



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Centro
Universitario
de la Defensa

Guía docente de la asignatura CÁLCULO

Titulación:

Grado en Ingeniería de Organización Industrial

Curso 2012-2013

Guía Docente

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				
Tipo	Obligatoria				
Periodo lectivo	2º Cuatrimestre	Curso	1º		
Idioma	Castellano				
ECTS	7,5	Horas / ECTS	25	Carga total de trabajo (horas)	187,5
Horario clases teoría		Aula			
Horario clases prácticas		Lugar			

2. Datos del profesorado

Profesor responsable	Juan Antonio Vera López		
Departamento	Integración		
Área de conocimiento	Matemática Aplicada		
Ubicación del despacho	Nº 13		
Teléfono	2901	Fax	968189970
Correo electrónico	juanantonio.vera@tud.upct.es		
URL / WEB	Aula Virtual UPCT		
Horario de atención / Tutorías	Se indicarán a principio del curso		
Ubicación durante las tutorías	Despacho y Aula		

3. Descripción de la asignatura

3.1. Presentación

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.

3.2. Ubicación en el plan de estudios

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.

3.3. Descripción de la asignatura. Adecuación al perfil 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.

3.4. Relación con otras asignaturas. Prerrequisitos y recomendaciones

Al ser una asignatura de primer curso no se requieren conocimientos previos de otras materias, salvo los propios que acreditan el acceso a los estudios de este Grado y dado que es una continuación de la asignatura Álgebra, se requiere la comprensión y el dominio del cálculo de una variable, tanto derivación como integración.

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

<p>Tecnología de Máquinas y de Fabricación Teoría de Organizaciones Resistencia de Materiales</p>
<p>3^{er} Curso Aviónica y conocimiento general de aeronaves/Sistemas de exploración electromagnética Principios de vuelo I (Aerodinámica)/ Redes y Servicios de Comunicación</p>
<p>4^o Curso Trabajo Fin de Grado</p>

4. Competencias

4.1. Competencias específicas de la asignatura

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; algorítmicos numéricos; estadísticos y optimización.

Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas.

4.2. Competencias genéricas / transversales

COMPETENCIAS INSTRUMENTALES (Aquellas que tienen una función de medio o herramienta para obtener un determinado fin)

- T1.1 Capacidad de análisis y síntesis
- T1.2 Capacidad de organización y planificación
- T1.3 Comunicación oral y escrita en lengua propia
- T1.4 Comprensión oral y escrita de una lengua extranjera
- T1.5 Habilidades básicas computacionales
- T1.6 Capacidad de gestión de la información
- T1.7 Resolución de problemas
- T1.8 Toma de decisiones

COMPETENCIAS PERSONALES (Características requeridas a las diferentes capacidades que hacen que las personas logren una buena interrelación social con los demás)

- T2.1 Capacidad crítica y autocrítica
- T2.2 Trabajo en equipo
- T2.3 Habilidades en las relaciones interpersonales
- T2.4 Habilidades de trabajo en un equipo interdisciplinar
- T2.5 Habilidades para comunicarse con expertos en otros campos
- T2.6 Reconocimiento de la diversidad y la multiculturalidad
- T2.7 Habilidad para trabajar en un contexto internacional
- T2.8 Compromiso ético

COMPETENCIAS SISTÉMICAS (Suponen destrezas y habilidades relacionadas con la comprensión de la totalidad de

un sistema o conjunto. Requieren una combinación de imaginación, sensibilidad y habilidad que permite ver como se relacionan y conjugan las partes en un todo)

- T3.1 Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica
- T3.2 Capacidad de aprender
- T3.3 Adaptación a nuevas situaciones
- T3.4 Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)
- T3.5 Liderazgo
- T3.6 Conocimiento de otras culturas y costumbres
- T3.7 Habilidad de realizar trabajo autónomo
- T3.8 Iniciativa y espíritu emprendedor
- T3.9 Preocupación por la calidad
- T3.10 Motivación de logro

4.3. Objetivos generales/ Competencias específicas del Título

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES

- E1.1.a 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.

COMPETENCIAS PROFESIONALES

- E2.3 Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas.

4.4. Objetivos del aprendizaje

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.

5. Contenidos

5.1. Contenidos según el plan de estudios

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 " $\mathbb{R} \times \mathbb{R}$ " 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

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 Bernouilli. Ecuación de Ricatti. 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.
- Tema 13. Aplicaciones de la teoría de las funciones de variable compleja a la hidrodinámica y a la aerodinámica.

5.3. Programa resumido en inglés (opcional)

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
11. Power series of complex variable
12. Applied complex variable and aerodynamics

6. 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 Prácticas de aula de informática	Mediante las sesiones de aula de informática 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. Se valorará la participación y aportación de cada alumno.	<u>Presencial</u> : Realizar dichos problemas.	0,20 (5 horas)
Actividades de evaluación continua.	Se proporcionará al alumno un cuadernillo con cuestiones y problemas que deberán ser resueltos. Se otorgará una calificación numérica a este trabajo que irá de 0 a 10 puntos. Permiten comprobar el grado de consecución de las competencias específicas.	<u>Presencial</u> : Asistencia a las convocatorias.	0,24 (6 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 (3 horas)
TOTAL			7,5 187,5 horas

7. Evaluación

7.1. Sistema de evaluación

Técnicas	Realización / criterios	Ponderación	Competencias genéricas
Evaluación continua	<p>Se proporcionará al alumno un cuadernillo con cuestiones y problemas que deberán ser resueltos. Se otorgará una calificación numérica a este trabajo que irá de 0 a 10 puntos.</p> <p>Según vaya el curso desarrollándose el profesor convocará a los alumnos para revisar el trabajo propuesto y hacer las correspondientes correcciones a que tenga lugar.</p> <p>Estas cuestiones y problemas serán similares a las que se propongan en la prueba de evaluación escrita.</p>	30 %	T1.1, T1.2, T1.3, T1.6, T1.7 T3.1, T3.2, T3.3, T3.4
Examen oficial	<p>El examen oficial de la asignatura constará de 10 cuestiones/problemas de carácter teórico-práctico, puntuando dicha prueba entre 0 y 10. Puntos. <u>Para superar la asignatura es necesario obtener 5 puntos en el examen oficial.</u></p>	70 %	T1.1, T1.2, T1.3, T1.6, T1.7 T3.1, T3.2, T3.3, T3.4

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
- Supervisión durante las sesiones expositivas de problemas por los alumnos
- Tutorías grupales/individuales
- Convocatorias corrección individuales

	<p>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.</p>
	<p>Resolver los sistemas de ecuaciones diferenciales lineales de primer orden y poder transformarlos en una ecuación diferencial lineal de orden superior.</p>
	<p>Resolver algunos problemas físicos donde intervienen ecuaciones diferenciales en su formulación.</p>
BLOQUE 3	<p>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.</p> <p>Aplicaciones a ciertos problemas de hidrodinámica y aerodinámica.</p>

■	■		■			
■	■		■			■
■	■					
■	■		■			■

9. Temporalización. Distribución de créditos ECTS

Semana	Bloques Temáticos	Temas o actividades (visita, examen parcial, etc.)	ACTIVIDADES PRESENCIALES							ACTIVIDADES NO PRESENCIALES			TOTAL HORAS SEMAN A	TOTAL HORAS BLOQUE	
			Convencionales			No convencionales				Estudio	Trabajos informática				
			Clases teoría	Clases problemas	Aula informática	Tutorías individuales y de grupo	Evaluación formativa	Pruebas de evaluación continua	Exámenes oficiales						
1	Bloque 1	Tema 1 y 2	4	2						6			12	60	
2		Tema 2	3	1			1			7			12		
3		Tema 3	3	1	2					5	1		12		
4		Tema 4 y 5	4	1			1			6			12		
5		Tema 5		1			1	2		8			12		
6	Bloque 2	Tema 6	2	3			1			6			12	73,5	
7		Tema 6	2	4						6			12		
8		Tema 7	2	1	2		1			6			12		
9		Tema 7	1	4			1			5	1,5		12,5		
10		Tema 8	3	3						6			12		
11		Tema 9	2				1	2		8			13		
12	Bloque 3	Tema 10	4	2			1			6			13	51	
13		Tema 11	4	2						7			13		
14		Tema 12	4	2				1		6			13		
15		Tema 13	2				1	2		7			12		
Periodo de exámenes								3					3		
TOTAL HORAS			40	27	4		5	5	6	3		95	2,5		187,5

10. Recursos y bibliografía

10.1. 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.

10.2. Bibliografía básica por temas

BLOQUE 1	Tema 1	<i>Cálculo infinitesimal de varias variables</i> . Burgos Román, Juan de. Editorial McGraw-Hill, 2007.
	Tema 2	
	Tema 3	<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	<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	<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	<i>Ecuaciones diferenciales con aplicaciones</i> . Zill, Dennis G. Grupo Editorial Iberoamérica, 1988.
	Tema 9	<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	<i>Variable compleja y aplicaciones</i> . Churchill, R.V. y Brown, J.W. Editorial McGraw-Hill, 1991.
	Tema 13	<i>Variable compleja con aplicaciones</i> . Wunsch, A. David. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana, 1997.

10.3. 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 Bargueño, 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.