



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Centro
Universitario
de la Defensa

Guía docente de la asignatura CÁLCULO

Titulación: Grado en Ingeniería de Organización Industrial

1. Datos de la asignatura

Nombre	Cálculo				
Materia*	Matemáticas				
Módulo*	Materias básicas de Ingeniería y Arquitectura				
Código	511101004				
Titulación	Grado en Ingeniería de Organización Industrial				
Plan de estudios	2009 (Decreto 269/2009 de 31 de julio)				
Centro	Centro Universitario de la Defensa en la Academia General del Aire				
Tipo	Obligatoria				
Periodo lectivo	Cuatrimestral	Cuatrimestre	2º	Curso	1º
Idioma	Castellano				
ECTS	7,5	Horas / ECTS	25	Carga total de trabajo (horas)	187,5

* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

2. Datos del profesorado

Profesor responsable	Juan Antonio Vera López		
Departamento	Matemáticas e Informática		
Área de conocimiento	Matemática Aplicada		
Ubicación del despacho	Despacho 13 / Edificio administrativo del CUD		
Teléfono	968182901	Fax	968188780
Correo electrónico	juanantonio.vera@ cud.upct.es		
URL / WEB	https://aulavirtual.upct.es/		
Horario de atención / Tutorías	<p>12.40 -14:30 / Lunes, Martes, Jueves</p> <p>Como criterio general, el alumno que desee realizar una tutoría deberá previamente (al menos con un día de antelación) enviar un e-mail al profesor solicitando una cita previa con el fin de poder organizar debidamente la atención de todo el alumnado.</p>		
Ubicación durante las tutorías	Aula 3.6 del Pabellón 3		

Titulación	Licenciado con Grado en Matemáticas Doctor en Matemática Aplicada Acreditación a Profesor Titular de Universidad por ANECA (Ciencias Experimentales)
Vinculación con CUD-UPCT	Profesor Contratado Doctor
Año de ingreso en CUD-UPCT	2010
Nº de quinquenios (si procede)	4
Líneas de investigación (si procede)	Matemática Aplicada
Nº de sexenios (si procede)	3
Otros temas de interés	Investigación teórica y aplicada en sistemas de armas

Profesor	Tomás Baenas Tormo		
Departamento	Matemática Aplicada e Informática		
Área de conocimiento	Matemática Aplicada		
Ubicación del despacho	Despacho 6 / Edificio administrativo del CUD		
Teléfono	968189912	Fax	968188780
Correo electrónico	tomas.baenas@cud.upct.es		

URL / WEB	https://aulavirtual.upct.es/
Horario de atención / Tutorías	12.50 -14:50 / Lunes, Martes, Jueves Como criterio general, el alumno que desee realizar una tutoría deberá previamente (al menos con un día de antelación) enviar un e-mail al profesor solicitando una cita previa con el fin de poder organizar debidamente la atención de todo el alumnado.
Ubicación durante las tutorías	Despacho 6 / Edificio administrativo del CUD

Titulación	Licenciado en Física Doctor en Matemática Aplicada Acreditación a Profesor Titular de Universidad (Ciencias Experimentales) por ANECA
Vinculación con CUD-UPCT	Profesor Ayudante Doctor
Año de ingreso en CUD-UPCT	2018
Nº de quinquenios (si procede)	0
Nº de sexenios (si procede)	0
Experiencia profesional	Docencia en diferentes universidades e investigación aplicada en ámbito industrial.
Otros temas de interés	Modelado analítico de sistemas físicos de uso en edificación (óptica, termodinámica, mecánica y acústica).

Profesor	Irene Ortiz Sánchez	
Departamento	Ciencias e Informática	
Área de conocimiento	Matemática Aplicada	
Ubicación del despacho	Despacho 7 / Edificio administrativo del CUD	
Teléfono	968182911	Fax 968188780
Correo electrónico	irene.ortiz@ cud.upct.es	
URL / WEB	https://aulavirtual.upct.es/	
Horario de atención / Tutorías	De lunes a viernes mediante cita previa. Como criterio general, el alumno que desee realizar una tutoría deberá previamente (al menos con un día de antelación) enviar un e-mail al profesor solicitando una cita previa con el fin de poder organizar debidamente la atención de todo el alumnado.	
Ubicación durante las tutorías	Despacho 7 / Edificio administrativo del CUD	

Titulación	Licenciada en Matemáticas
-------------------	---------------------------

	Doctora en Matemáticas Acreditación a Profesor Ayudante Doctor por ANECA (Ciencias Experimentales)
Vinculación con CUD-UPCT	Profesor Ayudante Doctor
Año de ingreso en CUD-UPCT	2018
Nº de quinquenios (si procede)	0
Nº de sexenios (si procede)	0
Experiencia profesional	Docencia en diferentes universidades.
Otros temas de interés	Ecuaciones diferenciales y aplicaciones

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura de Cálculo es de carácter eminentemente aplicado y tiene como objetivo que los alumnos de la Titulación de Grado en Ingeniería de Organización Industrial adquieran los conocimientos básicos que les permitan comprender y abordar con éxito el resto de las asignaturas y de esta forma desarrollar la capacidad de organización y la resolución de problemas con iniciativas y toma de decisiones.

La asignatura "Cálculo" se estudia en primer curso y se imparte en el 2º cuatrimestre, como continuación de la asignatura Álgebra del 1º cuatrimestre, que aborda los conocimientos propios de álgebra e inicia a los alumnos en el cálculo de una variable.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

En el ámbito de las Ingenierías y de manera especial en Organización Industrial, se requiere la modelización de estudios experimentales, para ello, y en la mayoría de los casos nos surgirán funciones de varias variables que irán relacionadas con sus derivadas, en algunos casos podremos resolverlas analizando las propias funciones o las ecuaciones diferenciales a que nos den lugar y en otros casos habrá que hacer uso de los métodos numéricos.

La asignatura Cálculo la abordaremos como una herramienta fundamental para el desarrollo del resto de materias, de manera especial los dos primeros cursos requieren un gran dominio de esta asignatura para el conocimiento de las demás materias.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

En el ámbito de las Ingenierías y de manera especial en Organización Industrial, se requiere la modelización de estudios experimentales, para ello, y en la mayoría de los casos nos surgirán funciones de varias variables que irán relacionadas con sus derivadas, en algunos casos podremos resolverlas analizando las propias funciones o las ecuaciones diferenciales a que nos den lugar y en otros casos habrá que hacer uso de los métodos numéricos.

La asignatura Cálculo la abordaremos como una herramienta fundamental para el desarrollo del resto de materias, de manera especial los dos primeros cursos requieren un gran dominio de esta asignatura para el conocimiento de las demás materias. A través de esta asignatura se adquieren los conocimientos básicos para afrontar con garantías otras asignaturas, tales como:

1º Curso

Física

Informática

Estadística

2º Curso

Economía y Administración de la Empresa

Mecánica de Fluidos

Ciencia de Materiales

Tecnología Eléctrica y Energética

Automatización e Instrumentación Electrónica

Métodos Cuantitativos

Tecnología del Medio Ambiente

Tecnología de Máquinas y de Fabricación

Teoría de Organizaciones

Resistencia de Materiales

3^{er} Curso

Aviónica y conocimiento general de aeronaves/Sistemas de exploración electromagnética
Principios de vuelo I (Aerodinámica)/ Redes y Servicios de Comunicación

4º Curso

Trabajo Fin de Grado

3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

Ninguna

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Análisis diario y posterior estudio del trabajo desarrollado en clase. Consulta de la bibliografía básica y complementaria.

3.6. Medidas especiales previstas

Actividades presenciales no convencionales

4. Competencias y resultados del aprendizaje

4.1. Competencias básicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

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

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

CG2 - Aplicar las tecnologías generales y las materias fundamentales en el ámbito industrial para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

4.3. Competencias específicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

CE1 - Resolver los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos, algorítmicos, estadísticos y de optimización.

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

CT3 - Aprender de forma autónoma.

4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

Las competencias específicas y objetivos de aprendizaje que se desarrollarán con la asignatura, y que se indican a continuación, permitirán que el alumno al finalizar el curso sea capaz de:

- Analizar las funciones de varias variables mediante las derivadas direccionales en cada punto y sus derivadas sucesivas. Obtener desarrollos de Taylor y extremos relativos. Aplicar el Método de los multiplicadores de Lagrange. Realizar cambios de variable y operar con funciones compuestas, inversas e implícitas.
- Calcular integrales dobles y curvilíneas. Representar los correspondientes dominios y saber transformarlos mediante los cambios de variable más adecuados. Aplicar el Teorema de Green.
- Resolver ecuaciones diferenciales de primer orden y los consiguientes problemas de valores iniciales.
- Obtener la solución general de las ecuaciones diferenciales lineales de orden superior y una solución particular de la ecuación completa aplicando los distintos métodos expuestos. Obtener soluciones aproximadas aplicando métodos numéricos.
- Resolver los sistemas de ecuaciones diferenciales lineales de primer orden y poder transformarlos en una ecuación diferencial lineal de orden superior.
- Identificar las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales y su resolución en ciertos casos concretos.
- Operar con números complejos y calcular integrales y series de números complejos. Resolver ciertas integrales impropias en el campo real transformándolas en integrales complejas y aplicando el teorema de los residuos. Las actividades de enseñanza/aprendizaje diseñadas permitirán al alumno desarrollar las competencias instrumentales, personales y sistémicas que tiene asignadas en la asignatura de Cálculo en la memoria de este título.

**** Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Los contenidos de la asignatura se han agrupado en tres bloques.

Bloque 1.

Cálculo diferencial e integral de funciones de varias variables.

Se extienden de forma natural los conceptos del cálculo de una variable al estudio de funciones de varias variables. Para ello, se comienza introduciendo los conceptos de límite y continuidad para funciones de varias variables. Nos centraremos de manera especial en las funciones escalares, estudiando en ellas la derivada según un vector y el concepto de diferencial, lo que nos permitirá extender los teoremas del valor medio de una variable a varias variables. Se estudiará la expresión que adopta la fórmula de Taylor y la obtención de los extremos relativos y condicionados. Concluiremos esta parte analizando las funciones vectoriales mediante el estudio de las funciones escalares que nos determinan sus funciones componentes, dando su expresión matricialmente. Extenderemos el concepto de integral de una función de una variable a funciones de dos variables, siguiendo el mismo esquema de trabajo que en una variable: estudiaremos las funciones acotadas sobre un rectángulo, extendiéndola a diversos dominios y transformándolas en iteración de integrales simples. Veremos que en ciertos dominios es aconsejable realizar ciertos cambios de variable. Concluiremos introduciendo las integrales triples y las aplicaciones del cálculo integral, fundamentalmente al estudio de cálculo de áreas y volúmenes. Por último veremos las integrales curvilíneas y su relación con las integrales dobles para ciertas curvas cerradas, mediante el Teorema de Green.

Bloque 2.

Ecuaciones diferenciales ordinarias. Introducción a las Ecuaciones en Derivadas Parciales.

Introducción a los métodos numéricos. Se estudian diversos tipos de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, para centrarnos en las lineales, procediendo de manera especial a estudiar tanto las ecuaciones diferenciales lineales de orden superior como los sistemas de ecuaciones diferenciales lineales de primer orden. Observaremos como resolver problemas de valores iniciales y en determinados casos veremos su aproximación por métodos numéricos. Asimismo, se introducen las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales y de forma muy sucinta se analizarán algunas ecuaciones y la aproximación de soluciones por el método de diferencias finitas. Es un bloque muy importante de cara al alumno, pues en el ámbito de las ingenierías cualquier estudio conlleva la resolución de ecuaciones diferenciales.

Bloque 3.

Variable compleja.

Identificaremos " \mathbb{C} " como el cuerpo " \mathbb{C} " de los números complejos, lo que nos va a llevar a estudiar las propiedades y operaciones con números complejos, para pasar a estudiar las funciones vectoriales de dos variables reales como funciones de una variable compleja, estudiaremos de manera especial su derivabilidad, obteniendo las ecuaciones de Cauchy-Riemann, lo que nos llevará a analizar las condiciones suficientes de derivabilidad, dando pie a

definir el concepto de función analítica. Analizaremos ciertas funciones analíticas, las funciones elementales: función exponencial, logarítmico, trigonométricas,... que serán las funciones de uso cotidiano en variable compleja. De forma natural y con los conocimientos sobre funciones reales, pasaremos a definir la integración de funciones de una variable compleja, primero sobre un camino y después cuando dicha curva sea cerrada, estudiando dicha integral en función de la analiticidad de la función y de las singularidades que presente en su interior, lo que nos conducirá al Teorema integral de Cauchy-Goursat y, como aplicación más práctica, a la Fórmula integral de Cauchy. Al igual que en funciones reales se vieron los desarrollos de Taylor, estudiaremos la convergencia de series de potencias y su aplicación al desarrollo en serie de potencias de funciones de variable compleja, obteniendo así los desarrollos de Taylor y Laurent, en función de que el punto sobre el que hagamos el desarrollo sea una singularidad o no de la función objeto de estudio. Por medio de las propiedades de la convergencia uniforme de estas series de potencias calcularemos la derivación e integración de las mismas de forma inmediata. Terminaremos el bloque aplicando los conceptos expuestos de variable compleja al cálculo de ciertas integrales impropias mediante el uso del Teorema de los residuos.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

Bloque 1

Tema 1. Funciones de varias variables

1. El espacio \mathbb{R}^n . Producto escalar. Norma de un vector. Distancia entre dos puntos. Conjuntos acotados
2. Conjuntos abiertos, cerrados. Interior, exterior y frontera de un conjunto
3. Sucesiones de \mathbb{R}^n
4. Funciones de varias variables. Límites y continuidad

Tema 2. Derivabilidad y diferenciabilidad de funciones escalares

1. Derivada según un vector. Derivadas direccionales. Derivadas parciales
2. Diferencial de una función. Relación entre la diferencial y la derivada según un vector. Condición suficiente de diferenciabilidad
3. Teorema del valor medio
4. Fórmula de Taylor
5. Extremos relativos. Matriz Hessiana
6. Extremos condicionados. Método de los Multiplicadores de Lagrange

Tema 3. Derivabilidad y diferenciabilidad de funciones vectoriales

1. Diferencial de una función vectorial. Matriz Jacobiana
2. Teorema de la función compuesta. Teorema de la función inversa. Teorema de la función implícita

Tema 4. Integral múltiple

1. Concepto de integral doble. Funciones integrables
2. Integración de una función acotada sobre un rectángulo. Integración reiterada
3. Cambio de variable
4. Integral múltiple
5. Aplicaciones de la integral

Tema 5. Integral curvilínea.

1. Definición y propiedades
2. Cálculo de la integral curvilínea
3. Teorema de Green
4. Independencia del camino de integración

Bloque 2

Tema 6. Ecuación de primer orden

1. Conceptos básicos
2. Ecuaciones con variables separables
3. Ecuaciones homogéneas.
4. Ecuaciones diferenciales exactas. Factores integrantes
5. Ecuación lineal de primer orden
6. Ecuaciones reducibles a lineales: Ecuación de Bernoulli. Ecuación de Riccati. Ecuación de Lagrange. Ecuación de Clairaut
7. Métodos aproximados de resolución de ecuaciones de primer orden

Tema 7. Ecuaciones de orden superior

1. Ecuaciones diferenciales de orden superior
2. Ecuaciones diferenciales lineales de orden n
3. Ecuaciones lineales homogéneas de coeficientes constantes
4. Ecuaciones lineales completas. Soluciones particulares
5. Transformada de Laplace y de Fourier
6. Aproximación de soluciones por métodos numéricos

Tema 8. Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales

1. Introducción
2. Sistema lineales homogéneos con coeficientes constantes
3. Sistema lineales no homogéneos

Bloque 3

Tema 9. El cuerpo de los números complejos.

1. El número complejo. Definición. Propiedades. Expresiones. Potenciación y radicación

Tema 10. Funciones de la variable compleja.

2. Funciones de variable compleja. Límite y continuidad
3. Derivabilidad. Ecuaciones de Cauchy-Riemann
4. Funciones analíticas
5. Funciones elementales: función exponencial, logarítmica, trigonométrica, hiperbólicas,...

Tema 11. Integración de funciones de una variable compleja

1. Integración a lo largo de un camino. Primitiva
2. Teorema de Cauchy-Goursat. Fórmula integral de Cauchy

Tema 12. Series de potencias de variable compleja

1. Convergencia de sucesiones y series. Series de Taylor
2. Series de Laurent
3. Integración y derivación de series de potencias
4. Residuos y polos
5. Aplicación del cálculo de residuos.

5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

No hay prácticas de ordenador de esta asignatura.

Prevención de riesgos.

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria. Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes. El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente. En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

1. Functions of several variables
2. Derivative and differentiability of scalar functions
3. Derivative and differentiability of vector functions
4. Multiple integral
5. Line integral
6. First order differential equations
7. Higher-Order differential Equations
8. Systems of linear differential equations
9. Derivates of complex functions
10. Integration of functions of a complex variable. Power series of complex variable

6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
6.1. Actividades formativas de E/A			
Actividad	Trabajo del profesor	Trabajo del estudiante	ECTS
Clase de teoría	Clase expositiva utilizando técnicas de aprendizaje cooperativo informal de corta duración. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes. Se tratarán los temas de mayor complejidad y los aspectos más relevantes.	<u>Presencial</u> : Toma de apuntes y revisión de estos con el compañero. Planteamiento de dudas individualmente o por parejas.	1,60 (40 horas)
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia.	1,60 (40 horas)
Clase de problemas. Resolución de problemas tipo y casos prácticos	Se resolverán problemas tipo y se analizarán casos prácticos. Se enfatizará el trabajo en plantear los métodos de resolución y no los resultados. Se plantearán problemas y/o casos prácticos similares para que los alumnos lo vayan resolviendo individualmente o por parejas, siendo guiados paso a paso por el profesor.	<u>Presencial</u> : Participación activa. Resolución de ejercicios. Planteamiento de dudas	1,08 (27 horas)
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	2,20 (55 horas)
Clase en aula de informática	En dos sesiones en el aula de informática el profesor realizará dos clases magistrales de introducción a los sistemas de cálculo simbólico computacional. Se pretende que los alumnos enlacen contenidos teóricos y prácticos de forma directa, adquieran habilidades básicas computacionales y manejen programas y herramientas de cálculo.	<u>Presencial</u> : Manejo del software adecuado. Planteamiento de dudas. Desarrollo de competencias en expresión oral y escrita mediante la presentación de las prácticas por parte de los alumnos con apoyo del profesor y la elaboración de los informes correspondientes	0,16 (4 horas)
		<u>No presencial</u> : Elaboración de los informes de prácticas individuales y siguiendo criterios de calidad establecidos	0,1 (2,5 horas)
Tutorías individuales y de grupo	Las tutorías serán individuales o de grupo con objeto de realizar un seguimiento individualizado y/o grupal del aprendizaje. Revisión de exámenes por grupos y motivación por el aprendizaje.	<u>Presencial</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías.	0,20 (5 horas)
		<u>No presencial</u> : Planteamiento de dudas por correo electrónico y aula virtual.	
Actividades de evaluación formativas y sumativas.	Se propondrán problemas para que sean resueltos por los alumnos en clase, los cuales serán comentados y discutidos por toda la clase, bajo la supervisión del profesor de la asignatura.	<u>Presencial</u> : Realizar dichos problemas.	0,20 (5 horas)
Actividades de eval. continua	Se realizarán una prueba de evaluación sumativa a aproximadamente a mitad de cuatrimestres con teoría, cuestiones y problemas que deberán ser resueltos. Se otorgará una calificación numérica a que irá de 0 a 10 puntos.	<u>Presencial</u> : Asistencia a las convocatorias.	0,24 (3 horas)
Exámenes oficiales	Se realizará un examen global de la asignatura que permitirá evaluar los conocimientos del alumno.	<u>Presencial</u> : Asistencia a la prueba escrita y realización de esta.	0,12 (5 horas)
TOTAL			7,5 187,5 horas

7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba escrita individual	X	X	Constará de una prueba escrita sobre conceptos teóricos y prácticos impartidos en la asignatura.	35	Bloque I y II
Evaluación formativa	X	X	Se propondrán problemas relacionados con los contenidos teórico-prácticos expuestos en clase.	15	Bloque I, II y III
Prueba escrita individual	X	X	Constará de una prueba escrita sobre conceptos teóricos y prácticos impartidos en la asignatura.	45	Bloque II y III
Examen final	X	X	Constará de una prueba escrita sobre conceptos teóricos y prácticos impartidos en la asignatura.	85	Bloque I, II y III

7.2. Mecanismos de control y seguimiento

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante las siguientes actividades:

- Cuestiones planteadas en clase de teoría y problemas
- Tutorías grupales/individuales
- Convocatorias corrección individualizada

8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica

- *Cálculo infinitesimal de varias variables*. Burgos Román, Juan de. Editorial McGraw-Hill, 2007.
- *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones*. Zill, Dennis G. Grupo Editorial Iberoamérica, 1988.
- *Lecciones de cálculo infinitesimal II*. Franco, M., Martínez, F. y Molina, R. Editorial Universidad de Murcia, 1996.
- *Métodos numéricos para ingenieros*. Chapra Steven C. y Canale, Raymond P. Editorial McGraw-Hill, 2000.
- *Variable compleja con aplicaciones*. Wunsch, A. David. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana, 1997.
- *Variable compleja y aplicaciones*. Churchill, R.V. y Brown, J.W. Editorial McGraw-Hill, 1991.

BLOQUE 1	Tema 1	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Cálculo infinitesimal de varias variables</i>. Burgos Román, Juan de. Editorial McGraw-Hill, 2007.
	Tema 2	
	Tema 3	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Lecciones de cálculo infinitesimal II</i>. Franco, M., Martínez, F. y Molina, R. Editorial Universidad de Murcia, 1996.
	Tema 4	
	Tema 5	
BLOQUE 2	Tema 6	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ecuaciones diferenciales con aplicaciones</i>. Zill, Dennis G. Grupo Editorial Iberoamérica, 1988. • <i>Métodos numéricos para ingenieros</i>. Chapra Steven C. y Canale, Raymond P. Editorial McGraw-Hill, 2000.
	Tema 7	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ecuaciones diferenciales con aplicaciones</i>. Zill, Dennis G. Grupo Editorial Iberoamérica, 1988. • <i>Métodos numéricos para ingenieros</i>. Chapra Steven C. y Canale, Raymond P. Editorial McGraw-Hill, 2000.
	Tema 8	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ecuaciones diferenciales con aplicaciones</i>. Zill, Dennis G. Grupo Editorial Iberoamérica, 1988.
	Tema 9	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ecuaciones diferenciales con aplicaciones</i>. Zill, Dennis G. Grupo Editorial Iberoamérica, 1988. • <i>Métodos numéricos para ingenieros</i>. Chapra Steven C. y Canale, Raymond P. Editorial McGraw-Hill, 2000.
BLOQUE 3	Tema 10 Tema 11 Tema 12	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Variable compleja y aplicaciones</i>. Churchill, R.V. y Brown, J.W. Editorial McGraw-Hill, 1991.
	Tema 13	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Variable compleja con aplicaciones</i>. Wunsch, A. David. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana, 1997.

8.2. Bibliografía complementaria

- *Ampliación de matemáticas*. Rodríguez, L. Editorial Sanz y Torres, 2003.
- *Cálculo*. Álvarez, P. y otros. Delta Publicaciones, 2004.
- *Cálculo de varias variables*. Tomas, G. y Finney, R. Editorial Addison Wesley, 1998.
- *Calculus*, vol. 2. Apóstol, Tom M. Editorial Reverté, S.A. 1997.
- *Ecuaciones diferenciales*. Acero, I. y López, M. Editorial Tebar Flores, 1997.
- *Ecuaciones diferenciales*. Simmons, George F. Editorial McGraw-Hill, 1999.
- *Fundamentos de ecuaciones diferenciales*. Nagle, R. Kent y Saff, Edward B. Editorial Addison Wesley Longman, 1992.
- *Introducción a las ecuaciones diferenciales ordinarias*. Rodríguez, L y Bargeño, V. Editorial Sanz y Torres, 2003
- *Problemas de funciones de varias variables*. Alegre, M., García, F. y Tarrés, J. Promociones y Publicaciones Universitarias, S.A., 1993.
- *Variable compleja*. Spiegel, Murray R. Editorial McGraw-Hill, 1999.

8.3. Recursos en red y otros recursos

<https://aulavirtual.upct.es/>