

PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
MA3711	Optimización Matemática			
Nombre en Inglés				
Mathematical Optimization				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	3	2	5
Requisitos			Carácter del Curso	
MA2002 Cálculo Avanzado y Aplicaciones			CFB, curso de Licenciatura obligatorio para Ingeniería Civil Matemática	
Resultados de Aprendizaje				
<p>El alumno sabrá resolver problemáticas que aparecen en el modelamiento de problemas de ingeniería con herramientas de optimización lineal y no-lineal tanto continua como entera, con o sin restricciones, y utilizar algunos algoritmos adecuados. El alumno sabrá utilizar paquetes computacionales útiles en la resolución de problemas de optimización.</p>				

Metodología Docente	Evaluación General
<p>Clases teóricas, viendo los contenidos con profundidad y rigurosidad. Se considerarán ejercicios para trabajo personal.</p> <p>Una tarea computacional donde se programe algún método visto en el curso. Complementariamente, se puede realizar una tarea orientada al modelamiento y resolución usando software libre de la Web.</p>	<p>Tres controles y un examen.</p> <p>En el caso de realizar ejercicios de forma periódica, el promedio de estos puede reemplazar la nota de uno de los controles.</p> <p>Nota de tarea: 20%, se aprueba por separado.</p>

Resumen de Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	Condiciones de optimalidad, calificación de restricciones, sensibilidad y aplicaciones.	4.0
2	Dualidad Lagrangeana y aplicaciones	2.0
3	Programación lineal	4.5
4	Métodos numéricos para optimización no lineal irrestricta	2.5
5	Métodos numéricos para optimización no lineal con restricciones	2
	TOTAL	15.0

Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
1	Condiciones de optimalidad, calificación de restricciones, sensibilidad y aplicaciones.	4.0	
Contenidos		Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1.1 Noción de cono tangente y condición de primer orden genérica. 1.2 Condiciones de Karush-Kuhn-Tucker (KKT). 1.3 Distintas calificaciones de restricciones: conjunto de restricciones descrito como un poliedro, independencia lineal de gradientes activos (ILGA), condición de Mangasarian-Fromovitz y condición de Slater cuando el conjunto de restricciones es convexo. 1.4 Condiciones necesarias y suficientes de segundo orden. 1.5 Resultados de sensibilidad de la función valor bajo ILGA. 1.6 Aplicación a problemas en economía, equilibrio de estructuras, en física, etc..		<p>El alumno deberá modelar problemas aplicados como como un problema de optimización no lineal donde los datos (funciones objetivos y restricciones) son suaves.</p> <p>Conoce los conceptos de dirección admisible, dirección de descenso y en general como se construye el Teorema de KKT a partir de la operación sobre conos tangentes.</p> <p>También deberá comprender y saber aplicar las condiciones de primer y segundo orden, verificando que alguna calificación de restricciones se satisface, para resolver problemas concretos motivados desde la ingeniería y las ciencias.</p>	1, 4 y 5

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
2	Dualidad Lagrangeana y aplicaciones	2.0	
Contenidos		Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
2.1 Definición del problema dual Lagrangeano: planteamiento y propiedades con respecto al primal en el caso convexo, entre ellas, dualidad débil, fuerte, saltos de dualidad, etc. 2.2 Interpretación Económica de las variables duales. 2.3 Aplicación a problemas. finanzas, portafolios, pricing, clasificación, etc.		<p>El alumno sabe calcular problemas duales para varios tipos de casos particulares de problemas convexos.</p> <p>Sabe identificar situaciones cuando hay o no saltos de dualidad y utiliza resultados de dualidad débil/fuerte para resolver problemas convexos específicos.</p>	3

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
3	Programación Lineal	4.5	
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía	
<p>3.1 Introducción a la teoría de poliedros.</p> <p>3.2 El método Simplex: desarrollo analítico e interpretación gráfica. Discusión breve sobre la complejidad del SIMPLEX.</p> <p>3.3 Aplicaciones en logística, finanzas, planificación (dieta), bodegaje, control óptimo discreto, etc.</p> <p>3.4 Revisitar problema dual en el caso lineal: holgura complementaria, interpretación del dual, etc. Teorema de alternativas (Farkas, etc.) y su aplicación a los resultados de dualidad débil y fuerte.</p> <p>3.5 Noción de grafo y problemas lineales representables en grafos. Enunciar problema flujo de costo mínimo, transporte, etc. Calcular e interpretar sus duales. OPCIONAL: Algoritmo SIMPLEX aplicado al problema de flujo de costo mínimo.</p> <p>3.6 Aplicaciones de la teoría de dualidad a la representación de poliedros.</p> <p>3.7 Nociones de análisis post-óptimo (variación del lado derecho o de los costos, agregar columna o fila).</p> <p>3.8 Introducción a los problemas lineales de gran tamaño: nociones de descomposición, ejemplos, métodos de generación de filas y columnas, problema maestro/esclavo, etc.</p>	<p>El alumno conoce las principales nociones de la teoría poliedral (caras, vértices, puntos y direcciones extremas, solución básica factible, etc.) y sus principales resultados (teorema Minkowski, Minkowski-Weyl, algoritmo Fourier-Motzkin y proyección de poliedro es un poliedro).</p> <p>Comprende el algoritmo Simplex, sus variantes (Simplex dual, fases I y II, etc.) y sus aplicaciones (análisis post-óptimo, entre otros).</p> <p>Sabe calcular problemas duales para PLs en forma estándar y de flujos sobre grafos. El alumno puede hacer análisis de sensibilidad en casos simples, a través del cual comprende el concepto de estabilidad.</p> <p>El alumno sabe identificar casos de optimización lineal en la que se pueden aplicar métodos de descomposición y aplicar los métodos enseñados en clases.</p>	<p>2, 4 y 6</p>	

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
4	Optimización sin restricciones	2.5	
Contenidos		Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p>4.1 Nociones de búsqueda unidimensional: Golstein-Armijo, dicotomía, etc..</p> <p>4.2 Método del gradiente y su tasa de convergencia (lineal).</p> <p>4.3 Familia de algoritmos de tipo gradiente conjugado. Ejemplo: algoritmo de Fletcher-Reeves.</p> <p>4.4 Algoritmo de Newton, cuasi-Newton (DFP y BFGS) y tasas de convergencia (convergencia cuadrática en caso particular de Newton).</p>		<p>El alumno conoce y aplica la noción fundamental de algoritmos de descenso, basado en la búsqueda sobre una dirección dada.</p> <p>El alumno comprende los distintos tipos de convergencia: lineal, superlineal, cuadrática a través de la revisión de métodos específicos.</p>	4 y 5

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
5	Optimización con restricciones	2.0	
Contenidos		Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p>5.1 Método de direcciones admisibles (caso restricciones lineales).</p> <p>5.2 Método de penalización/barrera.</p>		<p>El alumno conoce y aplica correctamente métodos de direcciones clásicos, de direcciones admisibles y de penalización (exteriores y de barrera).</p> <p>También se introduce el método del Lagrangeano aumentado.</p> <p>Se resuelven problemas particulares pero prominentes como el problema lineal, cuadrático-lineal, problema convexo con restricciones lineales.</p>	4 y 5

Bibliografía

1. Bazaraa, M. y Shetty, C., Nonlinear Programming, Wiley, 1979.
2. Bertsimas, D. y Tsitsiklis J. N., Introduction to Linear Programming, Athenea Scientific, 1997.
3. Boyd, S. P., y Vanderberghe, L., Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004.
4. Luenberger y Yin Yu Ye, Linear and nonlinear programming (4ta edición), Springer, 2016.
5. Nocedal, M. y Wright, S., Numerical optimization (2da edición), Springer, 2006.
6. Schrijver, A., Combinatorial optimization, Springer, 2003

Vigencia desde:	Otoño 2017
Elaborado por:	Alejandro Jofre, Héctor Ramírez
Revisado por:	Jaime Ortega (Jefe Docente)