

## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

<b>Datos de la asignatura</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Cálculo</b>
<b>Código</b>	<b>DMA-GITT-102</b>
<b>Titulación</b>	<b>Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación, Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación + Administración y Dirección de Empresas</b>
<b>Curso</b>	<b>Primero</b>
<b>Cuatrimestre</b>	<b>Anual</b>
<b>Créditos ECTS</b>	<b>12</b>
<b>Carácter</b>	<b>formación Básica</b>
<b>Departamento</b>	<b>Matemática Aplicada</b>
<b>Área</b>	<b>Matemática Aplicada</b>
<b>Coordinador</b>	<b>Javier Rodrigo Hitos</b>

<b>Datos del profesorado</b>	
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Santiago Cano Casanova</b>
<b>Departamento</b>	<b>Matemática Aplicada</b>
<b>Área</b>	<b>Matemática Aplicada</b>
<b>Despacho</b>	<b>D-204</b>
<b>e-mail</b>	<b>scano@comillas.edu</b>
<b>Teléfono</b>	<b>915422800 ext. 2382</b>
<b>Horario de Tutorías</b>	<b>Consúltese en la Web de la asignatura en el Portal de Recursos de Comillas.</b>

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

<b>Contextualización de la asignatura</b>
<b>Aportación al perfil profesional de la titulación</b>
<p>Como consecuencia de los aprendizajes a desarrollar en la asignatura, el principal objetivo de ésta es aportar al perfil profesional del graduado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación los siguientes conocimientos, destrezas, habilidades y capacidades:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Adquirir habilidad y soltura en el manejo de las herramientas básicas del cálculo diferencial e integral de una variable.</li> <li>2. Capacidad de modelar y resolver en términos del cálculo diferencial e integral de una variable fenómenos de la técnica y situaciones de la vida real.</li> <li>3. Conocer y saber aplicar con suficiente fluidez, las principales técnicas de resolución</li> </ol>

aproximada de ecuaciones no lineales.

4. Manejar con habilidad y soltura las nuevas tecnologías en el cálculo diferencial e integral de una variable para resolver problemas adaptados a la vida real.
5. Conocer los principales resultados teórico-prácticos del cálculo diferencial e integral de funciones de varias variables, así como su uso en la ciencia y en la ingeniería.
6. Realizar con habilidad y soltura las diferentes operaciones propias del cálculo diferencial e integral de varias variables.
7. Capacidad de modelar y resolver problemas reales utilizando herramientas del cálculo diferencial e integral de funciones de varias variables.
8. Manejar con habilidad y soltura las nuevas tecnologías en el cálculo diferencial e integral de varias variables para resolver problemas adaptados a la vida real.

#### Prerrequisitos

**Conocimientos matemáticos del bachillerato, en particular:**

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

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

#### BLOQUE 1:

##### Tema 1: LÍMITES Y CONTINUIDAD DE FUNCIONES DE VARIABLE REAL.

Límite de una función en un punto. Límites infinitos. Asíntotas de una función. Límites laterales. Propiedades de los límites. Infinitésimos. Infinitos. Continuidad de una función en un punto. Continuidad de una función en un conjunto. Teoremas de Bolzano, Darboux y Weierstrass. Cálculo aproximado de raíces: método de la bisección.

##### Tema 2: CÁLCULO DIFERENCIAL DE UNA VARIABLE.

Derivada de una función en un punto. Recta tangente y normal a una curva. Derivadas laterales. Función derivada. Derivadas sucesivas. Diferencial de una función en un punto. Derivada de una función en un conjunto. Teoremas de Rolle, Lagrange y Cauchy. Regla de L'Hopital. Polinomios de Taylor. Formula de Taylor y aplicaciones. Crecimiento y decrecimiento de una función. Extremos relativos y absolutos de una función. Caracterización de los extremos relativos de una función. Cálculo de extremos en intervalos cerrados. Concavidad y convexidad de una función. Puntos de inflexión. Cálculo aproximado de raíces: métodos de Newton y del punto fijo.

<b>Tema 3: CÁLCULO INTEGRAL DE UNA VARIABLE.</b>
Definición y propiedades de la integral definida. Teorema del valor medio. Promedio integral. Teorema fundamental del Cálculo. Regla de Barrow. Integrales impropias de primera, segunda y tercera especie. Funciones $\Gamma$ y $B$ de Euler. Aplicaciones de la integral: cálculo de áreas, longitudes y volúmenes.
<b>Tema 4: SUCESIONES DE NÚMEROS REALES.</b>
Definición de sucesión. Término general de una sucesión. Límite de una sucesión. Sucesiones convergentes divergentes y oscilantes. Subsucesiones. Sucesiones monótonas y acotadas. Propiedades de los límites de sucesiones. Regla del Sandwich. Sucesiones equivalentes. Infinitos. Criterio de Stolz.
<b>Tema 5: SERIES DE NÚMEROS REALES.</b>
Definición y carácter de una serie. Series de términos positivos. Criterios de convergencia. Series alternadas. Series de términos arbitrarios. Suma de series: series geométricas, telescópicas y aritmético-geométricas. Suma aproximada de series.
<b>Tema 6: INTERPOLACIÓN.</b>
Polinomio interpolador de Lagrange. Fórmula de las diferencias divididas de Newton. Interpolación lineal a trozos. Interpolación de Hermite. Interpolación con Splines.
<b>Tema 7: FUNCIONES DE VARIAS VARIABLES. LÍMITES Y CONTINUIDAD.</b>
Primeras nociones sobre funciones de varias variables. Representaciones gráficas. Curvas y superficies de nivel. Límites de funciones escalares: Definiciones y propiedades. Límites de funciones vectoriales. Infinitésimos. Continuidad de funciones de varias variables.
<b>Tema 8: DERIVADAS PARCIALES Y DIRECCIONALES. FUNCIONES DIFERENCIABLES.</b>
Derivadas parciales y direccionales de funciones escalares. Función derivada parcial. Derivadas parciales sucesivas. Diferenciabilidad de funciones escalares. Plano tangente. Vector gradiente y propiedades. Diferenciabilidad de funciones vectoriales. Matriz jacobiana.
<b>Tema 9: FUNCIONES COMPUESTAS IMPLÍCITAS E INVERSAS.</b>
Funciones compuestas. Diferenciación y matriz jacobiana de la función compuesta. Árboles de dependencia. Existencia y diferenciabilidad de funciones implícitas. Derivadas parciales de funciones definidas de forma implícita. Existencia y diferenciabilidad de funciones inversas. Matriz jacobiana de la función inversa.
<b>Tema 10: EXTREMOS DE UNA FUNCIÓN ESCALAR. EXTREMOS CONDICIONADOS.</b>
Extremos relativos y absolutos de una función escalar. Condiciones necesarias y suficientes de extremo relativo. Matriz hessiana. Extremos condicionados. Método de los multiplicadores de Lagrange. Extremos absolutos de una función escalar en un conjunto compacto.
<b>Tema 11: INTEGRALES DOBLES Y TRIPLES.</b>
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.

<b>Tema 12: INTEGRAL DE LÍNEA.</b>
Integral de trayectoria. Definición y propiedades de la integral de línea. Circulación de un campo vectorial. Función potencial de un campo vectorial. Campos conservativos. Teorema de Green.
<b>Tema 13: INTEGRAL DE SUPERFICIE.</b>
Integral de superficie: Definición y propiedades. Área de una superficie. Flujo de un campo vectorial a través de una superficie. Teorema de Stokes. Teorema de la divergencia de Gauss-Ostrogradski.
<b>Tema 14: APLICACIONES DE LA INTEGRAL.</b>
Cálculo de centros de masa. Cálculo de momentos de inercia.

<b>Competencias – Resultados de Aprendizaje</b>
<b>Competencias</b>
<b>Competencias Generales</b>
<p>CG3. Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.</p> <p>CG4. Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del ingeniero técnico de telecomunicación</p>
<b>Competencias de Formación Básica</b>
CFBT1. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
<b>Resultados de Aprendizaje</b>
<p>Al final de curso los alumnos deben ser capaces de:</p> <p><b>RA1.</b> Interpretar geoméricamente el significado de la existencia del límite de una función de una ó varias variables y saber determinar su existencia. Reconocer las indeterminaciones más importantes en el cálculo de límites. Identificar mecanismos para resolverlas. Discutir la continuidad de una función de una ó varias variables en un punto y en su dominio. Enunciar e interpretar geoméricamente los teoremas fundamentales de la continuidad en un punto y en un conjunto cerrado. Saber estudiar e interpretar geoméricamente las diferentes discontinuidades de una función de una ó varias variables.</p>

**RA2.** Saber hallar de forma aproximada raíces por el método de la bisección.

**RA3.** Interpretar geoméricamente el significado de la derivada de una función real de variable real en un punto. Derivar funciones de una variable, utilizando de forma expresa la regla de la cadena y la derivación logarítmica. Hallar derivadas sucesivas. Entender y aplicar los teoremas del valor medio. Manejar la regla de L'Hôpital. Aplicar los polinomios de Taylor al cálculo de límites y cálculos aproximados. Hallar extremos de funciones así como estudiar su crecimiento, decrecimiento, concavidad y convexidad.

**RA4.** Saber aplicar el método de Newton. Saber los principales métodos de interpolación: Lagrange, Splines, Hermite.

**RA5.** Saber interpretar geoméricamente el concepto de integral definida. Identificar las distintas propiedades de la integral de Riemann. Calcular integrales definidas. Identificar integrales impropias y discutir la convergencia de integrales impropias de los diversos tipos. Manejo de las funciones Gamma y Beta y sus propiedades. Calcular áreas de recintos planos, longitudes de arcos de curva y volúmenes de revolución como aplicación geométrica de la integral.

**RA6.** Interpretar geoméricamente el significado de la existencia del límite de una sucesión e identificar algunas sucesiones (monótonas y acotadas). Reconocer las indeterminaciones más importantes en el cálculo de límites de sucesiones. Identificar mecanismos para resolverlas.

**RA7.** Comprender el concepto de convergencia de una serie de números reales y los principales conceptos de series: Suma parcial, resto. Saber aplicar algunos criterios de convergencia para series. Saber sumar series de forma exacta y aproximada.

**RA8.** Hallar el dominio y representar las curvas de nivel y la gráfica de una función escalar de varias variables.

**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. 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.

**RA10.** Saber calcular derivadas parciales de funciones compuestas. Conocer las condiciones que se tienen que cumplir para que una función esté definida de forma implícita. Saber calcular las derivadas parciales y la diferencial de una función definida de forma implícita. Hallar la recta tangente a una curva dada en forma implícita y el plano

tangente a una superficie dada en forma implícita.

**RA11.** Calcular los extremos relativos, absolutos y condicionados de una función escalar. Resolver problemas de optimización mediante el cálculo de los extremos de una función escalar.

**RA12.** Comprender los conceptos de integral doble y triple y su interpretación geométrica. 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. Manejar con soltura los cambios de variables para calcular integrales dobles y triples, identificando en cada caso cuál es el cambio más adecuado.

**RA13.** Comprender el concepto de integral de línea, su significado físico e interpretación geométrica. Saber calcular integrales de trayectoria e integrales de línea. Manejar la fórmula de Green para calcular integrales de línea mediante integrales dobles. Identificar la existencia y calcular la función potencial de un campo vectorial. Determinar cuándo un campo vectorial es conservativo, saber interpretar su significado físico y utilizar sus propiedades para calcular integrales de línea.

**RA14.** Calcular el área de una superficie expresada en sus diferentes formas. Comprender el concepto de integral de superficie y saber calcular integrales de superficie cuando la superficie viene dada en sus diferentes formas. Comprender el significado físico del flujo de un campo vectorial a través de una superficie y saber calcular dicho flujo. Manejar el teorema de Gauss-Ostrogradski para calcular flujos de campos vectoriales mediante integrales triples.

**RA15.** Modelar problemas de la vida real y de la ingeniería con técnicas de cálculo diferencial e integral de una ó varias variables ó utilizando sucesiones y series. Utilizar una plataforma virtual educativa y programas informáticos de aplicación al cálculo diferencial e integral de una ó varias variables.

## METODOLOGÍA DOCENTE

### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Con el fin de conseguir el desarrollo de competencias propuesto, la materia se desarrollará teniendo en cuenta la actividad del alumno como factor prioritario. Ello implicará que tanto las sesiones presenciales como las no presenciales promoverán la implicación activa de los alumnos en las actividades de aprendizaje.

### Metodología Presencial: Actividades

### Competencias

1. **Lección expositiva:** El profesor explicará los conceptos fundamentales de cada tema, incidiendo en lo más importante y resolviendo a continuación una serie de

**CG3**

<p>problemas tipo, con los que el alumno aprenderá a identificar los elementos esenciales del planteamiento y se iniciará, adquiriendo habilidad y soltura, en la resolución de problemas del tema <b>(60 horas)</b>.</p> <p>2. <b>Resolución en clase de problemas propuestos.</b> 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 <b>(52 horas. Incluyen las 12 horas de evaluación)</b>.</p> <p>3. <b>Prácticas con ordenador.</b> Se realizarán en grupos. En ellas los alumnos ejercitarán los conceptos y técnicas estudiadas, resolviendo problemas prácticos con ayuda del ordenador, familiarizándose así también con el entorno material y humano del trabajo en las aulas de informática <b>(8 horas)</b>.</p> <p>4. <b>Tutorías.</b> Se realizarán en grupo e individualmente, para resolver las diferentes dudas que se les planteen a los alumnos, después de haber estudiado los distintos temas y trabajado los diferentes problemas, así como también para orientar al alumno en su proceso de aprendizaje.</p>	<p><b>CG4 y CFBT1</b></p> <p><b>CG4 y CFBT1</b></p>
<p><b>Metodología No presencial: Actividades</b></p>	<p><b>Competencias</b></p>
<p>El objetivo principal del trabajo no presencial es que el alumno comprenda los conceptos teóricos y domine la aplicación de procedimientos, rutinas y metodologías de los diferentes temas de la asignatura, llegando a ser capaz, por sí sólo, de poner en práctica estos conocimientos, destrezas y habilidades en la resolución de los diferentes problemas planteados.</p> <p>Las principales actividades no presenciales a realizar serán:</p> <p>1. <b>Estudio individual y personal por parte del alumno de los conceptos expuestos en las lecciones expositivas.</b> El alumno debe realizar un trabajo personal posterior a las clases teóricas para comprender e interiorizar los conocimientos aportados en la materia <b>(96 horas)</b>.</p> <p>2. <b>Resolución de problemas prácticos que serán corregidos en clase.</b> El alumno una vez estudiados los conceptos teóricos debe ponerlos en práctica para resolver los problemas.</p>	<p><b>CG3</b></p> <p><b>CG4 y CFBT1</b></p>

<p>Pasado un cierto tiempo desde su planteamiento dispondrá de la resolución completa de los problemas, pudiendo pedir tutorías con el profesor si lo requiere para aclaración de dudas <b>(124 horas)</b>.</p> <p>3. <b>Resolución grupal de problemas y prácticas y elaboración de esquemas de los conceptos teóricos, procedimientos, metodologías, aplicaciones prácticas, etc. de cada tema desarrollado (20 horas).</b></p>	<p><b>CG3, CG4 y CFBT1</b></p>
---	--------------------------------

Semana	ACTIVIDADES PRESENCIALES			ACTIVIDADES NO PRESENCIALES			Resultados de aprendizaje			
	h/s	Clase teoría/problemas	Clase prácticas	Evaluación	h/s	Estudio individual de conceptos teóricos	Resolución de problemas	Preparación previa de exámenes	Resultados de aprendizaje	Descripción
1	2	Presentación (1h)+ Teoría Tema 1 (1h)			2	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (1h)	Resolución de problemas propuestos (1h)		RA1	Interpretar geoméricamente el significado de la existencia del límite de una función de una ó varias variables y saber determinar su existencia. Reconocer las indeterminaciones más importantes en el cálculo de límites. Identificar mecanismos para resolverlas.
2	4	Teoría + Problemas Tema 1 (4h)			8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)		RA1	Discutir la continuidad de una función de una ó varias variables en un punto y en su dominio. Enunciar e interpretar geoméricamente los teoremas fundamentales de la continuidad en un punto y en un conjunto cerrado. Saber estudiar e interpretar geoméricamente las diferentes discontinuidades de una función de una ó varias variables
3	4	Teoría + Problemas Tema 1 (2h), Teoría + Problemas Tema 2 (2h)			8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)		RA1, RA3	Interpretar geoméricamente el significado de la derivada de una función real de variable real en un punto. Derivar funciones de una variable, utilizando de forma expresa la regla de la cadena y la derivación logarítmica. Hallar derivadas sucesivas.
4	4	Teoría + Problemas Tema 2 (2h)	Práctica 1 (1h)	Control temas 1 y 2 (1h).	8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (2h)	Resolución de problemas propuestos (2h), Preparación de la Práctica 1B por grupos (2h)	Preparación Control temas 1 y 2 (2h)	RA2 y RA3	Saber hallar de forma aproximada raíces por el método de la bisección.
5	4	Teoría + Problemas Tema 2 (4h)			8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)		RA3	Entender y aplicar los teoremas del valor medio. Manejar la regla de L'Hôpital. Aplicar los polinomios de Taylor al cálculo de límites y cálculos aproximados.
6	4	Teoría + Problemas Tema 2 (3h)	Práctica 2 (1h)		8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (3h)	Resolución de problemas propuestos (3h), Preparación de la Práctica 2B por grupos (2h)		RA3	Hallar extremos de funciones así como estudiar su crecimiento, decrecimiento, concavidad y convexidad
7	4	Examen Intercuatrimestral			8	Preparación del examen intercuatrimestral (8h)				
8	4	Teoría + Problemas Tema 2 (1h), Teoría + Problemas Tema 3 (3h)			8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)		RA3, RA5	Saber interpretar geoméricamente el concepto de integral definida. Identificar las distintas propiedades de la integral de Riemann. Calcular integrales definidas.
9	4	Teoría + Problemas Tema 3 (3h)	Práctica 3 (1h)		8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (3h)	Resolución de problemas propuestos (3h), Preparación de la Práctica 3B por grupos (2h)		RA4, RA5	Saber aplicar el método de Newton.
10	4	Teoría + Problemas Tema 3 (4h)			8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)		RA5	Identificar integrales impropias y discutir la convergencia de integrales impropias de los diversos tipos. Manejo de las funciones Gamma y Beta y sus propiedades
11	4	Teoría + Problemas Tema 3 (3h)	Práctica 4 (1h)		8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (3h)	Resolución de problemas propuestos (3h), Preparación de la Práctica 4B por grupos (2h)		RA5	Calcular áreas de recintos planos, longitudes de arcos de curva y volúmenes de revolución como aplicación geométrica de la integral.
12	4	Teoría + Problemas Tema 4 (4h)		Control Tema 3 (1h)	8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)	Preparación Control tema 3 (2h)	RA6	Interpretar geoméricamente el significado de la existencia del límite de una sucesión e identificar algunas sucesiones (monótonas y acotadas). Reconocer las indeterminaciones más importantes en el cálculo de límites de sucesiones. Identificar mecanismos para resolverlas.
13	4	Teoría + Problemas Tema 4 (2h), Teoría + Problemas Tema 5 (2h)			8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)		RA6 y RA7	Comprender el concepto de convergencia de una serie de números reales y los principales conceptos de series: Suma parcial, resto.
14	4	Teoría + Problemas Tema 5 (4h)			8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)		RA7	Saber aplicar algunos criterios de convergencia para series. Saber sumar series de forma exacta y aproximada
15	4	Teoría + Problemas Tema 6 (4h)			8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)		RA4	Saber los principales métodos de interpolación: Lagrange, Splines, Hermite

1	4	Presentación (1h)- Teoría Tema 7 (3h)			6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (2h)	Resolución de problemas propuestos (3h)		RA8	Hallar el dominio y representar las curvas de nivel de la función de una función escalar.
2	4	Teoría + Problemas Tema 7 (2h), Teoría + Problemas Tema 8 (2h)			8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)		RA8, 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.
3	4	Teoría + Problemas Tema 8 (4h)			8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)		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 jacobina de una función escalar.
4	4	Teoría + Problemas Tema 9 (2h)	Práctica 5 (1h)	Control Tems 7 y 8 (1h)	8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (2h)	Resolución de problemas propuestos (2h), Preparación de la Práctica 5B por grupos (2h)	Preparación Control temas 7 y 8 (2h)	RA10	Saber calcular derivadas parciales de funciones compuestas. Conocer las condiciones que se tienen que cumplir para que una función esté definida de forma implícita.
5	4	Teoría + Problemas Tema 9 (4h)			8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)		RA10	Saber calcular las derivadas parciales y la diferencial de una función definida de forma implícita. Hallar la recta tangente a una curva dada en forma implícita y el plano tangente a una superficie dada en forma implícita.
6	4	Teoría + Problemas Tema 10 (3h)	Práctica 6 (1h)		8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (3h)	Resolución de problemas propuestos (3h), Preparación de la Práctica 6B por grupos (2h)		RA11	Calcular los extremos relativos, absolutos y condicionados de una función escalar. Resolver problemas de optimización mediante el cálculo de los extremos de una función escalar.
7	4	Teoría + Problemas Tema 10 (2h), Teoría + Problemas Tema 11 (1h)	Práctica 7 (1h)		8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (3h)	Resolución de problemas propuestos (3h), Preparación de la Práctica 7B por grupos (2h)		RA11, RA12	Comprender los conceptos de integral doble y triple y su interpretación geométrica. Saber calcular integrales dobles y triples en recintos estándar del plano y del espacio.
8	4	Examen Intercurricular			8	Preparación del examen intercurricular (8h)				
9	4	Teoría + Problemas Tema 11 (4h)			8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)		RA12	Saber calcular áreas de figuras planas y volúmenes de cuerpos sólidos mediante integrales dobles y triples.
10	4	Teoría + Problemas Tema 11 (3h)	Práctica 8 (1h)		8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (2h)	Resolución de problemas propuestos (3h), Preparación de la Práctica 8B por grupos (2h)		RA12	Comprender el concepto de integral de línea, su significado físico e interpretación geométrica. Saber calcular integrales de trayectoria e integrales de línea. Manejar la fórmula de Green para calcular integrales de líneas mediante integrales dobles.
11	4	Teoría + Problemas Tema 11 (2h), Teoría + Problemas Tema 12 (2h)			8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)		RA12, RA13	Identificar la existencia y calcular la función potencial de un campo vectorial. Determinar cuándo un campo vectorial es conservativo, saber interpretar su significado físico y utilizar sus propiedades para calcular integrales de línea.
12	4	Teoría + Problemas Tema 12 (4h)			8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)		RA13	Calcular el área de una superficie expresada en sus diferentes formas. Comprender el concepto de integral de superficie y saber calcular integrales de superficie cuando la superficie viene dada en sus diferentes formas.
13	4	Teoría + Problemas Tema 13 (3h)		Control Tema 11 (1h)	8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (3h)	Resolución de problemas propuestos (3h)	Preparación Control tema 11 (2h)	RA14	Comprender el significado físico del flujo de un campo vectorial a través de una superficie y saber calcular dicho flujo. Manejar el teorema de Gauss-Ostrogradski para calcular flujos de campos vectoriales mediante integrales triples.
14	4	Teoría + Problemas Tema 13 (2h), Teoría + Problemas Tema 14 (2h)			8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)		RA14, RA15	Modelar problemas de la vida real y de la ingeniería con técnicas de cálculo diferencial e integral de una ó varias variables
15	4	Teoría + Problemas Tema 14 (4h)			8	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos (4h)	Resolución de problemas propuestos (4h)		RA15	

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	PESO
<p><b>Realización de exámenes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Examen Intercuatrimestral</li> <li>Examen Final</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprensión de conceptos.</li> <li>- Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li> <li>- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li> <li>- Presentación y comunicación escrita.</li> </ul>	<b>75%</b>
Para aprobar la asignatura el alumno deberá obtener al menos 4 puntos sobre 10 en el examen final de la asignatura.		
<p><b>Realización de pruebas de seguimiento.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pruebas realizadas en clase durante las semanas 4 y 12 (primer cuatrimestre), 4 y 13 (segundo cuatrimestre).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprensión de conceptos.</li> <li>- Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li> <li>- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li> </ul>	<b>15%</b>
<p><b>Controles de prácticas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprensión de conceptos.</li> <li>- Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li> <li>- Dominio en la resolución de problemas con ayuda del ordenador y software específico.</li> <li>- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en los problemas resueltos con ordenador.</li> <li>- Capacidad de trabajo en grupo.</li> <li>- Presentación y comunicación escrita.</li> </ul>	<b>10%</b>

### Criterios de Calificación

Con el objetivo de evaluar de forma continua el trabajo del alumno, se realizarán pruebas durante cada cuatrimestre. En concreto se realizará una prueba corta (**PC**)

al final de cada capítulo o grupo de capítulos, una prueba por ordenador (**PO**) que evaluará la realización de las prácticas correspondientes a las sesiones con ordenador, una prueba intercuatrimestral a la mitad del cuatrimestre (**I**) y un examen al final del cuatrimestre (**E**). Asimismo, el profesor podrá realizar cuantas pruebas de carácter continuo considere oportuno incluyendo dichas calificaciones en la nota **PC**.

### 1.- Evaluación del primer cuatrimestre

La evaluación del primer cuatrimestre se compondrá de cuatro notas como se indicó anteriormente: **PC1**, **PO1**, **I1** y **E1**.

**Nota PC1 (sobre 10 puntos):** nota media obtenida por el alumno en todas las pruebas cortas realizadas durante el cuatrimestre.

**Nota PO1 (sobre 10 puntos):** nota obtenida por el alumno en la prueba por ordenador del primer cuatrimestre.

**Nota I1 (sobre 10 puntos):** nota obtenida por el alumno en el examen intercuatrimestral del primer cuatrimestre.

**Nota E1 (sobre 10 puntos):** nota obtenida por el alumno en el examen parcial del primer cuatrimestre.

Si la nota **E1** es mayor o igual que 4 , la calificación **S1** del primer cuatrimestre será la nota máxima entre

$$C1=(0.15*PC1)+(0.10*PO1)+(0.25*I1)+(0.50*E1) \text{ y } F1=0.80*E1$$

siendo **S1=E1** la nota asignada en el primer cuatrimestre en caso contrario.

### 2.- Evaluación en la convocatoria ordinaria

i. Si la nota **S1**  $\geq 4$ , el alumno puede optar entre:

a) Obtener en el segundo cuatrimestre una nota **S2**, por un procedimiento análogo a la evaluación del primer cuatrimestre, que será por tanto el máximo entre

$$C2=(0.15*PC2)+(0.10*PO2)+(0.25*I2)+(0.50*E2) \text{ y } F2=0.80*E2$$

siendo **PC2** la media de las notas de las pruebas cortas del segundo cuatrimestre, **PO2** la nota obtenida por el alumno en la prueba por ordenador del segundo cuatrimestre, **I2** la nota obtenida por el alumno en el examen intercuatrimestral del segundo cuatrimestre y **E2** la nota obtenida en el examen parcial del segundo cuatrimestre, (**S2=E2** si **E2** es menor que 4). En este caso el examen abarcará únicamente la materia impartida en el segundo cuatrimestre. La asignatura se aprueba si la media aritmética **NS=0.5\*(S1+S2)** es mayor o igual que 5 y **S2**  $\geq 4$ , siendo **NS** la calificación del alumno en la asignatura. En caso contrario, si **NS**  $< 5$  ó **S2**  $< 4$  se suspende la asignatura en la convocatoria ordinaria con calificación **NS** si

**NS<4, ó 4 si NS>=4.**

b) Hacer un examen final de toda la asignatura. En este caso la nota final de la asignatura **NF** en la convocatoria ordinaria será también el máximo entre

$$\mathbf{C3=(0.15*PC2)+(0.10*PO2)+(0.25*I2)+(0.50*EF)} \text{ y } \mathbf{F3=0.80*EF}$$

siendo **EF** la nota obtenida en el examen final de la asignatura, (siendo también **NF=EF** si **EF** es menor que 4). En este caso el examen abarcará la materia de toda la asignatura. La asignatura se aprueba si **NF>=5**, suspendiendo la asignatura en caso contrario.

ii. Si la nota **S1<4**, el alumno estará obligado a realizar un examen final de la asignatura y la evaluación será análoga a la del punto i) apartado b).

### **3.- Evaluación en la convocatoria extraordinaria**

Si la nota **EJ** del examen de dicha convocatoria (que abarcará toda la materia desarrollada en el curso) es menor que **4**, la calificación de la asignatura será **EJ**. En caso contrario, la calificación del alumno en la convocatoria extraordinaria, será la puntuación máxima entre **EJ** y la nota obtenida al considerar el 50% de la mejor evaluación continua y el 50% de la calificación **EJ**, es decir, la mejor de las calificaciones

$$\mathbf{J1=(0.15*PC1)+(0.10*PO1)+(0.25*I1)+(0.50*EJ)}$$

$$\mathbf{J2=(0.15*PC2)+(0.10*PO2)+(0.25*I2)+(0.50*EJ)}$$

**EJ**

La asignatura se aprueba en esta convocatoria si dicha calificación es mayor o igual que **5**.

### **NORMAS DE LA ASIGNATURA:**

- 1.- En los exámenes intercuatrimestrales de la asignatura no se liberará materia.
- 2.- La asistencia a clase será controlada por el profesor de la asignatura. La falta de asistencia durante el curso, a más de un 15% de las horas lectivas de la asignatura, podrá implicar para el alumno la pérdida del derecho a examinarse de ésta en la convocatoria ordinaria en dicho curso académico (cf. Artículo 93º. Escolaridad, del Reglamento General de la Universidad, Normas Académicas ETSI-ICAI).
- 3.- 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.
- 4.- En ningún examen de la asignatura se permitirá el uso de libros, ni de apuntes de clase. En los exámenes intercuatrimestrales y finales, 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

### RESUMEN PLAN DE LOS TRABAJOS Y CRONOGRAMA

Actividades Presenciales y No presenciales	Fecha de realización
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas de seguimiento</li> </ul>	Semanas 4 y 12 (primer cuatrimestre), 4 y 13 (segundo cuatrimestre)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exámenes Intercuatrimerales, Examen parcial y Examen Final</li> </ul>	Semanas 7 (primer cuatrimestre), 8 (segundo cuatrimestre) y periodos de exámenes ordinarios
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prácticas con ordenador</li> </ul>	Semanas 4, 6, 9 y 11 (primer cuatrimestre), 4, 6, 7 y 10 (segundo cuatrimestre)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura y estudio de los contenidos teóricos desarrollados en clase</li> </ul>	Después de cada clase
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolución de los problemas propuestos</li> </ul>	Después de cada clase
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación de las pruebas que se realizarán durante las horas de clase</li> </ul>	Semanas 4 y 12 (primer cuatrimestre), 4 y 13 (segundo cuatrimestre).
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación de los Exámenes intercuatrimestrales, parcial y final</li> </ul>	Durante el curso y más intensivamente en septiembre, noviembre,

	febrero y mayo
<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparación de los exámenes de prácticas</li> </ul>	Semanas 11 (primer cuatrimestre) y 12 (segundo cuatrimestre)

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO			
HORAS PRESENCIALES			
Lección magistral	Resolución de problemas	Prácticas laboratorio de matemáticas (ordenador)	
60	52	8	
HORAS NO PRESENCIALES			
Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos	Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos	Realización de trabajos colaborativos	
96	124	20	
CRÉDITOS ECTS:			12 (360 horas)

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

<b>Bibliografía Básica</b>
<b>Libros de texto</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> </ul>
<b>Bibliografía Complementaria</b>
<b>Libros de texto</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salas, S., Hill, E. Calculus, Volumen 1 (6ª edición). Reverté, 2006.</li> <li>• Larson, R. Cálculo I (9ª edición). McGraw Hill, 2010.</li> <li>• Burgos, J. Cálculo infinitesimal de una variable (2ª edición). McGraw Hill, 2007.</li> <li>• Marsden, J., Tromba, A. Cálculo vectorial. Addison Wesley, 2006.</li> <li>• Burgos, J. Cálculo infinitesimal de varias variables (2ª edición). McGraw Hill, 2008.</li> <li>• Larson, R. Cálculo II (9ª edición). McGraw Hill, 2010.</li> <li>• Soler Dorda, M. Cálculo II. Síntesis, 2015.</li> </ul>