

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE MATEMÁTICA**



**SILABO**

**ASINATURA: ANÁLISIS REAL II**

**SEMESTRE ACADÉMICO: 2023-B**

**DOCENTE: BOCANEGRA RODRÍGUEZ LITO EDINSON**

**CALLAO, PERÚ**

**2023**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE MATEMÁTICA**

---

**SILABO**

**I. DATOS GENERALES**

1.1.	Asignatura	:	Análisis Real II
1.2.	Código	:	EE515
1.3.	Condición	:	Curso obligatorio
1.4.	Pre-requisito	:	EE413, EE414
1.5.	Nº de horas de clase	:	Teoría: 04 semanales / Práctica: 04 semanales
1.6.	Nº de créditos	:	06
1.7.	Ciclo	:	Quinto
1.8.	Semestre académico	:	2023-B
1.9.	Duración	:	16 semanas
1.10.	Profesor	:	Lito Edinson Bocanegra Rodríguez
1.11.	Modalidad	:	Presencial

La asignatura se orienta a capacitar al estudiante en:

Lograr que desarrolle sus capacidades de análisis, abstracción y pensamiento lógico mediante la rigurosidad en las demostraciones de los principales teoremas en  $\mathbb{R}^n$ , así como sus generalizaciones a espacios más abstractos.

**II. SUMILLA**

La asignatura de análisis II es un curso básico de naturaleza teórico-práctica, perteneciente al área de formación básica, correspondiente al tercer año de estudios en la Escuela Profesional de Matemática. Tiene como **propósito** mostrar al estudiante los conceptos y la razón lógica de las proposiciones, así como el análisis y el desarrollo riguroso de los teoremas y propiedades de diferenciación e integración de funciones en el espacio euclidiano  $\mathbb{R}^n$ , los que constituyen la base para el estudio posterior de diversas áreas subsiguientes de la Matemática, como la Teoría de la Medida, Análisis Funcional, Geometría Diferencial, Ecuaciones Diferenciales Parciales, etc.

El contenido es el siguiente: Conceptos básicos de Topología. Compacidad. Continuidad. Convexidad. Diferenciabilidad.

**III. COMPETENCIAS DE LA ASIGNATURA**

**3.1 Competencias Generales**

**CG1. Comunicación.**

Transmite información que elabora para difundir conocimientos de su campo profesional, a través de la comunicación oral y escrita, de manera clara y correcta; ejerciendo el derecho de libertad de pensamiento con responsabilidad.

**CG2. Trabaja en equipo.**

Trabaja en equipo para el logro de los objetivos planificados, de manera colaborativa; respetando las ideas de los demás y asumiendo los acuerdos y compromisos.

**CG3. Pensamiento crítico.**

Resuelve problemas, plantea alternativas y toma decisiones, para el logro de los objetivos propuestos; mediante un análisis reflexivo de situaciones diversas con sentido crítico y autocrítico y asumiendo la responsabilidad de sus actos.

#### CG4. Investigación

Aplica el proceso de investigación científica para generar propuestas que contribuyan con la creación de conocimientos relevante, pertinente y utilitario en las diferentes áreas de la Matemática, en enfoque de Investigación desarrollo con base en la normativa y en las líneas de investigación.

#### 3.2. Competencias Específicas

- Desarrolla habilidades de razonamiento y abstracción de modo deductivo e inductivo en los conceptos y teoremas del Análisis en  $R^n$ .
- Lograr que desarrolle sus capacidades de análisis, abstracción y pensamiento lógico mediante la rigurosidad en las demostraciones de los principales teoremas en  $R^n$ , así como sus generalizaciones a espacios más abstractos.
- Interpreta acertadamente las técnicas y los métodos del Análisis en el espacio euclidiano  $R^n$  a problemas específicos de otras áreas.
- Desarrolla, innova y participa en proyectos de investigación formativa sobre temas específicos de la asignatura.

### IV. CAPACIDADES

**C.1.** Reconoce propiedades y características de los conjuntos en el espacio euclidiano  $R^n$ . Establece caracterizaciones geométricas importantes sobre las definiciones topológicas en un ambiente euclidiano. Utiliza las herramientas topológicas para generar definiciones y/o conceptos más específicos sobre diferentes constructos en el espacio  $R^n$ . Aplica definiciones y propiedades para realizar demostraciones y resolver ejercicios de aplicación.

**C.2.** Determina los conceptos y propiedades importantes relacionados a las aplicaciones continuas. Reconoce propiedades y características relacionados a los caminos sobre  $R^n$ . Establece y reconoce la diferenciabilidad de las aplicaciones escalares sobre n-variables. Aplica definiciones y propiedades para hacer demostraciones y resolver ejercicios y problemas.

### V. PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

<b>UNIDAD DE APRENDIZAJE N° 1 ESPACIOS MÉTRICOS I</b>				
<b>Inicio 21 de agosto. Término 15 de setiembre.</b>				
<b>Logro de Aprendizaje:</b> Reconoce propiedades y características de los conjuntos en el espacio euclidiano $R^n$ . Establece caracterizaciones geométricas importantes sobre las definiciones topológicas en un ambiente euclidiano. Utiliza las herramientas topológicas para generar definiciones y/o conceptos más específicos sobre diferentes constructos en el espacio $R^n$ . Aplica definiciones y propiedades para realizar demostraciones y resolver ejercicios de aplicación.				
<b>Producto de aprendizaje:</b> Utiliza el aprendizaje basado en la resolución de problemas. Analiza y aplica los conceptos topológicos sobre el espacio $R^n$ . Construye modelos de aplicación de la topología en $R^n$ a casos concretos.				
Semana	N° de Sesión	Temario/Actividades	Indicador(es) de logro	Instrumentos de evaluación

N°	Horas lectivas			
1	SESIÓN 1 4 horas	Métrica y norma	Identifica la diferencia entre punto-vector. Reconoce y aplica las propiedades sobre las normas, productos internos y métricas en $R_n$ . Establece comparativas significativas entre espacios métricos y normados.	Rúbrica
	SESIÓN 2 4 horas	Practica Dirigida.	Resuelve ejercicios	Rúbrica
2	SESIÓN 3 4 horas	Normas provenientes de un producto interno. Espacios Pre-Hilbert.  Bola abierta. Bola cerrada. Esfera. Teorema de Bolzano Weierstrass. Teorema de equivalência de normas.	Reconoce y determina las diferencias entre espacios Pre-Hilbert, normados y métricos. Construye bolas abiertas, cerradas y esferas asociadas a diferentes normas y métricas. Identifica y reconoce las aplicaciones asociadas al Teorema de equivalencias de normas y Bolzano- Weierstrass.	Rúbrica.
	SESIÓN 4 4 horas	Practica Dirigida.	Resuelve ejercicios	Rúbrica
3	SESIÓN 5 4 horas	Convexidad. Acotación. Sucesiones.  Sucesiones de Cauchy. Punto de adherencia para sucesiones. Punto de acumulación.	Aplica los teoremas asociados sucesiones. Identifica y analiza los conceptos relacionados a convexidad acotación conjuntos. Establece propiedades convergencia partir de sucesiones Cauchy.	Rúbrica
	SESIÓN 6 4 horas	Practica Dirigida.	Resuelve ejercicios	Rúbrica
4	SESIÓN 7 4 horas	Caracterización Punto interior. Punto de borde. Punto exterior. Conjuntos abiertos. Conjuntos cerrados. Borde de un conjunto.	Determina las diferencias entre punto interior, punto de borde y punto exterior. Identifica y determina las diferencias entre conjuntos abiertos, conjuntos cerrados y borde de un conjunto.	Rúbrica
	SESIÓN 8 4 horas	Primera Practica Calificada	Resuelve ejercicios	Rúbrica

**UNIDAD DE APRENDIZAJE N° 2 ESPACIOS MÉTRICOS II**

**Inicio 18 de setiembre. Término 13 de octubre**

**Logro de Aprendizaje:** Reconoce propiedades y características de los conjuntos en el espacio euclidiano  $R^n$ . Establece caracterizaciones geométricas importantes sobre las definiciones topológicas en un ambiente euclidiano. Utiliza las herramientas topológicas para generar definiciones y/o conceptos más específicos sobre diferentes constructos en el espacio  $R^n$ . Aplica definiciones y propiedades para realizar demostraciones y resolver ejercicios de aplicación.

**Producto de aprendizaje:** Utiliza el aprendizaje basado en la resolución de problemas. Analiza y aplica los conceptos topológicos sobre el espacio  $R^n$ . Construye modelos de aplicación de la topología en  $R^n$  a casos concretos.

Semana N°	N° de Sesión Horas lectivas	Temario/Actividades	Indicador(es) de logro	Instrumentos de evaluación
5	<b>SESIÓN 9</b> 4 horas	Propiedades topológicas y caracterizaciones. Conjuntos cerrados: Definición de punto de adherencia para un conjunto. 1era y 2da	Reconoce las propiedades relacionadas a conjuntos abiertos y conjuntos cerrados. Establece diferentes caracterizaciones para conjuntos cerrados. Aplica la proyección	Rúbrica
		caracterización de los cerrados. Proyección estereográfica.	estereográfica para generar ejemplos y contraejemplos relacionados.	
	<b>SESIÓN 10</b> 4 horas	Practica Dirigida.	Resuelve ejercicios	Rúbrica
6	<b>SESIÓN 11</b> 4 horas	Topología relativa a un conjunto. Densidad.  Conjuntos compactos. Noción de compacidad. Propiedades topológicas.	Determina los conceptos relacionados a la topología relativa de conjuntos. Identifica y analiza los conceptos sobre densidad de conjuntos y conjuntos compactos.	Rúbrica.
	<b>SESIÓN 12</b> 4 horas	Practica Dirigida.	Resuelve ejercicios	Rúbrica
7	<b>SESIÓN 13</b> 4 horas	Conjuntos compactos. 1era y 2da caracterización de compactos y aplicaciones.  Propiedades métricas sobre compactos. Distancia entre conjuntos. Diámetro de un conjunto. Caracterización geométrica del borde de un conjunto.	Determina diversas caracterizaciones para conjuntos compactos. Identifica y analiza las propiedades relacionadas a las distancias entre conjuntos. Reconoce el borde de un conjunto a partir de las propiedades métricas sobre un conjunto.	Rúbrica
	<b>SESIÓN 14</b> 4 horas	<b>Segunda Practica Calificada</b>	Resuelve ejercicios	Rúbrica
8	<b>EXAMEN PARCIAL (EP)</b>			

**UNIDAD DE APRENDIZAJE N° 3 ESPACIOS MÉTRICOS III Y CONTINUIDAD****Inicio 16 de octubre. Término 10 de noviembre.****Logro de Aprendizaje:** Reconoce propiedades y características de los conjuntos en el espacio euclidiano  $R^n$ . Establece caracterizaciones geométricas importantes sobre las definiciones topológicas en un ambiente euclidiano. Utiliza las herramientas topológicas para generar definiciones y/o conceptos más específicos sobre diferentes constructos en el espacio  $R^n$ . Aplica definiciones y propiedades para realizar demostraciones y resolver ejercicios de aplicación.**Producto de aprendizaje:** Utiliza el aprendizaje basado en la resolución de problemas. Analiza y aplica los conceptos topológicos sobre el espacio  $R^n$ . Construye modelos de aplicación de la topología en  $R^n$  a casos concretos.

Semana N°	N° de Sesión Horas lectivas	Temario/Actividades	Indicador(es) de logro	Instrumentos de evaluación
9	<b>SESIÓN 15</b> 4 horas	Caracterización geométrica de la densidad de conjuntos. Minimización de distancias. Propiedades geométricas de cerrados. Conjuntos conexos. Propiedades de conexidad. Equivalencias topológicas.	Reconoce las caracterizaciones geométricas sobre conjuntos cerrados y la densidad de conjuntos.  Entiende los conceptos relacionados a conjuntos conexos.  Utiliza las equivalencias topológicas para caracterizar conjuntos conexos.	Rúbrica
	<b>SESIÓN 16</b> 4 horas	Practica dirigida.	Resuelve ejercicios Expone los ejercicios	Rúbrica
10	<b>SESIÓN 17</b> 4 horas	Caracterización geométrica de la conexidad. Conexidad por caminos. Componentes conexas. Teoremas importantes y caracterizaciones.	Reconoce las caracterizaciones geométricas sobre conjuntos conexos. Identifica y analiza ejemplos y contraejemplos relacionados a conjuntos conexos. Determina las diferencias entre conjuntos conexos por caminos y conjuntos conexos.	Rúbrica.
	<b>SESIÓN 18</b> 4 horas	Practica Dirigida.	Resuelve ejercicios Expone los ejercicios	Rúbrica

11	SESIÓN 19 4 horas	Introducción al mundo funcional. Aplicaciones continuas. Caracterización de aplicaciones continuas.  Continuidad puntual. Aplicaciones Lipschitzianas. Análisis global y local. Continuidad uniforme	Reconoce el concepto de continuidad y sus caracterizaciones. Establece técnicas para la mejor comprensión de la continuidad uniforme de funciones. Determina la diferencia entre el análisis local y global de las aplicaciones Lipschitzianas.	Rúbrica
	SESIÓN 20 4 horas	Practica Dirigida.	Resuelve ejercicios Expone los ejercicios	Rúbrica
12	SESIÓN 21 4 horas	Homeomorfismos. Caracterización geométrica de los Homeomorfismos. Propiedades de las aplicaciones continuas sobre abiertos y cerrados.	Identifica y analiza los conceptos relacionados a los homeomorfismos. Reconoce las propiedades de las aplicaciones continuas sobre conjuntos abiertos y cerrados.  Utiliza caracterizaciones geométricas para mostrar las propiedades de los homeomorfismos y las aplicaciones continuas sobre abiertos y cerrados	Rúbrica
	SESIÓN 22 4 horas	Tercera Practica Calificada	Resuelve ejercicios	Rúbrica

#### UNIDAD DE APRENDIZAJE N° 4 FUNCIONES CONTINUAS EN ESPACIOS MÉTRICOS

**Inicio 13 de noviembre. Término 08 de diciembre.**

**Logro de Aprendizaje:** Determina los conceptos y propiedades importantes relacionados a las aplicaciones continuas. Reconoce propiedades y características relacionados a los caminos sobre  $R^n$ . Establece y reconoce la diferenciabilidad de las aplicaciones escalares sobre  $n$ -variables. Aplica definiciones y propiedades para hacer demostraciones y resolver ejercicios y problemas.

**Producto de aprendizaje:** Utiliza el aprendizaje basado en la resolución de problemas. Aplica el aprendizaje sostenido en los conceptos relacionados a caminos diferenciables y a las funciones reales de  $n$  variables. Identifica la continuidad de las aplicaciones.

Semana N°	N° de Sesión Horas lectivas	Temario/Actividades	Indicador(es) de logro	Instrumentos de evaluación
13	SESIÓN 23 4 horas	Propiedades de aplicaciones continuas sobre cerrados y compactos.  Propiedades de aplicaciones continuas sobre conexos. Aplicaciones lineales. Practica dirigida.	Reconoce las propiedades de las aplicaciones continuas sobre conjuntos cerrados y compactos. Identifica y aplica las propiedades de las aplicaciones continuas sobre conjuntos conexos y los operadores lineales. Utiliza las nociones	Rúbrica

			geométricas para construir ejemplos y/o contraejemplos en la teoría de operadores lineales.	
	<b>SESIÓN 24</b> 4 horas	Practica Dirigida.	Resuelve ejercicios Expone los ejercicios	Rúbrica
14	<b>SESIÓN 25</b> 4 horas	Caminos en $R^n$ . Diferenciabilidad de caminos. Caracterización geométrica y física. Integrales de caminos. Longitud de arco.	Identifica y analiza la diferenciabilidad e integrabilidad de los caminos en $R^n$	Rúbrica.
	<b>SESIÓN 26</b> 4 horas	Practica Dirigida.	Resuelve ejercicios Expone los ejercicios	Rúbrica
15	<b>SESIÓN 27</b> 4 horas	Diferenciabilidad de funciones reales sobre $n$ variables. Construcción de las derivadas parciales. Derivadas direccionales. Caracterización vía caminos.  Entrega del trabajo de Investigación	Determina las construcciones geométricas relacionadas a la derivabilidad en $R^n$ .	Rúbrica
	<b>SESIÓN 28</b> 4 horas	<b>Cuarta Practica Calificada</b>	Resuelve ejercicios	Rúbrica
16	<b>EXAMEN FINAL (EF)</b>			

## VI. METODOLOGIA

La Universidad Nacional del Callao, Licenciada por la SUNEDU tiene como fin supremo la formación integral del estudiante, quien es el eje central del proceso educativo de formación profesional; es así como el Modelo Educativo de la UNAC implementa las teorías educativas constructivista y conectivista, y las articula con los componentes transversales del proceso de enseñanza–aprendizaje, orientando las competencias genéricas y específicas. Este modelo tiene como propósito fundamental la formación holística de los estudiantes y concibe el proceso educativo en la acción y para la acción. Además, promueve el aprendizaje significativo en el marco de la construcción o reconstrucción cooperativa del conocimiento y toma en cuenta los saberes previos de los participantes con la finalidad que los estudiantes fortalezcan sus conocimientos y formas de aprendizaje y prosperen en la era digital, en un entorno cambiante de permanente innovación, acorde con las nuevas herramientas y tecnologías de información y comunicación.

La plataforma de la UNAC es el Sistema de Gestión Académico (SGA-UNAC) basado en Moodle, en donde los estudiantes, tendrán a su disposición información detallada de la asignatura: el sílabo, recursos digitales, guía de entregables calificados, y los contenidos de la clase estructurados para cada sesión educativa. El SGA será complementado con las diferentes soluciones que brinda Google Suite for Education y otras herramientas tecnológicas multiplataforma.



**Clases dinámicas e interactivas:** el docente genera permanentemente expectativa por el tema a través de actividades que permiten vincular los saberes previos con el nuevo conocimiento, promoviendo la interacción mediante el diálogo y debate sobre los contenidos.

**Talleres de aplicación:** el docente genera situaciones de aprendizaje para la transferencia de los aprendizajes a contextos reales o cercanos a los participantes que serán retroalimentados en clase.

**Tutorías:** Para facilitar el aprendizaje y la comprensión de los temas desarrollados en clase, así como la presentación y corrección de los avances del informe final de investigación.

#### **Herramientas metodológicas de modalidad presencial**

Forma de aprendizaje basado en el uso de herramientas que posibilitan el intercambio de mensajes e información entre los estudiantes y el docente.

Se hará uso de metodologías colaborativas tales como:

- Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).
- Portafolio de Evidencias: Permite dar seguimiento a la organización y presentación de evidencias de investigación y recopilación de información para poder observar, contrastar, sugerir, incentivar, preguntar.
- Talleres: se realizarán talleres de debate, a partir de un reactivo sobre el tema de la sesión de aprendizaje.
- Retroalimentación

#### **INVESTIGACIÓN FORMATIVA**

Se promueve la búsqueda de tópicos donde se aplique lo estudiado en clase. La exposición de dicho trabajo permitirá conocer el nivel de desarrollo de las habilidades investigativas que ha logrado el estudiante.

#### **RESPONSABILIDAD SOCIAL**

No corresponde.

#### **MEDIOS Y MATERIALES**

<b>MEDIOS</b>	<b>MATERIALES</b>
Computadora	Material de clase
Impresora	Libros
Internet	Texto digital
Correo electrónico	Tutoriales
Plataforma virtual	Enlaces web
Pizarra	Artículos científicos
	Tiza, plumón y mota

### **VII. SISTEMA DE EVALUACIÓN**

**Evaluación diagnóstica:** Se debe realizar al inicio de ciclo para determinar los diferentes niveles de conocimientos previos con los que el estudiante llega al curso. Se usa un cuestionario.

**Evaluación formativa:** Parte importante del proceso de enseñanza aprendizaje, es permanente y sistemático y su función principal es recoger información para retroalimentar y regular el proceso de enseñanza aprendizaje. Para garantizar el desarrollo de competencias, se usa recursos e instrumentos mixtos cuantitativos y cualitativos.

Se trabaja en base a recursos audiovisuales, informes, guías, entre otros. Además, se sugiere usar como instrumentos de evaluación rúbricas, listas de cotejo, entre otros.

**Evaluación sumativa:** Se aplica cuestionarios y pruebas objetivas en cualquier formato y es por unidades y se obtiene mediante la evaluación de productos académicos por indicador de logro de aprendizaje, cada producto tendrá un peso respecto a la nota de la unidad.

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN:

La ponderación de la calificación es la siguiente:

Nº de Cap.	Evaluación (producto de Aprendizaje evaluados con nota)	Siglas	Peso	Evaluación
2 y 3	Evaluación de conocimientos	PC	0.7	Prácticas calificadas
				Examen parcial
				Examen final
1,2 y 3	Evaluación actitudinal	PA	0.1	Participación, puntualidad
	Evaluación de investigación formativa	IF	0.2	Trabajo de investigación y exposición
<b>TOTAL</b>			<b>1.0</b>	

Fórmula para la obtención de la nota final:

$$NF = (0.7) PC + (0.1) PA + (0.2) IF$$

## REQUISITOS PARA APROBAR LA ASIGNATURA

De acuerdo a los reglamentos de estudios de la Escuela de Pregrado de la Universidad Nacional del Callao, se tendrá a consideración lo siguiente:

- Participación activa en todas las tareas de aprendizaje.
- Asistencia mínima al 70%.
- La escala de calificación es de 0 a 20.
- El estudiante aprueba si su nota promedio es mayor o igual a 11.

La evaluación del aprendizaje se adecua a la modalidad presencial, considerando las capacidades y los productos de aprendizaje evaluados descritos para cada unidad. Se evalúa antes, durante y al finalizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, considerando la aplicación de los instrumentos de evaluación pertinentes.

## VIII. FUENTES DE INFORMACIÓN

### 8.1. BÁSICA:

- Seminario Huertas, P. N. (2020). *Notas de aula sobre el curso de Análisis Real II*. Preprint. Lages Lima, E. (2010). *Curso de Análise. Vol 2*. Rio de Janeiro: Projeto Euclides.
- Lages Lima, E. (2004). *Análise Real Volume 2*. Rio de Janeiro: Coleção matemática universitária.
- Lages Lima, E. (2002). *Análise no Espaço R<sup>n</sup>*. Rio de Janeiro: Coleção matemática universitária.

### 8.2. COMPLEMENTARIAS

- Dieudonné, J. (1960). *Foundations of Modern Analysis*. New York: Academic Press.
- Do Carmo, M. (1976). *Differential Geometry of Curves and Surface*. New Jersey: Prentice Hall.
- Phillips, E. G. (1956). *A Course of Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ponce, G.. (2016). Introdução à Análise no R(n). Abril 06, 2020, de UNICAMP Sitio web: [http://www.ime.unicamp.br/~gaponce/?page\\_id=28](http://www.ime.unicamp.br/~gaponce/?page_id=28)
- Campos Ferreira, J.. (2004). Introdução ao análise em Rn. Abril 06, 2020, de Universidade de Lisboa Sitio web: <https://math.tecnico.ulisboa.pt/textos/iarn.pdf>
- Imbuzeiro Oliveira, R.. (2019). Análise para além de R. Abril 07, 2020, de IMPA Sitio web: [https://www.dropbox.com/s/v7w874tl6dwsogz/notas\\_Rn\\_2019.pdf?dl=0](https://www.dropbox.com/s/v7w874tl6dwsogz/notas_Rn_2019.pdf?dl=0)

## IX. NORMAS DEL CURSO

Normas de netiqueta:

- Muestre comportamiento pertinente en correspondencia de la actividad académica que se desarrollará y una actitud proactiva para el desarrollo de su propio aprendizaje.
- Utilice buena redacción y gramática para redactar tus correos. Evita escribir con mayúscula sostenida porque se interpreta como si estuviera gritando.
- Utilice un lenguaje apropiado para no vulnerar los derechos de tus compañeros.
- Evite el uso de emoticones.

Normas de convivencia:

- Respeto
- Asistencia
- Puntualidad
- Presentación oportuna de los entregables

Bellavista, Agosto 2023

Dr. Lito Edinson Bocanegra Rodríguez