



FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre completo	Análisis Matemático y Cálculo Vectorial
Código	DMA-IMAT-102
Título	Grado en Ingeniería Matemática e Inteligencia Artificial
Impartido en	Grado en Ingeniería Matemática e Inteligencia Artificial [Primer Curso]
Nivel	Reglada Grado Europeo
Cuatrimestre	Anual
Créditos	12,0 ECTS
Carácter	Obligatoria (Grado)
Departamento / Área	Departamento de Matemática Aplicada
Responsable	Manuel Villanueva Pesqueira

Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	Manuel Villanueva Pesqueira
Departamento / Área	Departamento de Matemática Aplicada
Despacho	Alberto Aguilera 25 [D-210] Ext: 2360
Correo electrónico	mvillanueva@icai.comillas.edu
Profesores de laboratorio	
Profesor	
Nombre	Santiago Cano Casanova
Departamento / Área	Departamento de Matemática Aplicada
Despacho	Alberto Aguilera 25
Correo electrónico	scano@icai.comillas.edu
Teléfono	2382

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura
Aportación al perfil profesional de la titulación
<p>La asignatura <i>Análisis matemático y cálculo vectorial</i> desempeña un doble papel en la formación de los graduados en IMAT. Por una parte es una asignatura instrumental que proporciona herramientas y métodos matemáticos a la práctica totalidad de asignaturas de la titulación para desarrollar con éxito sus respectivos programas. Por otra parte, aporta conocimientos, destrezas, habilidades y capacidades esenciales para el desarrollo profesional e integral del alumnado. Caben destacar el desarrollo del pensamiento lógico, la habilidad para entender y resolver problemas y la capacidad de abstracción.</p>



Por tanto, el objetivo principal de esta asignatura es contribuir a formar profesionales creativos y eficientes con las habilidades, destrezas y conocimientos necesarios para resolver los problemas de la sociedad actual.

Al finalizar el curso, los alumnos conocerán las herramientas básicas y principales resultados teórico-prácticos del cálculo diferencial e integral de una y varias variables, sabiéndolos aplicar con habilidad y soltura en la resolución de los problemas planteados en ingeniería, y más concretamente en el ámbito de inteligencia artificial.

Prerequisitos

Se presuponen conocimientos matemáticos de los estudios de Bachillerato, en particular:

1. Números reales y complejos.
2. Cálculo de dominios de funciones.
3. Resolución de ecuaciones e inecuaciones.
4. Manejo de las funciones elementales y sus propiedades.
5. Cálculo de derivadas.
6. Cálculo de primitivas.
7. Geometría analítica del plano y del espacio.

Competencias - Objetivos

Competencias

GENERALES

CE01	Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería, aplicando con aptitud los conocimientos sobre: álgebra lineal y multilineal, geometría, cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales, métodos numéricos, estadística y optimización.
CG01	Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos generales que puedan plantearse en la ingeniería.
CG02	Capacidad de razonamiento abstracto y sentido crítico, así como de cálculo, modelado, simulación, optimización y predicción, para dar respuesta a los problemas planteados por la ciencia, la tecnología y la sociedad en general.

ESPECÍFICAS

CE03	Capacidad para saber aplicar las técnicas matemáticas más adecuadas en la resolución de los diferentes problemas, técnicos y tecnológicos, planteados en el ámbito de la ingeniería y la inteligencia artificial. Aptitud para conocer el rango de aplicabilidad y limitaciones en la resolución de problemas de las diferentes herramientas matemáticas.
CE04	Capacidad para utilizar con habilidad y soltura software matemático, así como para implementar algoritmos y desarrollar programas informáticos que permitan resolver los problemas matemáticos planteados en el ámbito de la ingeniería y de la inteligencia artificial.

Resultados de Aprendizaje

RA1	Conocer y manejar los conjuntos de números reales y complejos y el espacio vectorial \mathbb{R}^N , así como sus principales subconjuntos y propiedades.
RA2	Comprender el concepto de límite de una sucesión, saber analizar el carácter de una sucesión y calcular límites de



	sucesiones con habilidad y soltura.
RA3	Entender el concepto de serie numérica y ser capaz de estudiar el carácter de una serie y de sumar series numéricas.
RA4	Comprender los distintos tipos de límites de funciones, así como manejar y utilizar con soltura las diferentes técnicas para estudiar y calcular límites de funciones de una y varias variables.
RA5	Comprender y saber aplicar los conceptos y propiedades de función continua y función derivable, en un punto y en un conjunto.
RA6	Saber calcular con habilidad y soltura derivadas de funciones de una variable, y ser capaz de utilizarlas con destreza en sus diferentes aplicaciones.
RA7	Comprender el concepto de integral definida, conocer y dominar sus propiedades y manejar con fluidez y soltura las funciones definidas mediante integrales definidas.
RA8	Saber calcular integrales definidas, impropias, dobles y triples, así como ser capaz de aplicarlas con destreza en sus diferentes aplicaciones
RA9	Saber interpretar geoméricamente y calcular derivadas parciales y direccionales de una función escalar, utilizándolas eficazmente en sus diferentes aplicaciones
RA10	Ser capaz de calcular los extremos relativos, condicionados y absolutos de una función escalar.

BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

Contenidos – Bloques Temáticos

Análisis Matemático y Cálculo Vectorial

Tema 1: Conjuntos numéricos y funciones elementales

Números naturales, primos, enteros, racionales, irracionales y reales. Aproximación entre números racionales e irracionales. Operaciones con racionales e irracionales. Intervalos. Unión e intersección, finita e infinita de intervalos. Axioma de intervalos encajados. Conjuntos acotados. Supremo e ínfimo. Valor absoluto. Propiedades. Resolución de desigualdades. Funciones elementales. Números complejos

Tema 2: Breves nociones de topología. Espacios métricos.

Distancia. Definición y propiedades. Espacio métrico. Bolas abiertas y cerradas. Clasificación de puntos de un conjunto: punto interior, exterior, frontera, adherencia, de acumulación, aislado. Conjuntos abiertos, cerrados y compactos. Propiedades. Conjuntos conexos.

Tema 3: Sucesiones de números reales

Sucesión de números reales. Expresión. Término general y sucesiones recurrentes. Representación. Sucesiones convergentes, divergentes y oscilantes. Sucesiones de Cauchy. Relación entre sucesiones convergentes y de Cauchy. \mathbb{R} es completo. Sucesiones monótonas y acotadas. Propiedades básicas de límites. Regla del Sandwich. Sucesiones equivalentes. Infinitos. Convergencia asintótica. Criterio de la raíz n -ésima y criterio de Stolz.

Tema 4: Series de números reales. Criterios de convergencia. Suma de series. Estimación de restos.



Serie numérica. Series geométricas y armónicas. Condición necesaria de convergencia. Series de términos positivos. Criterio de comparación en el límite, cociente, Raabe y raíz. Convergencia absoluta y condicional de series. Series alternadas. Suma de series geométricas, aritmético geométricas y telescópicas. Suma aproximada de series. Estimación de restos de series.

Tema 5: Límites y continuidad de funciones de una variable. Asíntotas. Infinitésimos e infinitos. Continuidad en conjuntos

Límites finitos e infinitos, en un punto y en el infinito. Límites laterales. Asíntotas. Infinitésimos e infinitos. Convergencia asintótica. Continuidad en un punto. Continuidad en conjuntos. Teoremas de Bolzano, Darboux y Weierstrass.

Tema 6: Cálculo diferencial de una variable

Derivada de una función en un punto. Derivadas laterales. Derivada infinita. Función derivada. Reglas de derivación. Aproximación por la recta tangente. Derivabilidad en un conjunto. Teoremas de Rolle, Lagrange y Regla de L'Hopital. Polinomios y desarrollos de Taylor. Crecimiento, extremos relativos y absolutos. Concavidad, convexidad y puntos de inflexión.

Tema 7: Cálculo integral de una variable

Cálculo de primitivas. Integral definida, propiedades y Teorema fundamental del Cálculo. Integrales impropias. Relación entre series e integrales impropias. Funciones Eulerianas. Aplicaciones de la integral

Tema 8: Introducción a funciones de varias variables. Límites y continuidad de funciones escalares y vectoriales.

Funciones de varias variables. Gráfica de una función escalar y curvas de nivel. Límites finitos e infinitos. Límites de campos vectoriales. Límites por curvas. Cambio a coordenadas polares Infinitésimos. Continuidad de funciones escalares y vectoriales

Tema 9: Derivadas parciales y Direccionales. Diferenciabilidad, plano tangente y Vector Gradiente

Derivada parcial en un punto, función derivada parcial, derivadas direccionales, derivadas parciales sucesivas y Teorema de Schwartz. Relación entre continuidad y existencia de derivadas parciales o direccionales. Diferenciabilidad de una función escalar. Plano tangente, aproximación por el plano tangente. Gradiente de una función escalar. Diferenciabilidad de campos vectoriales. Matriz Jacobiana de un campo vectorial.

Tema 10: Funciones compuestas. Árboles de dependencia. Regla de la Cadena. Funciones Implícitas

Funciones compuestas, árboles de dependencia, Regla de la cadena. Derivadas parciales de funciones compuestas. Funciones implícitas. Derivación implícita.

Tema 11: Extremos relativos de una función escalar.

Extremos de una función escalar. Puntos críticos. Caracterización de puntos críticos. Extremos condicionados. Método de los Multiplicadores de Lagrange. Extremos absolutos en conjuntos compactos. Problemas de optimización. Optimización en convexos

Tema 12: Integrales dobles y triples

Integral doble: definición y propiedades. Integrales iteradas. Teorema de Fubini. Área de una región plana. Promedio integral. Simetrías en la integral doble. Cambios de variable en integrales dobles. Integral triple: definición y propiedades. Integrales iteradas. Teorema de Fubini. Volumen de un cuerpo sólido. Promedio integral. Simetrías en la integral triple. Cambios de variable en integrales triples. Cálculo de centros de masa.

METODOLOGÍA DOCENTE

Aspectos metodológicos generales de la asignatura

En esta asignatura se busca favorecer un rol activo del estudiante. Por ello, las técnicas didácticas activas tendrán gran importancia en el desarrollo de esta asignatura. La docencia se centrará en el alumno y las actividades que éste realiza para alcanzar un aprendizaje significativo.

Metodología Presencial: Actividades

1. Clase magistral expositiva y participativa (50 horas) : El profesor explicará los conceptos fundamentales de cada tema mediante una exposición dialogada en la que, apoyándose en un buen material, presentará de forma clara y organizada los contenidos, a la vez que estimulará la participación de los estudiantes en el proceso de enseñanza- aprendizaje. Se fomentará el diálogo a través de formulación de preguntas diversas, dirigidas por una parte a la comprensión de la información, así como preguntas retadoras, orientadas a identificar los conocimientos previos de los estudiantes. También se utilizará la presentación de ejemplos prácticos, problemas tipo y situaciones cercanas que despierten la motivación de los estudiantes en torno al tema; como por ejemplo noticias de actualidad.

CG01, CG02, CE01, CE03

2. Ejercicios prácticos y resolución de problemas (55 horas): En estas sesiones se explicarán, corregirán y analizarán problemas de cada tema, análogos a los resueltos en las lecciones expositivas y también otros de mayor complejidad, previamente propuestos por el profesor y trabajados por el alumno. En estas clases se favorecerá la participación del alumno y la interacción alumno-profesor y alumno-alumno como vía para fomentar el aprendizaje colaborativo y la capacidad de autoaprendizaje. Además, siguiendo la metodología de clase invertida, se propondrá el aprendizaje de ciertos contenidos de la asignatura fuera del aula, liberando tiempo para facilitar la participación de los estudiantes en el aprendizaje activo a través de preguntas.

CG01, CG02, CE01, CE03

3.Sesiones prácticas con uso de software (6 horas): Se realizarán en grupos reducidos. En ellas, los alumnos ejercitarán los conceptos y técnicas estudiadas, resolviendo problemas prácticos con ayuda del software MATLAB.

CG01, CE01, CE04

4.Casos prácticos (4 horas): Para fomentar el aprendizaje colaborativo se organizará un Concurso Matemático por Equipos, denominado *Maths Team Contest (MTC)*. Los estudiantes formarán equipos estables de 4 o 5 alumnos en el primer cuatrimestre y competirán en 4 pruebas presenciales evaluables, de 1 hora de duración, que se desarrollarán a lo largo de todo el curso.

Las pruebas consistirán en la resolución en equipo de una serie de problemas matemáticos de Álgebra y Geometría/Análisis Matemática y Cálculo Vectorial, incluyendo:

- **problemas de carácter transversal**, que necesiten la aplicación combinada de diversos conceptos estudiados,
- **preguntas aplicadas**, y
- problemas que requieran combinar los conocimientos matemáticos del alumno con el **uso del ordenador**.

CG01, CG02, CE01, CE03,
CE04

Las sesiones estarán diseñadas para que **sea imprescindible la colaboración, organización y comunicación entre los miembros del grupo** y tendrán un **marcado componente dinámico** (envío/corrección de problemas en tiempo real, marcadores digitales interactivos, premios especiales por velocidad de resolución,



etc.). Por su naturaleza, todos los integrantes deberán cooperar y trabajar sincronizados para poder abarcar los retos propuestos.

5. Actividades de evaluación continua del rendimiento (5 horas) : A lo largo de todo el periodo lectivo se realizarán varias pruebas de evaluación continua, con el objetivo de valorar en su totalidad el proceso de aprendizaje del alumnado, y mejorarlo a medida que transcurra el curso. En concreto, se efectuarán:

- dos pruebas intermedias de 30 minutos, a realizar después del primer mes de clase en cada cuatrimestre,
- dos exámenes intercuatrimestrales de 1h y 30 min, a realizar hacia la mitad de cada cuatrimestre, y
- una prueba de prácticas con Matlab, de una hora de duración, que se realizará en la segunda mitad del segundo cuatrimestre.

CG01, CG02, CE01, CE03,
CE04

Metodología No presencial: Actividades

1. Estudio personal sobre contenidos teóricos por parte del alumno (49 horas) : El alumno debe realizar un trabajo autónomo para comprender e interiorizar los fundamentos teóricos de la asignatura. Este trabajo de asimilación se realizará después de las clases magistrales y previamente a las sesiones donde se utilice el modelo de Clase Invertida.

CG01, CG02, CE01, CE03

2. Ejercicios prácticos y resolución de problemas (165 horas) : Es de vital importancia para la formación integral del alumnado que los estudiantes sean capaces de aplicar los conocimientos asimilados para resolver diferentes tipos de problemas. Para lograr este objetivo se aconseja la resolución de las hojas de problemas propuestas, pues ayudarán a la asimilación, la reflexión y la interiorización del conocimiento adquirido. Además, con la realización de estas hojas se trata de promover una cultura de trabajo colaborativo, ya que para conseguir un mayor aporte de ideas se sugiere la realización de éstas en grupo. Pasado un cierto tiempo desde su planteamiento, los alumnos dispondrán de la solución de dichos problemas, pudiendo pedir tutorías con el profesor (individuales o en grupo) para aclaración de dudas.

CG01, CG02, CE01, CE03

3. Sesiones prácticas con uso de software (6 horas): El alumno, una vez realizada cada práctica con ordenador, en clase, guiada por el profesor, deberá poner en práctica los conocimientos adquiridos para resolver con ordenador otros problemas similares a los ya desarrollados. Al igual que en el apartado anterior, se aconseja la realización por grupos de las prácticas con ordenador propuestas.

CG01, CE01, CE04

4. Casos prácticos (12 horas): En relación al Concurso Matemático por equipos *Maths Team Contest*, una vez formados los equipos, y antes de realizar las 4 pruebas presenciales evaluables, se realizará una "prueba 0" virtual, no evaluable, de una hora de duración, que servirá de práctica para la adecuación al estilo de problemas y para la auto-organización de los equipos. Se estima que, adicionalmente al estudio personal y a la resolución de ejercicios prácticos y la resolución de problemas de los epígrafes anteriores, los estudiantes dedicarán aproximadamente 12 horas no presenciales a esta actividad (incluyendo la "prueba 0"), destinadas a entrenar específicamente los tipos de problemas de esta competición matemática y a establecer estrategias coordinadas que les permitan afrontar los retos colaborativos propuestos.

CG01, CG02, CE01, CE03,
CE04

5. Actividades de evaluación continua del rendimiento (3 horas): Con la intención de ayudar a los alumnos a construir un conocimiento sólido en matemáticas que les permita enfrentarse con garantías a las diferentes situaciones de aprendizaje, se integrará un sistema de test, basados en los conceptos fundamentales de cada tema. Presentada como un juego bajo el título **QUIZ desafío Álgebra y Geometría/Análisis Matemático y Cálculo vectorial**, esta actividad consistirá en la realización periódica de cuestionarios de Moodle, en un pequeño periodo de tiempo, más o menos al final de cada tema, que permitirán proporcionar

CG01, CG02, CE01, CE03,
CE04



retroalimentación de los conocimientos adquiridos, Las preguntas de los cuestionarios abarcarán los conceptos e ideas fundamentales de los tres pilares de la asignatura: fundamentos teóricos, problemas prácticos y uso del software Matlab. El objetivo es ayudar al estudiante a detectar si ha adquirido los conocimientos o si debe llevar a cabo acciones adaptadas a sus carencias.

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES					
Clases magistrales expositivas y participativas	Sesiones prácticas con uso de software	Tutorías para resolución de dudas	Casos prácticos	Ejercicios prácticos y resolución de problemas	Actividades de evaluación continua del rendimiento
50.00	6.00	5.00	4.00	55.00	5.00
HORAS NO PRESENCIALES					
Sesiones prácticas con uso de software	Casos prácticos	Estudio personal	Ejercicios prácticos y resolución de problemas	Actividades de evaluación continua del rendimiento	
6.00	12.00	49.00	165.00	3.00	
CRÉDITOS ECTS: 12,0 (360,00 horas)					

EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
<p>Pruebas de teoría y problemas</p> <ul style="list-style-type: none"> Pruebas cortas de seguimiento (PC) (10%) Pruebas intercuatrimestrales (I) (25%) 	<ul style="list-style-type: none"> Pruebas cortas de seguimiento (PC): Se realizará una prueba corta en cada cuatrimestre, en horario de clase, que abarcará el temario especificado por el profesor de la asignatura. En lo sucesivo denotaremos por PC1 y PC2 a las calificaciones (sobre 10 puntos) obtenidas por el alumno en tales pruebas, en el primer y el segundo cuatrimestre, respectivamente. Pruebas intercuatrimestrales (I): A mitad de cada cuatrimestre se realizará una prueba intercuatrimestral, que abarcará todo el temario del cuatrimestre impartido hasta el momento. En lo sucesivo denotaremos por I1 e I2 a las notas (sobre 10 puntos) obtenidas por el alumno en tales pruebas, en el primer y segundo cuatrimestre, respectivamente. Exámenes parciales y/o final (E): Al final del primer cuatrimestre se realizará un examen parcial, que abarcará toda la materia de éste, con el que el alumno obtendrá una nota E1 (sobre 10 puntos). Al finalizar el segundo cuatrimestre, el alumno realizará un 	



- Exámenes parciales y/o final (**E**) (65%)
- Quiz, Desafío Álgebra (**Q**) (selectivo)

Nota: Para aplicar las ponderaciones indicadas en el sistema de evaluación general de la asignatura, será necesario obtener una nota mínima de al menos 4 puntos en el examen parcial/final de la asignatura y haber superado los test de la actividad Quiz, Desafío Álgebra. Ver apartado de calificaciones para más detalles.

examen parcial/final con el que obtendrá una nota **E2** (sobre 10 puntos). En función del rendimiento académico del alumno en el primer cuatrimestre, este examen del segundo cuatrimestre podrá ser parcial, abarcando únicamente la materia impartida en el segundo cuatrimestre, o final, abarcando toda la materia del curso. Si el rendimiento académico del alumno en el primer cuatrimestre no superó el mínimo establecido (detallado más adelante), dicho examen será obligatoriamente final. En caso contrario, el alumno podrá optar entre realizar un examen parcial o final.

80 %

- **Quiz, Desafío Álgebra (Q):** En cada tema se realizarán uno o varios test online que incluirán cuestiones fundamentales, tanto teóricas, como prácticas, incluido Matlab. La superación de esta actividad tendrá un carácter selectivo, siendo necesario superar todos los test para mantener la evaluación continua. Por la realización de esta actividad, el alumno obtendrá una nota **Q** al final de cada cuatrimestre, cuyo valor será **Q=1**, si todos los test han sido superados, o **Q=0**, si algún test no ha sido realizado o superado. Se considerará que un test ha sido superado, cuando el número de respuestas correctas supere el mínimo establecido en cada test. En lo sucesivo denotaremos por **Q1** y **Q2**, las notas obtenidas por el alumno en esta actividad en el primer y segundo cuatrimestre, respectivamente.

Prueba de prácticas con Matlab (PM)

Al final del segundo cuatrimestre se realizará un examen presencial de prácticas con Matlab, en la que el alumno obtendrá una nota (sobre 10 puntos) que denotaremos por **PM**.

10 %

Maths Team Contest (MTC)

A lo largo del año tendrá lugar una competición matemática por equipos de 4 o 5 participantes. Se realizarán 4 pruebas presenciales, consistentes en la realización de 10 problemas, con contenido tanto teórico, como práctico y aplicado, incluyendo Matlab. La nota de esta actividad colaborativa **MTC** se obtendrá como combinación de dos factores. El primer factor, denotado por **A**, será una **evaluación autónoma del rendimiento** de los equipos durante las pruebas, que no dependerá de la posición del equipo en el "ranking" de la competición. El segundo

10 %



factor, denotado por **P**, será un **modificador o "premio"** para los mejores equipos de la competición.

La **participación en la actividad es obligatoria** y la falta de asistencia no justificada de un alumno a las pruebas, supondrá una calificación de 0 en esta actividad y la pérdida de la evaluación continua para dicho alumno.

Calificaciones

Calificación de evaluación continua (C)

En cada cuatrimestre se establecerá una **calificación de evaluación continua (C1 y C2 respectivamente)**, a partir de las pruebas escritas realizadas durante el mismo. La calificación de evaluación continua de cada cuatrimestre será

$$C1 = \max(Q1 \times (0.1 \times PC1 + 0.25 \times I1 + 0.65 \times E1), 0.9 \times E1)$$

$$C2 = \max(Q2 \times (0.1 \times PC2 + 0.25 \times I2 + 0.65 \times E2), 0.9 \times E2)$$

Calificación del Math Teams Context (MTC)

En cada una de las 4 pruebas a realizar, los equipos podrán obtener puntos de las siguientes formas:

- Resolver un problema correctamente otorgará 10 puntos.
- Para cada problema de la sesión, el primer equipo capaz de resolverlo de manera perfecta recibirá 5 puntos adicionales.

La puntuación autónoma de cada equipo (**A**) se obtendrá de la siguiente manera

$$A = 10 \times (\text{puntos totales obtenidos}) / 340$$

Los equipos que acumulen un mayor número de puntos al final del año obtendrán un premio en forma de puntuación adicional **P**:

- Primer premio: +1 punto
- Segundo premio: +0.5 puntos
- Tercer premio: +0.3 puntos
- Cuarto premio: +0.2 puntos
- Quinto premio: +0.1 puntos
- Adicionalmente, el mejor equipo de cada prueba recibirá +0.25 puntos

La puntuación final de la competición se calculará como la suma

$$MTC = A + P$$

Nota: Siguiendo las fórmulas anteriores, cabe destacar que la puntuación final **MTC** puede ser mayor que 10 en aquellos casos en los que el rendimiento de un equipo haya sido excepcional. A modo de premio, por el esfuerzo y la excelencia académica, esta nota por encima de 10 se mantendrá y hará media de la manera usual, siguiendo las fórmulas presentadas en los siguientes apartados.

1. Calificación del primer cuatrimestre



Al final del primer cuatrimestre, el alumno obtendrá una nota final **NF1** que será:

- Si $E1 < 4$, entonces $NF1 = E1$
- Si $E1 \geq 4$ entonces $NF1 = C1$

Si $NF1 \geq 4$, en el segundo cuatrimestre el alumno podrá optar entre presentarse a un examen parcial (véase apartado II) o a un examen final (véase apartado III). En caso contrario ($NF1 < 4$), deberá presentarse obligatoriamente al examen final (véase apartado III).

2. Evaluación en la convocatoria ordinaria por parciales

Únicamente posible si $NF1 \geq 4$. De elegir esta modalidad, el alumno se presentará en la convocatoria ordinaria a un examen parcial sobre los contenidos impartidos en el segundo cuatrimestre. La nota final en la convocatoria ordinaria según esta modalidad será **NF**, obtenida de la siguiente forma:

- Si $E2 < 4$, entonces $NF = E2$.
- Si $E2 \geq 4$, la nota final **NF** se computará como:

$$NF = 0.8 \times (C1 + C2) / 2 + 0.1 \times PM + 0.1 \times MTC$$

La asignatura se aprueba por esta vía si $NF \geq 5$.

3. Evaluación en la convocatoria ordinaria con examen final

Evaluación en la convocatoria ordinaria con examen final

Obligatoria si $NF1 < 4$ (y optativa si $NF1 \geq 4$). En esta modalidad el alumno se presentará en la convocatoria ordinaria a un examen final sobre la totalidad de los contenidos del curso. La nota final en la convocatoria ordinaria según esta modalidad será **NF**, obtenida de la siguiente forma:

- Si $E2 < 4$, entonces $NF = E2$.
- Si $E2 \geq 4$, entonces la nota final **NF** se computará como:

$$NF = 0.8 \times C2 + 0.1 \times PM + 0.1 \times MTC$$

La asignatura se aprueba por esta vía si $NF \geq 5$.

4. Evaluación de la convocatoria extraordinaria

El alumno realizará un examen final extraordinario, cuya nota (sobre 10 puntos) denotaremos por **EJ**, que abarcará toda la materia desarrollada en el curso. La nota final del alumno en esta convocatoria será **NE**, obtenida de la siguiente forma:

- Si $EJ < 4$, entonces $NE = EJ$.
- Si $EJ \geq 4$, entonces

$$NE = 0.8 \times \max(EJ, CJ1, CJ2) + 0.1 \times PM + 0.1 \times MTC$$

donde

$$CJ1 = Q1 \times (0.1 \times PC1 + 0.25 \times I1 + 0.65 \times EJ)$$

$$CJ2 = Q2 \times (0.1 \times PC2 + 0.25 \times I2 + 0.65 \times EJ)$$

La asignatura se aprueba en esta convocatoria si $NE \geq 5$.



Normas de la asignatura

- En los exámenes intercuatrimestrales de la asignatura no se liberará materia.
- La falta de asistencia a lo largo de todo el curso a más de un 15% de las horas lectivas de la asignatura (18 faltas de asistencia), podrá implicar para el alumno la pérdida del derecho a examinarse de la asignatura en la convocatoria ordinaria de dicho curso académico (cf. Artículo 93º. Escolaridad, del Reglamento General de la Universidad, Normas Académicas ETSI-ICAI).
- El alumno que cometa alguna irregularidad en la realización de cualquier prueba evaluable será calificado con Suspenso (0) en dicha prueba y se le iniciará un proceso sancionador de acuerdo con el Artículo 168º. Infracciones y sanciones del alumnado, del Reglamento General de la Universidad.
- En ningún examen de la asignatura se permitirá el uso de libros, ni de apuntes de clase. En los exámenes intercuatrimestrales, parciales y final, el alumno podrá disponer de una hoja resumen, escrita por ambas caras, confeccionada por él, tamaño DIN A4 y de color no blanco, en la que podrá incluir cualquier resultado teórico de la asignatura (teoremas, fórmulas, esquemas, procedimientos, etc.) pero nunca podrá contener problemas resueltos, ni ejemplos prácticos.

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Bibliografía Básica

- García, A., García, F., López, A., Rodríguez, G., Villa, A. de la. Calculo I: Teoría y problemas de análisis matemático en una variable (3ª edición). CLAG, 2007.
- García, A., López, A., Romero, S., Rodríguez, G., Villa, A. de la. Calculo II: Teoría y problemas de funciones de varias variables (2ª edición). CLAG, 2006

Bibliografía Complementaria

- Salas, S., Hille, E., Etgen, G. Calculus, Volumen 1 (4ª edición). Reverté, 2002.
- Larson, R. Cálculo I (9ª edición). McGraw Hill, 2010.
- Burgos, J. Cálculo infinitesimal de una variable (2ª edición). McGraw Hill, 2007.
- Soler Dorda, M. Cálculo I. Síntesis, 2014. Marsden, J., Tromba, A. Cálculo vectorial (5ª edición). Addison Wesley, 2004.
- Burgos, J. Cálculo infinitesimal de varias variables (2ª edición). McGraw Hill, 2008. Larson, R., Edwards, B. Cálculo II (9ª edición). McGraw Hill, 2010.
- Soler Dorda, M. Cálculo II. Síntesis, 2015.

En cumplimiento de la normativa vigente en materia de **protección de datos de carácter personal**, le informamos y recordamos que puede consultar los aspectos relativos a privacidad y protección de datos [que ha aceptado en su matrícula](#) entrando en esta web y pulsando "descargar"

<https://servicios.upcomillas.es/sedelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792>

Semana	ACTIVIDADES PRESENCIALES					ACTIVIDADES NO PRESENCIALES			Resultados de aprendizaje			
	h/s	Clase teoría/problemas	Clase prácticas	Trabajo colaborativo	Evaluación	h/s	Estudio individual de conceptos teóricos	Resolución de problemas	Preparación previa de exámenes	Resultados de aprendizaje	Descripción	
1	4	Presentación (1h)+Teoría+Problemas Tema 1 (3h)				4	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (2h)	Resolución de problemas propuestos (1h 45 minutos)+Resolución del Quiz 1 (15 min)		RA1	Conocer y manejar el conjunto de números reales y complejos así como sus principales subconjuntos y propiedades. Manejar con soltura las operaciones con intervalos. Identificar el ínfimo y supremos de conjuntos en la real. Resolver inecuaciones. Conocer las funciones elementales, su composición y saber calcular el dominio.	
2	4	Teoría + Problemas Tema 2 (3h)	Práctica 1: Introducción al programa Matlab (LiveScript) (1h)			8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (3h)	Resolución de problemas propuestos (4h) Preparación de la Práctica 1B por grupos (1h)		RA1	Conocer los conceptos de distancia en un conjunto y de espacio métrico. Saber clasificar topológicamente los puntos de un conjunto. Conocer el entorno de Matlab y saber realizar operaciones usando Live Script	
3	4	Teoría + Problemas Tema 2 (2h y 30min)/Teoría + Problemas Tema 3 (1h)			Prueba corta de seguimiento Tema 1-2 (30 minutos)	8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (2h)	Resolución de problemas propuestos (2h y 45 minutos)+ Resolución del Quiz 2 (15 minutos)	Preparación de la prueba corta de seguimiento del Tema 1 (3h)	RA1, RA2	Saber identificar los conjuntos abiertos, cerrados, acotados y compactos, y conocer las principales propiedades de éstos. Conocer los conceptos y propiedades de las sucesiones de números reales: definición, término general.	
4	4	Teoría + Problemas Tema 3 (4h)				8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (2h). Preparación del concurso matemático (2h)		RA2	Conocer las sucesiones recurrentes. Comprender e interpretar geoméricamente el concepto de límite de una sucesión. Conocer la definición de sucesión de Cauchy y su relación con las sucesiones convergente. Saber clasificar algunas sucesiones según su comportamiento (convergente, divergente, oscilante, monótonas y acotadas). Conocer y saber aplicar el principio de inducción.	
5	4	Teoría + Problemas Tema 3 (3h)		Concurso Matemático (1h)		8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (2h y 45 minutos)+ Preparación concurso matemático (1h)+Realización del Quiz 3 (15 minutos)		RA2	Reconocer las indeterminaciones más importantes en el cálculo de límites de sucesiones. Identificar mecanismos para resolverlas. Reconocer las indeterminaciones más importantes en el cálculo de límites de sucesiones. Identificar mecanismos para resolverlas. Entender el concepto de infinito y saber aplicar infinitos equivalentes para calcular límites. Saber aplicar la regla del Sandwich y el criterio de Stolz para calcular límites de sucesiones.	
6	4	Teoría + Problemas Tema 4 (4h)				8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h).		RA3	Comprender el concepto de convergencia de una serie de números reales y los principales conceptos de series: Suma parcial, resto. Identificar las series geométricas y armónicas. Saber aplicar algunos criterios de convergencia para series.	
7	3,5	Teoría + Problemas Tema 4 (2,5h)	Práctica 2: Sucesiones y series			7	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (3h)	Resolución de problemas propuestos (2h y 45 min) ,Preparación de la Práctica 2B por grupos (1h)+Realización del Quiz 4 (15 minutos)		RA3	Saber sumar series de forma exacta y aproximada. Conocer los conceptos de convergencia absoluta y condicional. Saber estimar restos de una serie. Conocer los comandos de Matlab para el estudio de sucesiones y series.	
	1'5	Examen Intercuatrimstral					6	Preparación del examen intercuatrimestral (6h)				
8	4	Teoría + Problemas Tema 5 (4h)				8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)		RA5	Comprender e interpretar geoméricamente el significado de límite de una función de una variable y saber determinar su existencia. Reconocer las indeterminaciones más importantes en el cálculo de límites. Identificar mecanismos para resolverlas. Entender el concepto de infinitésimo, infinito, orden y parte principal.	
9	4	Teoría + Problemas Tema 5 (4h)				8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)		RA5	Saber aplicar los infinitésimos e infinitos equivalentes para calcular límites. Conocer la notación de Landau. Entender el concepto de continuidad y saber estudiar e interpretar geoméricamente las diferentes discontinuidades de funciones de una variable.	
10	4	Teoría + Problemas Tema 5 (2h)+Teoría + Problemas Tema 6 (2h)				8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (3h y 45min)+Realización del Quiz 5 (15 minutos).		RA5	Enunciar e interpretar geoméricamente los teoremas fundamentales de la continuidad en un intervalo cerrado. Conocer e interpretar geoméricamente la definición de derivada de una función real de variable real en un punto.	
11	4	Teoría + Problemas Tema 6 (4h)				8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h).		RA5,RA6	Saber aproximar utilizando la recta tangente. Entender y aplicar los teoremas del valor medio y Rolle. Manejar la regla de L' Hôpital.	
12	4	Teoría + Problemas Tema 6 (4h)	Practica 3: Funciones elementales y polinomio de Taylor			8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (3h)	Resolución de problemas propuestos (4h)Preparación de la Práctica 3B por grupos (1h) Preparación concurso matemático (1h)		RA6	Saber calcular el polinomio de Taylor de una función en un punto. Estimar el error cometido al aproximar funciones usando el polinomio de Taylor. Saber utilizar Matlab para el cálculo de polinomios de Taylor y la aproximación de errores cometidos	
13	4	Teoría + Problemas Tema 6 (3h)		Concurso matemático (1h)		8		Resolución de problemas propuestos (3h)Preparación concurso matemático (1h)		RA6	Aplicar los polinomios de Taylor al cálculo de límites y cálculos aproximados. Saber hallar extremos de funciones de una variable así como estudiar su crecimiento, decrecimiento, concavidad y convexidad.	

14	4	Teoría + Problemas Tema 6 (4h)				8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (3h y 45min)+Realización del Quiz 6 (15 minutos).		RA6	Resolver problemas de optimización mediante el cálculo de máximos ó mínimos de funciones de una variable. Saber representar la gráfica de una función.
	3	EXAMEN PARCIAL PRIMER CUATRIMESTRE				7	Preparacion del examen parcial (7h)				
15	4	Presentación (1h)+ Teoría+Problemas Tema 7 (3h)				4	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (2h)	Resolución de problemas propuestos (2h)		RA7, RA8	Saber interpretar geoméricamente el concepto de integral definida. Identificar las distintas propiedades de la integral definida. Calcular integrales definidas.
16	4	Teoría+Problemas Tema 7 (4h)				8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)		RA7, RA8	Comprender el Teorema fundamental del cálculo y saber aplicarlo para derivar funciones definidas mediante integrales. Identificar integrales impropias y discutir la convergencia de integrales impropias de los diversos
17	4	Teoría + Problemas Tema 7 (4h)				8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)		RA8	Relación de las integrales impropias con las series. Manejo de las funciones Gamma y Beta y sus propiedades.
18	4	Teoría + Problemas Tema 7 (3h)	Práctica 4: Integrales			8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (3h)	Resolución de problemas propuestos (3h y 45 minutos), Preparación de la Práctica 4B por grupos (1h)+Realización Quiz 7 (15 minutos)		RA8	Aplicar la integral definida para calcular áreas de recintos planos, longitudes de arcos de curva y volúmenes de cuerpos de revolución .
19	4	Teoría + Problemas Tema 8 (3h y 30 minutos)			Prueba corta de seguimiento Temas 7 (30 minutos)	8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (2h)	Resolución de problemas propuestos (3h).	Preparación de la prueba corta de seguimiento de los Temas 7 y 8 (3h)	RA4	Saber hallar el dominio y representar las curvas de nivel y la gráfica de una función escalar de varias variables. Definición de límite de una función escalar.
20	4	Teoría + Problemas Tema 8 (4h)				8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (3h y 45 minutos)+Realización Quiz 8 (15 minutos)		RA4	Interpretar geoméricamente el significado del límite de una función varias variables y saber determinar su existencia. Comprender el concepto de límite según curvas y su relación con el límite de una función de varias variables. Entender el concepto de continuidad y saber estudiar e interpretar geoméricamente las diferentes discontinuidades de funciones de varias variables.
21	4	Teoría + Problemas Tema 9 (3h)		Concurso matemático (1h)		8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (2h)	Resolución de problemas propuestos (4h), Preparación del concurso (2h)		RA9	Interpretar geoméricamente el significado de derivada parcial y direccional de una función escalar. Calcular derivadas parciales y direccionales de una función escalar. Conocer el concepto de función diferenciable y saber qué condiciones se tienen que cumplir para que una función sea diferenciable.
22	4	Teoría + Problemas Tema 9 (3h)	Práctica 5: Dominio y curvas de nivel de una función escalar. Derivadas parciales. Plano tangente. Matriz jacobiana (1h)			8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (3h)	Resolución de problemas propuestos (3h y 45 minutos) Preparación de la Práctica 5B por grupos (1h)+Realización Quiz 9 (15 minutos)		RA9	Saber calcular el plano tangente y utilizarlo para realizar cálculos aproximados. Comprender y saber interpretar geoméricamente el concepto de gradiente de una función escalar. Calcular la matriz jacobiana de una función escalar.
	1 5	Examen Intercuatrimestral				6	Preparacion del examen intercuatrimestral (6h)				
23	4	Teoría + Problemas Tema 10 (4h)				8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)		RA9	Manejar y saber calcular derivadas parciales de funciones compuestas.
24	4	Teoría + Problemas Tema 10 (4h)				8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (3h y 45 minutos)+ Realización Quiz 10 (15 minutos)		RA9	Conocer las condiciones que se tienen que cumplir para que una función esté definida de forma implícita. Saber calcular las derivadas parciales de una función definida de forma
25	4	Teoría + Problemas Tema 11 (4h)				8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)		RA10	Calcular y caracterizar los extremos relativos de una función escalar. Calcular los extremos absolutos y condicionados de una función escalar
26	4	Teoría + Problemas Tema 11 (1h) +Teoría + Problemas Tema 12 (2h)	Práctica 6: Extremos de una función escalar. Integrales dobles. (1h)			8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (3h)	Resolución de problemas propuestos (3h y 45 minutos)+Preparación de la Práctica 6B por grupos (1h) + Realización Quiz 11 (15 minutos)		RA10, RA8	Resolver problemas de optimización mediante el cálculo de los extremos de una función escalar. Comprender los conceptos de integral doble y triple y su interpretación geométrica.
27	4	Teoría + Problemas Tema 12 (2h)		Concurso matemático (1h)	Prueba evaluación prácticas	8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (1h)	Resolución de problemas propuestos (2h)+Preparación del concurso (2h)	Preparación por grupos Prueba Evaluacion de Prácticas (3h)	RA8	Saber calcular integrales dobles y triples en recintos estándar del plano y del espacio. Saber calcular áreas de figuras planas y volúmenes de cuerpos sólidos mediante integrales dobles y triples.
28	3 5	Teoría + Problemas Tema 12 (3 5h)				7	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (2h)	Resolución de problemas propuestos (1h y 45 minutos)+Resolución Quiz 12 (15 minutos)		RA8	Manejar con soltura los cambios de variables para calcular integrales dobles y triples, identificando en cada caso cuál es el cambio más adecuado.
	3	EXAMEN PARCIAL SEGUNDO CUATRIMESTRE Y EXAMEN FINAL				7	Preparacion del segundo examen parcial o examen final (7h)				