Título:

Graduado o Graduada en Matemáticas

Universidad:

Universidad Politécnica de Madrid

2 de julio de 2020

Índice general

1. Descripción del título **1**
1.1. Datos básicos . . . 1
1.2. Universidad solicitante y Centro . . . 1
1.3. Tipo de enseñanza . . . 2
1.4. Número de plazas de nuevo ingreso ofertadas . . . 2
1.5. Créditos y su distribución . . . 2
1.6. Criterios de matriculación y permanencia . . . 2
1.7. Otra información . . . 3

2. Justificación **5**
2.1. Justificación del título propuesto . . . 5
2.2. Procedimientos de consulta internos . . . 7
2.3. Procedimientos de consulta externos . . . 8
2.4. Referentes externos . . . 9

3. Competencias **11**
3.1. Competencias básicas . . . 11
3.2. Competencias generales . . . 11
3.3. Competencias específicas . . . 13

4. Acceso y admisión de estudiantes **15**
4.1. Sistemas de información, acogida y orientación . . . 15
4.2. Requisitos de acceso y criterios de admisión . . . 17
4.3. Apoyo y orientación de los estudiantes una vez matriculados . . . 18
4.4. Transferencia y reconocimiento de créditos . . . 19

5. Planificación de las enseñanzas **23**
5.1. Descripción del Plan de Estudios . . . 23
5.2. Coordinación de las enseñanzas . . . 24
5.3. Actividades formativas y sistemas de evaluación . . . 27
5.3.1. Modalidad docente . . . 28
5.3.2. Actividades formativas y métodos docentes . . . 28
5.3.3. Sistemas de evaluación . . . 31
5.4. Descripción detallada de las materias . . . 32

6. Personal académico **79**
6.1. Profesorado necesario y disponible . . . 79
6.2. Personal de Administración y Servicios . . . 81
6.3. Mecanismos para asegurar la igualdad . . . 82

7. Recursos materiales y servicios **85**
7.1. Aulas 85
7.2. Laboratorios 86
7.3. Biblioteca y fondos documentales 86
7.4. Otros recursos y servicios 87

8. Resultados previstos **89**
8.1. Valores cuantitativos estimados 89
8.2. Progreso y resultados de aprendizaje 89

9. Sistema de garantía interno de calidad **91**
9.1. Responsables del sistema de calidad 91
9.2. Evaluación y mejora de la calidad 92
9.3. Calidad de prácticas externas y programas de movilidad 94
9.4. Análisis de la inserción laboral de los titulados 94
9.5. Análisis de la satisfacción de los distintos colectivos 95
9.6. Extinción del título 96
9.7. Transparencia y rendición de cuentas 97

10. Calendario de implantación **99**

Capítulo 1

Descripción del título

1.1. Datos básicos

Denominación

Graduado o Graduada en Matemáticas por la Universidad Politécnica de Madrid.

Listado de menciones

El título no tiene menciones.

1.2. Universidad solicitante y Centro responsable de las enseñanzas conducentes al Título, o en su caso, Departamento o Instituto

Universidad: Universidad Politécnica de Madrid (institución pública).

Centro responsable de las enseñanzas: El centro responsable del Plan de Estudios será la Escuela Politécnica de Enseñanza Superior (EPES), centro propio de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Sin embargo, el desarrollo de la docencia tendrá lugar en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (ETSIAAB), también centro propio de la misma universidad.

Departamentos participantes :

- Matemática Aplicada
- Matemática Aplicada a la Ingeniería Aeroespacial
- Matemática Aplicada a la Ingeniería Industrial
- Matemática Aplicada a las Tecnologías de la Información y la Comunicación
- Matemática e Informática Aplicadas a la Ingenierías Civil y Naval

Estos cinco departamentos y su profesorado son los responsables de la docencia en el Grado. Toda la docencia queda a priori asignada a los cinco departamentos, aunque de forma inespecífica. Cada curso académico, una vez asignada la docencia por los consejos de departamento involucrados, se establece el porcentaje de la carga docente de cada asignatura que, de forma efectiva, corresponde a cada departamento.

1.3. Tipo de enseñanza

El tipo de enseñanza será presencial, si bien la incorporación de las nuevas tecnologías de la información a la metodología docente permitirá una creciente implantación del uso de modalidades *b-learning* e incluso *e-learning* en el proceso de enseñanza-aprendizaje, para reforzar los procesos de innovación educativa.

1.4. Número de plazas de nuevo ingreso ofertadas

Para los primeros cuatro cursos académicos se proponen los siguientes números de plazas de nuevo ingreso:

- Primer año académico: 50 alumnos.
- Segundo año académico: 50 alumnos.
- Tercer año académico: 50 alumnos.
- Cuarto año académico: 50 alumnos.

En la estimación de la cifra anterior se han tenido en cuenta los recursos humanos y materiales disponibles.

1.5. Créditos y su distribución

El título propuesto consta de 240 ECTS distribuidos en cuatro cursos de 60 ECTS cada uno y estos, a su vez, se componen de dos semestres de 30 ECTS cada uno. La tabla 1.1 muestra la distribución de los 240 ECTS en los diferentes módulos en que se estructura el Grado.

Módulo	Créditos
Materias básicas	60
Materias obligatorias	126
Materias optativas	42
Trabajo Fin de Grado	12
Total del grado	240

Tabla 1.1: Distribución de créditos del Grado en los diferentes módulos en que se divide.

1.6. Criterios de matriculación y permanencia

Los estudiantes a tiempo completo se matricularán de 30 créditos por semestre. Para aquellos alumnos con necesidades educativas especiales, se evaluará la necesidad de posibles adaptaciones curriculares, itinerarios o estudios alternativos, así como su matriculación parcial en el Grado.

La normativa de permanencia será la fijada por la Universidad Politécnica de Madrid para los títulos de grado disponible en:
www.upm.es/institucional/FuturosEstudiantes/NormativaLegislacion/Especificas/Grado.

1.7. Resto de información necesaria para la expedición del suplemento europeo al título de acuerdo con la normativa vigente

Rama de conocimiento: Ciencias

Lengua utilizada a lo largo del proceso formativo: La lengua más utilizada en el proceso de enseñanza-aprendizaje será el español (castellano), si bien está prevista la creciente utilización en dicho proceso de inglés para reforzar la adquisición por parte de los egresados de la competencia general "uso de lengua inglesa" y facilitar la movilidad. En este sentido la UPM adoptó el acuerdo de que todos los títulos de grado incluirán una asignatura obligatoria denominada "English for Professional and Academic Communication", de 6 ECTS, a la que se podrá acceder después de acreditar el nivel B2 del *Common European Framework of Reference for Languages* establecido por el Consejo de Europa.

Código ISCED: 0541 (www.uis.unesco.org)

Capítulo 2

Justificación

2.1. Justificación del título propuesto, argumentando el interés académico, científico o profesional del mismo

En los últimos tiempos, las titulaciones de Matemáticas en España han contribuido a la sociedad mediante la formación de profesorado en las distintas etapas educativas, la consolidación de una importante comunidad científica e investigadora, reputada a nivel internacional, así como la participación en actividades industriales, económicas y sociales.

El Libro Blanco del Título de Grado en Matemáticas, del que están extractados algunos de estos párrafos, recoge que la investigación en matemáticas ha experimentado una notable progresión en los últimos tiempos, siendo en 2005 la tercera disciplina en porcentaje de artículos competitivos de España en el total mundial, en torno al 5 %.

Asimismo, el documento "La integración de los estudios de Matemáticas en España en el espacio europeo de educación superior", elaborado por el Grupo CRUE de Matemáticas y publicado como suplemento a la Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española (RSME) en su volumen 6, número 2 de 2003, mostraba la necesidad de adecuar las titulaciones para contemplar perfiles profesionales aplicados, educativos y académicos.

Desde la publicación de estos documentos, la situación de las matemáticas en España ha evolucionado notablemente. Si hace algunos años la salida principal de los egresados en matemáticas era fundamentalmente la investigación y la docencia, en los últimos tiempos hemos visto cómo la demanda de titulados en matemáticas ha aumentado considerablemente en el sector privado, industrial y empresarial, hasta el punto de quedar desiertas numerosas plazas en oposiciones a profesorado de enseñanza secundaria.

El matemático ha pasado de ser sinónimo de profesor de matemáticas a ser reconocido como un profesional de las matemáticas apreciado y demandado en otros sectores por la comprensión y aplicación de modelos matemáticos a las más diversas situaciones del mundo empresarial, industrial y de las finanzas.

Más recientemente, el informe "Impacto socioeconómico de la investigación y la tecnología matemáticas en España", publicado en 2019 por la Red Estratégica en Matemáticas (red de todos los nodos de relevancia en la investigación y transferencia matemática en España), estima que las actividades con intensidad matemática generaron un millón de ocupados en 2016, lo que representó el 6 % del empleo total de la economía española

(el 19,4 % sumando los efectos indirectos e inducidos).

Según el mismo informe, en términos de Valor Agregado Bruto (VAB), el impacto de las actividades con intensidad matemática se situó hasta el 10,1 % del total en 2016 (26,9 % del total añadiendo los efectos de arrastre), siendo las actividades más relevantes la informática, las actividades financieras, los servicios de telecomunicaciones y la rama de energía eléctrica y gasística.

Estos datos tienen aún muchas posibilidades de crecer, dado que son menores que en otros países europeos donde se ha realizado un estudio similar: en términos de empleo el impacto directo se sitúa entre el 10 y el 11 % del total, mientras que en VAB se encuentra entre el 13 y el 16 % del total, explicándose la diferencia por la estructura productiva española.

También se estima que si España aumentase la proporción de graduados STEM al mismo nivel de Francia, la productividad aumentaría un 2,2 % adicional.

Esta situación se ha trasladado a la demanda de plazas en los estudios universitarios de matemáticas, en especial en las universidades madrileñas, situándose algunos estudios en matemáticas entre los más demandados por la sociedad. Como muestra, aquí tenemos las notas de corte del último curso de los títulos de matemáticas y afines que se imparten en las universidades madrileñas:

- Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

  - Grado en Matemáticas e Informática (11,989)

- Universidad Complutense de Madrid (UCM)

  - Grado en Matemáticas (12,174)

  - Grado en Matemáticas y Estadística (11,886)

  - Grado en Ingeniería Matemática (11,949)

  - Doble Grado en Economía, Matemáticas y Estadística (12,871)

  - Doble grado en Ingeniería Informática y Matemáticas (13,398)

  - Doble grado en Matemáticas y Física (13,775)

- Universidad Autónoma de Madrid (UAM)

  - Grado en Matemáticas (12,571)

  - Doble Grado en Ingeniería Informática y en Matemáticas (13,200)

- Universidad Carlos III de Madrid (UC3M)

  - Grado en Matemática Aplicada y Computación (12,260)

- Universidad Rey Juan Carlos (URJC)

  - Grado en Matemáticas (11,961)

  - Doble Grado en Economía y Matemáticas (12,356)

  - Doble Grado en Ingeniería del Software y Matemáticas (12,159)

  - Doble Grado en Ingeniería Informática y Matemáticas (12,940)

A pesar de la rica oferta de titulaciones en Matemáticas, las elevadas notas de corte en todas ellas son un indicio claro de que hay una importante demanda aún no cubierta, lo que justifica esta nueva oferta. Por otro lado, el Grado en Matemáticas de la UPM no competiría necesariamente con los títulos de la misma denominación, ya que, por el propio carácter de la UPM, su acento en la modelización, la simulación y el análisis de datos le proporcionarían un marchamo propio que lo identificaría. Y tampoco entraría en conflicto con otros grados de la misma Universidad Politécnica de Madrid, pues ninguno de ellos es un grado exclusivamente de matemáticas.

Aunque la vocación de la Universidad Politécnica de Madrid ha sido históricamente ocuparse de las enseñanzas técnicas, lo que dio pie a su constitución en 1971 al agrupar las escuelas técnicas y universitarias de ingeniería enclavadas en la ciudad, la UPM cuenta con un nutrido grupo de expertos matemáticos. En concreto hay 222 profesores repartidos en cinco departamentos de Matemática Aplicada, además de otros grupos de profesorado en las áreas de Matemática Aplicada, Estadística e Investigación Operativa y Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial, los cuales, a la par de capacidad docente, aportan experiencia investigadora en las distintas áreas de matemáticas.

2.2. Descripción de los procedimientos de consulta internos utilizados para la elaboración del plan de estudios

El proceso de gestación de esta propuesta arranca formalmente el 10 de junio de 2019 en la Conferencia de Directores de Departamento de Matemática Aplicada de la Universidad Politécnica de Madrid, que agrupa a los cinco departamentos del área de Matemática Aplicada de dicha universidad, y está formada por:

- Alejandro Zarzo Altarejos (presidente de la Conferencia y director del Departamento de Matemática del Área Industrial).
- Carlos Guillén González (secretario de la Conferencia y secretario del Departamento de Matemáticas del Área Industrial).
- Fernando San José Martínez (director del Departamento de Matemática Aplicada).
- Álvaro Pérez Raposo (secretario del Departamento de Matemática Aplicada).
- Mariola Gómez López (directora del Departamento de Matemática Aplicada a la Ingeniería Aeroespacial).
- Marta Cordero Gracia (secretaria del Departamento de Matemática Aplicada a la Ingeniería Aeroespacial).
- Sagrario Lantarón Sánchez (directora del Departamento de Matemática e Informática Aplicadas a las Ingenierías Civil y Naval).
- Leonardo Fernández Jambrina (subdirector del Departamento de Matemática e Informática Aplicadas a las Ingenierías Civil y Naval).
- Francisco Ballesteros Olmo (director del Departamento de Matemática Aplicada a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones).

En dicha reunión (acta 11) se acuerda iniciar los trámites dentro de la UPM para recabar la aprobación de un grado en matemáticas, para lo cual se solicita una reunión con el Vicerrector de Estrategia Académica e Internacionalización.

Como consecuencia de dichas consultas con el equipo rectoral, la Conferencia aprueba el 25 de septiembre de 2019 la constitución de un equipo de trabajo, encargado de

la elaboración del primer borrador de este documento (acta 13), formado por:

- Alejandro Zarzo Altarejos (Matemática del Área Industrial, presidente).

- Álvaro Pérez Raposo (Matemática Aplicada, secretario).

- Rodolfo Bermejo Bermejo (Matemática del Área Industrial).

- Marta Cordero Gracia (Matemática Aplicada a la Ingeniería Aeroespacial).

- Leonardo Fernández Jambrina (Matemática e Informática Aplicadas a las Ingenierías Civil y Naval).

- Luis Miguel Pozo Coronado (Matemática Aplicada a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones).

Este grupo de trabajo inicia sus labores el 18 de noviembre de 2019 y entrega a la Conferencia de Directores de Departamento de Matemática Aplicada un primer borrador de planificación de las enseñanzas de matemáticas en la UPM el 16 de diciembre.

A partir de ese momento, tomando como punto de partida dicho borrador, se inicia un proceso de consultas y recogida de información y propuestas, con reuniones en todos los campus de la universidad, organizadas por materias.

El 27 de enero de 2020 el grupo de trabajo ultima el primer borrador de la memoria de verificación del grado y el 30 de enero de 2020 se reúne por primera vez un grupo de trabajo ampliado, formado por representantes de las trece secciones departamentales y grupos docentes del área de Matemática Aplicada, que aprueba la estructura del módulo básico del grado y el reparto de créditos entre materias del mismo. Asimismo, se crean comisiones temáticas por materias para identificar los contenidos y resultados de aprendizaje del módulo básico. En su tercera reunión, el 4 de junio de 2020, el grupo de trabajo ampliado aprueba la estructura docente del grado y pide a las comisiones temáticas los contenidos y resultados de aprendizaje de las materias del grado.

En paralelo, la Conferencia de Directores de Departamento de Matemática Aplicada acuerda, en su reunión del día 3 de diciembre de 2019 (acta 16), la constitución de una comisión mixta Conferencia-Equipo Rectoral, formada por el Vicerrector de Estrategia Académica e Internacionalización (presidente), el Adjunto al Vicerrector de Estrategia Académica e Internacionalización (secretario), los cinco directores de los Departamentos de Matemática Aplicada, un representante del PAS de la Escuela Politécnica de Educación Superior (EPES) y un representante de alumnos, con la intención de actuar como Comisión de Ordenación Académica inicial hasta la implantación del grado.

2.3. Descripción de los procedimientos de consulta externos utilizados para la elaboración del plan de estudios

Se han recabado informes a las principales sociedades científicas matemáticas españolas: La Real Sociedad Matemática Española (RSME) y la Sociedad Española de Matemática Aplicada (SEMA), a través de sus respectivos presidentes, Francisco Marcellán Español y Rosa Donat Beneito. Ambas sociedades son miembros del *International Council for Industrial and Applied Mathematics (ICIAM)*.

2.4. Referentes externos a la universidad proponente que avalen la adecuación de la propuesta a criterios nacionales o internacionales para títulos de similares características académicas

Para redactar esta memoria se han seguido fielmente las directrices del Libro Blanco del Título en lo referente a los contenidos recomendados para las materias. En la actualidad se imparten 34 grados en matemáticas en 30 universidades públicas españolas y una privada. Hemos tomado como referencia los grados en ingeniería matemática y los impartidos por universidades politécnicas:

- Grado en Matemáticas por la Universidad de Alicante.
- Grado en Matemáticas por la Universidad de Almería.
- Grado en Matemáticas por la Universidad Autónoma de Barcelona.
- Grado en Matemáticas por la Universidad Autónoma de Madrid.
- Grado en Matemáticas por la Universidad de Barcelona.
- Grado en Matemáticas por la Universidad de Cádiz.
- Grado en Matemáticas por la Universidad de Cantabria.
- Grado en Matemáticas por la Universidad Complutense de Madrid.
- Grado en Matemáticas por la Universidad de Extremadura.
- Grado en Matemáticas por la Universidad de Granada.
- Grado en Matemáticas por la Universidad de las Islas Baleares.
- Grado en Matemáticas por la Universidad de La Laguna.
- Grado en Matemáticas por la Universidad de La Rioja.
- Grado en Matemáticas por la Universidad de Málaga.
- Grado en Matemáticas por la Universidad de Murcia.
- Grado en Matemáticas por la Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Grado en Matemáticas por la Universidad de Oviedo.
- Grado en Matemáticas por la Universidad del País Vasco.
- Grado en Matemáticas por la Universidad Politécnica de Cataluña.
- Grado en Matemáticas por la Universidad Rey Juan Carlos.
- Grado en Matemáticas por la Universidad de Salamanca.
- Grado en Matemáticas por la Universidad de Santiago de Compostela.
- Grado en Matemáticas por la Universidad de Sevilla.
- Grado en Matemáticas por la Universidad de Valencia.
- Grado en Matemáticas por la Universidad de Valladolid.
- Grado en Matemáticas por la Universidad de Zaragoza.
- Grado en Matemática Aplicada y Computación por la Universidad Carlos III de Madrid.
- Grado en Matemática Computacional por la Universidad Jaime I.
- Grado en Matemática Computacional y Analítica de Datos por la Universidad Autónoma de Barcelona.
- Grado en Matemáticas y Estadística por la Universidad Complutense de Madrid.
- Grado en Matemáticas e Informática por la Universidad Politécnica de Madrid.
- Grado en Ingeniería Matemática por la Universidad Complutense de Madrid.
- Grado en Ingeniería Matemática en Ciencia de Datos por la Universidad Pompeu Fabra.

- Grado en Ingeniería en Matemática Aplicada al Análisis de Datos por la Universidad Europea de Madrid.

A nivel internacional, la propuesta tiene su equivalente en títulos similares de prestigio en universidades técnicas de referencia, tales como:

- California Institute of Technology.
- École Polytechnique Fédérale de Lausanne.
- ETH Zürich.
- Georgia Tech.
- Massachussets Institute of Technology.
- Technische Universität Berlin.
- Technische Universität München.
- Technische Universität Wien.

Capítulo 3

Competencias

3.1. Competencias básicas

Para las competencias básicas, la fuente de obligado cumplimiento es el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, modificado por Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, que establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. En este real decreto se definen cinco competencias básicas para los estudios de grado. Listamos a continuación dichas competencias.

CB1: Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

CB2: Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB3: Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CB4: Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

CB5: Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

3.2. Competencias generales

Con respecto a las competencias generales, la fuentes principal la constituyen las competencias definidas por la Universidad Politécnica de Madrid para todos sus estudios de grado, en su documento titulado “Nuevas titulaciones de Grado y Máster aprobadas, y su adscripción a los Centros de la Universidad, al amparo del R.D. 1393/2007 de ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales y Requisitos y recomendaciones

para la implantación de Planes de Estudio en la Universidad Politécnica de Madrid" (Texto refundido de los acuerdos del Consejo de Gobierno: reuniones de 26 de junio, 10 y 24 de julio de 2008).

Las competencias generales del Grado en Matemáticas son las que recogemos a continuación:

CG1: Trabajar dentro de un equipo, en entornos interdisciplinares y complejos, negociando y resolviendo conflictos, diseñando soluciones eficientes, fiables, robustas y responsables.

CG2: Organizar y planificar tareas y proyectos, identificando objetivos, prioridades, plazos, recursos y riesgos, y controlando los procesos establecidos.

CG3: Asumir el liderazgo para dirigir y gestionar equipos o proyectos, generando confianza y compromiso en el grupo de colaboradores.

CG4: Mostrar capacidad para innovar y encontrar soluciones creativas en situaciones complejas o de incertidumbre.

CG5: Trabajar en un contexto internacional, comunicándose en lengua inglesa y adaptándose a las condiciones del entorno.

CG6: Identificar y utilizar las tecnologías de la información y las comunicaciones más adecuadas en el campo de las Matemáticas.

CG7: Analizar los impactos sociales, ambientales y económicos de investigaciones y proyectos, de forma responsable y comprometida con la búsqueda de soluciones a los retos de un desarrollo sostenible.

CG8: Mostrar capacidad para comunicar ideas, problemas y soluciones, tanto a público especializado como no especializado, de manera oral y escrita.

En la tabla 3.1 se exponen y cruzan estas competencias generales con las competencias básicas expuestas en el apartado anterior, para comprobar que las primeras garantizan el cumplimiento de las segundas.

	CB1	CB2	CB3	CB4	CB5
CG1	•				
CG2		•			•
CG3	•				
CG4		•			
CG5				•	
CG6	•			•	
CG7			•		
CG8				•	

Tabla 3.1: Compensación de competencias básicas con las competencias generales del Grado

3.3. Competencias específicas

Para elaborar la lista de las competencias específicas del Grado en Matemáticas, se ha usado, sobre todo, la referencia del Libro Blanco del Título de Grado en Matemáticas (ANECA, 2005). Se proponen las siguientes:

CE1: Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar propiedades en distintos campos de la Matemática, para construir argumentaciones, elaborar cálculos y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.

CE2: Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.

CE3: Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.

CE4: Saber abstraer las propiedades estructurales (de objetos matemáticos, de la realidad observada, y de otros ámbitos) distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales y poder comprobarlas con demostraciones o refutarlas con contraejemplos, así como identificar errores en razonamientos incorrectos.

CE5: Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.

CE6: Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.

CE7: Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.

CE8: Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

CE9: Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos en Matemáticas.

CE10: Realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario un proyecto en el ámbito de las Matemáticas, en el que se sinteticen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas.

Capítulo 4

Acceso y admisión de estudiantes

En las siguientes secciones se recoge toda la información solicitada en relación con el acceso y admisión de estudiantes en el Grado en Matemáticas de la Universidad Politécnica de Madrid. No obstante, cabe mencionar que siempre se procederá de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 412/2014, de 6 de junio, por el que se establece la normativa básica de los procedimientos de admisión a las enseñanzas universitarias oficial es de grado, así como por lo dispuesto en la Normativa de Acceso y Matriculación de la UPM (www.upm.es).

4.1. Sistemas de información, acogida y orientación de los estudiantes de nuevo ingreso antes de la matriculación

Sistemas de información previa a la matriculación

Para la difusión de la información previa a la matriculación se dispone de los siguientes canales:

- Servidor web de la universidad, con información acerca de estudios y titulaciones, incluyendo vías de acceso y admisión. Consúltese www.upm.es.
- Servidor web del centro responsable del título, una vez esté disponible, con toda la información acerca del perfil de ingreso, del plan de estudios y su organización (departamentos, planificación docente completa, guías de aprendizaje, etc.), así como de los programas de apoyo y orientación al estudiante, servicios y normativa. Habrá también un epígrafe propio para la Delegación de Alumnos.
- Edición de folletos informativos para su difusión en centros de enseñanza secundaria y ferias de orientación universitaria (AULA, UNITOUR, etc.).
- Presencia de profesorado y alumnos del centro en ferias de orientación universitaria (AULA, UNITOUR, etc.).
- Visitas a centros de enseñanza secundaria, dentro de la campaña de visitas de la Universidad Politécnica de Madrid.

- Olimpiadas matemáticas y físicas (fases regional y nacional) en las que los alumnos de bachillerato compiten para demostrar sus habilidades en matemáticas, física y tecnología.

Procedimientos y actividades de acogida y orientación de estudiantes de nuevo ingreso

El procedimiento de acogida y orientación para los alumnos de nuevo ingreso comienza con su admisión en el centro y consta de las siguientes acciones:

- Acto de bienvenida, con el fin de orientar acerca de la estructura del plan de estudios, sobre la estructura organizativa del centro, así como para dar a conocer las acciones de orientación y acogida que tienen a su disposición los alumnos. En este acto de bienvenida se programa una visita guiada a las instalaciones del centro en la que profesores y alumnos voluntarios de cursos superiores actúan como guías. La difusión de este acto se realizará a través de la carta de admisión remitida a los alumnos por la Universidad Politécnica de Madrid y a través del servidor web del centro.

- Proyecto Mentor que se basa en la "tutoría por iguales". Alumnos seleccionados de los dos últimos cursos ejercen de mentores de grupos de estudiantes de nuevo ingreso para facilitarles orientación en tres aspectos: académico, social y administrativo. El proceso está organizado en torno a reuniones periódicas durante el primer semestre y está supervisado por profesores tutores que orientan a los mentores en su labor. La difusión del Proyecto Mentor se realiza por medio de carteles específicos y a través de la página principal del servidor web del centro. En los primeros años de implantación del grado esta labor la realizarán los propios profesores tutores

- Programa de mentores internacionales dirigido a la orientación y acogida de estudiantes extranjeros. Alumnos voluntarios ejercen de mentores para los estudiantes extranjeros, incidiendo en los aspectos de diferencias culturales, alojamiento y funcionamiento del centro.

Perfil de ingreso

No se exige ninguna formación previa específica para el ingreso en el Grado en Matemáticas adicional a los requisitos incluidos en la modalidad de acceso estándar. No obstante, el perfil de ingreso recomendado corresponde a un egresado del bachillerato de la modalidad científico-técnica con conocimientos adecuados de matemáticas y física.

Por otra parte, cualidades tales como sentir especial inclinación hacia el razonamiento lógico, gusto y destreza para resolver problemas tanto de naturaleza lógica como de cálculo, un elevado grado de experimentación y aprendizaje autónomo, una rapidez mental y capacidad de síntesis son adecuadas como perfil personal del estudiante de este título de grado.

Además, dado el carácter eminentemente aplicado del Grado en Matemáticas de la UPM, el estudiante precisa disponer de capacidad creativa y ser innovador. Ha de tener habilidad para relacionar la teoría con la práctica y poseer visión espacial. En definitiva, es conveniente tener una personalidad dinámica, con curiosidad y capacidad para integrar múltiples elementos y factores en un fin determinado.

4.2. Requisitos de acceso y criterios de admisión

De acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 412/2014, de 6 de junio, por el que se establece la normativa básica de los procedimientos de admisión a las enseñanzas universitarias oficiales de grado, podrán acceder a los estudios universitarios oficiales de grado en las universidades españolas, los estudiantes que reúnan alguno de los siguientes requisitos:

a. Estudiantes en posesión del título de Bachiller del Sistema Educativo Español o de otro declarado equivalente.

b. Estudiantes en posesión del título de Bachillerato Europeo o del diploma de Bachillerato Internacional.

c. Estudiantes en posesión de títulos, diplomas o estudios de Bachillerato o Bachiller procedentes de sistemas educativos de estados miembros de la Unión Europea o de otros estados con los que se hayan suscrito acuerdos internacionales aplicables a este respecto, en régimen de reciprocidad.

d. Estudiantes en posesión de títulos, diplomas o estudios homologados al título de Bachiller del Sistema Educativo Español, obtenidos o realizados en sistemas educativos de estados que no sean miembros de la Unión Europea con los que no se hayan suscrito acuerdos internacionales para el reconocimiento del título de Bachiller en régimen de reciprocidad, sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 4[1].

e. Estudiantes en posesión de los títulos oficiales de Técnico Superior de Formación Profesional, de Técnico Superior de Artes Plásticas y Diseño o de Técnico Deportivo Superior perteneciente al Sistema Educativo Español, o de títulos, diplomas o estudios declarados equivalentes u homologados a dichos títulos, sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 4[1].

f. Estudiantes en posesión de títulos, diplomas o estudios, diferentes de los equivalentes a los títulos de Bachiller, Técnico Superior de Formación Profesional, Técnico Superior de Artes Plásticas y Diseño, o de Técnico Deportivo Superior del Sistema Educativo Español, obtenidos o realizados en un estado miembro de la Unión Europea o en otros estados con los que se hayan suscrito acuerdos internacionales aplicables a este respecto, en régimen de reciprocidad, cuando dichos estudiantes cumplan los requisitos académicos exigidos en dicho estado miembro para acceder a sus Universidades.

g. Personas mayores de veinticinco años que superen la prueba de acceso establecida en este real decreto.

h. Personas mayores de cuarenta años con experiencia laboral o profesional en relación con una enseñanza.

[1] **Artículo 4.** En todos aquellos supuestos en los que se exija la homologación de cualquier título, diploma o estudio obtenido o realizado en sistemas educativos extranjeros para el acceso a la universidad, las Universidades podrán admitir con carácter condicional a los estudiantes que acrediten haber presentado la correspondiente solicitud de la homologación mientras se resuelve el procedimiento para dicha homologación.

i. Personas mayores de cuarenta y cinco años que superen la prueba de acceso establecida en este real decreto.

j. Estudiantes en posesión de un título universitario oficial de grado, máster o título equivalente.

k. Estudiantes en posesión de un título universitario oficial de diplomado universitario, arquitecto técnico, ingeniero técnico, licenciado, arquitecto, ingeniero, correspondientes a la anterior ordenación de las enseñanzas universitarias o título equivalente.

l. Estudiantes que hayan cursado estudios universitarios parciales extranjeros o españoles, o que habiendo finalizado los estudios universitarios extranjeros no hayan obtenido su homologación en España y deseen continuar estudios en una universidad española. En este supuesto, será requisito indispensable que la universidad correspondiente les haya reconocido al menos 30 créditos ECTS.

m. Estudiantes que estuvieran en condiciones de acceder a la universidad según ordenaciones del Sistema Educativo Español anteriores a la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre.

Cumplido alguno de los requisitos anteriores, la admisión se realizará según lo dispuesto en la Normativa de Acceso y Matriculación de la UPM (www.upm.es). No se contemplan condiciones ni pruebas de acceso especiales.

4.3. Apoyo y orientación de los estudiantes una vez matriculados

Una vez el estudiante de nuevo ingreso formaliza su matrícula en la Universidad Politécnica de Madrid, tiene acceso a las aulas virtuales de las asignaturas que cursa durante el semestre. En ellas se encuentra todo el material y documentación de referencia de cada una de las asignaturas de las que se ha matriculado, es decir, todos los recursos para el aprendizaje. Los estudiantes encuentran en los materiales y recursos didácticos los contenidos que contribuyen, juntamente con la realización de las actividades que han sido planificadas desde el inicio del semestre, a la obtención de los conocimientos, las competencias y los resultados de aprendizaje previstos en las asignaturas. Los materiales pueden presentarse en diferentes formatos: papel, web, vídeo, multimedia, etc. en función de la metodología y del tipo de contenido que se plantee.

Igualmente los estudiantes pueden disponer de otros recursos a través de la biblioteca virtual que ofrece los servicios de consulta, préstamo, servicio de documentos electrónicos y servicio de información a medida. La biblioteca virtual también ofrece formación a los usuarios para facilitar el uso de los servicios.

Además, se pone a disposición de los estudiantes del Grado en Matemáticas un sistema integral de acogida, apoyo y orientación que se inicia cuando el estudiante formaliza su matrícula y se extiende hasta las acciones de orientación académica, postgrado e inserción laboral en el último semestre de la carrera. Para ello, se dispone de los siguientes procedimientos de apoyo y orientación:

- Sesiones específicas informativas sobre itinerarios de movilidad para los alumnos, especialmente las relativas a la movilidad internacional. El órgano responsable es la Oficina Internacional, la cual ofrece orientación y apoyo administrativo a los estudiantes que participen o deseen optar a programas de movilidad.

- Foro de empleo anual organizado de forma conjunta con las empresas del sector para ofrecer orientación laboral a los alumnos. El órgano responsable es la Delegación de Alumnos en colaboración con la Oficina de Relaciones Externas (OREX). Este centro ofrece orientación y apoyo informativo a los alumnos que deseen realizar prácticas en empresas y optar a becas, o bien optar a contratos de trabajo una vez finalizados los estudios.

- Programas de formación en lenguas extranjeras para estudiantes que quieran optar a programas de movilidad internacional, ofrecidos por el Programa de Lenguas para la Internacionalización (PROLINTER) del Vicerrectorado de Relaciones Internacionales de la UPM.

- Programas de formación en lengua española para estudiantes de movilidad internacional durante su estancia en el centro, ofrecidos por el Programa de Lenguas para la Internacionalización (PROLINTER) del Vicerrectorado de Relaciones Internacionales de la UPM.

- Cuenta de correo electrónico UPM. La forma de activación estará disponible en el servidor web de la universidad.

- Información sobre becas y ayudas al estudio, a través del Vicerrectorado de Alumnos y de los servidores web de la universidad y el centro.

- Servicio de atención psicológica al alumno ofrecido por la Universidad Politécnica de Madrid.

4.4. Sistemas de transferencia y reconocimiento de créditos

En cumplimiento de lo dispuesto en el artículo sexto del R.D. 1393/2007, de 29 de octubre, y modificado por el R.D. 861/2010, de 2 de julio, la Universidad Politécnica de Madrid ha elaborado su Normativa de Reconocimiento y Transferencia de Créditos, aprobada por su Consejo de Gobierno en la reunión del 31 de enero de 2013. Esta normativa, accesible en www.upm.es/FuturosEstudiantes/Ingresar/Reconocimiento, regirá las correspondientes solicitudes en la titulación de Graduado/a en Matemáticas por la UPM.

La normativa contiene las definiciones de los términos reconocimiento y transferencia de créditos que modifican sustancialmente los conceptos que hasta ahora se venían empleando (convalidación, adaptación, etc.).

Los créditos obtenidos por el estudiante en enseñanzas oficiales de educación superior mediante el reconocimiento y la transferencia de créditos serán incluidos en su expediente académico y reflejados en el Suplemento Europeo al Título.

También se señala que la experiencia laboral y profesional acreditada podrá ser reconocida en forma de créditos que computarán a efectos de la obtención de un título

oficial, siempre que dicha experiencia esté relacionada con las competencias inherentes a dicho título. La disposición adicional primera de la Ley Orgánica 4/2011, de 11 de marzo, complementaria de la Ley de Economía Sostenible, contempla las convalidaciones entre los títulos de técnico superior, o equivalente a efectos académicos, y las enseñanzas universitarias de grado; y de tales posibilidades en orden inverso, desarrollándose todo ello en el Real Decreto 1618/2011, de 14 de noviembre, por el que se establece el régimen de reconocimiento de estudios entre las diferentes enseñanzas que constituyen la educación superior.

La Universidad Politécnica de Madrid, cumpliendo el mandato del legislador, aprobó en Consejo de Gobierno con fecha 26 de febrero de 2009 la primera Normativa de Reconocimiento y Transferencia de Créditos. La implantación de dicha normativa, así como la experiencia adquirida en su aplicación, hicieron necesaria la elaboración de la nueva arriba mencionada optando, como en la anterior, por un sistema de literalidad pura. Es decir, en el expediente del estudiante se hará constar de manera literal el nombre de la asignatura, curso, número de créditos, tipo de asignatura (básica, obligatoria, optativa) y calificación alcanzada en la titulación en que los hubiera superado, con indicación de dicha titulación, así como del centro y universidad de procedencia.

En ella se incluye el reconocimiento académico de hasta 6 créditos por la participación de los estudiantes en otras actividades universitarias, tal y como establece el Real Decreto 861/2010. La normativa establece la constitución de la Comisión de Reconocimiento y Transferencia de Créditos Europeos, la cual estará formada por el Vicerrector competente en materia de estudiantes que la presidirá, el Vicerrector competente en materia de Ordenación Académica en los estudios oficiales de grado, el Vicerrector competente en materia de Posgrado y Doctorado, tres directores o decanos de escuelas o facultades de la Universidad Politécnica de Madrid, elegidos por y entre ellos, un estudiante propuesto por la Delegación de Alumnos de la Universidad Politécnica de Madrid y el Secretario General, que realizará, a su vez, las labores de secretario de la comisión. El presidente podrá invitar a las sesiones de la comisión a los jefes de estudio de las titulaciones afectadas, así como aquellas personas de la UPM que sean de interés para los temas a tratar en dichas sesiones, los cuales asistirán a la reunión con voz pero sin voto.

Esta comisión será la encargada de dar respuesta a las solicitudes de reconocimiento y transferencia de créditos, así como de las propuestas de complementos formativos. Para ello, de forma más concreta, se encarga a esta comisión:

- Implantar, mantener y desarrollar las bases de datos que permitan resolver de forma ágil las solicitudes que tuvieran precedentes iguales.

- Solicitar, a través de las correspondientes direcciones o decanatos, informe de las comisiones de ordenación académica de aquellas solicitudes de reconocimiento de créditos que no cuenten con precedentes iguales resueltos anteriormente.

- Elaborar y acordar las resoluciones de reconocimiento y transferencia de créditos, que serán firmadas por el Rector de la Universidad o, si este así lo delega, por el Presidente de la Comisión de Reconocimiento y Transferencia de Créditos.

- Proponer al Consejo de Dirección de la Universidad cuantas medidas ayuden a informar a los estudiantes sobre el proceso de reconocimiento de créditos que pudieran surgir en los procesos de reconocimiento y transferencia de créditos.

El Consejo de Gobierno de la Universidad Politécnica de Madrid establecerá los periodos de presentación de solicitudes para el reconocimiento y transferencia de créditos, así como el calendario para la resolución de los mismos y su posterior comunicación a las personas interesadas. En cualquier caso, las solicitudes deberán resolverse en un plazo inferior a 3 meses desde la finalización del periodo de presentación de solicitudes.

Capítulo 5

Planificación de las enseñanzas

5.1. Descripción del Plan de Estudios

Este plan de estudios busca proporcionar a los estudiantes una sólida formación en matemáticas cuyo contenido sea un compromiso entre los fundamentos clásicos y las tendencias actuales, y que las habilidades que potencie sean también un compromiso entre el razonamiento abstracto y la aplicación de modelos a sistemas reales. Por ello incluye materias indispensables, de contenido clásico, como son las de análisis matemático, álgebra y geometría, topología y geometría diferencial, ecuaciones diferenciales, probabilidad y estadística; pero también otras de contenido más reciente como métodos numéricos, matemática discreta, programación matemática; o incluso líneas de investigación actuales como las que se describen en algunas de las materias del módulo optativo. Atención especial merece la materia de modelización y simulación, que en este plan goza de una posición significativa. Sin embargo, a pesar de su variedad, todas las materias, debido al tipo de actividades formativas, sistemas de evaluación y la propia experiencia docente de los profesores de la Universidad Politécnica de Madrid, tendrán en cuenta las aplicaciones, sin abandonar por ello el rigor imprescindible en una titulación de matemáticas. Todo ello en el marco que establece el Libro Blanco del Grado en Matemáticas de la ANECA (2005).

El plan de estudios consta de 240 créditos. Temporalmente se reparten en 8 semestres durante cuatro años, a razón de 30 créditos por semestre. Estructuralmente se reparten en los siguientes módulos:

- Módulo de materias básicas: 60 créditos
- Módulo de materias obligatorias: 126 créditos
- Módulo de materias optativas: 42 créditos
- Trabajo de Fin de Grado: 12 créditos

Dado que la formación básica es objeto de reconocimiento, según el R.D. 861/2010, de al menos 36 créditos entre títulos de la misma rama del conocimiento, el módulo de materias básicas ha sido diseñado teniendo en cuenta su compatibilidad con los módulos básicos de otros planes de estudio similares. Sus materias han sido detalladas en asignaturas siguiendo las directrices del R.D. 1393/2007. En total se ha dividido en dos

materias que, a su vez, dan lugar a ocho asignaturas, todas ellas en los primeros dos semestres de la titulación. En conjunto definen los contenidos básicos sobre los que edificar el resto del aprendizaje del Plan de Estudios.

El módulo de materias obligatorias se ha dividido en once materias, que ocupan la parte central de la distribución temporal. Diez de estas materias forman el núcleo matemático del Plan de Estudios. Merece la pena destacar la carga otorgada a la materia de Modelización y Simulación que, junto con la asignatura básica del mismo nombre, consta de 18 créditos repartidos uniformemente en los semestres 2º, 4º y 6º. Por último, la materia de Inglés se incluye como requisito de todo título de la Universidad Politécnica de Madrid, y se accede a ella tras acreditar el nivel B2 del *Common European Framework of Reference for Languages* establecido por el Consejo de Europa.

El módulo de materias optativas se ha dividido en cinco materias, pero no se puede detallar el reparto de créditos en cada una ya que no hay restricciones para la elección de créditos de este módulo por los estudiantes, salvo las que, en su caso, algunas asignaturas establezcan como requisitos. Además, este módulo también recoge, en su caso, los créditos obtenidos por los alumnos por medio de prácticas externas, con un máximo de 12, o por reconocimiento de créditos por participación en actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación, con un máximo de 6.

Por último, el Trabajo Fin de Grado se ha definido con una carga de 12 créditos a realizar en el último semestre.

La tabla 5.1 muestra el desglose de cada módulo en materias, así como la distribución temporal de los créditos de cada una. En el caso de las materias básicas también se ha detallado su desglose en asignaturas.

En la sección 5.4 de este capítulo se describe cada materia con detalle, incluyendo las competencias del plan de estudios que aborda pero, para asegurar que todas las competencias son adecuadamente trabajadas, en la tabla 5.2 se muestra la relación inversa: las materias que tratan cada competencia.

5.2. Coordinación de las enseñanzas

Para la coordinación de las enseñanzas se establecen tres categorías:

- **Comisión de Ordenación Académica del Grado de Matemáticas:** regulada por el artículo 97 de los Estatutos de la Universidad Politécnica de Madrid, es la máxima categoría para la coordinación del título y, por tanto, vela por la coordinación global del mismo. Para ello se apoyará en las otras comisiones que a continuación se describen.

- **Comisiones de semestre:** Una comisión por cada semestre, formada por los coordinadores de las asignaturas que se imparten en dicho semestre. Su función es asegurar la coordinación de estas asignaturas que, previsiblemente, compartirán gran parte de los estudiantes, en cuestiones de utilización de recursos y de carga de trabajo de los alumnos.

- **Comisiones de materias:** Se define una comisión por cada materia de los módulos obligatorio y optativo, formada por los coordinadores de las asignaturas que la conforman y de las asignaturas del módulo básico que sean afines a dicha materia.

Módulo	Materia	Asignaturas básicas	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	Total materias	Total módulos
Básicas	Matemáticas	Fundamentos de matemáticas	7,5								52,5	60
		Cálculo en una variable	7,5									
		Álgebra lineal	7,5									
		Cálculo en varias variables		9								
		Geometría I		7,5								
		Cálculo numérico I		7,5								
		Modelización y simulación I		6								
	Informática	Programación	7,5								7,5	
Obligatorias	Geometría						6				6	126
	Análisis real y complejo				6	6	6				18	
	Ecuaciones diferenciales				6		6	6			18	
	Topología y geometría diferencial				6		6				12	
	Estructuras algebraicas					6		6			12	
	Probabilidad y estadística					6	6	6			18	
	Métodos numéricos					6					6	
	Matemática discreta e investigación operativa				6			6			12	
	Modelización y simulación					6		6			12	
	Física				6						6	
	Inglés								6		6	
Optativas	Ingeniería matemática								24	18		42
	Matemática de la complejidad y análisis de datos											
	Álgebra, geometría y topología y sus aplicaciones											
	Enseñanza de las matemáticas											
	Matemáticas fundamentales											
	Prácticas externas											
	Reconocimiento de créditos											
TGF	TFG									12	12	12
Totales por semestre			30	30	30	30	30	30	30	30		240

Tabla 5.1: Desglose del Plan de Estudios en módulos y materias y, en el caso de las materias básicas, también en asignaturas, así como su distribución por semestres, en los que se indican los créditos.

Tipo	Competencia	Materias
Generales	CG1	Modelización y simulación
	CG2	Análisis real y complejo
	CG3	Modelización y simulación
	CG4	Ecuaciones diferenciales
	CG5	Inglés
	CG6	Informática, métodos numéricos, probabilidad y estadística
	CG7	Probabilidad y estadística
	CG8	Matemática discreta e investigación operativa
Específicas	CE1	Todas excepto física, informática e inglés
	CE2	Todas excepto física, informática, inglés, modelización y simulación
	CE3	Todas excepto física, informática e inglés
	CE4	Todas excepto física, informática e inglés
	CE5	Física, modelización y simulación
	CE6	Todas excepto física, informática e inglés
	CE7	Probabilidad y estadística, métodos numéricos, matemática discreta e investigación operativa, modelización y simulación, matemática aplicada e industrial, matemática de los sistemas complejos y análisis de datos
	CE8	Informática, métodos numéricos, modelización y simulación
	CE9	TFG
	CE10	TFG

Tabla 5.2: Relación de materias que cubren cada competencia.

Su función es la coordinación vertical de las asignaturas, especialmente en sus contenidos. Las comisiones de materias son:

- Álgebra lineal y geometría: que incluye las asignaturas básicas de Álgebra lineal y Geometría I, así como la materia Geometría.
- Análisis real y complejo: que también incluye las asignaturas básicas de Cálculo en una variable y Cálculo en varias variables.
- Ecuaciones diferenciales
- Topología y geometría diferencial
- Estructuras algebraicas
- Probabilidad y estadística
- Métodos numéricos: que incluye las asignaturas básicas de Programación y Cálculo numérico I.
- Matemática discreta e investigación operativa: que incluye la asignatura básica de Fundamentos de Matemáticas.
- Modelización y simulación: que incluye la asignatura básica de Modelización y simulación I y se une a la materia de Física.

- Ingeniería matemática
- Matemática de la complejidad y análisis de datos
- Álgebra, geometría y topología y sus aplicaciones
- Matemáticas fundamentales

No está incluida en estas comisiones la materia de Inglés, que no tiene necesidad de coordinación con ninguna materia en particular sino de manera conjunta con todas.

Por último, la coordinación global del grado, en manos de la Comisión de Ordenación Académica, deberá trabajar en paralelo con la Unidad de Calidad mencionada en el capítulo 9 de esta memoria que, entre otras cosas, describe el sistema de coordinación de las enseñanzas.

5.3. Actividades formativas y sistemas de evaluación

Las actividades formativas son aquellas que el profesor propone a los alumnos y mediante las cuales estos adquieren los contenidos y las habilidades de cada asignatura, es decir, aprenden. Los sistemas de evaluación son las herramientas de que disponen los profesores para valorar el grado en que dicho aprendizaje se ha producido.

Para diseñar actividades formativas y para valorar el aprendizaje producido es necesario recordar que el aprendizaje tiene lugar en varios grados, que la conocida taxonomía de Bloom concreta en seis niveles. Brevemente, para posterior referencia, se describen a continuación estos seis niveles. Los tres primeros, considerados básicos, son:

a. **Nivel de memorización:** Consiste en la simple memorización de contenidos de una materia, por ejemplo el enunciado de un teorema o la secuencia de pasos de un algoritmo.

b. **Nivel de comprensión:** El siguiente paso tras la memorización es la comprensión de los conceptos involucrados, las relaciones entre ellos o el alcance de los resultados.

c. **Nivel de aplicación:** El aprendizaje llega al nivel de aplicación si permite utilizar un concepto o un procedimiento en ejercicios distintos, aunque similares, a los resueltos por el profesor.

Los tres últimos se consideran niveles elevados de aprendizaje:

d. **Nivel de análisis:** En este nivel los alumnos son capaces de estudiar un problema complejo de la materia y descomponerlo en partes más sencillas cuya solución es abordable. El paso del nivel de aplicación al de análisis se puede reflejar, por ejemplo, en el paso de la resolución de ejercicios al planteamiento y resolución de problemas.

e. **Nivel de síntesis:** Se alcanza el nivel de síntesis cuando se es capaz de realizar el proceso inverso al anterior, es decir, recomponer una imagen global de un problema a partir de piezas aparentemente inconexas.

f. **Nivel de evaluación:** El nivel más elevado permite la evaluación de trabajos sobre la materia con la capacidad de distinguir lo correcto de lo incorrecto y proponer alternativas a esto último.

Cada nivel se construye sobre el anterior, por lo cual el aprendizaje debe proceder ordenadamente y paso a paso. Los resultados de aprendizaje de cada materia (en las fichas de la sección 5.4) indican los niveles de aprendizaje esperados, los más altos en todas las materias, y serán más concretos cuando se detallen en las asignaturas.

Las actividades formativas propuestas a continuación, que también se concretarán en las asignaturas del plan de estudios, buscan lograr que los alumnos alcancen dichos niveles de aprendizaje en todas y cada una de las materias. Por su parte, los sistemas de evaluación deberán ser capaces de medir el nivel alcanzado.

5.3.1. Modalidad docente

Siguiendo las recomendaciones de la Comisión Asesora para la Reforma de Planes de Estudios de la UPM, en el marco del Sistema Europeo de Transferencia de Créditos (ECTS), consideraremos que un crédito equivale a 27 horas de trabajo del alumno.

La modalidad de este plan de estudios es presencial, y ello se traduce en que, de las 27 horas antedichas, la presencialidad de los alumnos se encontrará entre las 8 y las 12 horas por crédito, variando de unas asignaturas a otras en función del carácter más teórico o más práctico de las actividades formativas que integren cada una.

En las fichas de materias la presencialidad se repartirá, a modo orientativo, entre horas de clase teórica (es decir, en aula normal), horas de clase práctica (es decir, en laboratorio, como por ejemplo las aulas informáticas) y horas dedicadas a actividades de evaluación. Las horas no presenciales corresponden a las de trabajo autónomo del alumno.

A modo de ejemplo, en materias o asignaturas con poca carga práctica y con mucha carga práctica, el reparto de 12 horas presenciales de un crédito será aproximadamente el reflejado en la tabla 5.3.

Tipo materia	Horas por crédito				
	Clase	Prácticas	Evaluación	Trabajo autónomo	Total
Poca carga práctica	9	2	1	15	27
Mucha carga práctica	5	6	1	15	27

Tabla 5.3: Distribución orientativa de las horas por crédito de trabajo del alumno entre actividades presenciales (12 h) y no presenciales (15 h).

5.3.2. Actividades formativas y métodos docentes

Las actividades formativas y los métodos docentes deben ser variadas, no solo en el Plan de Estudios, sino dentro de cada materia, ya que ninguno por sí solo es suficiente para producir un aprendizaje de alto nivel debido a dos razones fundamentales. Por un lado, los diferentes niveles de aprendizaje necesitan de diferentes actividades formativas o métodos docentes para ser alcanzados. Por otro, distintos estudiantes tienen, a su vez, distintos estilos de aprendizaje, con lo cual la variedad de actividades ayuda a que todos los estudiantes puedan sacar un alto provecho de la actividad docente.

A pesar de la variedad de actividades contempladas, hay dos ideas que deben permear a todas ellas. Por un lado la orientación práctica, hacia la resolución de problemas tanto de las matemáticas como fuera de ellas, sacando partido para ello del bagaje de los

docentes de la Universidad Politécnica de Madrid. Por otro el uso del ordenador como herramienta de exploración, de búsqueda de soluciones, de cálculo y de presentación de resultados. A este respecto, en el ámbito matemático hay una buena colección de *software* libre que permite un uso continuado a lo largo de las materias rentabilizando así el aprendizaje de cada herramienta informática en particular.

Se considerarán, sin perjuicio de otras que se puedan proponer, las siguientes actividades formativas:

- **Lección magistral:** Presentación en el aula, por parte del profesor, de los conceptos fundamentales, desarrollo de los contenidos y resolución de ejercicios. Sirve para transmitir contenidos de la materia a grandes grupos de estudiantes pero, a cambio, la participación de los alumnos es escasa y por ello esta actividad apenas permite ir más allá de los niveles 1 y 2 del aprendizaje.

- **Clase de ejercicios:** Resolución o presentación de resultados, por parte de los alumnos, de ejercicios propuestos en la asignatura. El aprendizaje de las matemáticas pasa necesariamente por que cada estudiante se enfrente a los enunciados de ejercicios. La resolución de ejercicios puede tener lugar en clase, con la guía del profesor, pero también fuera de ella (en este caso se contabilizaría como estudio autónomo), individualmente o en grupos, y permite alcanzar el nivel 3 del aprendizaje. Si en lugar de ejercicios se proponen problemas o, más allá, proyectos (entendidos como problemas de cierta envergadura y extensión en el tiempo) entonces la actividad permite trabajar y alcanzar los niveles 4 y 5 de aprendizaje ya que un problema o un proyecto hay que desglosarlo en partes o en fases, y la respuesta final procede de la síntesis de varias aportaciones, especialmente si se ha resuelto en equipo.

  En la docencia de las matemáticas es habitual que la lección magistral y la clase de ejercicios se mezclen en una misma sesión, por lo cual en la distribución de horas en las fichas de materias se consignarán conjuntamente.

- **Clase práctica:** En este plan de estudios se refiere fundamentalmente a las clases con uso intensivo de ordenadores por parte de los alumnos para la resolución de ejercicios. Casi todas las materias presentan ejercicios que, por su tamaño, necesitan del uso de programas informáticos adecuados para manejar los datos, indagar, buscar y calcular soluciones o aplicar procedimientos. Estas clases se deben impartir en grupos reducidos de modo que el profesor pueda prestar suficiente atención a cada estudiante. Como en el caso anterior, permite alcanzar el nivel 3 de aprendizaje dentro de las competencias de uso de tecnología (CG5, CE7 y CE8).

  La clase práctica, a diferencia de las clases anteriores, requiere de recursos adicionales y un tamaño de grupo apropiado, por lo cual sí se separa de las clases magistrales o de ejercicios en las fichas de materias.

- **Actividad de evaluación (exámenes y otras pruebas):** Aunque su objetivo principal es obtener indicadores sobre el grado de aprendizaje de los estudiantes, toda actividad de evaluación es también formativa, especialmente si es seguida de una pronta retroalimentación y discusión. Más aún, algunas pruebas pueden someterse a la evaluación de los propios estudiantes, lo que permite asomarse al más alto nivel de aprendizaje de la materia.

- **Seminario o taller:** Modalidad de actividad formativa en la que se trata en profundidad, de manera breve pero intensa, algún tema relacionado con la materia, posiblemente fuera del horario habitual de clases regladas.

- **Estudio autónomo:** Estudio individual o en grupo de los contenidos de la materia, fuera del horario reglado de clases.

- **Tutoría académica:** Es una actividad formativa basada en una interacción personalizada de profesor y estudiante o grupo reducido de estudiantes, y que permite al profesor orientar a cada estudiante de manera ajustada a sus circunstancias.

  Debido a que la tutoría académica no tiene un horario fijo, sino que se establece en función de las necesidades de los estudiantes, las horas dedicadas se contabilizarán en las fichas de materias junto con el estudio autónomo. Estas dos últimas actividades formativas constituyen las actividades no presenciales, a diferencia de las anteriores, que son presenciales.

Las anteriores actividades formativas pueden desarrollarse con una variedad de métodos docentes, algunos de ellos con nombre propio. Ciertas materias se pueden beneficiar especialmente de alguno de estos métodos o de varios de ellos. Destacamos los siguientes aunque la lista no es, ni mucho menos, exhaustiva:

- **Clase magistral participativa:** hace alusión a la creación de grupos informales y efímeros de aprendizaje cooperativo para dar respuesta sobre la marcha a cuestiones planteadas *in situ* por el docente.

- **Aprendizaje por indagación:** se basa en la idea de adquirir conocimientos y destrezas a partir del planteamiento de preguntas y problemas. Este método, a la manera socrática, confronta al alumno con su propia ignorancia y le conmina a salir de ella a través de la indagación. Él construye el conocimiento y no se le da construido; se traspasa la responsabilidad de encontrar las fronteras de su conocimiento al alumno así como el compromiso de superarlas. De esta manera, el aprendizaje es más profundo e intenso.

- **Aprendizaje basado en problemas:** se trata de enfrentar a grupos de entre tres y cinco estudiantes con un conjunto de problemas sin que previamente tengan los conocimientos teóricos para resolverlos. Los grupos, orientados por el profesor, deben documentarse sobre los contenidos necesarios para abordar los problemas. Durante la realización de estas sesiones los estudiantes tendrán que entregar ejercicios resueltos individualmente así como ejercicios resueltos en grupo.

- **Aprendizaje basado en proyectos:** el profesor (o los propios estudiantes) propone la realización de un proyecto. El profesor, que inicialmente no explica, supervisa las reuniones de los estudiantes y monitoriza el avance de los equipos. Los estudiantes deben analizar el problema, proponer y aplicar una solución y evaluar dicha solución. El producto final suele ser un informe escrito y una presentación oral. Este método está especialmente bien adaptado para la materia de Modelización y simulación de este plan de estudios.

- **Aprendizaje cooperativo:** los estudiantes trabajan divididos en pequeños equipos en actividades de aprendizaje y son evaluados según la productividad del equipo.

Las metas de los miembros del grupo están compartidas y cada individuo alcanza su objetivo solo si también consiguen sus compañeros el suyo. El aprendizaje cooperativo se sustenta en cuatro principios: interdependencia positiva, exigibilidad individual, interacción cara a cara y uso adecuado de habilidades para trabajar en equipo. Es, por otro lado, una forma de abordar las competencias sobre el trabajo en equipo (CG1 y CG3).

- **Aula invertida:** método por el cual los alumnos llegan al aula habiendo preparado previamente por su cuenta un material de teoría proporcionado por el profesor, ya sea en forma de lecturas, vídeos u otro formato, y sobre el que se trabaja en clase directamente en el nivel de comprensión, de aplicación o superior.

- **Tutoría grupal:** es el proceso de seguimiento de un grupo de alumnos con la finalidad de abrir un espacio de comunicación, conversación y orientación grupal, donde los alumnos tengan la posibilidad de revisar y discutir junto con su tutor temas que sean de su interés, inquietud, preocupación, así como también para mejorar el rendimiento académico, desarrollar hábitos de estudio, reflexión y convivencia social.

5.3.3. Sistemas de evaluación

Se describe aquí un abanico de sistemas de evaluación contemplados en el Plan de Estudios, que luego serán referenciados en la ficha de cada materia o asignatura con su correspondiente peso.

Al igual que en el caso de las actividades formativas, las herramientas de evaluación deben ser variadas, tanto a lo largo del Plan de Estudios como dentro de cada materia. Y las razones son las mismas: una sola herramienta de evaluación no permite valorar todos los niveles de aprendizaje y no es igualmente adecuada para todos los estudiantes.

Algunos métodos de evaluación disponibles, sin perjuicio de otros que se puedan definir posteriormente en cada asignatura, son los siguientes:

- **Asistencia y participación en el aula:** Cuando el número de estudiantes en el aula es reducido estamos en condiciones de hacer un seguimiento personalizado de las actitudes y aptitudes de cada uno de ellos. Las nuevas metodologías docentes de aprendizaje activo implican una actitud activa del estudiante en el aula y su asistencia a todas las sesiones que se organicen en la misma. El profesor puede medir, por tanto, la implicación del estudiante en estas actividades y otorgarle una calificación por su participación en ellas.

- **Entregas evaluables:** Evaluación de actividades encargadas a los alumnos, ya sea para resolver en el aula o fuera de ella, individualmente o por equipos, con cierta frecuencia a lo largo del semestre. Dependiendo del tipo de actividad propuesta permite evaluar los niveles 2, 3 y, quizá, 4 o 5, de aprendizaje.

  Estos dos primeros puntos son la base del sistema de evaluación continua.

- **Exámenes de preguntas y cuestiones de teoría:** Ya sean de forma escrita o como test con respuestas múltiples son una herramienta que puede resultar útil para evaluar fácilmente los niveles 1 y 2 del aprendizaje.

- **Exámenes escritos de ejercicios:** Resolución de ejercicios de la materia u, ocasionalmente, de problemas y demostración de resultados. Por tanto permiten evaluar directamente el nivel 3 del aprendizaje y, quizá, los niveles 4 y 5.

  En las fichas de materias, los dos puntos anteriores se consignarán simplemente como exámenes.

- **Calificación de prácticas:** Permiten evaluar la aplicación de un procedimiento, con la guía del profesor, a ejercicios cuya resolución necesita el uso del ordenador. Por tanto aplica al nivel 3 de aprendizaje en este contexto.

- **Evaluación de proyectos individuales:** La evaluación de proyectos de más envergadura y carácter aplicado requiere de la publicación previa de los criterios, en forma de guía o de rúbrica de evaluación. Esto permite avanzar hasta los niveles 4 y 5 del aprendizaje y su evaluación. En función del número de entregas se puede crear un portafolio.

- **Evaluación de proyectos por equipos:** Similar al punto anterior, pero con el añadido de evaluar el desempeño del equipo. Se deben primar la responsabilidad individual y la interdependencia positiva.

- **Autoevaluación y evaluación por pares:** la autoevaluación de ejercicios o problemas o la evaluación por pares entre los propios estudiantes se puede aplicar a algunas actividades y ataca directamente el máximo nivel de aprendizaje.

5.4. Descripción detallada de las materias

En esta sección se presenta una ficha por cada materia del Plan de Estudios y, en el caso de las materias del módulo básico, por cada asignatura.

Merece la pena acotar los conceptos de competencias y resultados de aprendizaje que aparecen conectados en cada una de las fichas. La distinción de ambos conceptos no es sencilla, como se reconoce en el documento titulado Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados de aprendizaje, publicado por ANECA. En dicho documento se reconoce que, mientras que en general en el resto de Europa se consideran las competencias como parte de los resultados de aprendizaje, en España, tanto la tradición como la propia legislación, dan una preponderancia a las competencias (básicas, generales y específicas) en la elaboración de un plan de estudios. Esta agencia, por tanto, considera los resultados de aprendizaje como “concreciones de las competencias para un determinado nivel y como resultado global del proceso de enseñanza-aprendizaje”. Por ello en las siguientes fichas los resultados de aprendizaje se describen como la concreción de las competencias a la asignatura o materia en cuestión.

Cada ficha tiene el siguiente formato.

FICHA DE ASIGNATURA/MATERIA

Asignatura	denominación de la asignatura (solo para básicas)
Materia	denominación de la materia
Módulo	módulo al que pertenece la materia
Créditos	créditos ECTS de la asignatura o materia
Horas de trabajo	27 × créditos
Semestre	semestres en que se imparte
Competencias	referenciadas según la descripción de las secciones 3.2 y 3.3

Resultados de aprendizaje
Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de: Concreción de las competencias asociadas a la asignatura o materia en forma de resultados de aprendizaje.

Contenidos
Breves descriptores de los contenidos.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	estimación de horas de clase en aula normal
Clase práctica y seminarios o talleres	estimación de horas de clase en laboratorio o taller
Estudio autónomo y tutorías académicas	estimación de horas de trabajo del alumno fuera de clase
Actividades de evaluación	estimación de horas dedicadas a realizar pruebas de evaluación
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	intervalo aproximado de ponderación
Exámenes	intervalo aproximado de ponderación
Prácticas	intervalo aproximado de ponderación
Proyectos individuales o por equipos	intervalo aproximado de ponderación

No es necesario indicar en cada ficha la lengua de impartición ya que todo el Plan de Estudios se imparte en castellano, con la excepción obvia de la materia Inglés.

FICHA DE ASIGNATURA

Asignatura	Fundamentos de las matemáticas
Materia	Matemáticas
Módulo	Básicas
Créditos	7.5
Horas de trabajo	202.5
Semestre	1
Competencias	CE1, CE2, CE3, CE4, CE6

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Formalizar el lenguaje natural en el lenguaje de la lógica proposicional y de predicados, así como la semántica.
- Comprender la estructura interna de un razonamiento e identificar un razonamiento correcto y uno incorrecto.
- Escribir demostraciones con corrección lógica y con claridad y concisión.
- Identificar distintos tipos de demostraciones de resultados matemáticos.
- Separar una prueba de un teorema, propio de las asignaturas del primer semestre del Grado, en sus pasos elementales.
- Enumerar las propiedades que comparten y las que distinguen los conjuntos de números naturales, enteros, racionales, reales y complejos.
- Construir una clasificación a partir de una relación de equivalencia y viceversa, dada una clasificación encontrar la relación que la define.
- Identificar en los conjuntos numéricos distintos tipos de conjuntos ordenados y sus elementos característicos.
- Calcular uniones e intersecciones de familias finitas o infinitas de subconjuntos numéricos.
- Demostrar teoremas elementales fundamentales de las teorías de la divisibilidad en los enteros y en los enteros modulares.
- Aplicar las herramientas de combinatoria adecuadas para resolver problemas básicos de conteo.

Contenidos
◦ Lógica de proposiciones y predicados: formalización, sintaxis, semántica y estructuras deductivas. Demostración en matemáticas. Tipos de demostración; refutaciones y contraejemplos. Escritura de demostraciones. ◦ Teoría elemental de conjuntos (subconjuntos, potencia, unión, intersección, producto cartesiano). ◦ Relaciones: de equivalencia (conjunto cociente), de orden, diagramas de Hasse, retículos, álgebra de Boole. ◦ Funciones: imagen, preimagen, composición, funciones inyectivas (inclusión canónica), suprayectivas (proyección canónica), biyectivas, inversa, descomposición canónica. ◦ Construcción de conjuntos numéricos: naturales (Peano, inducción), enteros, racionales, reales, complejos. Numerabilidad de conjuntos. ◦ Aritmética de los enteros: división entera, mcd y mcm, ecuaciones diofánticas lineales, primos, teorema fundamental de la aritmética, fracciones simples. ◦ Aritmética modular: congruencias en $\mathbb{Z}$, aritmética en $\mathbb{Z}_n$, divisores de cero y elementos invertibles, teoremas de Euler, Fermat y Wilson, ecuaciones lineales en congruencias, teorema chino del residuo. ◦ Polinomios: división entera y divisibilidad, raíces, factorización en los reales y los complejos, fracciones simples. ◦ Introducción a la combinatoria: principios básicos de recuento (cajas, adición, multiplicación y complementario), listas y selecciones, algoritmos de enumeración, números combinatorios y multinómicos, principio de inclusión-exclusión, distribuciones de objetos en cajas distintas o iguales, particiones de conjuntos.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	67.5 h
Clase práctica y seminarios o talleres	15 h
Estudio autónomo y tutorías académicas	112.5 h
Actividades de evaluación	7.5 h
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 % – 30 %
Exámenes	0 % – 80 %
Prácticas	0 % – 30 %
Proyectos individuales o por equipos	0 % – 30 %

FICHA DE ASIGNATURA

Asignatura	Cálculo en una variable
Materia	Matemáticas
Módulo	Básicas
Créditos	7.5
Horas de trabajo	202.5
Semestre	1
Competencias	CE1, CE2, CE3, CE4, CE6

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Identificar las propiedades del conjunto de los números reales y su topología.
- Analizar las propiedades de una función continua en un dominio.
- Reconocer y manejar el concepto de límite. En particular, reconocer la derivada como tasa de variación y la integral de Riemann como límite de sumas.
- Determinar la convergencia de sucesiones, de series numéricas, de series de potencias y de integrales impropias.
- Relacionar las características gráficas de una función con sus propiedades y expresión analítica.
- Aproximar localmente funciones mediante el polinomio de Taylor y estimar el error cometido.
- Resolver problemas de optimización.
- Identificar, formular y probar resultados relativos al concepto de derivada e integral.
- Calcular derivadas e integrales y utilizarlas en problemas aplicados.

Contenidos

- Números reales. Sucesiones.
- Funciones de variable real. Límites y continuidad.
- Derivabilidad de funciones. Propiedades.
- Polinomio de Taylor. Estudio local de funciones.
- Integral de Riemann.
- Series numéricas. Series de potencias.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	67.5 h
Clase práctica y seminarios o talleres	15 h
Estudio autónomo y tutorías académicas	112.5 h
Actividades de evaluación	7.5 h
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 % – 30 %
Exámenes	0 % – 80 %
Prácticas	0 % – 30 %
Proyectos individuales o por equipos	0 % – 30 %

FICHA DE ASIGNATURA

Asignatura	Álgebra lineal
Materia	Matemáticas
Módulo	Básicas
Créditos	7.5
Horas de trabajo	202.5
Semestre	1
Competencias	CE1, CE2, CE3, CE4, CE5, CE6

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Clasificar un sistema de ecuaciones lineales por sus soluciones y, en su caso, resolverlo.
- Identificar las principales propiedades matriciales como consecuencia de su interpretación mediante el álgebra lineal.
- Conocer los principales resultados del álgebra lineal y sus demostraciones.
- Clasificar un endomorfismo de un espacio de dimensión pequeña.
- Aplicar la clasificación de endomorfismos al ámbito de la geometría o de los sistemas dinámicos discretos.

Contenidos

- Sistemas de ecuaciones lineales. Matrices.
- Espacios vectoriales. Espacio cociente.
- Aplicaciones lineales. Espacio dual.
- Clasificación de endomorfismos.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	67.5 h
Clase práctica y seminarios o talleres	15 h
Estudio autónomo y tutorías académicas	112.5 h
Actividades de evaluación	7.5 h
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 % – 30 %
Exámenes	0 % – 80 %
Prácticas	0 % – 30 %
Proyectos individuales o por equipos	0 % – 30 %

FICHA DE ASIGNATURA

Asignatura	Cálculo en varias variables
Materia	Matemáticas
Módulo	Básicas
Créditos	9
Horas de trabajo	243
Semestre	2
Competencias	CE1, CE2, CE3, CE4, CE6

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Reconocer los elementos básicos de la topología de $\mathbb{R}^n$ y de las funciones continuas.
- Interpretar y analizar las diferentes representaciones gráficas de funciones de varias variables.
- Interpretar la diferencial de una función como la aproximación lineal óptima en torno a un punto.
- Calcular y aplicar los diferentes operadores diferenciales de funciones de varias variables, así como interpretar su significado geométrico.
- Aproximar funciones de varias variables mediante polinomios de Taylor y estimar el error cometido.
- Enunciar, demostrar y aplicar los teoremas de la función inversa e implícita.
- Resolver problemas de optimización libres y condicionados.
- Calcular integrales múltiples y aplicarlas al cálculo de áreas, volúmenes, centros de gravedad y momentos de inercia.

Contenidos

- Topología de $\mathbb{R}^n$.
- Funciones de varias variables reales.
- Límites y continuidad.
- Diferenciabilidad de funciones. Propiedades.
- Función inversa. Función implícita.
- Polinomio de Taylor. Estudio local de funciones.
- Integral de Riemann en varias variables.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	81 h
Clase práctica y seminarios o talleres	18 h
Estudio autónomo y tutorías académicas	135 h
Actividades de evaluación	9 h
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 % – 30 %
Exámenes	0 % – 80 %
Prácticas	0 % – 30 %
Proyectos individuales o por equipos	0 % – 30 %

FICHA DE ASIGNATURA

Asignatura	Geometría I
Materia	Matemáticas
Módulo	Básicas
Créditos	7.5
Horas de trabajo	202.5
Semestre	2
Competencias	CE1, CE2, CE3, CE4, CE5, CE6

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Interpretar geométricamente el álgebra lineal.
- Identificar los conceptos de ángulo y distancia a partir de un producto escalar.
- Clasificar una aplicación ortogonal.
- Demostrar teoremas sencillos de geometría mediante las herramientas del álgebra lineal y las estructuras de espacio euclídeo y afín.
- Clasificar los movimientos rígidos del plano y el espacio utilizando las herramientas afines y euclídeas.
- Conectar las estructuras afín y euclídea con los grupos afín y ortogonal, respectivamente.

Contenidos

- Formas bilineales y cuadráticas.
- Productos escalares. Aplicaciones ortogonales. Descomposición en valores singulares. El grupo ortogonal.
- Espacio afín. Aplicaciones afines. El grupo afín.
- Razón simple.
- Espacio afín euclídeo. Isometrías y semejanzas. El grupo euclídeo y el grupo de semejanzas.
- Clasificación de los movimientos euclídeos en el plano y en el espacio.
- Introducción al álgebra multilineal

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	67.5 h
Clase práctica y seminarios o talleres	15 h
Estudio autónomo y tutorías académicas	112.5 h
Actividades de evaluación	7.5 h
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 % – 30 %
Exámenes	0 % – 80 %
Prácticas	0 % – 30 %
Proyectos individuales o por equipos	0 % – 30 %

FICHA DE ASIGNATURA

Asignatura	Cálculo numérico I
Materia	Matemáticas
Módulo	Básicas
Créditos	7.5
Horas de trabajo	202.5
Semestre	2
Competencias	CG6, CE1, CE2, CE3, CE4, CE6, CE7, CE8

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Describir y analizar distintos métodos numéricos asociados a los sistemas lineales y no lineales.
- Describir y analizar distintos métodos numéricos de interpolación, aproximación, integración y derivación de funciones.
- Implementar algoritmos básicos de cálculo numérico.
- Manejar bibliotecas específicas para el cálculo numérico.

Contenidos

- Introducción a los métodos numéricos: error, estabilidad y convergencia.
- Resolución de sistemas lineales de ecuaciones algebraicas. Métodos directos e iterativos.
- Cálculo de autovalores y autovectores de una matriz.
- Ecuaciones no lineales.
- Interpolación y aproximación de funciones.
- Integración y derivación numérica.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	37.5 h
Clase práctica y seminarios o talleres	45 h
Estudio autónomo y tutorías académicas	112.5 h
Actividades de evaluación	7.5 h
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 % – 30 %
Exámenes	0 % – 50 %
Prácticas	0 % – 50 %
Proyectos individuales o por equipos	0 % – 30 %

FICHA DE ASIGNATURA

Asignatura	Modelización y simulación I
Materia	Matemáticas
Módulo	Básicas
Créditos	6
Horas de trabajo	162
Semestre	2
Competencias	CG1, CE1, CE3, CE4, CE5, CE6, CE7, CE8

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Enumerar los elementos básicos de un modelo y las fases de su realización.
- Plantear, resolver e interpretar un modelo matemático de un problema aplicado sencillo.
- Reconocer los límites de aplicación de un modelo dado.
- Distinguir modelos lineales de no lineales y continuos de discretos.
- Analizar la sensibilidad del modelo sencillo respecto a un parámetro.
- Programar, realizar e interpretar simulaciones de modelos sencillos.

Contenidos

Esta asignatura (y la materia homónima en los semestres 4 y 6) busca aplicar diversas herramientas matemáticas estudiadas en otras materias para elaborar modelos de sistemas reales así como la simulación de estos modelos por técnicas diversas. Por tanto no aporta contenidos nuevos de matemáticas, sino que utiliza los ya vistos, especialmente de álgebra lineal, cálculo de una variable y programación para la modelización, simulación y resolución de algunos problemas aplicados. Los que siguen son algunos ejemplos de tales problemas:

- Distribución de temperaturas en un sólido en estado estacionario.
- Cifrado con códigos lineales.
- Algoritmo Page Rank de Google.
- Modelo de Leslie de crecimiento de poblaciones por edades.
- Dinámica del juego piedra-papel-tijera.
- Cálculo matricial de estructuras sencillas de construcción.
- Sistemas lineales de control.
- Compresión de datos/imágenes mediante descomposición de una matriz en valores singulares.
- Leyes de Snell de reflexión y refracción.
- Problemas de optimización geométrica.
- Integración con métodos de Monte Carlo.
- Juego del caos.
- Simulación del conjunto de Cantor o de conjuntos de Julia.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	12 h
Clase práctica y seminarios o talleres	54 h
Estudio autónomo y tutorías académicas	90 h
Actividades de evaluación	6 h
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 %–20 %
Exámenes	0 %–20 %
Prácticas	0 %–20 %
Proyectos individuales o por equipos	0 %–70 %

Esta asignatura se beneficiará especialmente de métodos docentes con una implicación muy activa de los estudiantes como el aprendizaje basado en problemas o, mejor aún, el aprendizaje basado en proyectos. Para su éxito es necesaria una buena coordinación horizontal con el resto de asignaturas tanto del primer semestre como del segundo para asegurar que las herramientas utilizadas en esta asignatura han sido vistas por los alumnos y que los problemas abordados no sean repetición de ejemplos ya estudiados.

FICHA DE ASIGNATURA

Asignatura	Programación
Materia	Informática
Módulo	Básicas
Créditos	7.5
Horas de trabajo	202.5
Semestre	1
Competencias	CG6, CE8

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Idear algoritmos eficientes para resolver problemas científico-técnicos de complejidad variada.
- Implementar códigos que hagan uso de la programación modular y las estructuras de datos adecuadas al problema.
- Utilizar de forma eficiente un entorno de desarrollo integrado.
- Dadas unas especificaciones, diseñar e implementar un programa acompañado de pruebas de validación y la documentación pertinente.

Contenidos

- Lenguajes compilados y lenguajes interpretados.
- Tipos de datos, aritmética exacta y finita, cálculo simbólico y numérico.
- Asignaciones y operaciones.
- Sentencias de control de ejecución.
- Operaciones de I/O.
- Programación modular.
- Tipos derivados. Programación orientada a objetos.
- Algoritmos básicos (búsqueda, ordenación, acumulación, etc.).
- Aplicaciones a distintos problemas clásicos de las matemáticas.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	37.5 h
Clase práctica y seminarios o talleres	45 h
Estudio autónomo y tutorías académicas	112.5 h
Actividades de evaluación	7.5 h
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 % – 30 %
Exámenes	0 % – 50 %
Prácticas	0 % – 50 %
Proyectos individuales o por equipos	0 % – 30 %

FICHA DE MATERIA

Materia	Geometría
Módulo	Obligatorias
Créditos	6
Horas de trabajo	162
Semestres	5
Competencias	CE1, CE2, CE3, CE4, CE5, CE6

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Describir los elementos y resultados de la geometría proyectiva.
- Utilizar argumentos de la geometría proyectiva para resolver problemas geométricos e identificar sus aplicaciones.
- Distinguir propiedades invariantes por los grupos asociados a las geometrías euclídea, afín y proyectiva.
- Clasificar proyectivamente las homografías de la recta y del plano.
- Clasificar las cónicas y cuádricas proyectiva, afín y métricamente.

Contenidos

- Espacio proyectivo. Modelos. Subespacios proyectivos. Dimensión e incidencia. Dualidad.
- Sistemas de referencia. Ecuaciones.
- Aplicaciones proyectivas: proyectividades y homografías. El grupo proyectivo.
- Programa Erlangen: relación entre geometrías afín, euclídea y proyectiva.
- Razón doble.
- Clasificación de homografías en la recta y en el plano proyectivo.
- Clasificación proyectiva, afín y métrica de cónicas y cuádricas.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	54 h
Clase práctica y seminarios o talleres	12 h
Estudio autónomo y tutorías académicas	90 h
Actividades de evaluación	6 h
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 % – 30 %
Exámenes	0 % – 80 %
Prácticas	0 % – 30 %
Proyectos individuales o por equipos	0 % – 30 %

FICHA DE MATERIA

Materia	Análisis real y complejo
Módulo	Obligatorias
Créditos	18
Horas de trabajo	486
Semestres	3, 4
Competencias	CG2, CE1, CE2, CE3, CE4, CE6

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Manejar las ecuaciones paramétricas de curvas y superficies y distinguir las integrales definidas sobre estos objetos de las integrales simples o dobles en $\mathbb{R}$ o $\mathbb{R}^2$.
- Deducir el comportamiento de un campo vectorial a partir de la expresión analítica del campo y de su divergencia y rotacional.
- Calcular los diferentes tipos de integrales que aparecen en la asignatura –de línea, superficie y volumen– y relacionarlas según indican los teoremas integrales.
- Identificar el papel que juegan los elementos topológicos en las propiedades de las funciones holomorfas y de los campos vectoriales, así como de sus integrales.
- Conectar el lenguaje de las formas diferenciales con los resultados clásicos del cálculo vectorial en $\mathbb{R}^2$ y $\mathbb{R}^3$ y utilizar las formas diferenciales para realizar cálculos en $\mathbb{R}^n$ con $n > 3$.
- Aplicar los conceptos y resultados matemáticos del análisis vectorial en la Física u otras disciplinas.
- Reconocer y manejar el concepto de integral de Lebesgue.
- Enunciar, demostrar y aplicar los teoremas de la convergencia monótona y dominada en la integración de Lebesgue.
- Identificar propiedades y características fundamentales de los espacios de Banach y Hilbert.
- Aplicar las desigualdades propias de los espacios L_p.
- Calcular los coeficientes de Fourier de una función periódica y relacionar el decaimiento de los coeficientes con la regularidad de la función.
- Calcular la transformada de Fourier de una función y relacionar su regularidad y decaimiento con el decaimiento y la regularidad de su transformada.
- Describir, probar y aplicar los resultados fundamentales acerca de las funciones holomorfas.
- Representar las funciones holomorfas como series de Taylor y Laurent y clasificar sus singularidades aisladas.
- Calcular integrales reales y complejas usando la teoría de Cauchy.
- Describir y construir aplicaciones conformes entre varias regiones planas.
- Determinar el dominio de una función holomorfa, así como sus ramas en el caso de ser multivaluada.

Contenidos
◦ Integración en curvas y superficies. ◦ Integrales de línea y de flujo. ◦ Teoremas integrales. ◦ Introducción a las formas diferenciales. ◦ Introducción a la teoría de la medida e integral de Lebesgue. ◦ Nociones de espacios de Banach y Hilbert. ◦ Series de Fourier. ◦ Transformada de Fourier. ◦ Funciones holomorfas. ◦ Teoría de Cauchy. ◦ Aplicaciones conformes. ◦ Continuación analítica.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	162 h
Clase práctica y seminarios o talleres	36 h
Estudio autónomo y tutorías académicas	270 h
Actividades de evaluación	18 h
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 % – 30 %
Exámenes	0 % – 80 %
Prácticas	0 % – 30 %
Proyectos individuales o por equipos	0 % – 30 %

FICHA DE MATERIA

Materia	Ecuaciones diferenciales
Módulo	Obligatorias
Créditos	18
Horas de trabajo	486
Semestres	3, 5, 6
Competencias	CG4, CE1, CE2, CE3, CE4, CE6

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Resolver ecuaciones diferenciales ordinarias con valores iniciales mediante distintos métodos.
- Discutir la existencia y unicidad de soluciones de una ecuación diferencial ordinaria con valores iniciales, o de una ecuación en derivadas parciales con valores iniciales o en la frontera.
- Analizar la dependencia continua de soluciones respecto a datos iniciales y parámetros.
- Resolver sistemas de ecuaciones diferenciales lineales de primer orden.
- Calcular los puntos de equilibrio de sistemas de ecuaciones diferenciales autónomos y determinar su estabilidad.
- Analizar sistemas no lineales mediante la linealización en torno a un punto de equilibrio.
- Dibujar e interpretar el diagrama de fases de un sistema autónomo de dos variables.
- Analizar la existencia de ciclos límite en sistemas autónomos.
- Resolver ecuaciones en derivadas parciales de primer orden por el método de las características.
- Clasificar las ecuaciones en derivadas parciales de orden dos.
- Resolver ecuaciones del calor, ecuaciones de ondas y ecuaciones de Laplace-Poisson.
- Discutir las propiedades analíticas de las soluciones de las ecuaciones en derivadas parciales: regularidad, principios del máximo y leyes de conservación.
- Construir modelos matemáticos mediante ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales.

Contenidos
◦ Ecuaciones diferenciales de primer orden. Métodos de resolución. ◦ Problemas de valor inicial. Existencia y unicidad de soluciones. ◦ Ecuaciones diferenciales lineales de orden superior. Métodos de resolución. ◦ Otros métodos de resolución: métodos aproximados y transformada de Laplace. ◦ Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales de primer orden. Métodos de resolución. ◦ Modelización matemática mediante ecuaciones diferenciales. ◦ Sistemas dinámicos. Introducción a la teoría cualitativa. ◦ Dependencia continua de parámetros y datos iniciales. ◦ Puntos de equilibrio de sistemas autónomos. Linealización en torno a los puntos de equilibrio. Estabilidad lineal y no lineal. ◦ Diagrama de fases. ◦ Existencia de ciclos límite. ◦ Ecuaciones en derivadas parciales de primer orden. Método de las características. Leyes de conservación y ecuaciones de Hamilton-Jacobi. ◦ Problema de Sturm-Liouville. ◦ Existencia de soluciones. Método de separación de variables. ◦ Ecuación de Laplace-Poisson, funciones armónicas, funciones de Green. Principios del máximo. Unicidad de soluciones. ◦ Ecuación del calor. Principios del máximo, métodos de energía. Unicidad de soluciones. ◦ Ecuación de ondas. Solución de D'Alembert, Principio de Duhamel, métodos de energía. Unicidad de soluciones.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	162 h
Clase práctica y seminarios o talleres	36 h
Estudio autónomo y tutorías académicas	270 h
Actividades de evaluación	18 h
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 % – 30 %
Exámenes	0 % – 80 %
Prácticas	0 % – 30 %
Proyectos individuales o por equipos	0 % – 30 %

FICHA DE MATERIA

Materia	Topología y geometría diferencial
Módulo	Obligatorias
Créditos	12
Horas de trabajo	324
Semestres	4, 5
Competencias	CE1, CE2, CE3, CE4, CE6

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Distinguir las nociones de espacios métrico y topológico.
- Construir espacios topológicos a partir de espacios dados.
- Manejar con soltura los conceptos de compacidad y conexión.
- Distinguir espacios topológicos a través de invariantes algebraicos.
- Aplicar los conceptos topológicos en el contexto de los espacios de funciones.
- Formular los aspectos básicos de la teoría de curvas y superficies en el contexto general de la geometría diferencial.
- Aplicar las herramientas del cálculo diferencial al estudio de la geometría de curvas y superficies en el espacio tridimensional.
- Manejar los invariantes locales de curvas y superficies.
- Distinguir entre nociones local y global, intrínseca y extrínseca.
- Utilizar los principales resultados de la teoría de curvas y superficies en contextos aplicados.

Contenidos

- Espacios métricos. Espacios topológicos.
- Compacidad. Conexión.
- Grupo fundamental y superficies topológicas.
- Topología de espacios de funciones.
- La variedad riemanniana euclídea. Conexión de Levi-Civita. Geodésicas.
- Subvariedades inmersas:curvas e hipersuperficies.
- Curvas en el espacio. Triedro de Frenet. Curvatura y torsión. Propiedades globales de curvas planas.
- Superficies en el espacio. Operador de Weingarten. Formas Fundamentales. Teorema egregio de Gauss.
- Aplicaciones: superficies regladas, desarrollables y minimales.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	108 h
Clase práctica y seminarios o talleres	24 h
Estudio autónomo y tutorías académicas	180 h
Actividades de evaluación	12 h
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 % – 30 %
Exámenes	0 % – 80 %
Prácticas	0 % – 30 %
Proyectos individuales o por equipos	0 % – 30 %

FICHA DE MATERIA

Materia	Estructuras algebraicas
Módulo	Obligatorias
Créditos	12
Horas de trabajo	324
Semestres	4, 6
Competencias	CE1, CE2, CE3, CE4, CE6

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Identificar estructuras algebraicas subyacentes a diversos conjuntos de números, polinomios, matrices y transformaciones, equipados con determinadas operaciones.
- Utilizar con soltura las propiedades de grupos, anillos y cuerpos.
- Interpretar el estudio de las formas canónicas de los endomorfismos lineales y las representaciones lineales de grupos en términos de módulos.
- Identificar propiedades invariantes por la acción de un grupo y calcular el grupo de automorfismos de una estructura como grupo de invariancia.
- Conectar el concepto de invariancia por un grupo con las geometrías clásicas.
- Interpretar las extensiones de cuerpos como espacios vectoriales.
- Aplicar la correspondencia de Galois para relacionar la estructura de un grupo finito con la del cuerpo donde viven las raíces de una ecuación algebraica.
- Analizar la resolubilidad o reducibilidad de ecuaciones polinómicas utilizando la teoría de Galois.
- Aplicar la teoría de grupos, anillos y cuerpos para resolver problemas prácticos de áreas como la criptografía y la teoría de códigos.
- Utilizar herramientas computacionales en problemas sobre estructuras algebraicas, como el cálculo efectivo de soluciones explícitas y grupos de Galois de ecuaciones polinómicas.

Contenidos
◦ Grupos y subgrupos. Anillos e ideales. Módulos. Morfismos. ◦ Grupos abelianos finitamente generados. Grupos de Sylow. ◦ Acción de un grupo sobre un conjunto. Representaciones de grupos como módulos. ◦ Cuerpos y espacios vectoriales. Extensiones de cuerpos. ◦ Dominios de factorización única. Anillos de polinomios. Resultados sobre factorización. Cierre algebraico de un cuerpo. ◦ Resolución efectiva de ecuaciones polinómicas. Cuerpo de descomposición de un polinomio. Extensiones normales en característica cero. Elemento primitivo y resolvente de Galois. ◦ Grupo de Galois. Correspondencia de Galois. Extensiones separables. Constructibilidad con regla y compás. ◦ Aplicaciones a las tecnologías de la información y comunicaciones.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	108 h
Clase práctica y seminarios o talleres	24 h
Estudio autónomo y tutorías académicas	180 h
Actividades de evaluación	12 h
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 % – 30 %
Exámenes	0 % – 80 %
Prácticas	0 % – 30 %
Proyectos individuales o por equipos	0 % – 30 %

FICHA DE MATERIA

Materia	Probabilidad y estadística
Módulo	Obligatorias
Créditos	18
Horas de trabajo	486
Semestres	5, 6
Competencias	CG6, CG7, CE1, CE2, CE3, CE4, CE6, CE7

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Asociar y aplicar el modelo probabilístico adecuado al problema propuesto.
- Analizar e interpretar estadísticamente el conjunto de datos proveniente de un muestreo aleatorio.
- Analizar e interpretar las posibles relaciones estadísticas entre varias variables.
- Aplicar las técnicas básicas del análisis de datos multivariante.
- Utilizar software específico de análisis estadístico.

Contenidos

- Probabilidad.
- Variable aleatoria (unidimensional y n-dimensional).
- Modelos de probabilidad discretos y continuos.
- Convergencia de variables aleatorias. Teorema central del límite.
- Muestreo. Estimadores. Suficiciencia e información
- Estimación puntual y por intervalo.
- Contraste de hipótesis (paramétrico y no paramétrico).
- Introducción a la estadística bayesiana.
- Análisis de regresión simple y múltiple.
- Análisis de datos multivariante. Distribuciones multivariantes.
- Técnicas de reducción de la dimensión.
- Métodos de clasificación.
- Métodos de dependencia entre variables.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	90 h
Clase práctica y seminarios o talleres	108 h
Estudio autónomo y tutorías académicas	270 h
Actividades de evaluación	18 h
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 % – 30 %
Exámenes	0 % – 50 %
Prácticas	0 % – 50 %
Proyectos individuales o por equipos	0 % – 30 %

La materia se desarrolla inicialmente con contenidos de probabilidad, para centrarse después en las herramientas estadísticas; en este momento pasa a tener una mayor carga práctica en la docencia y la evaluación.

FICHA DE MATERIA

Materia	Métodos numéricos
Módulo	Obligatorias
Créditos	6
Horas de trabajo	162
Semestres	4
Competencias	CG6, CE1, CE2, CE3, CE4, CE6, CE7, CE8

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Describir los métodos numéricos asociados a la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDOs).
- Implementar métodos numéricos sencillos de resolución de EDOs y ecuaciones en derivadas parciales (EDPs).
- Analizar la convergencia y estabilidad de los métodos numéricos asociados a la resolución de EDOs.
- Manejar bibliotecas específicas para la resolución numérica de EDOs y EDPs.

Contenidos

- Métodos numéricos para ecuaciones diferenciales ordinarias. Problema de condiciones iniciales y de condiciones de contorno.
- Esquemas explícitos e implícitos. Esquemas unipaso multietapa. Esquemas multipaso.
- Análisis de convergencia y estabilidad de los esquemas numéricos.
- Métodos numéricos para ecuaciones en derivadas parciales (EDPs). Problema de contorno y de condiciones iniciales.
- Diferencias finitas en problemas de EDPs lineales clásicos.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	30 h
Clase práctica y seminarios o talleres	36 h
Estudio autónomo y tutorías académicas	90 h
Actividades de evaluación	6 h
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 % – 30 %
Exámenes	0 % – 50 %
Prácticas	0 % – 50 %
Proyectos individuales o por equipos	0 % – 30 %

FICHA DE MATERIA

Materia	Matemática discreta e investigación operativa
Módulo	Obligatorias
Créditos	12
Horas de trabajo	324
Semestres	3, 6
Competencias	CE1, CE2, CE3, CE4, CE6, CE7

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Analizar la complejidad de algoritmos básicos.
- Modelizar y resolver problemas con ecuaciones recurrentes lineales sencillas.
- Aplicar las técnicas de las funciones generatrices en la resolución de ecuaciones recurrentes, cálculo se sumas y demostración de igualdades.
- Conocer los conceptos, técnicas y algoritmos básicos de la teoría de grafos.
- Aplicar diferentes métodos de demostración y análisis en resultados de la Teoría de Grafos.
- Modelizar matemáticamente problemas reales a través del lenguaje de los grafos y aplicar las técnicas para resolverlos.
- Utilizar software matemático para la resolución de problemas de grafos.
- Plantear problemas de optimización con todos los elementos de un programa matemático.
- Enunciar el problema dual de un problema de optimización dado, relacionar las soluciones de ambos e interpretar esta relación en su contexto.
- Resolver problemas de optimización lineal, lineal entera y lineal binaria, tanto a mano como con el software adecuado.
- Realizar el análisis de sensibilidad de una solución a un problema de optimización lineal y su interpretación en el contexto del problema.
- Elegir el modelo de teoría de colas adecuado a un problema real de líneas de espera e identificar sus parámetros con los datos del problema.

Contenidos
◦ Complejidad de algoritmos. Notación de Knuth. Análisis de la complejidad de algoritmos básicos. Clases P y NP de problemas. ◦ Relaciones de recurrencia lineales y no lineales. Funciones generatrices. Aplicación al análisis de la complejidad de algoritmos. ◦ Teoría y algoritmos de Grafos y Digrafos. Nociones generales, representación y grados. Isomorfismo de grafos. Conexión. Árboles, búsquedas, distancias y caminos mínimos y optimización. Conectividad. Flujos en redes. Emparejamientos. Grafos eulerianos y hamiltonianos. Planaridad y coloración de grafos. ◦ Modelos básicos de optimización lineal. Convexidad lineal. Teorema fundamental de la optimización lineal. ◦ Algoritmos para problemas lineales. Algoritmo símplex. Algoritmos heurísticos. ◦ Dualidad. Análisis de sensibilidad. ◦ Programación lineal entera y programación lineal binaria. Algoritmos de ramificación y cota y de planos de corte. ◦ Cadenas de Markov. Clasificación. Convergencia de cadenas de Markov y estados estacionarios. Procesos de nacimiento-muerte. ◦ Modelos de teoría de colas. Elementos de una red de colas. Clasificación de colas. Modelos $M/M/1$ y $M/M/k$, Otros modelos más generales. Crítica de los modelos.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	108 h
Clase práctica y seminarios o talleres	24 h
Estudio autónomo y tutorías académicas	180 h
Actividades de evaluación	12 h
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 % – 30 %
Exámenes	0 % – 80 %
Prácticas	0 % – 30 %
Proyectos individuales o por equipos	0 % – 30 %

FICHA DE MATERIA

Materia	Modelización y simulación
Módulo	Obligatorias
Créditos	12
Horas de trabajo	324
Semestres	4, 6
Competencias	CG1, CG3, CE1, CE3, CE4, CE5, CE6, CE7, CE8

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Conocer y seleccionar adecuadamente las herramientas matemáticas necesarias para formular, analizar y simular modelos matemáticos.
- Plantear, resolver e interpretar modelos matemáticos de problemas aplicados.
- Distinguir y separar entre modelos lineales o no lineales, con variables continuas o discretas, deterministas o estocásticas. Enunciar y distinguir las variables que se van a modelizar.
- Reconocer las hipótesis planteadas y los límites de aplicación de los modelos utilizados.
- Simplificar modelos matemáticos mediante análisis dimensional para reducir su complejidad.
- Analizar la sensibilidad de los modelos utilizados respecto a sus parámetros.
- Calibrar los modelos mediante datos observacionales y validarlos contra datos observacionales independientes o mediante simplificaciones de los modelos resolubles de forma exacta.
- Programar, realizar e interpretar simulaciones de los modelos utilizados.
- Conocer y manejar las herramientas de visualización de resultados que más se adapten a cada situación.
- Comunicar oralmente y por escrito el alcance, las limitaciones y las conclusiones científicas de los modelos, tanto en ámbitos técnicos como más abiertos, favoreciendo la difusión a la sociedad y la transferencia de conocimiento.

Contenidos

Esta materia es continuación de la asignatura básica homónima y tiene por objeto aplicar diversas herramientas matemáticas estudiadas en otras materias a una variedad de modelos de sistemas reales, así como simular estos sistemas mediante distintas técnicas. En el semestre 4 se incorporan como herramientas las ecuaciones diferenciales ordinarias, la matemática discreta y conceptos de física. En el semestre 6 se abre el paso a modelos con ecuaciones en derivadas parciales, estructuras algebraicas, elementos de geometría diferencial y elementos de probabilidad y estadística.
Se estudiarán modelos de los siguientes tipos:

- Modelos discretos.
- Modelos continuos, basados tanto en EDO como en EDP.
- Modelos estadísticos.
- Modelos probabilistas.
- Modelos espectrales.

Cada tipo de modelo será ilustrado con aplicaciones concretas como, por ejemplo: diseño geométrico industrial, modelos de crecimiento en biología, modelos en economía, tratamiento de imágenes...
Algunas aplicaciones concretas podrían ser:

- Modelos geométricos: Diseño geométrico industrial con curvas y superficies de Bézier, spline y NURBS (a nivel básico). Visión por ordenador. Aplicación de curvas en biomedicina.
- Modelos en física y química: Péndulo, circuitos eléctricos RLC. Simulación de reacciones químicas mediante el algoritmo de Gillespie. Ecuaciones con solitones. Modelización del cuerpo rígido en grupos de Lie. Problemas de control.
- Modelos en biología: Modelos poblacionales con explotación no lineal. Modelo Lotka-Volterra. Oscilaciones en dinámica de poblaciones. Genética de poblaciones. Modelos de formación de patrones en sistemas biológicos. Dispersión en sistemas biológicos. Modelos basados en agentes. Redes complejas. Modelos de impulsos neuronales.
- Modelos en ingeniería: La curva catenaria. Cables de sustentación de puentes colgantes. Tratamiento de imágenes. Criptografía. Aplicaciones en robótica.
- Modelos en mecánica de medios continuos: Principios de conservación. Elasticidad lineal. Deformaciones y esfuerzos. Fluido ideal, ecuación de Euler. Fluido newtoniano. Aplicaciones de las funciones armónicas. Flujo potencial. Ecuaciones de Navier-Stokes.
- Modelos en ciencias sociales: Dinámica de opiniones. Modelos financieros.
- Modelos probabilistas: Muestreo de una variable aleatoria con función de densidad dada. Problema de inventarios. Simulación de modelos de probabilidad. Vuelo de un grupo de drones mediante un sistema multiagente. Caminos aleatorios. Cadenas de Markov. Procesos de nacimiento-muerte. Modelos de Markov ocultos. Redes neuronales.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	24 h
Clase práctica y seminarios o talleres	108 h
Estudio autónomo y tutorías académicas	180 h
Actividades de evaluación	12 h
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 %–20 %
Exámenes	0 %–20 %
Prácticas	0 %–20 %
Proyectos individuales o por equipos	0 %–70 %

Esta materia se beneficiará especialmente de métodos docentes con unan implicación muy activa de los estudiantes como el aprendizaje basado en problemas o, mejor aún, el aprendizaje basado en proyectos.

FICHA DE MATERIA

Materia	Física
Módulo	Obligatorias
Créditos	6
Horas de trabajo	162
Semestres	3
Competencias	CE5

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Identificar, en sistemas mecánicos, las magnitudes que permiten determinar su estado y estudiar su evolución según los principios de la dinámica newtoniana.
- Calcular las magnitudes trabajo y energía y aplicar los principios de conservación.
- Describir la Teoría de la Gravitación Universal de Newton y la ley de Coulomb.
- Plantear y resolver problemas básicos del movimiento de un sistema de partículas o cargas sometidas a fuerzas conocidas, con énfasis en los campos de fuerza gravitatorios, eléctrico y magnético.
- Calcular la trayectoria de una partícula sometida a un potencial central.
- Describir el movimiento de un sólido rígido.
- Discernir las propiedades que diferencian el movimiento de partículas del movimiento ondulatorio así como las propiedades que comparten.
- Identificar y analizar los procesos de interferencia y las ondas estacionarias.

Contenidos

- Mecánica newtoniana.
- Campos de fuerza conservativos.
- Teoría del potencial.
- Sistemas de partículas. Problema de dos cuerpos.
- Movimiento de un sólido rígido.
- Movimientos oscilatorios.
- Fenómenos ondulatorios. Interferencia, difracción y ecuación de ondas.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	54 h
Clase práctica y seminarios o talleres	12 h
Estudio autónomo y tutorías académicas	90 h
Actividades de evaluación	6 h
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 % – 30 %
Exámenes	0 % – 80 %
Prácticas	0 % – 30 %
Proyectos individuales o por equipos	0 % – 30 %

FICHA DE MATERIA

Materia	Inglés
Módulo	Obligatorias
Créditos	6
Horas de trabajo	162
Semestres	7
Competencias	CG4

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Exponer temas académicos y profesionales de forma clara, precisa y coherente, en grupo o de forma individual, teniendo en cuenta el tipo de audiencia.
- Recopilar y sintetizar información de fuentes bibliográficas y redactar distintos tipos de textos según las convenciones propias de cada tipo textual.

Contenidos

- Caracterísiticas de la comunicación escrita en un entorno profesional y académico.
- Caracterísiticas de la comunicación oral en un entorno profesional y académico.
- Presentaciones orales efectivas.
- Preparación de propuestas de investigación.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	54 h
Clase práctica y seminarios o talleres	12 h
Estudio autónomo y tutorías académicas	90 h
Actividades de evaluación	6 h
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 % – 30 %
Exámenes	0 % – 80 %
Prácticas	0 % – 30 %
Proyectos individuales o por equipos	0 % – 30 %

FICHA DE MATERIA

Materia	Ingeniería matemática
Módulo	Optativas
Créditos	No tiene créditos especificados por ser optativa.
Horas de trabajo	No tiene horas de trabajo especificadas por ser optativa
Semestres	7, 8
Competencias	CE1, CE2, CE3, CE4, CE6, CE7

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Resolver problemas elípticos, parabólicos e hiperbólicos de segundo orden con aplicación de los métodos de elementos y volúmenes finitos.
- Aplicar el método de volúmenes finitos a leyes de conservación lineales.
- Comprender y manejar la estructura de espacio normado.
- Conocer y manejar los espacios clásicos de sucesiones y funciones.
- Aplicar los resultados teóricos del análisis funcional a la resolución de problemas provenientes de la matemática física.
- Identificar y plantear problemas variacionales a través de ejemplos.
- Probar la existencia y unicidad de problemas variacionales.
- Plantear las condiciones de optimalidad.
- Conocer los principios fundamentales de los procesos estocásticos.
- Aplicar las cadenas de Markov.
- Aplicar el cálculo de Ito.
- Analizar las propiedades y resolver ecuaciones y sistemas de ecuaciones en diferencias.
- Aplicar teoría de distribuciones a problemas de ecuaciones en derivadas parciales.
- Aplicar la teoría espectral al tratamiento de las ecuaciones en derivadas parciales.
- Aplicar el análisis espectral al tratamiento de señales e imágenes y al análisis de series temporales.

Contenidos
◦ Ecuaciones en derivadas parciales avanzadas. ◦ Método de elementos finitos. ◦ Método de volúmenes finitos. ◦ Análisis funcional. ◦ Cálculo de variaciones y control. ◦ Procesos y ecuaciones diferenciales estocásticos. ◦ Ecuaciones en diferencias y teoría de aproximación. ◦ Teoría de distribuciones. ◦ Teoría espectral y ecuaciones en derivadas parciales. ◦ Análisis espectral y aplicaciones.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	15 % – 25 %
Clase práctica y seminarios o talleres	20 % – 30 %
Estudio autónomo y tutorías académicas	55 % – 65 %
Actividades de evaluación	3 % – 10 %
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 % – 30 %
Exámenes	0 % – 50 %
Prácticas	0 % – 50 %
Proyectos individuales o por equipos	0 % – 30 %

FICHA DE MATERIA

Materia	Matemática de la complejidad y análisis de datos
Módulo	Optativas
Créditos	No tiene créditos especificados por ser optativa.
Horas de trabajo	No tiene horas de trabajo especificadas por ser optativa
Semestres	7, 8
Competencias	CE1, CE2, CE3, CE4, CE6, CE7

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Identificar y resolver problemas aplicados relacionados con la dinámica no lineal, la teoría de procesos estocásticos, los fenómenos emergentes, la geometría fractal, el análisis de datos, la teoría de la información y la computación.
- Diseñar modelos matemáticos sencillos mediante mecanismos de simulación para aplicarlos a contextos concretos y aplicados en matemáticas o en otras disciplinas.
- Predecir el comportamiento dinámico y, en su caso, caótico, de modelos no lineales.
- Formular modelos estocásticos aplicados a la dinámica de las poblaciones naturales, a interacciones químico-físicas, y a contextos socio-económicos.
- Analizar el comportamiento emergente de modelos matemáticos simples así como sus propiedades estadísticas globales.
- Inferir información relevante a partir de conjuntos de datos reales mediante técnicas avanzadas de análisis multivariante, reconocimiento de patrones, y aprendizaje automático.
- Determinar las propiedades geométricas de conjuntos sintéticos y reales caracterizados por tener estructura fractal.
- Analizar y computar el contenido de información de sistemas complejos.
- Interpretar una serie temporal e inferir su comportamiento futuro.

Contenidos
◦ Dinámica no lineal y procesos estocásticos: estabilidad, teoría de bifurcaciones, caos y atractores extraños, procesos estocásticos de nacimiento-muerte, procesos de ramificación, modelos de Markov ocultos. ◦ Técnicas complejas de análisis de datos: introducción a la inteligencia artificial, reconocimiento de patrones, técnicas de aprendizaje automático, redes neuronales artificiales, análisis y visualización de grandes volúmenes de datos. ◦ Mecánica estadística/fenómenos emergentes: sistemas con gran número de agentes, percolación, transiciones de fase, sistemas desordenados, introducción a la teoría de matrices aleatorias. ◦ Geometría fractal: medidas invariantes de conjuntos de puntos, dimensiones fractales, geometría autosemejante. ◦ Modelización de sistemas complejos (*practicum*): redes complejas, autómatas celulares, teoría de juegos, teoría de la información, cálculo fraccionario, aplicaciones biológicas, sociales, etc. ◦ Análisis de series temporales.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	15 % – 25 %
Clase práctica y seminarios o talleres	20 % – 30 %
Estudio autónomo y tutorías académicas	55 % – 65 %
Actividades de evaluación	3 % – 10 %
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 % – 30 %
Exámenes	0 % – 50 %
Prácticas	0 % – 50 %
Proyectos individuales o por equipos	0 % – 30 %

FICHA DE MATERIA

Materia	Álgebra, geometría y topología y sus aplicaciones
Módulo	Optativas
Créditos	No tiene créditos especificados por ser optativa.
Horas de trabajo	No tiene horas de trabajo especificadas por ser optativa
Semestres	7, 8
Competencias	CE1, CE2, CE3, CE4, CE6, CE7

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Representar curvas y superficies NURBS avanzadas y aplicarlas a problemas ingenieriles y arquitectónicos.
- Resolver simbólicamente sistemas de ecuaciones polinómicas en varias variables mediante bases de Gröbner y resultantes.
- Aplicar los conceptos geométricos a la elaboración y validación de algoritmos que resuelvan problemas geométricos, eligiendo correctamente la estructura de los datos adaptada al carácter geométrico del problema para optimizar el algoritmo que lo resuelve.
- Estimar la complejidad de algunos algoritmos clásicos en geometría.
- Describir los principales sistemas de encriptación basados en álgebra y geometría.
- Describir la mecánica lagrangiana y hamiltoniana geométricamente.
- Relacionar la mecánica cuántica con el análisis funcional.
- Obtener las ecuaciones del movimiento de sistemas mecánicos con ligaduras.
- Identificar constantes de movimiento de sistemas mecánicos.
- Describir principios variacionales de la mecánica.
- Introducir la teoría de control geométrico.
- Aplicar la geometría y el análisis a las teorías físicas del siglo XX (mecánica cuántica y relatividad general).
- Usar teoría de números y curvas algebraicas para definir códigos detectores y correctores de errores.
- Conocer y aplicar los sistemas CAS a problemas en matemáticas.

Contenidos
◦ Diseño geométrico. ◦ Álgebra conmutativa computacional. ◦ Geometría computacional. ◦ Criptografía. ◦ Mecánica analítica. ◦ Mecánica geométrica. ◦ Relatividad general. ◦ Mecánica cuántica. ◦ Álgebra y teoría de números. ◦ Sistemas CAS.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	15 % – 25 %
Clase práctica y seminarios o talleres	20 % – 30 %
Estudio autónomo y tutorías académicas	55 % – 65 %
Actividades de evaluación	3 % – 10 %
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 % – 30 %
Exámenes	0 % – 50 %
Prácticas	0 % – 50 %
Proyectos individuales o por equipos	0 % – 30 %

FICHA DE MATERIA

Materia	Enseñanza de las matemáticas
Módulo	Optativas
Créditos	No tiene créditos especificados por ser optativa.
Horas de trabajo	No tiene horas de trabajo especificadas por ser optativa
Semestres	7, 8
Competencias	CE1, CE2, CE3, CE4, CE6, CE7

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Distinguir el aprendizaje significativo y describir metodologías de enseñanza de las matemáticas que lo producen.
- Conocer la evolución y el desarrollo de las matemáticas desde la antigüedad hasta la actualidad.
- Conocer la fundamentación de las matemáticas y los problemas filosóficos asociados a las matemáticas.
- Emplear la matemática recreativa para la resolución de problemas.
- Usar la papiroflexia, el origami, las construcciones arquitectónicas y elementos de la geometría manipulativa como herramientas para la geometría.
- Usar la tecnología a través de aplicaciones como GeoGebra, las placas de Arduino, la impresión 3D y la robótica para la enseñanza de las matemáticas.
- Usar los juegos, los talleres lúdicos y la gamificación para la enseñanza en matemáticas.
- Demostrar propiedades de figuras en los contextos de las geometrías euclídea, hiperbólica y esférica.
- Manejar conceptos como cantidad, forma, cambio, patrones, dimensión e incertidumbre.
- Argumentar la necesidad de la divulgación de la ciencia como parte de la cultura y desarrollar la comunicación oral y las técnicas comunicativas.

Contenidos
◦ Educación matemática. ◦ Historia de las matemáticas. ◦ Filosofía de las matemáticas. ◦ Matemática recreativa. ◦ Geometría manipulativa. ◦ Recursos tecnológicos para la enseñanza de las matemáticas. ◦ Gamificación en matemáticas. ◦ Geometría elemental. ◦ Razonamiento matemático. ◦ Aprendizaje significativo en matemáticas. ◦ Comunicación y divulgación de la ciencia.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	15 % – 25 %
Clase práctica y seminarios o talleres	20 % – 30 %
Estudio autónomo y tutorías académicas	55 % – 65 %
Actividades de evaluación	3 % – 10 %
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 % – 30 %
Exámenes	0 % – 50 %
Prácticas	0 % – 50 %
Proyectos individuales o por equipos	0 % – 30 %

FICHA DE MATERIA

Materia	Matemáticas fundamentales
Módulo	Optativas
Créditos	No tiene créditos especificados por ser optativa.
Horas de trabajo	No tiene horas de trabajo especificadas por ser optativa
Semestres	7, 8
Competencias	CE1, CE2, CE3, CE4, CE6, CE7

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Determinar las propiedades generales (convergencia, factorización y crecimiento) de una función holomorfa.
- Indicar las correspondencias en la cadena de generalización: curva, superficie, variedades abstractas; tanto con como sin estructura métrica en la variedad.
- Conocer los resultados básicos de la topología diferencial.
- Conocer los resultados básicos de la topología algebraica y aplicarla al análisis de datos.
- Manejar curvas algebraicas proyectivas.
- Usar curvas algebraicas para definir códigos detectores y correctores de errores.
- Señalar la conexiones entre geometría y análisis en espacios métricos.
- Señalar la conexiones entre topología, geometría y teoría de funciones en una superficie.

Contenidos

- Análisis complejo.
- Geometría diferencial y riemanniana.
- Topología diferencial.
- Topología algebraica.
- Curvas algebraicas.
- Geometría métrica.
- Superficies de Riemann.
- Álgebra conmutativa.

Actividades formativas	
Lección magistral o clase de ejercicios	15 % – 25 %
Clase práctica y seminarios o talleres	20 % – 30 %
Estudio autónomo y tutorías académicas	55 % – 65 %
Actividades de evaluación	3 % – 10 %
Sistemas de evaluación	
Participación y entregas evaluables	0 % – 30 %
Exámenes	0 % – 50 %
Prácticas	0 % – 50 %
Proyectos individuales o por equipos	0 % – 30 %

FICHA DE MATERIA

Materia	Prácticas académicas externas
Módulo	Optativas
Créditos	No tiene créditos especificados por ser optativa.
Horas de trabajo	No tiene horas de trabajo especificadas por ser optativa
Semestres	7, 8
Competencias	CG1, CG2, CG4, CG6, CG7, CG8, CE1, CE3, CE4, CE5, CE6, CE7,CE8, CE9

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Aplicar los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridos durante el proceso formativo en el desarrollo de una actividad de naturaleza similar a la que tendrá que realizar en su vida profesional en el ámbito de una empresa, entidad u organismo relacionado con las matemáticas.

Contenidos

Desarrollo de una actividad de naturaleza similar a la que tendrá que realizar en su vida profesional en el ámbito de una empresa, entidad u organismo relacionados con las matemáticas.

Actividades formativas	
Trabajos individuales	95 %
Tutorías académicas	5 %
Sistemas de evaluación	
Evaluación de trabajos individuales	100 %

La carga docente correspondiente a las prácticas externas será como máximo de 12 ECTS y se incluirá como materia optativa. El Grado se sustenta en 5 Departamentos que operan en 13 Escuelas de la UPM. Cada una de estas Escuelas tiene una base de datos de empresas colaboradoras de prácticas externas a la que podrán acceder los alumnos del Grado, lo que garantiza una oferta suficiente para atender todas las solicitudes que se produzcan, hecho este de gran relevancia dada la clara contribución de esta materia a la mejora del perfil competencial de los egresados, al incremento de la tasa de empleabilidad, especialmente si se ubican en el último semestre del plan de estudios, o a facilitar la acreditación de títulos UPM respecto a otros de prestigio en la UE y en el mundo. No obstante, esta materia se ha incorporado al módulo de optatividad para ofrecer a los estudiantes la posibilidad de orientarse hace una formación de carácter más fundamental o teórico.

El Consejo de Gobierno de la UPM aprobó el 28 de febrero de 2013 la normativa que regula estas prácticas académicas externas y que se encuentra disponible en:
www.upm.es/UPM/NormativaLegislacion/LegislacionNormativa/NormativaAlumnos

Todo el proceso de gestión de las prácticas externas se tramita y puede ser seguido a través del portal del Centro de Orientación e Información de Empleo de la UPM (COIE).

FICHA DE MATERIA

Materia	Actividades universitarias acreditables
Módulo	Optativas
Créditos	No tiene créditos especificados por ser optativa.
Horas de trabajo	No tiene horas de trabajo especificadas por ser optativa
Semestres	7, 8
Competencias	CG1, CG2, CG3, CG4, CG8

Resultados de aprendizaje
Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de: Realizar acciones propias de las actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación.

Contenidos
Participación en actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación.

Actividades formativas	
Trabajos individuales	100 %

Sistemas de evaluación
Reconocimiento de créditos según normativa

El reconocimiento de créditos por actividades universitarias será como máximo de 6 créditos, y está sujeta a la normativa al respecto aprobada por el Consejo de Gobierno de la UPM el 31 de enero de 2013, disponible en:
www.upm.es/UPM/NormativaLegislacion/LegislacionNormativa/NormativaAlumnos

FICHA DE MATERIA

Materia	Trabajo de Fin de Grado
Módulo	Trabajo de Fin de Grado
Créditos	12
Horas de trabajo	324
Semestres	8
Competencias	Todas las competencias del título

Resultados de aprendizaje

Al finalizar con éxito la asignatura o materia, el estudiante será capaz de:

- Desarrollar un tema de matemáticas desde las definiciones iniciales de los conceptos y sus relaciones básicas hasta los resultados más relevantes en una secuencia lógica completa o plantear, resolver e interpretar un modelo matemático que describa algún aspecto cuantificable de un sistema real de interés en las aplicaciones.
- Reunir armónicamente en el desarrollo de un tema de matemáticas o en la construcción de un modelo resultados y herramientas de diferentes áreas de las matemáticas.
- Dividir un proyecto en partes simples de abordar y ordenarlas en fases.
- Plasmar los resultados del proyecto en una memoria con las características de un texto matemático de nivel profsional.
- Realizar una presentación oral de los resultados de su proyecto con las características de una presentación profesional de matemáticas.

Contenidos

Siguiendo la descripción del Libro Blanco, el TFG debe ser un proyecto individual de cada alumno, relacionado con las matemáticas, con trabajo esencialmente autónomo, y una importante aportación del estudiante.
El contenido debe tener carácter integrador de las competencias adquiridas en el curriculum del alumno y de síntesis de los resultados de aprendizaje obtenidos en diferentes asignaturas.

Actividades formativas	
Estudio autónomo	307 h
Tutorías académicas	15 h
Actividades de evaluación	2 h
Sistemas de evaluación	
Memoria escrita del TFG	50 %
Exposición y defensa del TFG	50 %

Es la mejor oportunidad para culminar varias competencias transversales, especialmente enfrentarse a un reto cuyos contornos no están bien definidos y en el que no se sabe a priori qué herramientas matemáticas serán de utilidad para su resolución así como la competencia de comunicación oral y escrita.

Capítulo 6

Personal académico y de administración y servicios

6.1. Profesorado necesario y disponible

En la impartición del título propuesto participará el profesorado adscrito a todos los departamentos del área de Matemática Aplicada de la UPM. Actualmente hay cinco de estos departamentos:

- Departamento de Matemática Aplicada (DMA).
- Departamento de Matemática Aplicada a la Ingeniería Aeroespacial (DMAIA).
- Departamento de Matemática Aplicada a la Ingeniería Industrial (DMAII).
- Departamento de Matemática Aplicada a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (DMATIC).
- Departamento de Matemática e Informática Aplicadas a las Ingenierías Civil y Naval (DMIAICN).

Asimismo, y dado su carácter intercentros y su contenido multidisciplinar, también podrá participar profesorado de otros departamentos distintos de los anteriormente especificados, cuando lo requiera la materia impartida y así lo acuerden sus respectivos consejos de departamento.

La tabla 6.1 refleja la distribución del profesorado disponible por categorías docentes y dedicación. Asimismo, se especifican los tramos docentes y de investigación reconocidos.

De la información contenida en dicha tabla se desprende que se cuenta con capacidad docente suficiente para hacer frente a la oferta formativa prevista. En este sentido, considerando que el PDI con dedicación a tiempo completo puede asumir una carga lectiva presencial máxima de 8 horas/semana y el PDI con dedicación a tiempo parcial de 3 a 6 horas/semana, la capacidad docente total de los departamentos anteriormente citados se sitúa **entre 4353 y 6570 horas/año.**

Las necesidades docentes del Grado en Matemáticas por la UPM, de acuerdo al número de grupos previstos, son de 240 ECTS, de modo que la dedicación del PDI a este título de grado será del 7 al 11 % de su capacidad total docente, lo que permite atender ampliamente las necesidades docentes de la oferta formativa de prevista.

Categoría académica	**Nº de profesores**	**Tiempo completo**	**Tramos docentes**	**Tramos investigación**
Catedrático de Universidad	10	10	56	38
Titular de Universidad	43	43	182	78
Titular de Escuela Universitaria	18	18	35	–
Contratado Doctor	14	14	7	36
Ayudante Doctor	19	19	–	–
Ayudante	9	9	–	–
Asociado	12	6	–	–

Tabla 6.1: Profesorado del conjunto de departamentos del área de Matemática Aplicada de la UPM responsable de la docencia en el grado.

Por otra parte, es de destacar la importante experiencia docente e investigadora de dicho PDI. En lo que se refiere a la experiencia docente, la implantación de los nuevos títulos en el marco de las directrices del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha supuesto un cambio importante en la metodología de enseñanza-aprendizaje. Consciente de la necesidad de impulsar este cambio, la Universidad Politécnica de Madrid ha promovido iniciativas orientadas a potenciar la innovación educativa a diferentes niveles (profesores, grupos y centros) mediante convocatorias anuales de ayudas para desarrollar proyectos de innovación educativa. El PDI de los departamentos involucrados está participando activamente en dichas convocatorias.

La UPM dispone del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE), que realiza una importante labor en la formación y actualización pedagógica del profesorado, y del Gabinete de Tele-educación (GATE) que presta un servicio de apoyo a profesores para la integración de las tecnologías en los procesos formativos. El GATE pone a disposición del profesorado de la UPM un equipo de trabajo que les facilita los recursos formación necesarios para abordar actividades educativas a distancia por Internet o Videoconferencia. Asimismo, el GATE desarrolla otra serie de actividades y servicios, entre las que cabe destacar la evaluación permanente de plataformas de telenseñanza y los servicios y formación en el uso de herramientas de apoyo para facilitar la enseñanza mixta (*blended learning*) o el trabajo colaborativo para diferentes actividades que se desarrollan en la UPM.

En lo referente a la actividad investigadora, el número total de sexenios reconocidos es de 414. El conjunto de los departamentos adscritos al nuevo Grado en Matemáticas tiene reconocidos por la UPM del orden de 35 grupos de investigación (www.upm.es) que desarrollan una importante actividad investigadora en muy diferentes ámbitos de conocimiento propios de las áreas de investigación tanto de las matemáticas como de la tecnología.

Esta actividad investigadora repercute en el programa formativo, dado que las metodologías y resultados que de ella se derivan son, en lo posible, incorporados por el profesor a aquel y, además, en una parte importante de los proyectos de investigación se incorporan alumnos como becarios, con el propósito de desarrollar su trabajo fin de grado.

Otro aspecto a tener en cuenta, como complemento necesario a la actividad docente e investigadora del PDI, especialmente en el ámbito de los estudios técnicos, es la relación de este con el mundo profesional a través de la explotación de resultados y transferencia

de tecnología que se deriva de los proyectos de I+D+i o, sencillamente, a través de los contratos que se establecen con empresas y organismos públicos y privados para llevar a cabo actividades o proyectos de asesoría técnica. Además de acercar el profesorado a la realidad del mundo profesional, lo que le permite incorporar esa realidad al ámbito docente, esta actividad desempeña un papel importante en el establecimiento de convenios de cooperación educativa entre la universidad y las empresas y organismos, que constituyen el marco adecuado para la realización de prácticas en empresas por parte de los alumnos, aspecto que cada vez tiene mayor relevancia en el programa formativo.

A la vista de lo expuesto hasta aquí en esta sección, la capacidad docente que se ha detallado resulta más que suficiente para hacerse cargo de la docencia prevista en el grado. Desde el punto de vista administrativo, la docencia queda a priori asignada a los cinco departamentos, aunque de forma inespecífica. Cada curso académico, una vez asignada la docencia por los consejos de departamento involucrados, se establecerá el porcentaje de la carga docente de cada asignatura que, de forma efectiva, corresponda a cada departamento.

6.2. Personal de Administración y Servicios

En la tabla 6.2 se recoge el Personal de Administración y Servicios disponible para la implantación de la nueva titulación.

Categoría	**Administración y servicios generales**	**Biblioteca**	**Servicios informáticos**	**Total**
Funcionarios A1				
Funcionarios A2	5	4	2	11
Funcionarios B				
Funcionarios C1	7	4	4	15
Funcionarios C2	3			3
Funcionarios E				
Total funcionarios	**15**	**8**	**6**	**29**
Laborales A1	4			4
Laborales A2				
Laborales B1	1			1
Laborales B2	1			1
Laborales C1	21		3	24
Laborales C2	5			5
Laborales C3	4	4		8
Laborales D	7	2		9
Total laborales	**43**	**6**	**3**	**52**
Otro personal				
Totales	**58**	**14**	**9**	**81**

Tabla 6.2: Distribución del Personal de Administración y Servicios por servicios, categoría y nivel.

Se puede considerar que tanto la dotación de PAS en número, como la distribución entre los diferentes servicios en los que presta su apoyo, es adecuada a las necesidades

del programa formativo propuesto.

En resumen, se dispone de los recursos humanos suficientes para hacer frente a las necesidades del programa formativo propuesto, por lo que no se considera necesario disponer de recursos adicionales a los existentes, siendo suficiente, en su caso, cubrir las posibles vacantes de PDI y PAS que se vayan generando.

6.3. Mecanismos para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres y la no discriminación de personas con discapacidad

El centro responsable del futuro título, como todos los de la Universidad Politécnica de Madrid, dispone de los mecanismos adecuados para asegurar que la contratación del profesorado y del personal de apoyo se realiza atendiendo a los criterios de igualdad entre hombres y mujeres y de no discriminación de personas con discapacidad. A continuación se refiere la normativa en la que se apoyan dichos mecanismos y que puede consultarse en la página web www.upm.es.

- Criterios para convocar concursos de acceso a los que pueden concurrir profesores de la UPM habilitados para los cuerpos docentes universitarios.
- Reglamento para la contratación de personal docente e investigador en régimen laboral.
- Baremo a emplear en los procesos de selección de los profesores contratados.
- Normativa para la provisión de plazas de funcionarios interinos de los cuerpos docentes.
- Normativa para el nombramiento y la contratación de Profesores Eméritos de la UPM.
- Normativa para la contratación de profesores visitantes de la UPM.
- Reglamento de profesor "Ad Honorem" de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Ley 1/1986, de 10 de abril, de la Función Pública de la Comunidad de Madrid, Real Decreto 364/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento General de Ingreso del Personal al Servicio de la Administración General del Estado y de Provisión de Puestos de Trabajo y Promoción Profesional de los Funcionarios Civiles de la Administración General del Estado.
- Orden 1285/99, de 11 de mayo, por la que se aprueban instrucciones relativas al funcionamiento y actuación de los tribunales de selección en el ámbito de la Administración de la Comunidad de Madrid.

Esta normativa cumple con lo establecido en la legislación existente al respecto, que incluye:

- Ley 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad de mujeres y hombres.

- Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.
- Real Decreto 2271/2004, de 3 de diciembre, por el que se regula el acceso al empleado público y la provisión de puestos de trabajo de las personas con discapacidad (publicado en el BOE de 17 de diciembre de 2004).
- Convención de Naciones Unidas sobre la eliminación de todas las formas de discriminación contra la mujer.

Capítulo 7

Recursos materiales y servicios

La Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (ETSIAAB) será el centro responsable de acoger la docencia del Grado en Matemáticas por la UPM. Esta escuela agrupa los edificios de las antiguas escuelas EUIT Agrícolas (Edificio Agrícolas) y ETSI Agrónomos (Edificio Agrónomos).

A continuación se exponen los medios materiales y servicios que la ETSIAAB pone a disposición del presente título.

7.1. Aulas

La Tabla 7.1 muestra la disponibilidad total de aulas de la ETSIAAB en el Edificio Agrícolas y su distribución por tamaños.

Capacidad (Nº de puestos)	Nº de aulas de docencia	Nº de aulas de informática
10 – 30	18	11
31 – 50	15	1
> 50	34	0
Total	67	12

Tabla 7.1: Aulas para docencia en la ETSIAAB.

Como puede apreciarse, se dispone de 67 aulas para docencia, con una capacidad total para 4123 alumnos y 12 aulas de informática, también empleadas para docencia, con una capacidad para 331 alumnos (20-30 puestos/aula). De las 34 aulas con más de 50 puestos, el tamaño varía ente las 60 y 100 plazas. Se dispone, además, de una gran aula con capacidad para 244 alumnos que se utiliza, fundamentalmente, para la realización de exámenes finales y para la organización de actividades formativas (jornadas, reuniones técnicas, actividades culturales, etc.) que precisen espacios grandes. También están disponibles aulas destinadas exclusivamente para trabajo cooperativo o aulas que, por el tipo de mobiliario, permiten la realización de dichas metodologías docentes.

Por otra parte, las características de estas aulas, en lo que se refiere a estado de conservación, funcionalidad, iluminación, climatización y equipamiento, son satisfactorias. Todas disponen de equipamiento suficiente para poder desarrollar en ellas las actividades presenciales previstas en el programa formativo de las materias que componen el plan de estudios.

Por su parte, las aulas de informática para uso docente están equipadas con *software* específico (entre otros, Visual Code, Wolfram Mathematica, Matlab, Maple, Statgraphics) utilizado en diferentes asignaturas de los vigentes planes de estudio, a los que se incorporarán nuevos programas que vayan surgiendo.

Tanto en cifras totales, como en distribución por tamaños, se cuenta con capacidad suficiente para cubrir las necesidades de la oferta formativa de grado propuesta, de acuerdo a las previsiones relativas al número de alumnos y de grupos, si bien será preciso continuar con el proceso de adaptación de algunas aulas y mejora en su equipamiento que permita disponer de un mayor número de espacios para trabajo cooperativo.

7.2. Laboratorios

La ETSIAAB dispone actualmente de 48 laboratorios con una capacidad total de 1044 plazas, siendo el tamaño medio de 20 plazas. Además de estos laboratorios se dispone de otros laboratorios destinados a investigación. Si bien el plan de estudios propuesto no prevé la realización de prácticas de laboratorio, no se descarta que en el futuro o de manera puntual se puedan utilizar estas instalaciones.

7.3. Biblioteca y fondos documentales

Actualmente, como consecuencia de la integración de dos centros con bibliotecas independientes, la ETSIAAB dispone de dos edificios destinados a biblioteca:

- La biblioteca del Edificio Agrícolas tiene una superficie de 1225 m^2 y capacidad para 258 puestos de lectura y 9 puntos de consulta de catálogo o bases de datos. En la actualidad la razón nº de alumnos matriculados/nº de puestos es de 1,6.
- La biblioteca del Edificio Agrónomos tiene una superficie de 2.322 m^2, distribuida en tres plantas principales con una capacidad para 415 puestos de lectura, de libre acceso a los libros y a las revistas más recientes, y otra planta sótano que alberga los fondos bibliográficos de consulta menos frecuente. También dispone de una sala para consulta de proyectos y tesis doctorales con 12 puestos, cinco salas de estudio en grupo con 73 puestos de lectura y una sala de videoconferencias. El número total de puestos de lectura es de 500, con una razón de 3,6 alumnos/puesto.

Los fondos bibliográficos y de publicaciones periódicas representan 89.061 monografías, 2.299 libros de fondo antiguo e histórico, 514 documentos audiovisuales, 2.980 mapas, acceso a la cartografía digital (mapas topográficos 1:25.000 y ortofotos 1:50.000), 616 CD/DVD, 387 películas cinematográficas, 6.977 proyectos fin de carrera y 2072 revistas, 1.100 tesis doctorales y acceso a bases de datos, normas UNE, revistas y libros a texto completo. Aunque la mayoría de estos fondos son de tema agronómico, es importante destacar que la biblioteca de la ETSIAAB tiene una de las mejores colecciones de textos matemáticos de la UPM.

A estos fondos se unen los fondos bibliográficos propios de cada uno de los cinco departamentos que participan en el grado, que en conjunto suponen un acervo muy completo desde el nivel de un primer curso hasta los niveles de investigación más avanzados. Todos estos fondos están catalogados y son accesibles a cualquier alumno de la UPM.

Si bien puede que actualmente la biblioteca de la ETSIAAB no disponga físicamente de un fondo bibliográfico propio de un Grado en Matemáticas, éste se irá actualizando según las necesidades del grado. Además se puede contar con el préstamo intercentros, lo que amplía enormemente el número de títulos disponibles.

Por ello se puede afirmar que los fondos bibliográficos y de publicaciones periódicas, por cantidad, calidad y accesibilidad son adecuados y suficientes para las necesidades del programa formativo.

Además, el acceso a las publicaciones electrónicas y a las bases de datos se efectúa de forma centralizada a través de la UPM (Catálogo informatizado, IBISTRO y Servicio de Coordinación de Bibliotecas), siendo una herramienta muy útil para alumnos y profesores. La actualización y renovación de los fondos bibliográficos se efectúa por responsables de la biblioteca mediante consulta al profesorado (bibliografía recomendada en cada asignatura, opinión acerca de las novedades que se van produciendo, recepción de sugerencias o peticiones de adquisición).

La biblioteca, además de ampliar su horario de apertura en los periodos de exámenes, ofrece otros servicios al usuario como consulta en línea del catálogo, bases de datos y publicaciones electrónicas, préstamo inter-bibliotecario, préstamo de ordenadores portátiles, calculadoras gráficas y lectores de documentos electrónicos, información bibliográfica y atención al usuario.

7.4. Otros recursos y servicios

Con relación a los servicios en red, la Universidad Politécnica de Madrid, a través del Vicerrectorado de Servicios Tecnológicos, gestiona los distintos servicios de acceso a la información, tanto en lo referente a medios informáticos y redes telemáticas como al acceso a recursos bibliográficos en sus distintos formatos.

Los medios informáticos y audiovisuales de apoyo a la docencia son gestionados a través del Gabinete de Tele-Educación (GATE), tanto en lo relativo a la gestión como en la adecuación a su utilización para la docencia. Actualmente la UPM pone a disposición del personal docente y los alumnos un amplio abanico de servicios y herramientas dirigidos a la tele-enseñanza como, por ejemplo, la plataforma de aprendizaje *Moodle*, la herramienta de tele-conferencia *Skype Empresarial* o la plataforma de trabajo colaborativo *Microsoft Teams*.

Los servicios informáticos también disponen de una herramienta que permite al profesorado la reserva de aulas y portátiles. El resto de los servicios como son: i) gestión del correo electrónico del personal y alumnos; ii) gestión de redes virtuales; iii) gestión de acceso remoto a los servicios UPM y iv) otros servicios de red, son gestionados directamente por la UPM a través del Vicerrectorado antes indicado.

Actualmente todas las aulas disponen de proyectores y acceso a la red. Del mismo modo, en todas las dependencias se dispone de acceso a la red inalámbrica segura Eduroam UPM.

Finalmente, se dispone de recursos materiales y servicios que también son importantes para el desarrollo del programa formativo: secretarías de dirección y de alumnos, indispensables para todo lo relacionado con los procesos de gestión académica, servicio de reprografía y publicaciones, gabinete de informática, salón de actos, sala de juntas y salas de reuniones, cafetería, asociaciones de alumnos, etc.

En resumen, la ETSIAAB dispone de recursos materiales y servicios adecuados para

el desarrollo del programa formativo ofertado, prestando especial atención al cumplimiento de los criterios de accesibilidad universal y diseño para todos, según lo dispuesto en la Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad. En el Sistema de Garantía Interna de Calidad se incluyen dos procedimientos que establecen la manera en la que se gestionan los recursos y servicios:

- PR/SO/003 Procedimiento para la Gestión de los Servicios.
- PR/SO/004: Procedimiento para la Gestión de los Recursos Materiales.

Capítulo 8

Resultados previstos

8.1. Valores cuantitativos estimados para los indicadores y su justificación

La tabla 8.1 presenta las estimaciones de las tasas de graduación, abandono y eficiencia para el Grado en Matemáticas de la UPM.

Tasa	Estimación
Graduación	50 %
Abandono	30 %
Eficiencia	80 %

Tabla 8.1: Estimación de las principales tasas para el Grado en Matemáticas de la UPM.

Para elaborar estas estimaciones, carecemos, como suele ser el caso, de valores de registros históricos referidos a titulaciones del mismo contenido, ya que la Universidad Politécnica de Madrid no ha impartido anteriormente grados o licenciaturas en Matemáticas.

Por ello hemos tomado como referencia los valores propuestos en las memorias de verificación de grados en Matemáticas de universidades que, por su realidad y su entorno socioeconómico, nos parecen más cercanas a la Universidad Politécnica de Madrid. Por ejemplo, la Universidad Complutense de Madrid, la Universidad Autónoma de Madrid o la Universidad Politécnica de Cataluña. Las tasas propuestas por estas universidades en sus memorias de verificación se aproximan a las que proponemos, en algún caso ligeramente por debajo. Creemos que la evolución al alza de la demanda de los estudios en Matemáticas, con la consiguiente mejor preparación de los estudiantes admitidos, compensan las incertidumbres planteadas por la novedad del título en la Universidad Politécnica de Madrid.

8.2. Progreso y resultados de aprendizaje

El progreso de los estudiantes y la consecución de los resultados de aprendizaje se valorarán y monitorizarán desde diferentes perspectivas y con distintas herramientas.

Por un lado, las materias contempladas en esta memoria incluyen mecanismos de evaluación de las competencias que se les asignan, a través de resultados de aprendi-

zaje concretos: pruebas escritas, prácticas de laboratorio, exposición de trabajos. Los resultados de dichas pruebas constituyen una evaluación del nivel alcanzado en dichos resultados y, por lo tanto, en la consecución de las competencias.

En especial, el Trabajo de Fin de Grado sirve como medida del nivel final de desempeño que el estudiante ha alcanzado en las competencias del grado.

Además, si el estudiante realiza prácticas externas, el informe de calificación de los tutores de la empresa y de la universidad constituye una medida, con alimentación también externa a la universidad, del nivel de consecución de los resultados de aprendizaje asignados.

Por último, la COA, a la vista de los resultados académicos, las tasas de eficiencia, abandono y graduación y, en su caso, de consultas con agentes externos (tutores de prácticas, empleadores) y egresados, realizará una tarea continua de monitorización del progreso de los estudiantes del grado y del nivel de consecución de los resultados de aprendizaje y propondrá, en caso de detectar disfunciones o campos de mejora, las acciones correctoras o de mejora correspondientes.

Capítulo 9

Sistema de garantía interno de calidad del título

El Sistema de Aseguramiento Interno de Calidad (SAIC) de todas las titulaciones adscritas a la Universidad Politécnica de Madrid corresponde al SGIC-UPM 2.1, que está compuesto por 31 procesos, de los cuales en este grado solo se incorporarán algunos. Este sistema constituye una evolución del SGIC-UPM 2.0 que se ha visto modificado para ampliar el alcance de la garantía interna de calidad a todos los títulos que se imparten en la universidad, no solo de los grados y másteres, sino también de los programas de doctorado, y ha sido optimizado en varias ediciones para adecuarse a las necesidades de requeridas por programas AUDIT, VERIFICA o el Proceso de Seguimiento de Títulos Oficiales. Además, incluye dos nuevos procesos PR/CL/009 Gestión de TFG/TFM (requisito explícito del Modelo SISCAL de la Fundación Madri+d) y el PR/SO/009 Elaboración, Revisión y Actualización del Sistema Documental.

El Sistema de Garantía Interna de la Calidad (SGIC) de los centros se diseña desde las respectivas Unidades de Calidad, teniendo en cuenta las consideraciones de la Comisión de Coordinación de Calidad de la UPM, y garantizando el cumplimiento de las directrices proporcionadas por la agencia evaluadora. Los objetivos básicos del SGIC de los centros de la universidad son garantizar la calidad de todas las titulaciones de las que son responsables, revisando y mejorando siempre que se considere preciso sus programas formativos, con base en las necesidades y expectativas de los grupos de interés, a los que se tendrá puntualmente informados, y manteniendo permanentemente actualizado el propio SGIC.

9.1. Responsables del sistema de garantía de calidad del plan de estudios

Según el PR/ES/001: Elaboración y Revisión del Plan Anual de Calidad, en el SGIC se establece que el responsable del mismo es la Comisión de Coordinación y Calidad de la titulación, formada por las siguientes personas:

- Coordinador del programa oficial del grado,
- Secretario del programa oficial de grado,
- Adjunto al Coordinador para calidad y acreditaciones,

- Adjunto al Coordinador para ordenación académica,
- Adjunto al Coordinador para alumnado y extensión universitaria,
- coordinadores de semestre,
- un representante del PAS de la ETSIAAB,
- un representante de alumnos del Grado.

9.2. Procedimientos de evaluación y mejora de la calidad de la enseñanza y el profesorado

Los procedimientos para la recogida y análisis de la información sobre la calidad de la enseñanza y sobre los resultados del aprendizaje y el modo en que se utilizará esa información en la revisión y mejora del desarrollo del plan de estudios son los siguientes:

- PR/ES/001: Elaboración y Revisión del Plan Anual de Calidad:

  Este procedimiento describe el proceso mediante el cual se establece y realiza el seguimiento del Plan Anual de Calidad (PAC). La Comisión de Calidad es la encargada de realizar su diseño y velar por su implantación. El PAC incorpora los objetivos y las correspondientes actuaciones de mejora, identificadas a partir del análisis de los resultados de los procesos del SGIC. Entre sus prioridades está el dar respuesta a las recomendaciones recogidas en informes de calidad como el de la renovación de la acreditación realizado por la Fundación Madri+d. El PAC es elaborado a partir del Informe de Titulación que recoge las mejoras propuestas en las diferentes asignaturas y en los Informes de Especialidad. Estas mejoras serán valoradas en la Comisión de Calidad que recogerá los acuerdos y definirá el PAC.

- PR/ES/002: Gestión de Títulos:

  Al tratarse de una única titulación, el procedimiento de Gestión de Títulos describe el proceso mediante el cual se aborda el diseño, la modificación, verificación y la extinción del Título. Todas estas labores son responsabilidad de la Comisión de Ordenación Académica. En el caso de las modificaciones, la Comisión analiza las necesidades de la titulación y plantea las modificaciones convenientes para ser solicitadas a la Fundación Madri+d. En el caso de proponer una modificación que afecte sustancialmente al Plan de Estudios, esta modificación será elevada al Consejo de Gobierno para su análisis y, en su caso, aprobación. En cuanto al proceso de verificación, la Comisión de Ordenación Académica solicita la verificación del Título siguiendo las instrucciones proporcionadas por el Rectorado. Una vez comprobada que la documentación está completa, se envía dicha documentación a la Fundación Madri+d para su verificación, emitiendo ésta un informe al que se pueden presentar las alegaciones que estimen convenientes para posteriormente elaborar un informe final. Finalmente, en cuanto al procedimiento de la extinción de la titulación, en caso de tener que iniciar el proceso se cumplirían las directrices establecidas a nivel nacional e internas de la UPM para su ejecución.

- PR/ES/003: Seguimiento de Títulos Oficiales.

  Este procedimiento establece las bases necesarias para asegurar un adecuado seguimiento de la implantación de la titulación, asícomo la recogida de información para facilitar la toma de decisiones que permitan la mejora continua de la calidad de la misma. El coordinador de cada asignatura elabora un informe académico de la asignatura y lo envía al coordinador del curso para su revisión y aprobación. Posteriormente, el coordinador de cada curso elabora un Informe revisando el agregado de los diferentes informes de las asignaturas. Finalmente el jefe de estudios elabora un Informe de la Titulación recogiendo las propuestas de los cursos proponiendo mejoras para la titulación. Todos estos informes son recogidos como evidencias del SGIC. Actualmente se dispone de una plataforma denominada Gauss que permite la elaboración de estos informes.

- PR/CL/001: Coordinación de las Enseñanzas.

  El objeto de este procedimiento es describir el proceso de planificación, coordinación docente y difusión de la información de la titulación. La Comisión Académica elabora una propuesta de calendario y horarios que es trasladada por los coordinadores de los cursos al resto de profesores.

- PR/CL/002: Acciones de Orientación y Apoyo al estudiante.

  Este procedimiento establece los mecanismos mediante los cuales se llevan a cabo las actuaciones dirigidas a ayudar y orientar a los alumnos en su proceso formativo, mediante el programa de Acción Tutorial. A través de la plataforma online se pondrá a disposición de los estudiantes información específica tanto de procesos generales como de convocatorias de actividades formativas complementarias de carácter voluntario. Todo estudiante que así lo solicite dispondrá de un tutor de titulación para el seguimiento de su desarrollo a lo largo del proceso formativo.

- PR/CL/007: Selección y Admisión de Estudiantes (perfiles).

  Mediante este procedimiento se define cómo debe ser el perfil de ingreso de los alumnos que vayan a desarrollar sus estudios, de acuerdo con las posibles vías de acceso.

- PR/CL/008: Matriculación.

  El objeto de este procedimiento es definir el proceso de matriculación de los alumnos que vayan a desarrollar sus estudios en la titulación de acuerdo con la normativa reguladora de la UPM. Los registros del proceso proceden del Vicerrectorado de Alumnos y hacen referencia a los datos de preinscripción de los solicitantes.

Finalmente, se hace referencia a los procedimientos del SGIC que regulan la recogida y el análisis de la información sobre el profesorado y el modo en que se utilizará dicha información en la revisión y mejora del desarrollo del plan de estudios (PE). También se incluyen los procedimientos correspondientes al Personal de Administración y Servicios (PAS), como grupo de interés que colabora en el desarrollo del PE. éstos son:

- PR/ES/005. Definición de la política del PDI.

- PR/SO/001. Gestión del PDI.

- PR/ES/006. Definición de la política del PAS.
- PR/SO/002. Gestión del PAS.
- PR/SO/003. Gestión de Servicios.
- PR/SO/004. Gestión de Recursos Materiales.
- PR/SO/007. DOCENTIA-UPM.

Todos estos procesos son propios de los centros a los que está adscrito el personal y donde se imparte la titulación y por tanto no son redefinidos en este SIGC.

9.3. Procedimiento para garantizar la calidad de las prácticas externas y los programas de movilidad

Los procedimientos para la recogida y análisis de la información sobre las prácticas externas y el modo en que se utilizará esa información en la revisión y mejora del desarrollo del plan de estudios son los siguientes:

- PR/CL/003. Prácticas externas.

  Se establecerán convenios para la realización de prácticas externas en empresas y centros de investigación.

- PR/CL/004. Movilidad out.
- PR/CL/005. Movilidad in.

  La movilidad será concebida como el reconocimiento y transferencia de créditos. Cabe pensar que podamos redactar convenios específicos con otras universidades para que nuestros alumnos/as puedan realizar parte de sus estudios de grado en otras universidades españolas. La Comisión académica, de acuerdo con lo recogido en la normativa de la UPM, tendrá competencias para seleccionar a los estudiantes para estancias de movilidad en otros centros o instituciones nacionales o del Espacio Europeo de Educación Superior, siempre bajo los principios de igualdad y concurrencia competitiva.

9.4. Procedimientos de análisis de la inserción laboral de los titulados y de la satisfacción con la formación recibida por parte de los egresados

Los procedimientos para la recogida y análisis de la información sobre la inserción laboral de los graduados y el modo en que se utilizará esa información en la revisión y mejora del desarrollo del plan de estudios son los siguientes:

- PR/CL/006. Orientación e inserción laboral.

  El procedimiento de Orientación Académica comienza desde el principio. Una vez publicadas las listas de admitidos y contactados los estudiantes con las indicaciones

para realizar la matrícula, se les convoca a la Jornada de Acogida. En ella, además de darles la bienvenida, se les informa de los aspectos organizativos básicos.

La labor tutorial de cada estudiante viene definida por el programa de Acción Tutorial del Título. Según demanda de cada estudiante se asignará un profesor tutor que tendrá las funciones de asesorar, realizar un seguimiento del proceso formativo y servir de enlace con el equipo coordinador del grado. Se habilitará un espacio virtual donde estará disponible toda la información y procesos relacionados con el Plan de acción Tutorial de la Titulación.

La Orientación laboral se refuerza a través de actividades complementarias, generalmente voluntarias.

Para el análisis de inserción laboral, como se verá en el PR/SO/008. Sistemas de encuestación UPM, el Observatorio Académico de la UPM realiza informes anuales realizando encuestas a los recién egresados. Para completar esta información, periódicamente se realiza un estudio más exhaustivo que complementa la información de estos informes, debido a que dada la trayectoria profesional de los egresados, en muchas ocasiones requiere de un plazo mayor de un año para analizar su inserción laboral.

- PR/SO/005. Medición de la satisfacción e identificación de las necesidades.

  El título tiene establecido un sistema de recogida de datos de los estudiantes. Se realizan dos encuestas, la primera va vinculada a la actividad docente y se aplica a la finalización de las asignaturas en la propia clase y por cada uno de los profesores que interviene en la asignatura según el modelo establecido en el PR/SO/007. DOCENTIA-UPM. Estos datos son procesados y se genera un informe que se envía al profesor para que pueda valorar cambios en la siguiente edición y los introduzca en su Informe de Asignatura. La segunda encuesta se realiza en el momento de solicitud del título cuando el estudiante ya ha realizado todo el proceso formativo y tiene una visión completa de la titulación. Estos informes son valorados en la Comisión de Ordenación Académica para tomar decisiones respecto a la siguiente promoción, incorporando estas medidas en el Informe de Titulación que realiza la función de Plan de Calidad.

- PR/SO/008. Sistemas de encuestación UPM.

  Este procedimiento se lleva a cabo desde el Observatorio Académico de la UPM, que periódicamente recopila encuestas a todos los grupos de interés publicando informes de resultados periódicamente.

9.5. Procedimiento para el análisis de la satisfacción de los distintos colectivos implicados (estudiantes, personal académico y de administración y servicios, etc.) y de atención a las sugerencias y reclamaciones

Los procedimientos para la recogida y análisis de la información sobre la satisfacción de los diferentes colectivos implicados en el plan de estudios (estudiantes, personal académico y de administración y servicios) y el modo en que se utilizará esa información en la revisión y mejora del desarrollo del plan de estudios son los siguientes:

- PR/SO/005. Medición de la satisfacción e identificación de las necesidades.

  Como se comenta en el apartado anterior, en el caso de los estudiantes se realizan dos encuestas de satisfacción en dos momentos clave, uno a la finalización de las asignaturas y otro a la finalización del grado. Para el resto de colectivos y debido al carácter interdepartamental de la titulación, se utilizan las evidencias obtenidas en el PR/SO/008. Sistemas de encuestación UPM, que analizan las valoraciones de los diferentes colectivos clasificándolas por centro.

- PR/SO/006. Gestión de Quejas, Sugerencias y Felicitaciones.

  El objeto de este procedimiento es describir el proceso de gestión de todas las quejas, sugerencias y felicitaciones que se presenten en el Centro, asegurando que cada una de ellas es tratada por la unidad organizativa adecuada y que el interesado puede conocer el estado de gestión y la resolución de las mismas. Para la gestión de reclamaciones se dispone de una comisión asesora de reclamaciones de la titulación, publicada en la página web. Existe un modelo de solicitud que también está publicado en la página web en la sección de preguntas frecuentes junto con una breve explicación y un enlace a la normativa vigente. En cuanto a las sugerencias, se recogen específicamente en un apartado creado para tal fin en el Moodle genérico del grado y adicionalmente en la encuesta final de satisfacción. En el caso de las felicitaciones, igualmente existe un apartado en la encuesta final para recoger aquellos aspectos que más gustaron a los estudiantes. Adicionalmente, si se recibe algún correo electrónico de alumnos que espontáneamente contactan para compartir sus logros o expresar sus opiniones, estos son archivados para ser revisados por la Comisión de Calidad.

- PR/SO/008. Sistemas de encuestación UPM.

  Como se ha comentado en los anteriores apartados este procedimiento se lleva a cabo desde el Observatorio Académico de la UPM, que periódicamente recopila encuestas a todos los grupos de interés publicando informes de resultados periódicamente que son analizados por la Comisión de Calidad para ser valorados en el PR/ES/001: Elaboración y Revisión del Plan Anual de Calidad.

9.6. Criterios específicos en el caso de extinción del título

La extinción del título puede venir motivada por dos diferentes vías: En el caso de que el Consejo de Gobierno de la UPM considere la necesidad de la extinción de un Título, se realizará la valoración y una vez aprobada la supresión del título y lo elevará al Claustro para su conocimiento. Una vez iniciado el procedimiento se cumplirán las directrices establecidas a nivel nacional e internas de la UPM para su ejecución. La Fundación Madri+d podría considerar la extinción del título por dos causas:

a. Necesidad de extinción por dictamen de que las modificaciones propuestas para el título inscrito suponen cambios en la naturaleza y objetivos del mismo.

b. Necesidad de extinción porque un título no supera el proceso de acreditación previsto en el RD 1293/2007.

Tanto en a) como en b) esta decisión sería transmitida a la UPM que iniciaría el proceso descrito en la Vía 1.

9.7. Mecanismos para asegurar la transparencia y la rendición de cuentas

El procedimiento mediante el cual el Centro hace pública toda la información que se genera para el conocimiento de la comunidad universitaria y rendición de cuentas a los distintos grupos de interés es el siguiente:

- PR/ES/004. Publicación de la información.

  La información específica sobre el título se presentará actualizada en la página web del grado. En ella se incluirán los siguientes apartados:

  - Información con datos generales: composición de la Comisión de Ordenación Académica del itinerario, fechas relevantes, listado del profesorado, enlaces para formalizar la preinscripción y para conocer los datos de Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT) y sistema de calidad (SIGC) con los procesos que lo componen.
  - Requisitos generales de acceso, diferentes vías de acceso y el perfil recomendado.
  - Admisión y Gestión, que resume los criterios de admisión y ofrece una lista actualizada de los estudiantes admitidos. Adicionalmente, ofrece la información de matriculación y un apartado para la gestión de las actas de los Trabajos Fin de Grado.
  - Plan de Estudios, que recoge la estructura del grado y el listado completo de asignaturas incluyendo sus datos, y con un enlace a las guías docentes y al entorno virtual.

- Calendario, donde se encuentran los horarios, la planificación detallada por semanas, las aulas y el listado de fechas relevantes en cuanto a exámenes, prácticas externas y Trabajos Fin de Grado.
- Preguntas frecuentes, mediante una lista con las preguntas más comunes y su respuesta detallada.
- Noticias, ordenando cronológicamente los eventos de interés más representativos para los estudiantes. Esta página es actualizada cada vez que se realiza un cambio que debe ser informado a los diferentes colectivos de interés siendo la principal herramienta de comunicación que refleja todas las decisiones tomadas por la Comisión de Ordenación Académica, manteniendo el historial de las diferentes versiones según el curso académico.

Capítulo 10

Calendario de implantación

El Plan de Estudios de Grado en Matemáticas de la UPM es nuevo en esta universidad y no sustituye a ningún otro título de la misma. Por ello su calendario de implantación es muy sencillo ya que no hay que compaginar su introducción con la extinción de otro título. La tabla 10.1 recoge el calendario previsto.

Primer curso	Implantación de los semestres 1 y 2. Primera admisión de estudiantes.
Segundo curso	Implantación de los semestres 3 y 4.
Tercer curso	Implantación de los semestres 5 y 6.
Cuarto curso	Implantación de los semestres 7 y 8. TFG. Primeros graduados.

Tabla 10.1: Calendario de implantación del Grado en Matemáticas de la UPM.