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas.
- Estudio individual y asesoramiento por el docente.
- Evaluación on line.

Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, etc.)

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		9		17	26
Prácticas	- En aula	9		17	26
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		4		4	8
Exposiciones y debates		2		6	8
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		1		6	7
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		25		50	75

9.- Recursos**Libros de consulta para el alumno**

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en la plataforma Studium.

También algunos de ellos se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc)

Se recomiendan como referencias generales para la asignatura los siguientes textos:

- A. Das, "Integrable Models". World Scientific 1989
- M. Dunajski, "Integrable Systems" (Lecture Notes University of Cambridge) 2012.
https://www.damtp.cam.ac.uk/user/md327/ISlecture_notes_2012.pdf
- Drazin, P. G., & Johnson, R. S. "Solitons: an introduction". Cambridge University Press, Cambridge, 1989.
- A.M. Perelomov, "Integrable Systems of Classical Mechanics and Lie Algebras Volume I", Birkhäuser Basel, 1990.
- M. Tabor, "Chaos and Integrability in Nonlinear Dynamics: An Introduction", John Wiley and Sons, New York 1989.

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

Se recomendarán a lo largo de la asignatura referencias específicas para cada tema o problema concreto que se estudie.

10.- Evaluación**Consideraciones Generales**

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos. La ponderación de estas pruebas estará entre un mínimo de un 40% y un máximo de un 60%.
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros. La ponderación de estas pruebas estará entre un mínimo de un 40% y un máximo de un 60%.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades de evaluación docentes se podrían llevar a cabo de manera online a través de los siguientes instrumentos:

- Presentación virtual de trabajos. Para ello se hará uso de las herramientas telemáticas puestas a disposición de la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Salamanca.

Criterios de evaluación

Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados, así como la iniciativa y originalidad a la hora de resolver dichos problemas. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.

Se valorará la participación activa en las actividades docentes.

Instrumentos de evaluación

Presentación y exposición de trabajos.

Recomendaciones para la evaluación.

Se recomienda a los alumnos:

- Realizar las actividades propuestas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.
- El uso de 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 la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN EN MODELIZACIÓN MATEMÁTICA EN EL ÁREA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA

1.- Datos de la Asignatura

Código	305881	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativo	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 1
Área	Didáctica de la Matemática				
Departamento	Didáctica de la Matemática y Didáctica de las Ciencias Experimentales				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle2.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	José María Chamoso Sánchez	Grupo / s	1
Departamento	Didáctica de la Matemática y Didáctica de las Ciencias Experimentales		
Área	Didáctica de la Matemática		
Centro	Facultad de Educación		
Despacho	72		
Horario de tutorías	Por determinar. Contactar por correo electrónico.		
URL Web			
E-mail	jchamoso@usal.es	Teléfono	923294500 EXT. 3469

Profesor Coordinador	María José Cáceres García	Grupo / s	1
Departamento	Didáctica de la Matemática y Didáctica de las Ciencias Experimentales		
Área	Didáctica de la Matemática		
Centro	E.U. de Magisterio de Zamora		
Despacho	264		
Horario de tutorías	Por determinar. Contactar por correo electrónico.		
URL Web	http://diarium.usal.es/majocac/maria-jose-caceres/		

E-mail	majocac@usal.es	Teléfono	923294500 EXT 3735
--------	-----------------	----------	--------------------

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

Bloque formativo al que pertenece la materia
Esta asignatura pertenece al Módulo 2 "Ampliación"
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Se trata de una asignatura optativa que complementa la formación básica recibida durante el primer módulo. Permite un acercamiento al ejercicio investigador sobre la modelización matemática en el ámbito educativo.
Perfil profesional.
El seguimiento correcto de esta asignatura permitirá alcanzar al alumnado una formación de indudable interés para su ejercicio profesional en el ámbito educativo/investigador.

3.- Recomendaciones previas

Se requieren los conocimientos básicos de naturaleza matemática adquiridos en cualquier plan de estudios de un título de Grado de naturaleza técnica: Matemáticas, Física, Estadística, Ingeniería, etc. Se aconseja cursar la asignatura Enseñanza/Aprendizaje de la modelización matemática. No obstante, se trata de una asignatura autocontenida.

4.- Objetivos de la asignatura

- Identificar la estructura de una investigación educativa.
- Analizar investigaciones en modelización matemática en educación.
- Plantear una investigación en educación matemática sobre modelización matemática
- Reflexionar sobre el propio aprendizaje en investigación en modelización matemática

5.- Contenidos

Contenidos de naturaleza teórica

Tema 1. La modelización matemática en educación: problemas de investigación

Tema 2. Estado del arte de la investigación sobre modelización matemática en educación.

Tema 3. Líneas de investigación sobre la modelización matemática en educación.

Tema 4. Tipos de datos en la investigación sobre la enseñanza, el aprendizaje o la formación de profesores en lo que concierne a la utilización de la modelización matemática en educación.

Contenidos de naturaleza eminentemente práctica:

Tema 5. Herramientas en la investigación sobre la modelización matemática en educación.

6.- Competencias a adquirir

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.

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.

CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles.

CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.

Específicas.

CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada.

CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular

CE3. Interpretar las soluciones matemáticas obtenidas al resolver los modelos planteados en base a la situación inicial, obteniendo así una solución adaptada a la realidad del proyecto propuesto que permita validar la efectividad del modelo planteado.

Transversales.

7.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.

- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de COVID-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades docentes se podrían llevar a cabo de manera online. Consecuentemente la metodología anteriormente planteada se modificaría incluyendo los siguientes recursos:

- Videoconferencias y visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc.
- Participación en foros, chats, etc.
- Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas.
- Estudio individual y asesoramiento por el docente.
- Evaluación on line

Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, etc.)

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		8	12
Prácticas	- En aula	6		12	18
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		6		10	16
Exposiciones y debates		3		10	13
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		6		10	16
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		25		50	75

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

También algunos de ellos se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc) En concreto, para esta asignatura se recomiendan los libros:

- Borromeo-Ferri, R. (2018) *Learning how to teach mathematical modelling in school and Teacher Education*. Springer. <https://link-springer-com.ezproxy.usal.es/book/10.1007%2F978-3-319-68072-9>
- Maaß, J.; O'Meara, N.; Johnson, P. y O'Donoghue, (2018) *Mathematical Modelling for*

Teachers: A practical guide for applicable Mathematics Education. Springer.
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-00431-6>

- Stillman, G. A. y Brown, J.P. (2019) *Lines of inquiry in Mathematical Modelling Research in Education*. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-14931-4>
- Stillman, G. A., Blum, W., & Biembengut, M. S. (2015). *Mathematical modelling in education research and practice*. Springer.
<https://www.morawa.at/annotstream/2244008942728/PDF/Stillman-Gloria-Ann/Mathematical-Modelling-in-Education-Research-and-Practice.pdf>
- Upmeyer zu Belzen, A., Krüger, D., & van Driel, J (Eds.) (2019). *Towards a Competence-Based View on Models and Modeling in Science Education*. Springer.
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-030-30255-9.pdf>

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

- Journal of mathematical modelling and application
<https://proxy.furb.br/ojs/index.php/modelling/index>
- Modelling in Science Education and Learning
<https://polipapers.upv.es/index.php/MSEL/index>

10.- Evaluación

Consideraciones Generales

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador. Trabajos realizados individualmente o por un grupo de alumnos bajo la supervisión del profesor y su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades de evaluación docentes se podrían llevar a cabo de manera online a través de los siguientes instrumentos:

- Presentación virtual del trabajos de investigación.
- Presentación virtual de prácticas de ordenador.

Para ello se hará uso de las herramientas telemáticas puestas a disposición de la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Salamanca.

Criterios de evaluación

- Participación en las tareas desarrolladas durante las sesiones.
- Calidad en el desarrollo de cada apartado en el planteamiento de una investigación en educación matemática sobre modelización matemática (justificación del problema de investigación, adecuación del marco teórico, redacción de objetivos abordables, selección de métodos y herramientas para el análisis de datos).
- Calidad de las exposiciones de los trabajos (formato, desarrollo del contenido, comunicación, respuesta a preguntas).

Instrumentos de evaluación
Actividades realizadas durante las sesiones Trabajos individuales o grupales relacionados con el planteamiento de una investigación
Recomendaciones para la evaluación.
Asistir a las sesiones y actividades docentes Realizar las diversas tareas planteadas por el profesorado
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 la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

ENSEÑANZA/APRENDIZAJE DE LA MODELIZACIÓN MATEMÁTICA

1.- Datos de la Asignatura

Código	305882	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 1
Área	Didáctica de la matemática				
Departamento	Didáctica de la matemática y didáctica de las ciencias experimentales				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle2.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	María Teresa González Astudillo	Grupo / s	1
Departamento	Didáctica de la matemática y didáctica de las ciencias experimentales		
Área	Didáctica de la matemática		
Centro	Facultad de Educación		
Despacho	62 Edificio Europa		
Horario de tutorías	L, M, J: de 9:00 a 11:00		
URL Web	https://diarium.usal.es/maite		
E-mail	maite@usal.es	Teléfono	Ext. 3468

Profesor Coordinador	M. Mercedes Rodríguez Sánchez	Grupo / s	1
Departamento	Didáctica de la matemática y didáctica de las ciencias experimentales		
Área	Didáctica de la matemática		
Centro	Facultad de Educación		
Despacho	70 Edificio Europa		
Horario de tutorías	M: 8:30-13:30, V: 9:00-10:00		
URL Web			

E-mail	meros@usal.es	Teléfono	Ext. 3462
--------	---------------	----------	-----------

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

Bloque formativo al que pertenece la materia
Esta asignatura pertenece al Módulo 2 "Ampliación".
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Se trata de una de las seis asignaturas optativas que tienen que cursar los/as alumnos/as del máster. La formación que se reciba en esta asignatura está encaminada a los alumnos que quieren profundizar en cuestiones relativas a la modelización matemática y su aplicación en la educación.
Perfil profesional.
El seguimiento correcto de esta asignatura permitirá alcanzar al alumnado una formación de indudable interés para su ejercicio profesional tanto en el ámbito académico/investigador como en el educativo.

3.- Recomendaciones previas

Se requieren los conocimientos básicos de naturaleza matemática adquiridos en cualquier plan de estudios de un título de Grado de naturaleza técnica: Matemáticas, Física, Estadística, Ingeniería, etc. No obstante, se trata de una asignatura autocontenida.

4.- Objetivos de la asignatura

- Conceptualizar la modelización matemática en el ámbito educativo.
- Describir los diferentes ciclos de modelización matemática.
- Valorar la modelización como una competencia esencial en la formación matemática básica.
- Identificar situaciones de modelización matemática que se puedan transferir a la enseñanza de la matemática.
- Discriminar entre diferentes tipos de tareas de modelización.
- Diseñar situaciones de modelización matemática para los procesos de enseñanza-aprendizaje.
- Analizar el papel de las nuevas tecnologías en la enseñanza de la modelización.
- Caracterizar la evaluación en la adquisición de la competencia de modelización.

5.- Contenidos

En cada tema se combinarán contenidos teóricos con otros de índole práctica

- Tema 1: Concepto de modelo y de modelización.
- Tema 2: La noción de competencia. Competencia de modelización. Subcompetencias. Objetivos. Por qué introducir la modelización en las aulas

- Tema 3: Ciclos de modelización.
- Tema 4: Tipos de tareas de modelización.
- Tema 5: El proceso de resolución de una tarea de modelización.
- Tema 6: Los problemas de Fermi.
- Tema 7: Diseño de tareas de modelización.
- Tema 8: Métodos de enseñanza de la modelización.
- Tema 9: Uso de las tecnologías en el aula.
- Tema 10: Diagnóstico y evaluación de la competencia de modelización.
- Tema 11: El proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas mediante proyectos de modelización.

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.

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. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos.

CG2. Reunir e interpretar datos de carácter matemático que permitan abordar un problema, utilizando técnicas de modelización matemática, en otras áreas del conocimiento científico.

CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles.

CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.

Transversales.**Específicas.**

CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada.

CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular.

CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas.

CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.

7.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades docentes se podrían llevar a cabo de manera online. Consecuentemente la metodología anteriormente planteada se modificaría incluyendo los siguientes recursos:

- Videoconferencias y visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc.
- Participación en foros, chats, etc.
- Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas.
- Estudio individual y asesorado por el docente.
- Evaluación on line

Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, etc.)

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		5		10	15
Prácticas	- En aula	5		10	15
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		6		10	16
Exposiciones y debates		3		10	13
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		6		10	16
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		25		50	75

9.- Recursos**Libros de consulta para el alumno**

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

También algunos de ellos se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc) En concreto, para esta asignatura se recomiendan los libros:

- Borromeo-Ferri, R. (2018) *Learning how to teach mathematical modelling in school and Teacher Education*. Springer.
- Greefrath, G. y Vorhölter, K. (2016) *Teaching and learning Mathematical Modelling: Approaches and Developments from German Countries*. ICME13 Topical Surveys. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-45004-9>
- Maaß, J.; O'Meara, N.; Johnson, P. y O'Donoghue, (2018) *Mathematical Modelling for Teachers: A practical guide for applicable Mathematics Education*. Springer.
- Stillman, G. A. y Brown, J.P. (2019) *Lines of inquiry in Mathematical Modelling Research in Education*. Springer.

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

- Journal of mathematical modelling and application
<https://proxy.furb.br/ojs/index.php/modelling/index>
- Modelling in Science Education and Learning
<https://polipapers.upv.es/index.php/MSEL/index>

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

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos
- Presentación y exposición de tareas. Trabajos realizados individualmente o por un grupo de alumnos bajo la supervisión del profesor y su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individual o colaborativamente por los alumnos, así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades de evaluación docentes se podrían llevar a cabo de manera online a través de los siguientes instrumentos:

- Presentación virtual de trabajos de investigación.
- Presentación virtual de prácticas de ordenador.

Para ello se hará uso de las herramientas telemáticas puestas a disposición de la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Salamanca.

Criterios de evaluación

- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la participación activa en las actividades docentes.
- La ponderación de cada una de las pruebas se realizará en los siguientes rangos: los trabajos entre el 50% y el 60%, las prácticas entre el 20% y el 30% y la participación entre el 10 y el 20%.

Instrumentos de evaluación

- Presentación y exposición de trabajos.
- Presentación y exposición de prácticas.

Recomendaciones para la evaluación.

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.
- El uso de 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 la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS AVANZADAS PARA LA MODELIZACIÓN

1.- Datos de la Asignatura

Código	305883	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestre 1
Área	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial				
Departamento	Informática y Automática				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle2.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Juan Manuel Corchado Rodríguez	Grupo / s	1
Departamento	Informática y Automática		
Área	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	24.2 (Edificio I+D+i)		
Horario de tutorías	Cita previa (email)		
URL Web	http://bisite.usal.es		
E-mail	corchado@usal.es	Teléfono	Ext. 6680

Profesor Coordinador	Sara Rodríguez González	Grupo / s	1
Departamento	Informática y Automática		
Área	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	D1514		
Horario de tutorías	Cita previa (email)		
URL Web	http://bisite.usal.es		
E-mail	srg@usal.es	Teléfono	Ext. 6588

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

Bloque formativo al que pertenece la materia

Esta asignatura pertenece al Módulo 2: "Ampliación".

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

Es una de las asignaturas optativas dedicada a la programación avanzada. Permite ampliar y/complementar la formación básica recibida sobre la programación de modelos matemáticos y las últimas tendencias en programación.

Perfil profesional.

El seguimiento correcto de esta asignatura permitirá alcanzar al alumnado una formación de indudable interés para su ejercicio profesional tanto en el ámbito académico/investigador como en el empresarial.

3.- Recomendaciones previas

Los alumnos deberán tener conocimientos previos básicos de programación, preferiblemente orientada a objetos.

4.- Objetivos de la asignatura

- Demostrar el manejo del uso de Python en la programación orientada a la ciencia de datos.
- Desarrollar e implementar modelos matemáticos mediante el uso de Python.

5.- Contenidos

- Lenguaje de programación Python.
- Paradigmas de programación para la modelización con Python.
- Bibliotecas para la modelización matemática.
- Aplicaciones.

6.- Competencias a adquirir**Transversales.****Específicas.**

CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada.

CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular.

CE3. Interpretar las soluciones matemáticas obtenidas al resolver los modelos planteados en base a la situación inicial, obteniendo así una solución adaptada a la realidad del proyecto propuesto que permita validar la efectividad del modelo planteado.

CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas.

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.

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.

CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos.

CG2. Reunir e interpretar datos de carácter matemático que permitan abordar un problema, utilizando técnicas de modelización matemática, en otras áreas del conocimiento científico.

CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles.

CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.

CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.

7.- Metodologías docentes

Los temas se presentarán en clases magistrales y se comentarán tanto en clases prácticas en aulas de informática, como mediante el campus virtual. Se reforzará la docencia mediante demostraciones prácticas en grupo y seminarios presenciales. Los estudiantes tendrán que contrastar lo aprendido mediante consultas bibliográficas, con lo que estimulará el aprendizaje por descubrimiento y el refuerzo.

Los contenidos de la asignatura se desarrollarán coordinadamente. En cada uno de ellos se expondrá un breve contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, siguiendo uno o dos libros de texto de referencia, que servirán para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas y dar paso a clases prácticas, en las que con el apoyo del ordenador se procederá a la resolución de los ejercicios planteados a partir de las clases teóricas, como iniciación de los estudiantes en las competencias previstas.

A partir de esas clases teóricas y prácticas el profesor propondrá a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor. Durante su realización los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias de la asignatura.

Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de cuestiones propuestas con el apoyo del ordenador y preparación de los trabajos propuestos, para alcanzar las competencias previstas. De ello tendrán que responder, exponiendo sus trabajos ante el profesor y el resto de los compañeros, así como realizando exámenes de teoría y resolución de ejercicios prácticos en ordenador.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades docentes se podrían llevar a cabo de manera online. Consecuentemente la metodología anteriormente planteada se modificaría incluyendo los siguientes recursos:

- Videoconferencias y visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc.
- Participación en foros, chats, etc.
- Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas.
- Estudio individual y asesorado por el docente.
- Evaluación on line

Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, etc.)

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		5		10	15
Prácticas	- En aula	5		10	15
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	10		10	20
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		2		4	6
Exposiciones y debates		2		6	8
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		1		10	11
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		25		50	75

9.- Recursos**Libros de consulta para el alumno**

Hart, W. E., Watson, J. P., & Woodruff, D. L. (2011). Pyomo: modeling and solving mathematical programs in Python. *Mathematical Programming Computation*, 3(3), 219.

Perez, F., Granger, B. E., & Hunter, J. D. (2010). Python: an ecosystem for scientific computing. *Computing in Science & Engineering*, 13(2), 13-21.

Müller, A. C., & Guido, S. (2016). *Introduction to machine learning with Python: a guide for data scientists*. " O'Reilly Media, Inc."

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

Blomhøj, M. (2008). Modelización Matemática - Una Teoría para la Práctica. *Revista de Educación Matemática*, 23(2).

Glasserman, P. (2003). *Monte Carlo Methods in Financial Engineering*. Nueva York: Springer.

Fishman, G. S. (1973). *Concepts and Methods in Discrete Event Digital Simulation*. New York: John Wiley & Sons Inc.

García, A. (2014). *Ecuaciones diferenciales*. México: Larousse. Grupo Editorial Patria.

Hernández, R. (2010). *Introducción a los sistemas de control: Conceptos, aplicaciones y simulación con MATLAB*. México D. F.: Pearson Educación.

Shannon, R. y Johannes, J. D. (1976). Systems simulation: the art and science. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*. 6(10), 723-724.

Urquía, A. y Martín, C. (2016). *Métodos de simulación y modelado*. Madrid: UNED.

10.- Evaluación**Consideraciones Generales**

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador. Trabajos realizados individualmente o por un grupo de alumnos bajo la supervisión del profesor y su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos, así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades de evaluación docentes se podrían llevar a cabo de manera online a través de los siguientes instrumentos:

- Presentación virtual de trabajos de investigación.
- Presentación virtual de prácticas de ordenador.

Para ello se hará uso de las herramientas telemáticas puestas a disposición de la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Salamanca.

Criterios de evaluación

- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la participación activa en las actividades docentes.
- La presentación y exposición de trabajos tendrá una ponderación mínima del 50% y una máxima del 70%

La presentación y exposición de prácticas de ordenador tendrá una ponderación mínima del 30% y una máxima del 50%

Instrumentos de evaluación

- Presentación y exposición de trabajos.
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador

Recomendaciones para la evaluación.

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.

El uso de 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 la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

TEORÍA ECONÓMICA Y TEORÍA DE JUEGOS**1.- Datos de la Asignatura**

Código	305884	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativo	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 1
Área	Fundamentos del Análisis Económico				
Departamento	Economía e Historia Económica				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle2.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Emma Moreno García	Grupo / s	1
Departamento	Economía e Historia Económica		
Área	Fundamentos de Análisis Económico		
Centro	Facultad de Economía y Empresa		
Despacho	216		
Horario de tutorías	Las tutorías se acuerdan por email		
URL Web			
E-mail	emmam@usal.es	Teléfono	

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

Bloque formativo al que pertenece la materia
Es una de las seis asignaturas optativas de 3 ECTS que forman el Módulo 2: "Ampliación":
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Esta asignatura pretende que los estudiantes consigan aplicar y relacionar algunos aspectos del análisis matemático, fundamentos del análisis económico y teoría de juegos. Además se busca que los alumnos se familiaricen con la lectura y análisis de artículos académicos.
Perfil profesional.
Este curso es una ayuda para analizar cuestiones variadas de interés en teoría económica y estudiar comportamientos estratégicos a la luz de la teoría de juegos.

3.- Recomendaciones previas

Se recomienda tener conocimientos básicos de Análisis Matemático y Topología

4.- Objetivos de la asignatura

Conocer modelos básicos de equilibrio general
Conocer algunas soluciones de juegos no cooperativos y cooperativos.
Aplicar la teoría de juegos a algunas cuestiones de teoría económica .

En general, se pretende proporcionar al estudiante un lenguaje preciso y un conjunto de conceptos y herramientas fundamentales del análisis y modelización económica y teoría de juegos, a niveles básicos.

5.- Contenidos

- Introducción a modelos básicos de equilibrio general.
- Introducción a la teoría de juegos.
- Algunas aplicaciones de teoría de juegos a la teoría económica

6.- Competencias a adquirir

En particular, los contenidos de esta asignatura permiten al alumno:

- Ampliar y profundizar en determinados conceptos de teoría económica.
- Establecer conexión entre distintas asignaturas, que les permita una formación mejor para pensar problemas económicos.
- Analizar, entender y presentar parte de artículos académicos.
- Formalizar diferentes situaciones en teoría económica.

Al finalizar el curso los alumnos deben ser capaces de:

- Utilizar con precisión el lenguaje y los conceptos aprendidos y aplicarlos.
- Contextualizar algunos problemas actuales desde el punto de vista del análisis económico.

Además, la asignatura fomenta que los alumnos:

- Razonen críticamente.
- Argumenten con rigor sobre algunas cuestiones económicas.
- Aprendan autónomamente.

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. 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. CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos. CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles. CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.
Específicas.
CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada.
Transversales.

7.- Metodologías docentes

La metodología empleada abarca actividades presenciales y no presenciales. Dentro de las primeras se incluyen las clases teóricas y prácticas, así como seminarios y evaluaciones. Las actividades no presenciales son básicamente el estudio personal y la preparación de presentaciones y ejercicios que se programen a lo largo del curso.

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		8		15	23
Prácticas	- En aula	4		4	8
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		3		9	12
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		8		16	24
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		2		6	8
TOTAL		25		50	75

9.- Recursos**Libros de consulta para el alumno**

Aliprantis, C.D., Chakrabarti, S.K.: Games and Decision Making. Oxford University Press. 1999.

Jehle, G.A., Reny, P.J.: Advanced Microeconomic Theory. Massachusetts, Madrid, Amsterdam. Adison Wesley. 1998.

Mas-Colell, A., Whinston, M.D., Green, J.R.: Microeconomic Theory. New York, Oxford. Oxford University Press. 1995.

Varian, H.R.: Análisis Microeconómico. Barcelona. Antoni Bosch. 1986.

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

Se darán referencias y material complementario en Studium.

10.- Evaluación

La calificación de esta asignatura se basará en la evaluación continua cada semana, en el examen, en los trabajos que se presenten y en las exposiciones y participación en clase.

Consideraciones Generales

Se tendrá en cuenta la participación en clase, y la presentación de trabajos.

Criterios de evaluación

Se valorará:

- La utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados.
- La claridad y rigor de las argumentaciones realizadas y en la presentación de trabajos.
- La buena participación activa en las actividades docentes.

Instrumentos de evaluación

Participación en las clases.
Presentación de trabajos.

Recomendaciones para la evaluación.
Estudio y aprendizaje
Recomendaciones para la recuperación.
Estudio y aprendizaje

MODELIZACIÓN BASADA EN AUTÓMATAS CELULARES**1.- Datos de la Asignatura**

Código	305885	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 2
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemática Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle2.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Ángel María Martín del Rey	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	E.P.S. de Ávila		
Despacho	Despacho de dirección del IUFFyM, Edificio de la Merced, Facultad de Ciencias		
Horario de tutorías	L, M, X, J, V: de 11:00 a 13:00		
URL Web	https://diarium.usal.es/delrey		
E-mail	delrey@usal.es	Teléfono	Ext. 1544

Profesor Coordinador	Mª Araceli Queiruga Dios	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	E.T.S. I. I. de Béjar		
Despacho	Matemática Aplicada		
Horario de tutorías	L, M, X, J de 11:00 a 12:00		
URL Web			
E-mail	queirugadios@usal.es	Teléfono	670 556 795

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

Bloque formativo al que pertenece la materia

Esta asignatura pertenece al Módulo 3 “Especialización y Aplicaciones”.

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

Es una de las asignaturas optativas dedicada a la simulación basada en modelos individuales. Juega un papel muy importante en esta rama de la modelización pues está dedicada, fundamentalmente, a introducir sus fundamentos y a detallar la modelización mediante autómatas celulares que podríamos considerar como la base sobre la que se asientan el resto de los modelos individuales.

Perfil profesional.

El seguimiento correcto de esta asignatura permitirá alcanzar al alumnado una formación de indudable interés para su ejercicio profesional tanto en el ámbito académico/investigador como en el empresarial.

3.- Recomendaciones previas

Se requieren los conocimientos adquiridos durante el Módulo I. Sería recomendable tener conocimientos sobre Sistemas Dinámicos Discretos y programación (Mathematica, Python,...)

4.- Objetivos de la asignatura

- Describir las características de los modelos de naturaleza individual.
- Diseñar y planificar modelos basados en autómatas celulares.
- Implementar computacionalmente modelos basados en autómatas celulares.

5.- Contenidos

Contenidos de naturaleza eminentemente teórica:

- Tema 1: Introducción a la vida artificial. Máquinas de estados finitos.
- Tema 2: Modelización basada en el individuo.
- Tema 3: Autómatas celulares: características y principales propiedades.

Contenidos de naturaleza eminentemente práctica:

- Tema 4: Modelización basada en autómatas celulares.
- Tema 5: Diseño e implementación computacional de modelos basados en autómatas celulares.
- Tema 6: Modelos basados en agentes.

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.

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.

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. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos.

CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles.

CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.

CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.

Transversales.**Específicas.**

CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada.

CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular.

CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático.

CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas.

CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.

7.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades docentes se podrían llevar a cabo de manera online. Consecuentemente la metodología anteriormente planteada se modificaría incluyendo los siguientes recursos:

- Videoconferencias y visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc.
- Participación en foros, chats, etc.
- Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas.

- Estudio individual y asesorado por el docente.
- Evaluación on line

Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, etc.)

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		5		10	15
Prácticas	- En aula	5		10	15
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	10		10	20
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		2		4	6
Exposiciones y debates		2		6	8
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		1		10	11
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		25		50	75

9.- Recursos**Libros de consulta para el alumno**

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

También algunos de ellos se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc) En concreto, para esta asignatura se recomiendan los libros:

- A.G. Hoekstra, J. Kroc, P.M.A. Sloot Eds., Simulating Complex Systems by Cellular Automata, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010.
- N. Boccara, Modeling Complex Systems, Springer Science+Business Media, 2010.
- K.P. Haderl, Cellular Automata: Analysis and Applications, Springer International Publishing AG, 2017.
- A. Deutsch, S. Dormann, Cellular Automaton Modeling of Biological Pattern Formation. Characterization, Examples, and Analysis. Second edition, Springer Science+Business Media, New York, 2017.
- A. Adamatzky, G. Martínez, Eds., Designing Beauty: The Art of Cellular Automata, Springer International Publishing Switzerland, 2016.

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

- <https://www.wolfram.com>
- <https://mathworld.wolfram.com/>

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
El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas: • Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos • Presentación y exposición de prácticas de ordenador. Trabajos realizados individualmente o por un grupo de alumnos bajo la supervisión del profesor y su exposición en el aula ante el resto de los compañeros. • Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros. Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades de evaluación docentes se podrían llevar a cabo de manera online a través de los siguientes instrumentos: • Presentación virtual de trabajos de investigación. • Presentación virtual de prácticas de ordenador. Para ello se hará uso de las herramientas telemáticas puestas a disposición de la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Salamanca.
Criterios de evaluación
• Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas. • Se valorará la participación activa en las actividades docentes. • La presentación y exposición de trabajos tendrá una ponderación mínima del 50% y una máxima del 70% • La presentación y exposición de prácticas de ordenador tendrá una ponderación mínima del 30% y una máxima del 50%
Instrumentos de evaluación
• Presentación y exposición de trabajos. • Presentación y exposición de prácticas de ordenador.
Recomendaciones para la evaluación.
• Realizar las actividades sugeridas por el profesorado. • Participar en todas las actividades docentes. • El uso de 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 la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

MODELIZACIÓN EN SOFT COMPUTING**1.- Datos de la Asignatura**

Código	305886	Plan	M179	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Anual
Área	Fundamentos del Análisis Económico				
Departamento	Economía e Historia Económica				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Moodle			
	URL de Acceso:	https://moodle2.usal.es/			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	José Carlos Rodríguez Alcantud	Grupo / s	1
Departamento	Economía e Historia Económica		
Área	Fundamentos del Análisis Económico		
Centro	Facultad de Economía y Empresa		
Despacho	209 del edificio FES. Campus Miguel de Unamuno		
Horario de tutorías	A convenir. Solicitud por correo electrónico		
URL Web	http://diarium.usal.es/jcr		
E-mail	jcr@usal.es	Teléfono	923 294666

Repetir análogamente para otros profesores implicados en la docencia

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

Bloque formativo al que pertenece la materia
Esta asignatura pertenece al Módulo 3 "Especialización y Aplicaciones"
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Se trata de una de las nueve asignaturas optativas que deben elegir los/as alumnos/as del máster (seis de ellas, del Módulo 3). Contribuye en la adquisición de conocimientos y técnicas especializadas, así como en el conocimiento de áreas de aplicación y la interacción entre disciplinas.

Perfil profesional.

El seguimiento correcto de esta asignatura permitirá alcanzar al alumnado una formación de indudable interés para su ejercicio profesional, principalmente en el ámbito académico e investigador.

Habilita al alumnado para conocer las posibilidades de un área de trabajo con gran proyección investigadora.

3.- Recomendaciones previas

La bibliografía consistirá casi exclusivamente en literatura en inglés. Es necesario comprender el inglés técnico a nivel de usuario medio.

4.- Objetivos de la asignatura

- Conocer los principales modelos de soft computing y sus fundamentos: los modelos difusos y sus extensiones, así como variantes y modelos híbridos.
- Manejar las herramientas fundamentales del campo: operadores de agregación, distancias, *defuzzificación*, procedimientos de ordenación, índices de similaridad, etc.
- Comprender los principios básicos de las metodologías para la toma de decisiones e iniciarse en sus aplicaciones (economía, diagnóstico médico, etc).

5.- Contenidos

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

Tema 1. Operadores de agregación: promedios, conjunciones, disyunciones, mixtos.

Tema 2. Fundamentos de lógica difusa.

Tema 3. Conjuntos difusos. El principio de extensión. Operaciones.

Tema 4. Otros modelos de *soft computing*.

Tema 5. Aplicaciones y relaciones con otras disciplinas: teoría de grafos, topología, etc.

6.- Competencias a adquirir**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.

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. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos.

CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles.

CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.

CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.

Específicas. CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada. CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular. CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas. CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.
Transversales.

7.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación, planteamiento y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de COVID-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades docentes se podrían llevar a cabo de manera online. Consecuentemente la metodología anteriormente planteada se modificaría incluyendo los siguientes recursos:

- Videoconferencias y visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc.
- Participación en foros, chats, etc.
- Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas.

- Estudio individual y asesorado por el docente.
- Evaluación online.

Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, etc.)

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		16		32	48
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	1		2	3
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		4		8	12
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		2		4	6
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		2		4	6
TOTAL		25		50	75

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

También algunos de ellos se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder por vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc)

En concreto, para esta asignatura se recomiendan los siguientes libros:

1. G.: Beliakov, A. Pradera, y T. Calvo. Aggregation Functions: A Guide for Practitioners. Springer, 2007.
2. J. Klir y Bo Yuan. Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications. Prentice-Hall, 1995. Accesible online.

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

“Fuzzy Logic Toolbox” de Matlab, si se mantiene la licencia de campus para que el acceso del alumnado esté garantizado.

Paquetes fuzzy para R en CRAN.

10.- Evaluación**Consideraciones Generales**

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos, y su exposición en el aula ante el resto del alumnado.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de COVID-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades de evaluación docentes se podrían llevar a cabo de manera online a través de los siguientes instrumentos:

- Presentación virtual de trabajos (de investigación, recensiones de artículos, utilización de paquetes informáticos, ...).
- Presentación virtual de prácticas de ordenador.

Para ello se hará uso de las herramientas telemáticas puestas a disposición de la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Salamanca.

Criterios de evaluación

En la presentación de los trabajos y las recensiones de artículos, la ponderación mínima será del 50% y la máxima del 70%.

En la resolución de problemas, la ponderación mínima será del 30% y la máxima del 50%.

Instrumentos de evaluación

Resolución de problemas

Recensiones de artículos de investigación

Presentación y exposición de trabajos

Recomendaciones para la evaluación.

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.
- La utilización de tutorías supone 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 la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN MODELIZACIÓN**1.- Datos de la Asignatura**

Código	305887	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestre 2
Área	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial				
Departamento	Informática y Automática				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle2.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Juan Manuel Corchado Rodríguez	Grupo / s	1
Departamento	Informática y Automática		
Área	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	24.2 (Edificio I+D+i)		
Horario de tutorías	Cita previa (email)		
URL Web	http://bisite.usal.es		
E-mail	corchado@usal.es	Teléfono	Ext. 6680

Profesor Coordinador	Sara Rodríguez González	Grupo / s	1
Departamento	Informática y Automática		
Área	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	D1514		
Horario de tutorías	Cita previa (email)		
URL Web	http://bisite.usal.es		
E-mail	srg@usal.es	Teléfono	Ext. 6588

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

Bloque formativo al que pertenece la materia

Esta asignatura pertenece al Módulo 3 “Especialización y Aplicaciones”.

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

Es una de las asignaturas optativas dedicada a la inteligencia artificial (IA), dentro de la especialización de aplicaciones. Juega un papel muy importante en esta rama de la especialización pues está dedicada, fundamentalmente, a introducir los fundamentos de las principales técnicas en IA como los sistemas cognitivos y neuro simbólicos, que podríamos considerar como la base sobre la que se asientan el resto de los técnicas IA.

Perfil profesional.

El seguimiento correcto de esta asignatura permitirá alcanzar al alumnado una formación de indudable interés para su ejercicio profesional tanto en el ámbito académico/investigador como en el empresarial.

3.- Recomendaciones previas

Los alumnos deberán tener conocimientos previos de estadística y métodos numéricos básicos. Asimismo, deberían haber cursado la asignatura “Herramientas Informáticas Avanzadas para la Modelización”.

4.- Objetivos de la asignatura

- Describir las técnicas más comunes de inteligencia artificial en el que se basan los modelos de inteligencia computacional.
- Demostrar el manejo de las técnicas de la inteligencia computacional para diseñar soluciones para resolver diferentes problemas.
- Aplicar los conocimientos sobre inteligencia computacional para diseñar modelos.

5.- Contenidos**Contenidos teóricos:**

- Introducción a la Inteligencia Computacional
- Modelización basada en Inteligencia Computacional: sistemas cognitivos, difusos y neurosimbólicos.
- Redes Neuronales. Deep Learning.

Contenidos prácticos:

En la parte practica de la asignatura se realizará todo el proceso necesario para la creación de modelos basados en inteligencia artificial.

- Ingesta de datos.
- Análisis exploratorio.
- Elección del modelo.
- Pruebas y refinamiento del modelo.

6.- Competencias a adquirir**Transversales.****Específicas.**

CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada.

CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular.

CE3. Interpretar las soluciones matemáticas obtenidas al resolver los modelos planteados en base a la situación inicial, obteniendo así una solución adaptada a la realidad del proyecto propuesto que permita validar la efectividad del modelo planteado.

CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas.

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.

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.

CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos.

CG2. Reunir e interpretar datos de carácter matemático que permitan abordar un problema, utilizando técnicas de modelización matemática, en otras áreas del conocimiento científico.

CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles.

CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.

CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.

7.- Metodologías docentes

Los temas se presentarán en clases magistrales y se comentarán tanto en clases prácticas en aulas de informática, como mediante el campus virtual. Se reforzará la docencia mediante demostraciones prácticas en grupo y seminarios presenciales. Los estudiantes tendrán que contrastar lo aprendido mediante consultas bibliográficas, con lo que estimulará el aprendizaje por descubrimiento y el refuerzo.

Los contenidos de la asignatura se desarrollarán coordinadamente. En cada uno de ellos se expondrá un breve contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, siguiendo uno o dos libros de texto de referencia, que servirán para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas y dar paso a clases prácticas, en las que con el apoyo del ordenador se procederá a la resolución de los ejercicios planteados a partir de las clases teóricas, como iniciación de los estudiantes en las competencias previstas.

A partir de esas clases teóricas y prácticas el profesor propondrá a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor. Durante su realización los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias de la asignatura.

Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de cuestiones propuestas con el apoyo del ordenador y preparación de los trabajos propuestos, para alcanzar las competencias previstas. De ello tendrán que responder, exponiendo sus trabajos ante el profesor y el resto de los compañeros, así como realizando exámenes y resolución de ejercicios prácticos en ordenador.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades docentes se podrían llevar a cabo de manera online. Consecuentemente la metodología anteriormente planteada se modificaría incluyendo los siguientes recursos:

- Videoconferencias y visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc.
- Participación en foros, chats, etc.
- Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas.
- Estudio individual y asesorado por el docente.
- Evaluación on line

Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, etc.)

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		5		10	15
Prácticas	- En aula	5		10	15
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	10		10	20
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		2		4	6
Exposiciones y debates		2		6	8
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		1		10	11
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		25		50	75

9.- Recursos**Libros de consulta para el alumno**

Brett, L. (2013). *Machine Learning with R*. Birmingham: Packt.

Dark, S. (2019). *Aprendizaje Automático: La Guía Definitiva para Principiantes para Comprender el Aprendizaje Automático*.

Domingos, P. (2012). *A Few Useful Things to Know About Machine Learning*. University of Washington.

Hastie, T., Tibshirani, R. y Friedman, J. (2001). *The elements of Statistical Learning*. Nueva York: Springer.

James G., Witten, D., Hastie, T and Tibshirani, R. (2013). *An Introduction to Statistical Learning with Applications in R*. Nueva York: Springer.

Lantz, B. (2013) *Machine Learning with R*. Birmingham: Packt.

Quinlan, J. (1986). *Introduction to decision trees*. Nueva York: Springer.

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

Optimization. *Journal of Machine Learning Research*, 13, 281-305.

Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*, 45, 5-32.

Bzdok, D., Altman, N., y Krzywinski, M. (2018). Points of Significance: Statistics versus machine

learning. *Nature Methods* , 233-234.

Utilizando Clasificadores Árbol Simple y Máquina de Vectores de Soporte. *ReCIBE* , 1-23.

Lei Zhang, F. H. (2019). The use of classification and regression algorithms using the random forests method with presence-only data to model species' distribution. *MethodsX* , 2281-2292.

Pino, A. E., Chichande, B. S., y Tovar, Y. J. (2019). Determinación de modelos predictivos para los indicadores de competitividad empresarial aplicando regresión lineal. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Información* , 94-107.

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

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador. Trabajos realizados individualmente o por un grupo de alumnos bajo la supervisión del profesor y su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos, así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades de evaluación docentes se podrían llevar a cabo de manera online a través de los siguientes instrumentos:

- Presentación virtual de trabajos de investigación.
- Presentación virtual de prácticas de ordenador.

Para ello se hará uso de las herramientas telemáticas puestas a disposición de la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Salamanca.

Criterios de evaluación

- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la participación activa en las actividades docentes.
- La presentación y exposición de trabajos tendrá una ponderación mínima del 50% y una máxima del 70%

La presentación y exposición de prácticas de ordenador tendrá una ponderación mínima del 30% y una máxima del 50%

Instrumentos de evaluación
• Presentación y exposición de trabajos. • Presentación y exposición de prácticas de ordenador
Recomendaciones para la evaluación.
• Realizar las actividades sugeridas por el profesorado. • Participar en todas las actividades docentes. El uso de 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 la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

MÉTODOS NUMÉRICOS EN ECUACIONES DIFERENCIALES ESTOCÁSTICAS

1.- Datos de la Asignatura

Código	305888	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 2
Área	Análisis Matemático				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Stodium			
	URL de Acceso:	https://moodle2.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Ángel Andrés Tocino García	Grupo / s	1
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M3307 (Edificio de la Merced)		
Horario de tutorías	L,M,X,J de 10:00 a 11:00		
URL Web			
E-mail	bacon@usal.es	Teléfono	923294400 ext 1538

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

Bloque formativo al que pertenece la materia

La asignatura pertenece al módulo 3 (Especialización y Aplicaciones)

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

Es una de las tres asignaturas relacionadas con el diseño y análisis avanzado de modelos basados en ecuaciones diferenciales.

Perfil profesional.

El seguimiento correcto de esta asignatura permitirá alcanzar al alumnado una formación de indudable interés para su ejercicio profesional tanto en el ámbito académico/investigador como en el laboral.

3.- Recomendaciones previas

Se recomiendan conocimientos generales de teoría de la probabilidad y de métodos numéricos para ecuaciones diferenciales ordinarias.

4.- Objetivos de la asignatura

- Explicar el concepto de integral estocástica y enumerar sus propiedades.
- Identificar una ecuación diferencial estocástica y la existencia de soluciones.
- Aplicar métodos numéricos para resolver de modo aproximado una ecuación diferencial estocástica.
- Diseñar e implementar modelos matemáticos mediante ecuaciones diferenciales estocásticas.
- Construir algoritmos para resolver numéricamente ecuaciones diferenciales estocásticas.

5.- Contenidos

Integral de Itô.
 Ecuaciones diferenciales estocásticas.
 Métodos numéricos estocásticos.
 Convergencia y estabilidad.
 Métodos de Itô-Taylor, métodos de Runge-Kutta, multipaso, implícitos.
 Modelización y aplicaciones.
 Algoritmos de computación con Mathematica.

6.- Competencias a adquirir

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.

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. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos.

CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles.

CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.

CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.

Específicas.

CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada.

CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular.

CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático.

CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas.

CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.

Transversales.

7.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades docentes se podrían llevar a cabo de manera online. Consecuentemente la metodología anteriormente planteada se modificaría incluyendo los siguientes recursos:

- Videoconferencias y visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc.
- Participación en foros, chats, etc.
- Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas.
- Estudio individual y asesorado por el docente.
- Evaluación on line

Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, etc.)

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	12	18		30
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	6	6		12
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		4	8		12
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		0	9		9
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		3	9		12
TOTAL		25	50		75

9.- Recursos**Libros de consulta para el alumno**

- Arnold, L. Stochastic differential equations: theory and applications. John Wiley & Sons, New York, 1974.
- Braumann, C.A. Introduction to Stochastic Differential Equations with Applications to Modelling in Biology and Finance, Wiley, 2019.
- Gard, T. C. Introduction to Stochastic Differential Equations. New York: Marcel Dekker, Inc. (1988).
- Kloeden, P.E.; Platen, E.; Numerical Solution of Stochastic Differential Equations, Springer-Verlag, Berlin, 1992.
- Kloeden, P.E., Platen, E., Schurz, H.; Numerical Solution of SDE Through Computer Experiments, Springer-Verlag, 1993
- Panik, M.J.; Stochastic differential equations : an introduction with applications in population dynamics modeling, John Wiley & Sons Inc, 2017.

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

Introduction to modelling with stochastic differential equations ...
[www.econ.upf.edu > course notes](http://www.econ.upf.edu/course_notes) An introduction to modelling with stochastic differential equations. Omiros Papaspiliopoulos

- <https://www.wolfram.com/>
- <https://mathworld.wolfram.com/>

10.- Evaluación**Consideraciones Generales**

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales.
- Presentación y exposición de problemas y prácticas de ordenador. Trabajos realizados individualmente o por un grupo de alumnos bajo la supervisión del profesor y su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades de evaluación docentes se podrían llevar a cabo de manera online a través de los siguientes instrumentos:

- Presentación virtual del trabajos de investigación.
- Presentación virtual de prácticas de ordenador.

Para ello se hará uso de las herramientas telemáticas puestas a disposición de la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Salamanca.

Criterios de evaluación

- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la participación activa en las actividades docentes.
- La participación en actividades presenciales tendrá una ponderación mínima del 30% y máxima del 50%.
- La presentación y exposición de prácticas de ordenador tendrán un peso en la calificación final comprendido entre el 10% y el 30%.
- Para la presentación y exposición de trabajos la ponderación mínima será del 30% y la máxima del 50%.

Instrumentos de evaluación

- Presentación y exposición de trabajos.
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador.

Recomendaciones para la evaluación.

- Realizar las actividades sugeridas por el profesor.
- Participar en todas las actividades docentes.

El uso de 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. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

MÉTODOS NUMÉRICOS PARA MODELOS BASADOS EN EDOS**1.- Datos de la Asignatura**

Código	305889	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestre 2
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemática Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle2.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Jesús Martín Vaquero	Grupo / s	
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Ciencias		
Despacho	Casas de Parque 2, nº 14		
Horario de tutorías	6 horas a acordar con los alumnos		
URL Web	http://diarium.usal.es/jesmarva/		
E-mail	jesmarva@usal.es	Teléfono	

Repetir análogamente para otros profesores implicados en la docencia

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

Bloque formativo al que pertenece la materia
M3 Especialización y Aplicaciones
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Forma parte del bloque de asignaturas relacionadas con el diseño y análisis avanzado de modelos y métodos numéricos basados en ecuaciones diferenciales
Perfil profesional.

3.- Recomendaciones previas

Haber cursado asignaturas donde se hayan impartido conocimientos básicos para la resolución numérica de EDOs

4.- Objetivos de la asignatura

- Describir los modelos, basados en EDOs, de problemas procedentes de epidemiologías y propagación del malware.
- Demostrar el manejo de algoritmos basados en diferencias finitas con técnicas no estándar para su resolución.
- Aplicar modelos basados en ecuaciones en derivadas parciales (EDPs) parabólicas no lineales a problemas de reacciones químicas, biología y procesos industriales de diferente tipo.
- Analizar e interpretar algoritmos basados en métodos Runge-Kutta para su resolución.

5.- Contenidos

- Tema 1: Modelos basados en EDOs de problemas procedentes de epidemiologías, dinámica de poblaciones y propagación del malware. Desarrollo de técnicas NSFD para su resolución. Aceleración de las mismas.
- Tema 2: Modelos basados en EDPs parabólicas no lineales. Discretización espacial. Resolución por medio de métodos Runge-Kutta explícitos, implícitos e IMEX (implícitos-explícitos).

6.- Competencias a adquirir

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.

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. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos.

CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles.

CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.

Transversales.**Específicas.**

CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada.

CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular.

CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático.

CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas.

7.- Metodologías docentes

En esta asignatura planteamos y desarrollamos actividades presenciales y no presenciales. Las actividades formativas presenciales se clasifican de la siguiente manera:

- Exposición, explicación y ejemplificación de los contenidos. Lección magistral y resolución de ejercicios por el profesor.
- Resolución de problemas y/o casos prácticos. Lección magistral y resolución de ejercicios por el profesor.
- Tutorías: Individual / Grupo. Seguimiento personalizado del aprendizaje del alumno.
- Realización de exámenes. Desarrollo de los instrumentos de evaluación

Entre las actividades no presenciales, hemos de detallar:

- Estudio personal de los contenidos teóricos y realización de los problemas.
- Preparación de los trabajos y resolución de problemas y ejercicios planteados.
- Preparación de los exámenes.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades docentes se podrían llevar a cabo de manera online. Consecuentemente la metodología anteriormente planteada se modificaría incluyendo los siguientes recursos:

- Videoconferencias y/o visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc.
- Participación en foros, chats, etc.
- Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas.
- Estudio individual y asesorado por el docente.
- Evaluación on line

Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, etc.)

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	10		20	30
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	10		12	22
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		2		4	6
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		1		6	7
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		2		8	10
TOTAL		25		50	75

9.- Recursos**Libros de consulta para el alumno**

1. R. L. Burden, J.D. Faires, Análisis Numérico. Addison-Wesley Iberoamericana.
2. S. C. Chapra, R. P. Canale, Métodos Numéricos para Ingenieros. McGraw-Hill, 5ª Edición, 2007.
3. A. García, et al. Ecuaciones diferenciales ordinarias. Teoría y Problemas. Ed. Clagsa.
4. W. Kaplan, Matemáticas avanzadas para estudiantes de ingeniería. Ed. Fondo educativo interamericano S.A. de C.V. 1985
5. D. Kincaid, W. Cheney, Análisis Numérico. Addison Wesley Iberoamericana.
6. J. D. Lambert, Numerical Methods for Ordinary Differential Systems. John Wiley & Sons.
7. J. H. Mathews, K. D. Fink, Métodos Numéricos con Matlab, Prentice Hall, 3ª Edición, 2000

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

10.- Evaluación**Consideraciones Generales**

El proceso de evaluación se llevará a cabo teniendo en cuenta el trabajo realizado por el estudiante durante todo el semestre para la adquisición de las competencias previstas: elaboración de ejercicios, prácticas, exposición de trabajos propuestos, realización de exámenes y participación en las actividades docentes.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades de evaluación docentes se podrían llevar a cabo de manera online a través de los siguientes instrumentos:

- Presentación virtual de trabajos de investigación.
- Presentación virtual de prácticas de ordenador.

Para ello se hará uso de las herramientas telemáticas puestas a disposición de la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Salamanca.

Criterios de evaluación

La calificación final del curso se obtendrá teniendo en cuenta las distintas actividades propuestas:

1. Ejercicios y cuestionarios: entre 40%-60%
2. Prácticas de ordenador: entre 40%-60%
 - Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
 - Se valorará la participación activa en las actividades docentes.

Instrumentos de evaluación

1. Ejercicios y cuestionarios: se propondrán a cada estudiante ejercicios y cuestionarios, que deberá realizar a lo largo del curso.
2. Prácticas de ordenador: cada estudiante deberá realizar las prácticas de ordenador propuestas a lo largo del curso.

Recomendaciones para la evaluación.

La resolución de ejercicios, elaboración y exposición de las prácticas se consideran indispensables y a su vez de gran ayuda para garantizar una comprensión adecuada de la asignatura y una evaluación positiva de la misma.

Recomendaciones para la recuperación.

En segunda convocatoria, se podrá pedir la realización de ejercicios, cuestionarios y prácticas de ordenador solicitadas para la primera evaluación u otros similares.

SOFTWARE DE ANÁLISIS CUALITATIVO DE DATOS**1.- Datos de la Asignatura**

Código	305890	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 2
Área	Didáctica de la matemática				
Departamento	Didáctica de la matemática y didáctica de las ciencias experimentales				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle2.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	María Teresa González Astudillo		Grupo / s	1
Departamento	Didáctica de la matemática y didáctica de las ciencias experimentales			
Área	Didáctica de la matemática			
Centro	Facultad de Educación			
Despacho	62 Edificio Europa			
Horario de tutorías	L, M, J: de 9:00 a 11:00			
URL Web	https://diarium.usal.es/maite			
E-mail	maite@usal.es	Teléfono	Ext. 3468	

Profesor Coordinador	Beatriz Sánchez Barbero		Grupo / s	1
Departamento	Didáctica de la matemática y didáctica de las ciencias experimentales			
Área	Didáctica de la matemática			
Centro	E.U. de Magisterio de Zamora			
Despacho	218			
Horario de tutorías	Por determinar. Contactar por correo electrónico.			
URL Web				
E-mail	beatrizsanchezb@usal.es	Teléfono	Ext. 3732	

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

Bloque formativo al que pertenece la materia

Esta asignatura pertenece al Módulo 3 “Especialización y aplicaciones”.

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

Se trata de una de las doce asignaturas optativas que tienen que cursar los/as alumnos/as del máster. La formación que se reciba en esta asignatura está encaminada a los alumnos que quieren usar para la investigación formas de análisis de datos cualitativos a través de software diseñado para ello.

Perfil profesional.

El seguimiento correcto de esta asignatura permitirá alcanzar al alumnado una formación de indudable interés para su ejercicio profesional fundamentalmente en el ámbito académico/investigador, pero también en el educativo.

3.- Recomendaciones previas

Se requieren los conocimientos básicos de naturaleza matemática adquiridos en cualquier plan de estudios de un título de Grado de naturaleza técnica: Matemáticas, Física, Estadística, Ingeniería, etc. No obstante, se trata de una asignatura autocontenida.

4.- Objetivos de la asignatura

- Establecer los elementos de una investigación de tipo cualitativo.
- Organizar los ficheros de referencias bibliográficas.
- Crear un fichero de datos usando software cualitativo de datos.
- Realizar análisis de datos a partir del fichero de recogida de datos.
- Sintetizar los resultados obtenidos.

5.- Contenidos

Cada tema será fundamentalmente práctico, aunque se complementará con algunos aspectos teóricos.

- Tema 1: ¿Qué es la metodología cualitativa? Proceso y fases. CAQDAS
- Tema 2: Diseño de la investigación.
- Tema 3: Aplicaciones para la gestión de datos bibliográficos.
- Tema 3: La gestión de datos en NVivo
- Tema 4: Codificación inductiva y deductiva.
- Tema 5: Notas y memos. Vínculos.
- Tema 6: Relaciones y búsquedas. Análisis de las relaciones
- Tema 7: Gráficas: mapas, gráficos estadísticos, análisis de conglomerados, diagramas
- Tema 8: Informes.

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.

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.

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. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos.

CG2. Reunir e interpretar datos de carácter matemático que permitan abordar un problema, utilizando técnicas de modelización matemática, en otras áreas del conocimiento científico.

CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles.

CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.

Transversales.**Específicas.**

CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada.

CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular.

CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas.

7.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades docentes se podrían llevar a cabo de manera online. Consecuentemente la metodología anteriormente planteada se modificaría incluyendo los siguientes recursos:

- Videoconferencias y visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc.
- Participación en foros, chats, etc.
- Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas.
- Estudio individual y asesorado por el docente.
- Evaluación on line

Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, etc.)

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		2		8	10
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	15		15	30
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		2		15	17
Exposiciones y debates		3		6	9
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		3		6	9
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		25		50	75

9.- Recursos**Libros de consulta para el alumno**

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

También algunos de ellos se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc) En concreto, para esta asignatura se recomiendan los libros:

- Bazaley, P. y Jackson, K. (2013) *Qualitative Analysis with NVivo*. London: SAGE Publications
- Borda, P., Dabenigno, V., Freidin, B. y Güelman, M. (2017) *Estrategias para el análisis cualitativo de datos*. Instituto de investigaciones Gino Germani: Buenos Aires.
- Trigueros, C., Rivera, E. y Rivera, I. (2018) *Investigación cualitativa con software NVivo*. Granada: Universidad de Granada.

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

- https://www.mendeley.com/?interaction_required=true
- <https://www.qsrinternational.com/nvivo-qualitative-data-analysis-software/home>

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

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador. Trabajos realizados individualmente o por un grupo de alumnos bajo la supervisión del profesor y su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos, así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades de evaluación docentes se podrían llevar a cabo de manera online a través de los siguientes instrumentos:

- Presentación virtual del trabajo de investigación.
- Presentación virtual de prácticas de ordenador.

Para ello se hará uso de las herramientas telemáticas puestas a disposición de la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Salamanca.

Criterios de evaluación

- Se valorará la realización de las prácticas de ordenador planteadas en el aula.
- Se valorará la participación activa en las actividades docentes.
- La ponderación de cada una de las pruebas se realizará en los siguientes rangos: los trabajos entre el 20% y el 30%, las pruebas presenciales entre el 50% y el 60% y la participación entre el 10 y el 20%.

Instrumentos de evaluación

- Presentación y exposición de trabajos.
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador.

Recomendaciones para la evaluación.

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.
- El uso de 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 la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

MODELIZACIÓN DE SISTEMAS COMPLEJOS**1.- Datos de la Asignatura**

Código	305891	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 2
Área	Matemática Aplicada / Estadística e Investigación Operativa				
Departamento	Matemática Aplicada / Estadística				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle2.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Ángel María Martín del Rey	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	E.P.S. de Ávila		
Despacho	Despacho de dirección del IUFFyM, Edificio de la Merced, Facultad de Ciencias		
Horario de tutorías	L, M, X, J, V: de 11:00 a 13:00		
URL Web	https://diarium.usal.es/delrey		
E-mail	delrey@usal.es	Teléfono	Ext. 1544

Profesor Coordinador	María Teresa Santos Martín	Grupo / s	1
Departamento	Estadística		
Área	Estadística e Investigación Operativa		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	D1104-Facultad de Ciencias		
Horario de tutorías	L, y X de 10:00 a 12:00		
URL Web			
E-mail	maysam@usal.es	Teléfono	Ext. 6990

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

Bloque formativo al que pertenece la materia

Esta asignatura pertenece al Módulo 3 “Especialización y Aplicaciones”.

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

Se trata de una asignatura optativa en la que se detalla la modelización de sistemas complejos mediante el uso de redes y se introducen las técnicas más destacadas del análisis de redes complejas. Debido a la ubicuidad de las redes complejas, el conocimiento de las mismas juega un papel fundamental en el proceso de modelización.

Perfil profesional.

El seguimiento correcto de esta asignatura permitirá alcanzar al alumnado una formación de indudable interés para su ejercicio profesional tanto en el ámbito académico/investigador como en el empresarial.

3.- Recomendaciones previas

Sería recomendable, aunque no imprescindible, haber cursado la asignatura “Sistemas Dinámicos Discretos” y tener conocimientos básicos sobre el uso del programa Mathematica. No obstante la asignatura es autocontenida.

4.- Objetivos de la asignatura

- Identificar y describir las características fundamentales de los principales tipos de redes complejas.
- Identificar y describir las principales medidas de centralidad y robustez asociadas al análisis de redes complejas.
- Diseñar, planificar e implementar computacionalmente modelos matemáticos de propagación sobre redes complejas.
- Aplicar los conocimientos sobre redes complejas al análisis de las propiedades estructurales y de robustez de las redes de transporte.

5.- Contenidos

Contenidos de naturaleza eminentemente teórica:

- Tema 1. Introducción a los sistemas complejos.
- Tema 2. Teoría básica de redes complejas.
- Tema 3. Análisis de redes complejas: medidas de centralidad y robustez.

Contenidos de naturaleza eminentemente práctica:

- Tema 4. Modelización en redes complejas: modelos epidemiológicos.
- Tema 5. Modelización en redes complejas: estudio de las redes de transporte.

6.- Competencias a adquirir**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.

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. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos.

CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles.

CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.

CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.

Específicas.

CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada.

CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular.

CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático.

CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas.

CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.

Transversales.

7.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades docentes se podrían llevar a cabo de manera online. Consecuentemente la metodología anteriormente planteada se modificaría incluyendo los siguientes recursos:

- Videoconferencias y visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc.
- Participación en foros, chats, etc.
- Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas.
- Estudio individual y asesorado por el docente.
- Evaluación on line

Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, etc.)

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas presenciales.	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
				Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		8			16	24
Prácticas	- En aula	7			14	21
	- En el laboratorio					
	- En aula de informática	5			5	10
	- De campo					
	- De visualización (visu)					
Seminarios		2			4	6
Exposiciones y debates		2			6	8
Tutorías						
Actividades de seguimiento online						
Preparación de trabajos		1			5	6
Otras actividades (detallar)						
Exámenes						
TOTAL		25			50	75

9.- Recursos**Libros de consulta para el alumno**

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

También algunos de ellos se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc) En concreto, para esta asignatura se recomiendan los libros:

- G. Chen, X. Wang, X. Li, Fundamentals of Complex Networks. Models, Structures and Dynamics, Wiley, 2015.
- R. Cohen, S. Havlin, Complex Networks. Structure, Robustness and Function, Cambridge University Press, 2010.
- E.D. Kolaczyk, Statistical Analysis of Network Data. Methods and Models, Springer Science+Business Media, 2009.
- N. Boccara, Modeling Complex Systems, Springer Science+Business Media, 2010.

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

- Network Science by Albert-László Barabási: <http://networksciencebook.com>
- Mathematica: <https://www.wolfram.com>
- Recursos de Mathematica: <https://mathworld.wolfram.com/>

10.- Evaluación**Consideraciones Generales**

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador. Trabajos realizados individualmente o por un grupo de alumnos bajo la supervisión del profesor y su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades de evaluación docentes se podrían llevar a cabo de manera online a través de los siguientes instrumentos:

- Presentación virtual de trabajos de investigación.
- Presentación virtual de prácticas de ordenador.

Para ello se hará uso de las herramientas telemáticas puestas a disposición de la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Salamanca.

Criterios de evaluación

- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la participación activa en las actividades docentes.
- La presentación y exposición de trabajos tendrá una ponderación mínima del 50% y una máxima del 70%
- La presentación y exposición de prácticas de ordenador tendrá una ponderación mínima del 30% y una máxima del 50%

Instrumentos de evaluación

- Presentación y exposición de trabajos.
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador.

Recomendaciones para la evaluación.

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.
- El uso de 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 la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

MECÁNICA DE MEDIOS CONTINUOS**1.- Datos de la Asignatura**

Código	305892	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 2
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemática Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle2.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Manuela Chaves Tolosa	Grupo / s	
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	EPS de Ávila		
Despacho	112		
Horario de tutorías	A fijar de acuerdo con los estudiantes		
URL Web			
E-mail	mchaves@usal.es	Teléfono	920 353500

Repetir análogamente para otros profesores implicados en la docencia

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

Bloque formativo al que pertenece la materia
Asignatura optativa del Módulo 3: Especialización y Aplicaciones
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Asignatura optativa del Módulo 3, se encuentra dentro del bloque de asignaturas relacionadas con el diseño y análisis avanzado de modelos basados en ecuaciones diferenciales. En este caso, de modelos dentro de la Mecánica de Medios Continuos.
Perfil profesional.
El seguimiento correcto de esta asignatura permitirá alcanzar al alumnado una formación de interés para su ejercicio profesional tanto en el ámbito académico/investigador como en el empresarial en contextos relacionados con la Mecánica de Medios Continuos.

3.- Recomendaciones previas

Se requieren los conocimientos básicos de naturaleza matemática y física adquiridos en planes de estudios de un título de Grado en Matemáticas, Física o Ingeniería. Es necesario haber seguido algún curso de ecuaciones diferenciales ordinarias y ecuaciones en derivadas parciales y haber cursado las asignaturas del Módulo 1 del Máster.

4.- Objetivos de la asignatura

Explicar las leyes de conservación que controlan el movimiento de los medios continuos.

Describir el movimiento del medio continuo. Tensiones y deformaciones.

Demostrar el manejo de los conceptos de tensión y deformación para su aplicación a la resolución de problemas de la Mecánica del continuo, así como la resolución de problemas de elasticidad lineal.

Aplicar los modelos matemáticos basados en EDP's inherentes a la Mecánica de Fluidos y de las propiedades de sus soluciones: E. de calor, E. de medios porosos y E. de Navier-Stokes.

Determinar las dificultades que aparecen en dichos modelos y sus alternativas: aproximación numérica y propiedades cualitativas de las soluciones.

Resultados de aprendizaje:

Comprender, saber manejar, analizar y aplicar correctamente los conceptos ligados a:

1. Las leyes de conservación que controlan el movimiento de los medios continuos.
2. Tensiones y deformaciones.
3. Resolución de problemas de la Mecánica del continuo y de elasticidad lineal.
4. Modelos matemáticos basados en EDP's inherentes a la Mecánica de Fluidos.

5.- Contenidos

Cinemática de medios continuos. Estudio de deformaciones. Derivadas totales.

Leyes de conservación. Ecuaciones del calor y del medio poroso.

Fluidos: Leyes de comportamiento. Fluidos Newtonianos. Ecuaciones de Navier-Stokes.

Elasticidad: Tensor de tensiones y deformaciones. Ley de Hooke. Ecuaciones de la elasticidad lineal

6.- Competencias a adquirir

Transversales.

Específicas.

CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular.

CE3. Interpretar las soluciones matemáticas obtenidas al resolver los modelos planteados en base a la situación inicial, obteniendo así una solución adaptada a la realidad del proyecto propuesto que permita validar la efectividad del modelo planteado.

CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático.

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.

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. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos.

CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.

CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.

7.- Metodologías docentes

- **Método expositivo:** incluye la presentación secuenciada y organizada de contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- **Aprendizaje basado en problemas.** Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación. Formulación de problemas inherentes a situaciones reales, modelización matemática, resolución y análisis en casos sencillos. .
- **Aprendizaje colaborativo.** Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.

- **Autoaprendizaje.** Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, meta-cognitivas de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- **Tutorías.** Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades docentes se podrían llevar a cabo de manera online. Consecuentemente la metodología anteriormente planteada se modificaría incluyendo los siguientes recursos:

- Videoconferencias y visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc.
- Participación en foros, chats, etc.
- Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas.
- Estudio individual y asesoramiento por el docente.
- Evaluación on line

Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, etc.)

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		12	19
Prácticas	- En aula	7		12	19
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	5		10	15
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		2		4	6
Exposiciones y debates		3		6	9
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		1		6	7
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		25		50	75

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

BIBLIOGRAFÍA GENERAL BÁSICA

- Methods of Mathematical Physics, Vol. 1 *R. Courant D. Hilbert*, John Wiley & Sons (2008)
- Methods of Mathematical Physics: Partial Differential Equations, *R. Courant D. Hilbert*, John Wiley & Sons (2008)
- An Introduction to Continuum Mechanics. *Gurtin, M. E.* Academic Press. (1982).
- A Mathematical Introduction to Fluid Mechanics. *A.J.Chorin , J. E. Marsden* Springer-Verlag New York (1993).
- Mecánica del Medio Continuo. *George E. Mase* Serie Schaum

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

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium. La bibliografía específica para cada tema se irá comentando a lo largo del desarrollo del curso.

Algunos de los libros recomendados se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc).

10.- Evaluación

Consideraciones Generales

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos. (Ponderación mínima 10%-Ponderación máxima 20%).
- Presentación y exposición de trabajos y prácticas de ordenador. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros. (Ponderación mínima 20% y 15% -Ponderación máxima 40% y 20% respectivamente).
- Prueba escrita: teoría y problemas. (Ponderación mínima 20% -Ponderación máxima 40%).

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades de evaluación docentes se podrían llevar a cabo de manera online a través de los siguientes instrumentos:

- Presentación virtual de trabajos de investigación.
- Presentación virtual de prácticas de ordenador.

Para ello se hará uso de las herramientas telemáticas puestas a disposición de la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Salamanca.

Criterios de evaluación

- Se valorará el uso técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
 - Se valorará la participación activa en las actividades docentes.
- La ponderación mínima y máxima correspondiente a las distintas actividades de evaluación se encuentra detallada en el apartado previo.

Instrumentos de evaluación

- Presentación y exposición de trabajos y prácticas.
- Presentación y defensa de prueba escrita.

Recomendaciones para la evaluación.

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.
- El uso de las tutorías es una actividad fundamental para el seguimiento correcto de la asignatura.

Recomendaciones para la recuperación.

A los alumnos que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria, se les recomienda asistir a una tutoría personalizada con el profesor de la asignatura. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades a realizar por el alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

Modelos Matemáticos en Medio Ambiente

1.- Datos de la Asignatura

Código	305893	Plan		ECTS	3
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Semestre 1
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemática Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	http://moodle2.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	M ^a Isabel Asensio Sevilla	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias Químicas		
Despacho	Casas del Parque 2, nº 8		
Horario de tutorías	Previa petición por mail		
URL Web	http://diarium.usal.es/mas/		
E-mail	mas@usal.es	Teléfono	923294500 ext. 1578

Profesor Coordinador	José Manuel Cascón Barbero	Grupo / s	1
Departamento	Economía e Historia Económica		
Área	Fundamentos del Análisis Económico		
Centro	Facultad de Economía e Historia		
Despacho	Paseo Francisco Tomas y Valiente, 37007, nº 226		
Horario de tutorías	Previa petición por mail		
URL Web	http://diarium.usal.es/casbar/		
E-mail	casbar@usal.es	Teléfono	663184903

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

Bloque formativo al que pertenece la materia

Esta asignatura pertenece al Módulo 3 “Especialización y Aplicaciones”.

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

El objetivo principal de esta asignatura es que el alumno focalice los conocimientos teórico-prácticos adquiridos en el estudio de modelos que simulen fenómenos medioambientales: campos de viento, incendios forestales y dispersión de contaminantes.

Perfil profesional.

El seguimiento correcto de esta asignatura permitirá alcanzar al alumnado una formación de indudable interés para su ejercicio profesional tanto en el ámbito académico/investigador como en el empresarial.

3.- Recomendaciones previas

Es recomendable tener conocimientos sobre ecuaciones en derivadas parciales, análisis funcional y métodos numéricos para resolución de EDPs, en particular el método de elementos finitos, así como nociones de programación (C++) .

4.- Objetivos de la asignatura

- Explicar los modelos matemáticos basados en EDPs para la simulación de fenómenos medioambientales tales como: simulación de campos de viento, propagación de incendios forestales y dispersión de contaminantes.
- Aplicar los conocimientos matemáticos para obtener modelos matemáticos simplificados a partir de las leyes físicas que rigen su comportamiento.
- Demostrar el manejo de técnicas numéricas avanzadas que permitan la aproximación eficiente de fenómenos descritos por EDPs.
- Aplicar la librería Neptuno++ para la simulación de los procesos descritos anteriormente.
- Determinar la validez de un modelo matemático y su correspondiente aproximación numérica.
- Determinar los pronósticos de los fenómenos descritos mediante simulación numérica.

5.- Contenidos

- Modelización de fenómenos medioambientales basados en EDPs: Generalidades, leyes de comportamiento y aproximación por técnicas numéricas.
- Introducción a los Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- Modelización y simulación de campos de viento. Implementación y aproximación en C++ (librería Neptuno++).
- Modelización y simulación de incendios forestales. Implementación y aproximación con C++ (librería Neptuno++).
- Modelización y simulación de dispersión de contaminantes. Implementación y aproximación con C++ (librería Neptuno++).

6.- Competencias a adquirir

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.

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.

CG2. Reunir e interpretar datos de carácter matemático que permitan abordar un problema, utilizando técnicas de modelización matemática, en otras áreas del conocimiento científico.

CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.

CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.

Específicas.

CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular.

CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático.

CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas.

CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.

Transversales.

7.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de problemas derivados mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la

adquisición de las competencias del título.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades docentes se podrían llevar a cabo de manera online. Consecuentemente la metodología anteriormente planteada se modificaría incluyendo los siguientes recursos:

- Videoconferencias y visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc.
- Participación en foros, chats, etc.
- Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas.
- Estudio individual y asesorado por el docente.
- Evaluación on line

Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, Blackboard Collaborate, google Meeting, etc.)

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	13		26	39
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	7		7	14
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		2		4	6
Exposiciones y debates		2		10	12
Tutorías		1		3	4
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					6
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					10
TOTAL		25		50	75

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

También algunos de ellos se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc) En concreto, para esta asignatura se recomiendan los libros:

- Jan S. Hesthaven, Numerical Methods for Conservation Laws: From Analysis to Algorithms. Volumen 18 de Computational Science and Engineering, SIAM, 2018.
- Brenner, S., Scott, L.R., The Mathematical Analysis of Finite Element Methods, Springer Verlag, 1994.
- Larson M.G , Bengzon F. The Finite Element Method: Theory, Implementation, and Applications. Volumen 10 de Texts in Computational Science and Engineering. Springer Science & Business Media, 2013.
- Smith, M.A. Object-Oriented Software in C++, Springer, 2013.
- Maric T., Höpken, Mooney, K. The OpenFOAM Technology Primer, SourceFlux, 2014.

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

Algunos de los modelos presentados en esta asignatura son descritos en artículos científicos que serán usados como material adicional del curso:

- M.I. Asensio and L. Ferragut. On a wildland fire model with radiation. International Journal for Numerical Methods in Engineering, 54:137–157, 2002.
- L. Ferragut, M.I. Asensio, and J. Simon. High definition local adjustment model of 3d wind fields performing only 2d computations. International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering, 27(4):510–523, 2011.
- L. Ferragut, M. I. Asensio, J. M. Cascón, D. Prieto, and J. Ramirez. An efficient algorithm for solving a multi-layer convection-diffusion problem applied to air pollution problems. Advances in Engineering Software, 65:191–199, 2013.

En esta asignatura también se hará uso de software específico:

- Neptuno++. <https://sinumcc.usal.es>
- OpenFOAM. <https://www.openfoam.com>

10.- Evaluación

Consideraciones Generales

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos.
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente por los alumnos, bajo la supervisión del profesor y su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

- Presentación y exposición de prácticas de ordenador. Trabajos realizados individualmente por los alumnos, así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades de evaluación docentes se podrían llevar a cabo de manera online a través de los siguientes instrumentos:

- Presentación virtual del trabajos.
- Presentación virtual de prácticas de ordenador.

Para ello se hará uso de las herramientas telemáticas puestas a disposición de la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Salamanca.

Criterios de evaluación

- Se valorará la participación en las actividades docentes.
- Se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados.
- En las prácticas de ordenador se valorará la eficiencia de los códigos, y la correcta interpretación de los resultados.

Instrumentos de evaluación

- Presentación y exposición de trabajos teórico-prácticos.
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador.

Recomendaciones para la evaluación.

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.
- Uso de las tutorías.

Recomendaciones para la recuperación.

- Examinar las correcciones de las pruebas de evaluación.
- Asistir a una tutoría personalizada con el profesor de la asignatura para aquellos alumnos presentados que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria.

MODELOS MATEMÁTICOS EN DINÁMICA DE POBLACIONES**1.- Datos de la Asignatura**

Código	305894	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 2
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemática Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle2.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Alberto Alonso Izquierdo	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales		
Despacho	5.4		
Horario de tutorías	L, M, X, J, V: de 12:00 a 13:30		
URL Web			
E-mail	alonsoiz@usal.es	Teléfono	Ext. 1308

Profesor Coordinador	Miguel Ángel González León	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales		
Despacho	3.3		
Horario de tutorías	L, M, X, J, V: de 12:00 a 13:30		
URL Web			
E-mail	magleon@usal.es	Teléfono	Ext. 1341

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

Bloque formativo al que pertenece la materia

Esta asignatura pertenece al Módulo 3 "Especialización y Aplicaciones".

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

Se trata de una de las asignaturas optativas ofertadas en el plan de estudios que tiene por objetivo la especialización del estudiante en la modelización matemática de dinámica de poblaciones.

Perfil profesional.

El seguimiento correcto de esta asignatura permitirá alcanzar al alumnado una formación sólida en la modelización matemática de dinámica de poblaciones que puede emplear como herramientas de predicción en el desempeño de su ejercicio profesional, tanto en el ámbito académico/investigador como en el empresarial.

3.- Recomendaciones previas

Se requieren los conocimientos básicos de naturaleza matemática adquiridos en cualquier plan de estudios de un título de Grado de naturaleza técnica: Matemáticas, Física, Estadística, Ingeniería, etc. En particular es recomendable tener conocimientos básicos sobre ecuaciones diferenciales y sistemas de ecuaciones diferenciales, así como del software científico Mathematica. No obstante, se trata de una asignatura autocontenida.

4.- Objetivos de la asignatura

- Dar a conocer el objetivo e intención del diseño de modelos matemáticos de dinámica de poblaciones.
- Describir las distintas interacciones entre poblaciones, así como su traducción al lenguaje matemático en la elaboración de modelos.
- Construcción de un modelo global que permita estudiar de forma particularizada la evolución de un sistema formado por varias poblaciones.
- Utilizar distintas herramientas matemáticas que permitan sistematizar el estudio de los modelos de dinámica de poblaciones.
- Evaluar la eficacia e idoneidad de un modelo matemático de dinámica de poblaciones. Identificar sus limitaciones y los aspectos a mejorar.

5.- Contenidos

Contenidos de naturaleza eminentemente teórica:

- Tema 1: Fundamentos de la Dinámica de Poblaciones: modelos discretos y continuos para una sola especie.
- Tema 2: Modelos de Dinámica de Poblaciones para varias especies interactuantes. Modelos de Gause y respuesta funcional.
- Tema 3: Aplicaciones a modelos de ecología y epidemiológicos.
- Tema 4. Modelos avanzados de Dinámica de Poblaciones: Introducción a modelos con retardo, modelos estructurados (de edad, de sexo, espaciales), dinámica de virus, dinámica de las células cancerosas, etc.

6.- Competencias a adquirir**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.

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. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos.

CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.

CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.

CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada.

CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular.

CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático.

CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.

Transversales.

7.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades docentes se podrían llevar a cabo de manera online. Consecuentemente la metodología anteriormente planteada se modificaría incluyendo los siguientes recursos:

- Videoconferencias y visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc.
- Participación en foros, chats, etc.
- Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas.
- Estudio individual y asesorado por el docente.
- Evaluación on line

Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, etc.)

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		8		16	24
Prácticas	- En aula	8		16	24
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	3		3	6
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		3		3	6
Exposiciones y debates		2		6	8
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		1		6	7
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		25		50	75

9.- Recursos**Libros de consulta para el alumno**

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

También algunos de ellos se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc)

En concreto, para esta asignatura se recomiendan los libros:

- J. D. Murray, Mathematical Biology, Springer, 2002, ISBN: 978-0387224374
- R. M. May, Stability and Complexity in Model ecosystems, Princeton University Press, 1974. ISBN: 978-0691088617
- P. Turchin, Complex Population Dynamics: a theoretical/Empirical synthesis, Princeton University Press, ISBN: 978- 0691090214
- M. Kot, Elements of Mathematical Ecology, Cambridge University Press, 2001, ISBN: 978-0521001502.
- M. A. Nowak, R. M. May, Virus dynamics, Oxford University Press, 2000, ISBN: 978-0198504177
- M. A. Nowak, Evolutionary Dynamics, Harvard University Press, 2006, ISBN: 978-0674023383

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

10.- Evaluación**Consideraciones Generales**

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades de evaluación docentes se podrían llevar a cabo de manera online a través de los siguientes instrumentos:

- Presentación virtual del trabajos de investigación.

Para ello se hará uso de las herramientas telemáticas puestas a disposición de la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Salamanca.

Criterios de evaluación

- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados, así como la iniciativa y originalidad a la hora de resolver dichos problemas. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la participación activa en las actividades docentes.

Instrumentos de evaluación

- Presentación y exposición de trabajos.

Recomendaciones para la evaluación.

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.
- El uso de 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 la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

MODELOS MATEMÁTICOS EN FÍSICA**1.- Datos de la Asignatura**

Código	305895	Plan	M179	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 2
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemática Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:				

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Justo Hernán Ospino Zúñiga	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	E.P.S. de Zamora		
Despacho	246 Ed. Politécnico. Avda. Requejo 33 49022 Zamora		
Horario de tutorías	M, X, J: de 16:00 a 18:00		
URL Web	https://moodle2.usal.es		
E-mail	j.ospino@usal.es	Teléfono	980545000, ext.3742

Profesor Coordinador	José Luis Hernández Pastora	Grupo / s	1
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. Plaza de la Merced s/n. Salamanca.		
Horario de tutorías	M, X, J: de 16:00 a 18:00		
URL Web	https://moodle2.usal.es		
E-mail	jlhp@usal.es	Teléfono	

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

Bloque formativo al que pertenece la materia
Esta asignatura pertenece al Módulo 3 “Especialización y Aplicaciones”
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Se trata de una asignatura optativa que deben cursar los/as alumnos/as del máster para profundizar en las temáticas cursadas hasta el momento mediante la modelización de problemas concretos.
Perfil profesional.
El seguimiento correcto de esta asignatura permitirá alcanzar al alumnado una formación de indudable interés para su ejercicio profesional tanto en el ámbito académico/investigador como en el empresarial.

3.- Recomendaciones previas

Se requieren los conocimientos básicos de naturaleza matemática adquiridos en cualquier plan de estudios de un título de Grado de naturaleza técnica: En particular es recomendable tener conocimientos básicos sobre ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, Álgebra tensorial y Geometría diferencial, así como del software científico Mathematica.

4.- Objetivos de la asignatura

- Conocer la formulación teórica de ciertos problemas actuales, en diversas disciplinas de la física.
- Desarrollar modelos matemáticos de los diferentes problemas planteados.
- Conocer el manejo de las técnicas matemáticas involucradas en el desarrollo de los modelos anteriores.
- Aplicar las herramientas y lenguajes de programación apropiados para resolver analíticamente y/o numéricamente los problemas analizados en los modelos matemáticos.
- Explicar la relevancia de los resultados en las distintas aplicaciones en problemas reales de actualidad.

5.- Contenidos

Contenidos de naturaleza eminentemente teórica:

- Tema 1: Dinámica del cuerpo rígido, modelos de oscilación de estructuras civiles.
- Tema 2: Propagación de partículas en medios materiales, muongrafía de volcanes.
- Tema 3: Órbitas alrededor de objetos compactos.
- Tema 4: Modelización de fenómenos gravitatorios en el marco de la Relatividad General

Contenidos de naturaleza eminentemente práctica:

- Tema 5: Implementación computacional de modelos matemáticos en distintas áreas. Ejemplos ilustrativos basados en casos reales.

6.- Competencias a adquirir**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.

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. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos.

CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles.

CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.

CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.

Transversales.**Específicas.**

CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (física, ingeniería) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada.

CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático.

CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas.

CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.

7.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades docentes se podrían llevar a cabo de manera online. Consecuentemente la metodología anteriormente planteada se modificaría incluyendo los siguientes recursos:

- Videoconferencias y visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc.
- Participación en foros, chats, etc.
- Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas.
- Estudio individual y asesorado por el docente.
- Evaluación online

Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían

contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, etc.)

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		10	20		30
Prácticas	- En aula	5	10		15
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	5			5
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		2	4		6
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online			5		5
Preparación de trabajos		1	5		6
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		2	6		8
TOTAL		25	50		75

9.- Recursos**Libros de consulta para el alumno**

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

- Miller, R. K., Masri, S. F., Dehghanyar, T. J., & Caughey, T. K. (1988). Active vibration control of large civil structures. *Journal of engineering mechanics*, 114(9), 1542-1570
- Das, S., Saha, P., & Patro, S. K. (2016). Vibration-based damage detection techniques used for health monitoring of structures: a review. *Journal of Civil Structural Health Monitoring*, 6(3), 477-507.
- Kaiser Ralf. Muography: overview and future directions. *Philosophical Transactions of Royal Society A*. 377(2137):20180049(2019).
- G. L. Kotkin, V. G. Serbo
Problemas de mecánica clásica.
ISBN 5-03-000617-6
Editorial Mir (1988)

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

- <https://www.wolfram.com>
- <http://eqworld.ipmnet.ru/>
- <https://solarsystem.nasa.gov/basics/chapter4-1/>
- https://www.ligo.org/students_teachers_public/read.php

10.- Evaluación**Consideraciones Generales**

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador. Trabajos realizados individualmente o por un grupo de alumnos bajo la supervisión del profesor y su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades de evaluación docentes se podrían llevar a cabo de manera online a través de los siguientes instrumentos:

- Presentación virtual del trabajos de investigación.
- Presentación virtual de prácticas de ordenador.

Para ello se hará uso de las herramientas telemáticas puestas a disposición de la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Salamanca.

Criterios de evaluación

- Sistema de evaluación: Ponderación mínima/Ponderación máxima
- Prueba presencial de teoría y/o problemas 30%/ 50%
- Presentación y exposición de trabajo 50% /70 %

Instrumentos de evaluación

- Presentación y exposición de trabajos.
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador.

Recomendaciones para la evaluación.

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.
- El uso de 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 la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

Técnicas Geométrica en la Física Moderna

1.- Datos de la Asignatura

Código	305896	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestral
Área	Álgebra				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle2.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Beatriz Graña Otero	Grupo / s	1
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M3308		
Horario de tutorías	Lunes y martes de 11:30 a 13:30		
URL Web			
E-mail	beagra@usal.es	Teléfono	923294500 Ext 1526

Repetir análogamente para otros profesores implicados en la docencia

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

Bloque formativo al que pertenece la materia
Esta asignatura pertenece al Módulo 3 "Especialización y Aplicaciones".
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
En el ámbito del Módulo 3, llamado Especialización y Aplicaciones, y que incluye principalmente cursos de contenido informático, estadístico y ecuaciones diferenciales, el curso presente proporciona conocimientos de técnicas geométricas, que completan los métodos más tradicionales que antes se han mencionado.

Perfil profesional.

El conocimiento de técnicas geométricas puede representar un complemento útil para quien se dedica al análisis de datos y a la formulación de modelos de procesos tanto en los campos de la biología, como en los físicos y también en los sociológicos.

3.- Recomendaciones previas

Se recomienda haber realizado cursos básicos de geometría diferencial y álgebra lineal.

4.- Objetivos de la asignatura

- Identificar las técnicas fundamentales del álgebra y la geometría diferencial necesarias para la formulación de ecuaciones diferenciales en el ámbito de la teoría de campos.
- Aplicar las principales ecuaciones diferenciales de la teoría de campos en el ámbito de la teoría física.

5.- Contenidos

- Ecuaciones diferenciales lineales y no lineales en la teoría de campos.
- Métodos algebraicos y geometría diferencial.
- Ecuaciones de Dirac.

6.- Competencias a adquirir

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.

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

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. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos.

CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles.

CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.

CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.

Específicas.

CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada.

CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas.

CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.

Transversales.**7.- Metodologías docentes**

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Las clases serán clases magistrales con colaboración plena del estudiante. El profesor explicará los contenidos y se le pedirá al estudiante implicación en el desarrollo de la materia.
- El aprendizaje se basará en la resolución de ejercicios y problemas de aplicación directa en un principio para continuar con elaboración de modelos nuevos. Explicación de la realidad y análisis.
- El estudiante deberá desarrollar individualmente la elaboración de estrategias y conceptos autónomamente.
- El anterior desarrollo se dirigirá por medio de tutorías sobre el aprendizaje de los alumnos.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades docentes se podrían llevar a cabo de manera online. Consecuentemente la metodología anteriormente planteada se modificaría incluyendo los siguientes recursos:

- Videoconferencias y visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc.
- Participación en foros, chats, etc.
- Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas.
- Estudio individual y asesorado por el docente.
- Evaluación online

Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, etc.)

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		12		20	32
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		7		12	19
Exposiciones y debates		3		9	12
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		3		9	12
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		25		50	75

9.- Recursos**Libros de consulta para el alumno**

- Lawson, H. Blaine, Jr.; Michelsohn, Marie-Louise Spin geometry. Princeton Mathematical Series, 38. Princeton University Press, Princeton, NJ, 1989
- Roe, John Elliptic operators, topology and asymptotic methods. Second edition. Pitman Research Notes in Mathematics Series, 395. Longman, Harlow, 1998.
- Nash, Charles; Sen, Siddhartha Topology and geometry for physicists. Reprint of the 1983 edition. Academic Press, Inc. [Harcourt Brace Jovanovich, Publishers], London, 1987

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.**10.- Evaluación****Consideraciones Generales**

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades de evaluación docentes se podrían llevar a cabo de manera online a través de los siguientes instrumentos:

- Presentación virtual del trabajos de investigación.

Para ello se hará uso de las herramientas telemáticas puestas a disposición de la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Salamanca.

Criterios de evaluación

- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la participación activa en las actividades docentes.
- Tanto en la presentación de los trabajos como exposiciones, la ponderación mínima será del 30% y la máxima del 70%

Instrumentos de evaluación

- Presentación y exposición de trabajos.
- Si fuera necesario un examen oral o escrito.

Recomendaciones para la evaluación.

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.
- El uso de las tutorías es una actividad fundamental para el correcto seguimiento de la asignatura.

Recomendaciones para la recuperación.

- Asistir a tutorías personalizadas con el profesor de la asignatura para aquellos alumnos presentados que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

TRABAJO FIN DE MÁSTER**1.- Datos de la Asignatura**

Código	305897	Plan	2020	ECTS	12
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 2
Área	Matemática Aplicada, Análisis Matemático, Estadística e Investigación Operativa, Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial, Didáctica de las Matemáticas, Fundamentos del Análisis Económico, Álgebra.				
Departamento	Matemática Aplicada, Matemáticas, Estadística, Informática y Automática, Didáctica Matemática y de las Ciencias Experimentales, Economía e Historia Económica				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle2.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Ángel María Martín del Rey	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	E.P.S. de Ávila, Instituto de Física Fundamental y Matemáticas		
Despacho	Despacho de dirección del IUFFyM, Edificio de la Merced, Facultad de Ciencias		
Horario de tutorías	L, M, X, J, V: de 11:00 a 13:00		
URL Web	https://diarium.usal.es/delrey		
E-mail	delrey@usal.es	Teléfono	Ext. 1544

Todos los profesores del Máster participarán en la tutela de Trabajos Fin de Máster. Asimismo, pueden ser cotutores de dichos Trabajos Fin de Máster el personal investigador de los organismos colaboradores con el Máster.

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

Bloque formativo al que pertenece la materia

Esta asignatura pertenece al Módulo 4 "Trabajo Fin de Máster".

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

Este bloque está formado por una única asignatura (la descrita en esta ficha docente). Dado el carácter investigador de este título, la actividad formativa de este módulo es extremadamente importante ya que durante su desarrollo el alumno podrá utilizar todas las técnicas, tanto teóricas como aplicadas, conseguidas en las asignaturas previas y aplicarlas al estudio y análisis de un problema concreto. Así el estudiante completará las competencias previstas y podrá alcanzar un grado de especialización adecuado de cara a su futura actividad laboral.

El Trabajo Fin de Máster es un trabajo autónomo y original de cada estudiante que debe desarrollar bajo la orientación y seguimiento de uno o dos profesores tutores (uno de los cuales puede ser un investigador de alguno de los organismos colaboradores con el título).

Perfil profesional.

La correcta consecución de los objetivos planteados en esta asignatura permitirá al estudiante alcanzar las habilidades investigadoras suficientes como para iniciarse en el ámbito académico/investigador (a través de un Programa de Doctorado) o para desarrollar su ejercicio profesional en el ámbito empresarial.

3.- Recomendaciones previas

Para la presentación y defensa del Trabajo Fin de Máster es necesario que el estudiante haya superado el resto de las asignaturas matriculadas del Máster.

4.- Objetivos de la asignatura

- Elaborar y redactar un trabajo de investigación en la temática relacionada con el máster.
- Presentar de una manera adecuada ante una audiencia científica un trabajo de investigación en la temática relacionada con el Máster Universitario en Modelización Matemática.
- Defender el trabajo de investigación ante una comisión respondiendo adecuadamente a las preguntas de sus miembros.

5.- Contenidos

De acuerdo con el Reglamento sobre Trabajo Fin de Grado y Trabajo Fin de Máster de la USAL aprobado por el Consejo de Gobierno el 27/07/2010 y modificado el 27/03/2014 (http://secretaria.usal.es/boletines/consulta/files/6989-P13_CG_Modificacion_Reglamento_TFG-TFM_Propuesta_CD_2014_03_27.pdf) y el Reglamento de Trabajos Fin de Máster de la USAL aprobado en Consejo de Gobierno 27/01/2016 (http://www.usal.es/webusal/files/Reglamento_TFM_aprobado_20160127.pdf), el contenido de cada trabajo fin de master se podrá corresponder con uno de los siguientes tipos:

- 1) Trabajos experimentales o teóricos relacionados con la titulación y ofertados por los docentes que participan en el Máster Universitario, que podrán desarrollarse en los laboratorios de los departamentos implicados en la docencia del Máster.
- 2) Trabajos de revisión e investigación bibliográfica centrados en diferentes campos

relacionados con la titulación.

3) Trabajos de carácter profesional relacionados con los diferentes ámbitos del ejercicio profesional para los que cualifica el título. En este supuesto se podrán desarrollar en empresas e instituciones externas, pudiendo actuar el responsable designado por la empresa como cotutor del trabajo.

4) Otros trabajos que corresponderán a ofertas de los docentes o de los propios estudiantes, no ajustadas a las modalidades anteriores, según se especifique en la normativa particular de cada Comisión de Trabajos Fin de Grado o Comisión Académica de Máster.

Además, los Trabajos Fin de Máster podrán adaptarse a dos modalidades:

1) Generales, si son propuestos para que a la vez puedan ser realizados autónomamente por un número no determinado de estudiantes.

2) Específicos, cuando se ofertan para que los realice un único estudiante.

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.

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.

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.

CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos.

CG2. Reunir e interpretar datos de carácter matemático que permitan abordar un problema, utilizando técnicas de modelización matemática, en otras áreas del conocimiento científico.

CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles.

CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.

CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.

Específicas.

CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada.

CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular.

CE3. Interpretar las soluciones matemáticas obtenidas al resolver los modelos planteados en base a la situación inicial, obteniendo así una solución adaptada a la realidad del proyecto propuesto que permita validar la efectividad del modelo planteado.

CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas

adecuados para resolver un modelo matemático.
Transversales.

7.- Metodologías docentes

El trabajo desarrollado por el estudiante estará orientado en todo momento por su profesor/a tutor/a que le guiará y aconsejará sobre su desarrollo a través de, al menos, reuniones de seguimiento periódicas.

Asimismo se llevarán a cabo actividades (talleres y seminarios) conducentes a la adquisición de las habilidades y destrezas necesarias para elaborar, exponer y defender con éxito trabajos de investigación.

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		10		20	30
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		18		234	252
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		2		16	18
TOTAL		30		270	300

9.- Recursos**Libros de consulta para el alumno**

El tutor indicará y proporcionará todos los materiales bibliográficos necesarios al estudiante para el correcto desarrollo del Trabajo Fin de Máster.

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

El tutor indicará y proporcionará al estudiante cualquier otro material necesario para el correcto desarrollo del Trabajo Fin de Máster.

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

- Para la elaboración y evaluación del Trabajo Fin de Máster se seguirán las directrices marcadas por la Universidad de Salamanca: http://secretaria.usal.es/boletines/consulta/files/7907-P06_CG_Reglamento_Trabajos_Fin_Master_-_TFM_-_aprobado_20160127.pdf
- Asimismo, se deberán tener en cuenta las propias directrices marcadas por la Comisión de Trabajos Fin de Máster y que se encuentran en la página web de la asignatura en Studium.

Criterios de evaluación

- La calidad científica y técnica de la memoria se valorará entre un 30% y un 50% de la calificación final.
- La exposición oral del trabajo de investigación se valorará entre un 20% y un 40% de la calificación final.

- La defensa oral del trabajo de investigación se valorará entre un 30% y un 50% de la calificación final.

Con la anterioridad suficiente a la exposición y defensa del Trabajo Fin de Máster, la Comisión de Trabajos Fin de Máster hará público el baremo adoptado en cada uno de los puntos anteriores.

Instrumentos de evaluación

- Desarrollo, presentación y exposición del Trabajo Fin de Máster.

Recomendaciones para la evaluación.

- Seguir las indicaciones y orientaciones del profesor/a tutor/a.
- Participar en todas las actividades y talleres propuestos.

Recomendaciones para la recuperación.

En el caso de que un Trabajo Fin de Máster reciba la calificación de suspenso en la convocatoria ordinaria, la Comisión Evaluadora deberá emitir un informe detallado en el que se incluya:

(1) Motivo de dicha calificación.

(2) Recomendaciones para la mejora del trabajo de investigación que conduzcan a su presentación y defensa con éxito en la convocatoria de recuperación.