



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



GUÍA DE APRENDIZAJE

CÁLCULO

GRADO EN INGENIERIA BIOMEDICA

CURSO ACADÉMICO	CÓDIGO	CURSO	CRÉDITOS	CARÁCTER	SEMESTRE
2026-27	95000303	1	6 ECTS	BÁSICA	PRIMER SEMESTRE
IDIOMA	CENTRO RESPONSABLE				
ESPAÑOL	E.T.S. DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION				
DEPARTAMENTO RESPONSABLE					
MATEMÁTICA APLICADA A LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES					

COORDINADOR/A
RICARDO RIAZA RODRÍGUEZ - ricardo.riaza@upm.es

REQUISITOS OBLIGATORIOS

ASIGNATURAS REQUERIDAS

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS

ASIGNATURAS RECOMENDADAS

OTRAS RECOMENDACIONES

RESULTADOS

RD-1393/2007

Competencias

- CE01** Saber resolver problemas de ingeniería utilizando cálculo diferencial, las ecuaciones diferenciales, el cálculo integral, el álgebra lineal y la geometría. Aplicación al plano complejo y métodos de transformación.
- CG09** Tener capacidad de descripción, cuantificación, análisis y evaluación de resultados experimentales.
- CG11** Elaborar y defender argumentos y resolver los problemas de forma efectiva y creativa.
- CG07** Ser capaz de utilizar el método científico.

Resultados de aprendizaje

- RA131** Reconocer la importancia del razonamiento abstracto y la necesidad de trasladar los problemas de ingeniería a formulaciones matemáticas.
- RA88** Reconocer la importancia del razonamiento abstracto y la necesidad de trasladar los problemas de ingeniería a formulaciones matemáticas
- RA132** Comprender las ventajas y el alcance del lenguaje matemático en la descripción de los problemas de disciplinas técnicas.
- RA82** Resolución de problemas de álgebra lineal, cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales y métodos numéricos
- RA133** Adquisición de habilidades para transformar supuestos prácticos experimentales en problemas matemáticos resolubles.
- RA89** Comprender las ventajas y el alcance del lenguaje matemático en la descripción de los problemas de las técnicas
- RA2** Capacidad de formalizar y analizar matemáticamente problemas científico-técnicos relacionados con el Cálculo
- RA150** Representar datos y realizar representaciones derivadas de los mismos.
- RA4** Capacidad de emplear con rigor el lenguaje matemático.

DESCRIPCIÓN

La asignatura de Cálculo proporciona a los estudiantes los conocimientos básicos y esenciales sobre números reales y complejos, funciones reales de una variable real, cálculo diferencial e integral en una variable y sucesiones y series numéricas y funcionales necesarios para su formación en ingeniería biomédica.

Se asumirá que los alumnos/as han asimilado los conocimientos de pre-cálculo impartidos en bachillerato. Se supondrá, en particular, que habrán adquirido previamente un conocimiento básico sobre las propiedades elementales de las funciones reales de una variable real en lo relativo a su representación gráfica, límites, derivación y cálculo de primitivas.

TEMARIO

1. Números reales y complejos

- 1.1. Números reales
- 1.2. Valor absoluto y desigualdades
- 1.3. Números complejos

2. Funciones reales de una variable real: límites y continuidad

- 2.1. Funciones reales elementales
- 2.2. Límites y continuidad

3. Derivación. Extremos

- 3.1. Derivación
- 3.2. Extremos
- 3.3. Polinomio de Taylor

4. Sucesiones y series numéricas

- 4.1. Sucesiones numéricas



4.2. Series numéricas

5. Sucesiones y series funcionales

5.1. Sucesiones y series funcionales

5.2. Series de potencias

5.3. Series de Taylor

6. Integración

6.1. Primitivas

6.2. Integral de Riemann. Teorema fundamental del Cálculo

6.3. Integrales impropias

ACTIVIDADES

Actividad evaluable Actividad formativa

Tema 1

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

Presencial

DURACIÓN TOTAL

09h 20m

LUGAR

Aula (en horario)

GRUPO

Normal

TEMAS

T1

METODOLOGÍA

Lección Magistral

Tema 2

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

Presencial

DURACIÓN TOTAL

09h 20m

LUGAR

Aula (en horario)

GRUPO

Normal

TEMAS

T2

METODOLOGÍA

Lección Magistral

	Tema 3	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO													
Presencial	09h 20m	Aula (en horario)	Normal													
TEMAS																
T3																
METODOLOGÍA																
Lección Magistral																

	Prueba 1A (octubre/noviembre). Test temas 1, 2 y 3	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA											
Presencial	01h 00m	Aula de examen	Progresiva	25%	0											
TEMAS																
T1 T2 T3																
METODOLOGÍA																
Examen Escrito																
RESULTADOS EVALUADOS																
CG07 CG09 CG11 CE01 RA82 RA88 RA89 RA4 RA131 RA132 RA150 RA2 RA133																

	Tema 4	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO													
Presencial	09h 20m	Aula (en horario)	Normal													
TEMAS																
T4																
METODOLOGÍA																
Lección Magistral																

	Tema 5	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO													
Presencial	09h 20m	Aula (en horario)	Normal													
TEMAS																
T5																
METODOLOGÍA																
Lección Magistral																



Tema 6

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

Presencial

DURACIÓN TOTAL

09h 20m

LUGAR

Aula (en horario)

GRUPO

Normal

TEMAS

T6

METODOLOGÍA

Lección Magistral

Prueba 2 (enero). Examen

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

Presencial

DURACIÓN TOTAL

02h 00m

LUGAR

Aula de examen

EVALUACIÓN

Progresiva, Global

PONDERACIÓN

75%

NOTA MÍNIMA

0

TEMAS

T1

T2

T3

T4

T5

T6

METODOLOGÍA

Examen Escrito

RESULTADOS EVALUADOS

CG07

CG09

CG11

CE01

RA82

RA88

RA89

RA4

RA131

RA132

RA150

RA2

RA133

Prueba 1B (enero). Re-evaluación (opcional para la evaluación progresiva) de los temas 1, 2 y 3 (test).

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

Presencial

DURACIÓN TOTAL

01h 00m

LUGAR

Aula de examen

EVALUACIÓN

Global

PONDERACIÓN

25%

NOTA MÍNIMA

0

TEMAS

T1

T2

T3

METODOLOGÍA

Examen Escrito

RESULTADOS EVALUADOS

CG07

CG09

CG11

CE01

RA82

RA88

RA89

RA4

RA131

RA132

RA150

RA2

RA133



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



Examen de la convocatoria extraordinaria

SEMANAS

123456789101112131415E

PRESENCIALIDADPresencial

DURACIÓN TOTAL03h 00m

LUGARAula de examen

EVALUACIÓNExtraordinaria

PONDERACIÓN100%

NOTA MÍNIMA5

TEMAS

T1T2T3T4T5T6

METODOLOGÍA

Examen Escrito

RESULTADOS EVALUADOS

CG07CG09CG11CE01RA2RA4RA82RA88RA89RA131RA132RA133RA150

PLANIFICACIÓN SEMANAL

Actividad evaluable

Actividad formativa

Semana con actividad

E Período de exámenes

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
Tema 1	.	.														
Tema 2			.	.												
Tema 3					.	.										
Prueba 1A (octubre/noviembre). Test temas 1, 2 y 3							.									
Tema 4								.	.							
Tema 5									.	.						
Tema 6											.	.				
Prueba 2 (enero). Examen																.
Prueba 1B (enero). Re-evaluación (opcional para la evaluación progresiva) de los temas 1, 2 y 3 (test).																.
Examen de la convocatoria extraordinaria																.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios Generales

Tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria, para aprobar la asignatura será necesario obtener una nota final de 5 puntos o más sobre 10. Todas las pruebas de evaluación se realizarán en las fechas y horas aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso académico. En todos los casos, la duración indicada para las pruebas de evaluación es orientativa. La duración exacta se indicará con las instrucciones que acompañarán a cada una de las pruebas.

REVISIÓN DE PRUEBAS DE EVALUACIÓN:

En ninguna de las convocatorias se revisarán pruebas de evaluación al margen del procedimiento que determine el tribunal o en fecha u hora distintas a las que este fije, ni se contemplará la inasistencia del alumno/a a la revisión sin que decaiga en su derecho a la misma. Las únicas excepciones a lo anterior serán las causas contempladas para ello en la normativa de evaluación de la universidad, o las que el tribunal pudiera indicar explícitamente al publicar el procedimiento de revisión junto con las calificaciones provisionales de cada prueba o convocatoria.

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Evaluación progresiva

Criterios de evaluación

La calificación de la asignatura mediante evaluación progresiva se determinará de la forma siguiente:

Prueba 1A. Test temas 1, 2 y 3 (25% de la nota final): octubre/noviembre (la fecha se fija en la programación docente de Junta de Escuela). Esta prueba será común a todos los alumnos/as de evaluación progresiva y supondrá el **25% de la calificación final de los alumnos que no se presenten a la prueba 1B.**

Prueba 2. Examen (75% de la nota final): enero. Esta prueba será común a todos los alumnos/as de la asignatura y supondrá en todos los casos el **75% de su nota final.** Constará de un test sobre los temas 4, 5 y 6 (25% de la nota final) y de dos problemas, el primero de ellos sobre los temas 1, 2 y 3 (25% de la nota final) y el segundo sobre los temas 4, 5 y 6 (25% de la nota final)

Prueba 1B. Test de re-evaluación de los temas 1, 2 y 3 (25% de la nota final): enero. Esta prueba, de carácter opcional para los alumnos/as de evaluación progresiva, se celebrará inmediatamente después de la prueba 2. Los alumnos/as que se presentaron a la prueba 1A podrán presentarse a la prueba 1B para intentar mejorar su calificación, pero deberán acreditar un rendimiento mínimo en la prueba 1B: su calificación (en lo relativo al 25% correspondiente al test de los temas 1-3) será la mayor de las obtenidas en las pruebas 1A y 1B, excepto si no se

alcanzara un rendimiento mínimo de 4 puntos sobre 10 (o 1 punto sobre 2,5) en la prueba 1B, en cuyo caso esa calificación será la de la prueba 1B.

Actividades

- Prueba 1A (octubre/noviembre). Test temas 1, 2 y 3 (25%)
- Prueba 2 (enero). Examen (75%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Prueba global

Criterios de evaluación

La calificación de los alumnos/as que no se presenten a la prueba 1A se otorgará mediante un examen final constituido por las pruebas 1B y 2 referidas anteriormente.

Actividades

- Prueba 2 (enero). Examen (75%)
- Prueba 1B (enero). Re-evaluación (opcional para la evaluación progresiva) de los temas 1, 2 y 3 (test). (25%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Extraordinaria

Criterios de evaluación

En convocatoria extraordinaria, la calificación se otorgará mediante un examen final con una estructura análoga a la de la prueba global de la convocatoria ordinaria.

Actividades

- Examen de la convocatoria extraordinaria (100%)

RECURSOS

Otros recursos

Hojas de ejercicios

Se pondrá a disposición de todos los estudiantes de la asignatura una colección común de problemas resueltos clasificados por temas.

Bibliografía

S. L. Salas, E. Hille y G. J. Etgen, Calculus, Volumen I, 4ª edición española (traducción de la 8ª edición en inglés), Reverté, 2002.

Bibliografía básica

M. Spivak, Calculus, Cálculo Infinitesimal, 2ª ed., Reverté, 1996.

Bibliografía básica. Cualquiera de los dos textos básicos (Salas/Spivak) permite seguir enteramente los contenidos de la asignatura.

S. Abbott, Understanding Analysis, Springer, 2001.

Bibliografía complementaria

J. Burgos, Cálculo infinitesimal en una variable, 2ªed., McGraw Hill, 2007.

Bibliografía complementaria

F. Galindo, H. Sanz y L. A. Tristán, Guía práctica de Cálculo infinitesimal en una variable real, Thomson Paraninfo, 2003.

Bibliografía complementaria

S. R. Ghorpade and B. V. Limaye, A course in Calculus and Real Analysis, Springer-Verlag, 2006.

Bibliografía complementaria

R. Larson y B. H. Edwards, Cálculo de una variable, 9ª edición en español, McGraw Hill, 2010.

Bibliografía complementaria

D. Pestana et al., Curso práctico de Cálculo y Pecálculo, Ariel, 2000.

Bibliografía complementaria

R. Riaza, Problemas de Cálculo en una variable, Servicio de Publicaciones ETSIT, 2012.

Bibliografía complementaria

G. Strang, Calculus, Wellesley-Cambridge Press, 1991:

Bibliografía complementaria

Web

Moodle

Espacio Moodle de la asignatura

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Salud y bienestar



Agua limpia y saneamiento



Energía asequible y no contaminante



Acción por el clima



Vida submarina



Vida de ecosistemas terrestres

OTRA INFORMACIÓN

El **tablón de anuncios oficial** será el espacio Moodle de Cálculo-GIB.

ODSs: por el carácter transversal de las matemáticas y su ubicuidad en la ingeniería, las competencias adquiridas en esta asignatura serán de utilidad en todo lo relativo al diseño de diferentes sistemas en el ámbito de la ingeniería biomédica (**ODS 3**). Por otra parte, el cálculo diferencial y las técnicas de optimización se utilizan de forma exhaustiva en el modelado, análisis y optimización de multitud de sistemas: a través de distintos ejemplos y problemas se mostrará cómo diversas herramientas propias de la asignatura pueden emplearse en el modelado de sistemas biológicos (**ODS 3**), climatológicos (**ODS 13**) o de ecosistemas (**ODSs 14 y 15**), y en la optimización de recursos hídricos (**ODS 6**) o energéticos (**ODS 7**).

Los **indicadores de logro** esenciales de la asignatura son los siguientes.

1. Conocer el concepto y saber identificar los números naturales, enteros, racionales e irracionales. Manejar algunos de los conceptos fundamentales de los números reales, incluyendo las nociones de intervalo, conjunto acotado, supremo, ínfimo, máximo y mínimo, conjunto abierto, conjunto cerrado. Saber razonar empleando desigualdades y valores absolutos.

2. Saber resolver problemas que involucren el manejo de las propiedades fundamentales de los números complejos: operaciones algebraicas elementales, potencias y raíces naturales, formas de representación.

3. Conocer las funciones reales elementales (polinómicas, racionales, exponenciales, logarítmicas, trigonométricas -y sus inversas-, hiperbólicas). Resolver problemas que involucren el uso de las propiedades fundamentales de las mismas.
4. Saber analizar la continuidad de las funciones reales de una variable real, directamente y en relación con el concepto de límite; cálculo de límites (incluyendo límites infinitos y en el infinito); teoremas de los ceros o de Bolzano, de los valores intermedios y del punto fijo.
5. Saber analizar y manejar las funciones reales de una variable real en lo tocante al Cálculo Diferencial: concepto de derivada y de diferencial; derivadas de orden superior; funciones C-k y C-infinito; derivación de funciones compuestas; teorema de la función inversa en una variable; teoremas de Rolle y del valor medio, regla de L'Hôpital; concepto de extremo, máximo y mínimo; monotonía; convexidad y puntos de inflexión; polinomio de Taylor.
6. Saber razonar acerca de las propiedades fundamentales de las sucesiones numéricas reales (convergencia, monotonía, acotación, subsucesiones, etc.). Límites superior e inferior. Criterios de convergencia más importantes, incluyendo los de Stolz, media aritmética, media geométrica y cociente-raíz. Cálculo de límites. Sucesiones recurrentes.
7. Analizar y manejar las series numéricas reales, en cuanto a su sumabilidad. Conocer las series más relevantes, incluyendo las series geométrica y armónica generalizada. Criterios de convergencia. Series de términos positivos: criterios de comparación, del cociente, de la raíz y de la integral. Series alternadas; convergencia absoluta y condicional; criterio de Leibniz.
8. Comprender y manejar las propiedades fundamentales de las sucesiones y series funcionales reales: límites puntual y uniforme; criterios de convergencia. Series de potencias; radio e intervalo de convergencia. Fórmula de Cauchy-Hadamard. Series de Taylor y MacLaurin; funciones analíticas.
9. Comprender y manejar las propiedades esenciales del cálculo integral en una variable: integral de Riemann (construcción y propiedades), interpretación geométrica. Aplicaciones; longitudes y áreas. Integrales indefinidas. Teorema fundamental del Cálculo. Integrales impropias en intervalos no acotados.