



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

---

## SÍLABO

### I. INFORMACIÓN GENERAL

- I.1. Asignatura : **Programación Matemática II**  
I.2. Código : EE 725  
I.3. Condición : Obligatorio  
I.4. Prerrequisito : EE 623  
I.5. N° de horas de clase : Teoría:03 semanales / Práctica: 02 semanales  
I.6. N° de créditos : 04  
I.7. Ciclo : Séptimo  
I.8. Semestre académico : 2022-A  
I.9. Duración : 17 Semanas  
I.10. Profesor : Gabriel Rodríguez varillas  
(T y P)

### II. SUMILLA

**Naturaleza:** Teórico-práctico y pertenece al área de Formación especializada.

**Propósito:** La asignatura se orienta a capacitar al estudiante para:

1. Plantear, analizar, solucionar e interpretar problemas de programación no lineal.
2. Análisis y aplicación de algoritmos de optimización.

**Contenido:** Análisis convexo, teoría de subdiferencial, optimización, dualidad y aplicación de algoritmos de optimización.

### III. COMPETENCIAS DE LA ASIGNATURA

#### 3.1. Competencias Genéricas

- Desarrolla capacidades en la aplicación de conceptos teóricos a problemas prácticos. Puede formular algoritmos matemáticos para encontrar puntos estacionarios, así como las soluciones óptimas a los programas de optimización no lineal. Puede explicar por qué no se aplica el método simplex de programas lineales a los no lineales.
- Puede interpretar geoméricamente problemas de programación no lineal y sus resultados numéricos. Relaciona la teoría adquirida con problemas específicos cotidianos.

#### 3.2. Competencias de la Asignatura

- Adquiere habilidades de análisis, de comprensión, razonamiento para abordar temas sobre convexidad de conjunto especiales y defunciones.
- Puede formular algoritmos y aplicarlos a la solución de problemas.

### 13.3. Competencias específicas, capacidades y actitudes

COMPETENCIAS	CAPACIDADES	ACTITUDES
<p><b>Enseñanza-Aprendizaje</b></p> <p><b>Reconoce</b> conceptos, propiedades y resultados de la teoría de optimización.</p> <p><b>Maneja y aplica</b> definiciones, propiedades y a partir de ellas deduce resultados mediante demostraciones y resolución de ejercicios.</p> <p><b>Expone</b> sus ideas evidenciando actitudes personales, interpersonales, así como juicio crítico.</p>	<p><b>C1. Reconoce</b> fenómenos reales, formula el problema y lo plantea mediante un modelado matemático.</p> <p><b>C2. Maneja</b> conceptos, propiedades y criterios.</p> <p><b>C3. Aplica</b> Proposiciones, Teoremas y resultados para hacer demostraciones y resolver problemas.</p> <p><b>C4. Expone</b> sus ideas a partir de la identificación de un problema.</p> <p><b>C5. Utiliza el</b> aprendizaje basado en problemas.</p> <p><b>C6. Formula y aplica</b> algoritmos de optimización.</p>	<p><b>A1. Demuestra</b> responsabilidad y creatividad cuando trabaja de manera individual o en equipo. Y cumple con las tareas encomendadas.</p> <p><b>A2. Tolerancia</b> y respeto frente a los demás</p> <p><b>A3. Expresa</b> sus opiniones de manera lógica y coherente respecto a los temas tratados.</p>
<p><b>Investigación formativa</b></p> <p>Utiliza creativamente formas y estrategias de investigación para reforzar y mejorar la calidad de su aprendizaje en el proceso de iniciarse como investigador científico.</p>		

#### IV. PROGRAMACIÓN POR UNIDADES DE APRENDIZAJE

Primera unidad : Conceptos estructurales: convexidad, funciones convexas y derivadas direccionales.  
 Duración : 3 semanas  
 Fecha de inicio : 04/04/2022  
 Fecha de término : 22/04/2022

##### Capacidades de la unidad

##### C.1: Enseñanza y aprendizaje

1. Comprende las propiedades de funciones convexas
2. Reconoce propiedades de convergencia y algorítmicas.
3. Aplica las condiciones de óptimo para encontrar puntos estacionarios.

##### C.2: Investigación formativa

- Utiliza lo aprendido para abordar la solución de problemas.
- Puede identificar temas de la sociedad y tentar formularlo como un programa matemático

## Programación de contenidos

SEMANA	CONTENIDO CCONCEPTUAL	CONTENIDO PROCIDEMENTAL	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES
1	<b>Sesión 1 y 2:</b> Introducción motivacional a la optimización no lineal. Conjunto convexo	Exposición - diálogo de los contenidos y participación de los estudiantes.  Trabaja en grupo los problemas y ejercicios.	Muestra interés y valora profundizar temas de la optimización no lineal.  Valora las caracterizaciones de conjuntos convexos.  Es abierto al diálogo y trabaja en equipo.	Reflexiona sobre los conceptos fundamentales de la optimización no lineal.  Distingue un conjunto convexo y uno no convexo  Participa en la resolución de los ejercicios y problemas.
2	<b>Sesión 1 y 2:</b> Análisis convexo: función convexa, funciones convexas especiales	Exposición - diálogo de los contenidos y participación de los estudiantes.  Reconoce y determina mediante ejercicios cuando una función es convexa	Desarrolla criticidad y exploratividad sobre funciones convexas  Es abierto al diálogo y trabaja en equipo.	Identifica una función convexa.  Puede establecer diferencia de las propiedades de funciones convexas.  Participa en la resolución de ejercicios y problemas.
3	<b>Sesión 1 y 2:</b> Teoremas relacionados a convexidad Derivadas direccionales Subdiferencial	Exposición - diálogo de los contenidos y participación de los estudiantes  Establece técnicas para determinar la convexidad	Valora la caracterización de las funciones convexas.  Es abierto al diálogo y trabaja en equipo	Aplica los teoremas para identificar cuando una función es convexa  Encuentra subgradientes para ejemplos geométricos.

Segunda unidad: El problema General de la programación no lineal sin restricciones  
 Duración : 5 semanas  
 Fecha de inicio : 25/04/2022  
 Fecha de término : 27/05//2022

### Capacidades de la unidad:

#### C1: Enseñanza y aprendizaje

1. Funciones convexas y sus valores óptimos
2. Funciones, curvas de nivel y conjunto de nivel
3. Solución local y global de un problema de programación.

#### C2: Investigación formativa:

- Halla la solución geométrica de un problema no lineal.
- Realiza la interpretación geométrica de las curvas de nivel y las restricciones del problema.

## Programación de Contenidos

SEMANA	CONTENIDO CONCEPTUAL	CONTENIDO PROCEDIMENTAL	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES
4	<p><b>Sesión 1 y 2:</b> introducción al problema de optimización</p> <p>Teoremas relacionados (<b>necesidad y suficiencia</b>)</p>	<p>Exposición - diálogo de los contenidos y participación de los estudiantes</p> <p>Analiza cuando existe máximo o mínimo absoluto y local.</p>	<p>Valora la problematización de los problemas sin restricciones</p> <p>Muestra interés por la resolución y planteamiento del problema de optimización.</p>	<p>Puede identificar variables, función objetivo y cuando ella tiene un extremo relativo o global.</p> <p>Participa en la resolución de ejercicios y problemas.</p>
5	<p><b>Sesión 1 y 2:</b> Formulación del problema no lineal (PNL), desarrollo e interpretación</p> <p>Introducción a problema con restricciones Curvas nivel.</p>	<p>Exposición - diálogo de los contenidos y participación de los estudiantes</p> <p>Establece técnicas para una mejor comprensión de las posibles soluciones del PNL.</p> <p>Participa en la resolución de problemas.</p>	<p>Valora el concepto de curvas de nivel</p> <p>Muestra interés por formas de solucionar el PNL.</p> <p>Es abierto al diálogo y trabaja en equipo.</p>	<p>Interpreta la solución obtenida.</p> <p>Participa en la resolución de ejercicios y problemas</p>
6	<p><b>Sesión 1 y 2:</b> Algoritmo de descenso</p> <p>Análisis de extremos de funciones restringidas</p>	<p>Determina cuando un valor es estacionario</p> <p>Reconoce las Cuando el problema necesita tener restricciones</p>	<p>Valora el algoritmo.</p> <p>Muestra interés por los algoritmos.</p> <p>Desarrolla un espíritu crítico y constructivo.</p>	<p>Distingue entre un punto estacionario y un punto optimizador.</p> <p>Participa en la resolución de ejercicios y problemas.</p>
7	<p><b>Sesión 1 y 2:</b> Algoritmo de descenso general</p> <p>Método del gradiente. Método de Newton Método Quasi-Newton</p>	<p>Determina cuando un valor es estacionario</p> <p>Determina cuando una dirección de descenso es más provechosa para resolver PNL.</p>	<p>Valora la importancia de una dirección de descenso más adecuada.</p> <p>Desarrolla diversos métodos para hallar el resultado o una aproximación.</p>	<p>Identifica dirección de descenso más adecuada</p> <p>Compara diferentes algoritmos.</p>
8	<b>Examen parcial</b>			

Tercera unidad: El problema General de la programación no lineal con restricciones

Duración : 5 semanas  
 Fecha de inicio : 30/05/2022  
 Fecha de término : 01/07/2022

### Capacidades de la unidad:

#### C1: Enseñanza y aprendizaje

1. Aplica criterios para identificar conjuntos factibles
2. Utiliza curvas de nivel y conjunto de nivel para determinar óptimos Con restricciones

#### C2: Investigación formativa:

- Formula y halla la solución geométrica de un problema no lineal.
- Puede exponer un problema planteado y resuelto.

### Programación de Contenidos

SEMANA	CONTENIDO CONCEPTUAL	CONTENIDO PROCEDIMENTAL	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES
9	<p><b>Sesión 1 y 2:</b></p> <p>Presentación Trabajos de investigación exploratoria de grupos.</p> <p>Introducción Problema de optimización no lineal con restricciones lineales de desigualdad.</p>	<p>Exposición – diálogo, del tema asignado, por parte de los estudiantes.</p> <p>Interpretaciones sobre la función objetivo y restricciones.</p> <p>Determina cuando un punto y una dirección son viables</p>	<p>Muestra interés y valora la investigación matemática.</p> <p>Valora la caracterización de valores estacionarios y viables.</p> <p>Muestra interés por la interpretación de las restricciones y soluciones del PNL.</p>	<p>Analiza, plantea, resuelve y explica diversos problemas de aplicación del cálculo diferencial.</p> <p>Clasifica los puntos y direcciones viables</p> <p>Utiliza el algoritmo con restricciones</p> <p>Participa en la resolución de ejercicios y problemas.</p>
10	<p><b>Sesión 1 y 2:</b></p> <p>Problema de optimización no lineal con restricciones lineales de desigualdad.</p> <p>Teoremas relacionados <b>(necesidad y suficiencia)</b></p> <p>Algoritmo con restricciones</p>	<p>Interpreta las condiciones de necesidad y suficiencia cuando el problema tiene restricciones de diferente naturaleza.</p> <p>Participa en la resolución de problemas.</p>	<p>Valora el algoritmo en casos más generales.</p> <p>Desarrolla y mejora los conceptos sobre restricciones.</p>	<p>Clasifica los puntos y direcciones viables.</p> <p>Utiliza el algoritmo con diferentes tipos de restricciones lineales.</p> <p>Participa en la resolución de ejercicios y problemas</p>

11	<p><b>Sesión 1 y 2:</b> Problema de optimización no lineal con restricciones lineales de igualdad y desigualdad. Teoremas relacionados <b>(necesidad y suficiencia)</b></p> <p>Introducción al Problema de optimización no lineal con restricciones no lineales de igualdad.</p>	<p>Interpreta las condiciones de necesidad y suficiencia cuando el problema tiene restricciones de diferente naturaleza.</p> <p>Interpretación sobre las restricciones no lineales.</p> <p>Determina cuando un punto, una dirección y una curva es viable.</p>	<p>Valora el concepto de curva viable.</p> <p>Muestra interés los problemas con restricciones no lineales.</p>	<p>Interpreta y plantea PNL con restricciones no lineales</p> <p>Aplica los teoremas para determinar soluciones viables.</p>
12	<p><b>Sesión 1 y 2:</b> Problema de optimización no lineal con restricciones no lineales de igualdad. Teoremas relacionados <b>(necesidad y suficiencia)</b></p> <p>Problema de optimización no lineal con restricciones no lineales de igualdad. Teoremas relacionados <b>(necesidad y suficiencia)</b></p>	<p>Analiza cuando es satisfecha las condiciones de necesidad y suficiencia.</p> <p>Participa en la resolución de ejercicios y problemas</p>	<p>Desarrolla y mejora los métodos para solucionar los PNP.</p> <p>Es abierto al diálogo y trabaja en equipo.</p>	<p>Aplica las condiciones de KKT (necesidad)</p> <p>Reconoce las condiciones de suficiencia</p>
13	<p>Método de penalización.</p> <p>Método de gradiente reducido generalizado (GRG)</p> <p>Programación del algoritmo de GRG</p>	<p>Analiza los pasos del método.</p> <p>Establece e interpreta los resultados de la programación.</p>	<p>Valora el método GRG.</p> <p>Muestra interés en la programación de algoritmos.</p>	<p>Distingue cada paso del Algoritmo y aprecia las interpretaciones.</p> <p>Usa la programación para obtener la solución de un PNL.</p>

Cuarta unidad : Dualidad, proceso de solución. Métodos; exposición de investigación final.  
 Duración : 4 semanas  
 Fecha de inicio : 04/07/2022  
 Fecha de término : 29/07/2022

**Capacidades de la unidad:**

**C1: Enseñanza y aprendizaje**

1. Referencia a la dualidad Lineal en programación.
2. Objetivo dual y formulación del problema dual en programación no lineal
3. Interpretación de la solución del problema dual.
4. Plantea, analiza, soluciona e interpreta un PNL.

**C2: Investigación formativa:**

- Analiza la función objetivo dual.
- Reconoce la concavidad del objetivo dual.
- Plantea e interpreta un PNL.

**Programación de Contenido**

SEMANA	CONTENIDO CONCEPTUAL	CONTENIDO PROCEDIMENTAL	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES
14	<b>Sesión 1 y 2:</b> Dual del problema con restricciones; concavidad y no diferenciabilidad puntual. Método de solución del problema dual	Caracteriza tipos de dualidad.  Averigua sobre método de corte.  Participa en la resolución de problemas	Valora la importancia del del abordaje dual de un problema  Utiliza y muestra interés en el método de solución.	Dado un problema primal, puede formular el problema dual.  Puede esbozar una solución del problema dual.
15	<b>Sesión 1 y 2:</b> Presentación Trabajos de investigación exploratoria de grupos.	Exposición – diálogo, del tema asignado, por parte de los estudiantes.  Trabaja en grupo participando en la resolución de problemas	Valora la aplicación de la teoría desarrollada de la programación matemática.  Muestra interés y valora la investigación matemática.	Analiza, plantea, resuelve y explica diversos problemas de aplicación del cálculo diferencial.  Participa en la resolución de ejercicios y problemas
16	<b>EXAMEN FINAL</b>			
17	<b>EXAMEN SUSTITUTORIO</b>			

## V. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

- a. **El Método Sincrónico**, es aquel en el que el emisor y el receptor del mensaje en el proceso de comunicación operan en el mismo marco temporal, es decir, para que se pueda transmitir dicho mensaje es necesario que las dos personas estén presentes en el mismo momento. Son: Videoconferencias con pizarra, audio o imágenes, Internet, chat de voz, audio y asociación en grupos virtuales.

**Clase expositiva interactiva:** Transmitir conocimientos y activar procesos cognitivos, ministrando información organizada y activando procesos cognitivos; facilitando al estudiante su proceso de asimilación y confianza en lo aprendido. La exposición es alternada con actividades (preguntas, respuestas, dudas, sugerencias, etc.) por parte de los estudiantes.

**Dinámica de Grupal.-** Mediante este procedimiento propiciaremos la organización de los alumnos facilitando que un grupo de personas consensúen ideas. Permitiendo la discusión de una misma temática bajo diferentes perspectivas, maximizando de esta forma conocimientos.

- b. **El Método Asíncrono**, transmite mensajes sin necesidad de coincidir entre el emisor y receptor en la interacción instantánea; son Email, foros de discusión, dominios web, textos, gráficos animados, audio, video, etc.

c. **Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)**

*Es una metodología centrada en el aprendizaje, en la investigación y reflexión que siguen los estudiantes para llegar a una solución ante un problema planteado por el profesor.*

**Resolución de ejercicios y problemas:** Ejercitar, ensayar y poner en práctica los contenidos. Aplicando fórmulas, algoritmos, procedimientos para transformar la información disponible e interpretar resultados. Involucrando a los alumnos de modo activo en el aprendizaje de conocimientos.

**Proyectos.** - Tendrá como principal propósito la interpretación y resolución de problemas, emitirán sus respectivos juicios y luego cada grupo a través de su representante expondrá la solución del problema concluido.

**Evaluación y análisis de resultados.** - Esta técnica permitirá el rendimiento en las pruebas de ensayo y las pruebas objetivas; así como el desempeño en la exposición oral

## VI. ACTIVIDADES Y MATERIALES EDUCATIVOS

### 6.1. ACTIVIDADES

a) **Actividades Asíncronas.** - Revisión de sílabos, comunicados, mensajes, revisión de foros, tareas domiciliarias, trabajos grupales de investigación.

b) **Actividades Síncronas.-** Video conferencia utilizando la tecnología de la plataforma virtual google meet, siendo el desarrollo de la clase de modo participativo.

### 6.2. MATERIALES

Computadora, laptop, celulares, Tablet, audífonos. Separatas de clases en PDF según programación silábica, separatas de problemas y ejercicios. Videos de clases (teoría y práctica). Textos complementarios en PDF y videos relacionados a los temas.

### 6.3. MEDIOS

Plataforma de Aula Virtual SGA, Plataforma Virtual Classroom, Aplicaciones para video conferencias Meet, zoom, correos electrónicos, WhatsApp, Facebook, etc. *Direcciones*

electrónicas, para búsqueda de información de los temas a desarrollar.

## VII. EVALUACIÓN

El sistema de evaluación considerara los siguientes criterios:

- a) Evaluación de conocimientos 70% (Parcial, final y prácticas calificadas)
- b) Evaluación de procedimientos 0% (laboratorios, trabajo de campo) de acuerdo a la naturaleza de la asignatura.
- c) Evaluación actitudinal 10%.
- d) Evaluación de investigación formativa 15% (concretada en el producto acreditable)
- e) Evaluación de proyección y responsabilidad social universitaria 5%

El promedio final del logro de aprendizaje se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$PF=(0.7)*PC+(0.1)*PA+(0.15)*IF+(0.05)*RS$$

Dónde:

PC = Promedio de evaluación de conocimientos

PA = Promedio de evaluación actitudinal

IF = Nota de investigación formativa

RS = Nota de responsabilidad social

**(\*) El estudiante tendrá derecho a un examen Sustitutorio el cual reemplazará al examen parcial o final.**

### **Sobre las prácticas domiciliarias / evaluaciones:**

Debe desarrollarse de manera completa, es decir, explicar sus pasos o métodos claramente. Parte de su calificación

proviene de mostrar su trabajo de manera legible y con concordancia lógica; de ser posible exprese su pensamiento

con oraciones completas dentro de sus soluciones.

Las prácticas domiciliarias se evaluarán con mayor rigor, ya que se entiende que se tiene más tiempo para el

análisis del problema. Y no se aceptarán las que se presenten fuera de plazo.

Si se pierde una prueba o examen por razones inevitables, convincentes y bien documentadas, se administrará

una prueba / examen de recuperación. Si surge tal situación y no puede realizar un examen en la fecha programada,

debe informarme lo antes posible (preferiblemente antes del día del examen y no más tarde del día posterior al examen);

es responsabilidad del alumno contactarme para hacer arreglos.

### **Sugerencias para el buen desempeño en la disciplina:**

- Leer el tópico antes de la clase; de preferencia los 2 primeros libros de la bibliografía básica.
- Realizar las prácticas domiciliarias y ejercicios propuestos en el aula, es importante que intente realizarlas, en caso de dudas o problemas al desarrollarlo consultar en clases.
- Acuda al horario de oficina o haga una cita si tiene preguntas persistentes.
- Leer el tópico nuevamente (posterior a la clase)

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

### • BÁSICA

- Bazaraa, M., Sherali H. y Shetty, C. (2006). *Nonlinear Programming, Theory and Algorithms* (3.<sup>a</sup> ed.). Wiley. New York.
- Luenberger, D. y Yinyu Ye (2008). *Linear and Nonlinear Programming* (3.<sup>a</sup> ed.). Springer. New York,
- Goldbarg, M. y Luna, H. (2000). *Otimização Combinatória e Programação Linear: Modelos e Algoritmos* (2.<sup>a</sup> ed.). Campus. Rio de Janeiro.
- Peressini, A., Sullivan, F. y Uhj, Jr. J. (1988). *The Mathematics of Nonlinear Programming*. Springer. New York.

### • COMPLEMENTARIA

- Hillier, F. y Lieberman, G. (2002). *Investigación de Operaciones* (7.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill. Ciudad de México.
- Rockafellar, R. (1972). *Convex Analysis*. Princeton university press. New Jersey.
- Arenales, M., Armentano, V., Morabito, R. y Yanasse, H. (2006). *Pesquisa operacional*. Campus. Rio de Janeiro.
- Hillier, F. y Lieberman G. (2010). *Introducción a la investigación de operaciones* (9.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill. Ciudad de México.
- Birge, J. y Louveaux, F. (2011). *Introduction to Stochastic Programming* (2.<sup>a</sup> ed.). Springer. New York.

### • CIBERNÉTICA

*Association of European Operational Research Societies:*

<http://www.euro-online.org>

The COIN-OR Foundation:

<https://www.coin-or.org>

The International Federation of Operational Research Societies:

<https://www.ifors.org/category/newsletter/>

**Abril de 2022**

**Profesor: Gabriel Rodríguez varillas**