



# Planificaciones

7114 - Modelos y Optimización I

Docente responsable: RAMOS SILVIA ADRIANA

## OBJETIVOS

Los estudiantes desarrollarán la capacidad de analizar problemas complejos y formular modelos matemáticos lineales para su resolución

Dado un modelo matemático y su resolución, los estudiantes podrán analizar la solución y realizar el análisis de sensibilidad completo del mismo (para modelos de programación lineal continua)

Los estudiantes aprenderán a formular modelos matemáticos con variables binarias y enteras

Se analizarán y aplicarán métodos para resolver de manera exacta y de manera aproximada (heurística) los modelos combinatorios de programación lineal entera y entera mixta

Los estudiantes desarrollarán heurísticas y aplicarán conceptos de planos de corte para resolución de problemas combinatorios

## CONTENIDOS MÍNIMOS

-

### PROGRAMA SINTÉTICO

1. MODELIZACION Y PROGRAMACION LINEAL.
2. RESOLUCION DE MODELOS DE PROGRAMACION LINEAL CONTINUA.
3. ANALISIS POST-OPTIMAL Y DE SENSIBILIDAD.
4. MODELOS DE PROGRAMACION LINEAL ENTERA.
5. MODELOS DE PROGRAMACION LINEAL ENTERA. METODOS DE RESOLUCION.
6. INTRODUCCION A SOLUCIONES HEURÍSTICAS.

### PROGRAMA ANALÍTICO

#### Capítulo I Introducción

Objetivo del curso. Método Científico: Definiciones, origen y antecedentes. Reglas del Método cartesiano.

Investigación Operativa: Definiciones, origen y antecedentes. Problemas de decisión: definiciones y condiciones de existencia. Modelos: Definiciones. Clasificación de modelos. Modelos matemáticos. Componentes de un modelo matemático. Relación Observador-Modelo-Realidad.

#### Capítulo II Modelización Lineal

Programación Lineal Continua: Formulación general, supuestos básicos. Elementos de un modelo: hipótesis, supuestos, actividades, variables, parámetros, condiciones de vínculo. Objetivo. Variables indicativas y de medición. Condiciones de vínculo: fuertes, débiles y excluyentes; de balance, de mezcla. Objetivo: único,. Objetivos múltiples y contrapuestos. Programación de metas.

Modelos: de Producción, de centros de procesamiento, multiperíodo, portfolio de inversiones, dietas. corte de materiales. Modelo de distribución y transporte. Modelo de asignación. Modelización Modular.

#### Capítulo III Modelización Lineal Entera.

Programación lineal entera: definición y alcance. Variables enteras restricciones enteras. Relaciones Lógicas. Discontinuidades. Costo fijo. Costos diferenciales. Funciones cóncavas. Problemas combinatorios. Problema del viajante: definición y alcances. Problema de ruteo de vehículos.

Problemas de secuenciamiento, alocaación y particionamiento. Aplicación a problemas de redes y problemas de decisión multietapa. El problema de asignación cuadrática.

#### Capítulo IV Resolución Numérica de Modelos Lineales

Método Simplex. Desarrollo teórico. Teoremas Fundamentales. Geometría y Algebra del método Simplex.

Interpretación de los coeficientes de la tabla óptima. Costo de oportunidad. Valor marginal. Teorema de la Dualidad: asimétrico y simétrico. Teorema de la holgura complementaria. Interpretación del problema Dual.

Resolución de problemas de programación lineal entera . Métodos de resolución exacta: ramificación y límite (Branch and Bound).

Métodos Cuantitativos: Uso y aplicaciones en un software de optimización.

#### Capítulo V Análisis post-optimal

Parametrización de las variables y de la función a optimizar con los coeficientes de eficiencia y los términos independientes. Rangos de variación. Función de oferta. Función de valor marginal. Modificaciones al problema original: Introducción de una nueva actividad. Introducción de una nueva restricción. Variación simultánea de recursos.

Métodos Cuantitativos: Análisis de variaciones utilizando un software de optimización.

## Capítulo VI Introducción a Soluciones Heurísticas

Heurísticas de resolución de problemas de Distribución: Secuenciamiento de tareas. Heurísticas de construcción: Su aplicación para la resolución del Problema del Viajante. Heurísticas de mejoramiento. Garantía de Calidad. Metaheurísticas.

Métodos Cuantitativos: Resolución de un caso mediante Heurísticas de Construcción.

## BIBLIOGRAFÍA

La programación lineal en el proceso de decisión Marín-Palma-Lara.  
 Investigación de Operaciones Wayne Winston 4ta edición (2006)  
 Introducción a la Inv. De Operaciones Hillier Lieberman 8va edición (2008)  
 Programación lineal Saúl Gass.  
 Investigación de Operaciones, H. Taha 7ma edición (2007)  
 Análisis post-optimal, Silvia Ramos (apunte).  
 El método Simplex, Pablo Echevarría (apunte).  
 Heurísticas, Silvia Ramos (apunte).  
 El problema del viajante, Silvia Ramos (apunte).  
 Análisis de la salida de LINDO, Virginia Barros (apunte).  
 Introducción a la Investigación de Operaciones Hillier -Lieberman. Model Building in Mathematical Programming H. P. Williams .  
 Linear Programming and Network Flows Bazaraa-Jarvis-Sherali. Investigación de Operaciones en Ciencia Administrativa. Eppen-Gould. Heuristics Judea Pearl.  
 Discurso del Método, R. Descartes.  
 Test de Pensamiento Lateral, Paul Sloane.  
 Del rigor en la Ciencia J. L. Borges.  
 La Biblioteca de Babel Jorge Luis Borges.  
 Multivac, Isac Asimov.

## RÉGIMEN DE CURSADA

### Metodología de enseñanza

Método de trabajo:

En los cursos teórico-prácticos, que tienen asistencia obligatoria, se trabaja sobre los distintos conceptos de la disciplina de Investigación Operativa determinística. En los cursos de trabajos prácticos se trabaja sobre ejercicios propuestos, cuya resolución tiene que ser desarrollada por cada uno de los estudiantes antes de la clase. En la clase de trabajos prácticos se discute acerca de las distintas maneras de resolución de los ejercicios propuestos (no tienen una única manera correcta de resolverse) y las ventajas y desventajas de cada una de las aproximaciones propuestas por los estudiantes.

La asignatura tiene distintos cursos de trabajos prácticos, en diferentes horarios, para que la relación docente-alumno permita hacer una tarea más personalizada. Se trabaja con una metodología grupal, en la cual cada docente tiene a su cargo una parte del curso, con seguimiento de algunos de los estudiantes a lo largo del cuatrimestre.

El curso tendrá una evaluación parcial, con dos recuperaciones. Las fechas pueden consultarse en el calendario de la materia y están fijadas desde el comienzo del cuatrimestre, cumpliéndose escrupulosamente con las mismas. Las fechas de parciales y recuperatorios son las mismas para todos los turnos de trabajos prácticos. Todas las evaluaciones se califican de cero a cien puntos, en base a una tabla de puntajes que el alumno puede ver en su hoja de enunciado. Para la aprobación, tanto de los parciales como de los recuperatorios se requiere:

- a) Sumar un mínimo de sesenta puntos y
- b) Sumar un puntaje mínimo (que se indica en la hoja del enunciado) en cada uno de los ítems. El puntaje mínimo puede diferir entre los distintos ítems.

Además de aprobar el parcial, para la firma de trabajos prácticos se requiere que el alumno apruebe un trabajo práctico que se desarrolla a lo largo del curso.

En el trabajo práctico se trabaja con un problema real, en el cual los estudiantes van aplicando los distintos temas de la asignatura hasta llegar a una resolución e informe al responsable de la toma de decisiones. Se debe cumplir con un 75% de asistencia a las clases teóricas prácticas y a las prácticas grupales.

### Modalidad de Evaluación Parcial

Todas las evaluaciones se califican de cero a cien puntos, en base a una tabla de puntajes que el alumno puede ver en su hoja de enunciado. Para la aprobación, tanto de los parciales como de los recuperatorios se requiere:

- a) Sumar un mínimo de sesenta puntos y

b) Sumar un puntaje mínimo (que se indica en la hoja del enunciado) en cada uno de los ítems. El puntaje mínimo puede diferir entre los distintos ítems.

## CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 09/03 al 14/03	Presentación. Introducción a la modelización. Método científico. Aristóteles, F. Bacon, R. Descartes. Clasificación de modelos. Programación Lineal. Resolución gráfica.		CALENDARIO SALVO ERROR U OMISION POR EL AGREGADO DE FERIADOS	CHEQUEAR CRONOGRAMA DE CADA CURSO Armado de grupos y práctica 1. Enunciado del Trabajo Práctico	Según cronograma de cada curso	La Programación Lineal en el proceso de decisión. Marín - Palma - Lara
<2> 16/03 al 21/03	Modelización. Condiciones para la existencia de un problema. Elementos del modelo: Objetivos, Condiciones de vínculo, (fuertes y débiles). Variables, Hipótesis, Supuestos. Programación de metas.			Problemas: 1.1 - 1.2 - 1.3 - 1.5 - 1.6 (1.4 para entregar)		Introducción a la Investigación de Operaciones. Hillier-Lieberman
<3> 23/03 al 28/03	Esquema Modular: Resolución de un caso complejo. (clase por Web)  Modelos de Programación Lineal Entera: Clasificación. Problemas con variables enteras. Variables bivalentes de decisión. Variables bivalentes indicativas. Relaciones lógicas, Restricciones de "una u otra". Discontinuidad en un intervalo.	LUNES Y MARTES FERIADO		Problemas: 2.1 - 2.2 - 2.4 - 2.7 (2.3 para entregar)		Introducción a la Investigación de Operaciones. Hillier-Lieberman
<4> 30/03 al 04/04	Modelos de programación lineal entera: Costo diferencial por intervalo.	JUEVES FERIADO		Problemas: 2.17 - 2.23 - 4.1 - 4.2 (2.5 para entregar)		Introducción a la Investigación de Operaciones. Hillier-

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	<p>Función cóncava seccionalmente lineal.</p> <p>Modelos de Programación Lineal Entera:</p> <p>Problemas Combinatorios</p> <p>Problema del viajante</p> <p>Clase por la web:</p> <p>Problemas de Distribución, Asignación, Asignación cuadrática.</p> <p>Problemas de Cobertura de Conjuntos, Particionamiento.</p> <p>Problemas "Packing"</p>					Lieberman
<5> 06/04 al 11/04	<p>Presentación de Problemas Combinatorios Complejos:</p> <p>Problema de Secuenciamiento de tareas, problema de la mochila, problema de coloreo de grafos</p>	JUEVES, VIERNES Y SÁBADO FERIADOS		<p>Problemas: 4.8 – 4.10 – 4.12 3.3 – 3.4 (2.30 para entregar)</p>		<p>Introducción a la Investigación de Operaciones.</p> <p>Hillier-Lieberman</p> <p>Apunte del Problema del Viajante</p>
<6> 13/04 al 18/04	<p>Método Simplex: Desarrollo teórico.</p> <p>Teoremas Fundamentales. Geometría del método Simplex.</p> <p>Algebra del método Simplex.</p> <p>Resolución de un problema por el método Simplex.</p> <p>Casos particulares del método simplex (clase por Web)</p>			<p>Problemas: 2.23 - 3.18 - 3.15 – 3.16 (3.7 para entregar)</p>		<p>Programación Lineal.</p> <p>Saúl Gass</p> <p>Apunte Lic. Pablo Echevarría</p>
<7> 20/04 al 25/04	Método Simplex:			<p>Problemas: 4.20 – 3.36 -</p>		Introducción a la

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	Interpretación de los coeficientes de la tabla óptima. Análisis de vectores de productos: costo de oportunidad. Análisis de vectores de recursos: valor marginal. Modificaciones en la solución óptima. Rango de variación de coeficientes de eficiencia. Curva de oferta			3.20 – 3.40 (3.23 para entregar)		Investigación de Operaciones. Hillier-Lieberman
<8> 27/04 al 02/05	Teorema de la Dualidad: enunciado. Formulación e interpretación del problema Dual. Correspondencia entre variables. Relación entre tablas óptimas. Modificaciones en la solución óptima. Rango de variación de los términos Independientes. Parametrización de las variables y el Z con los términos independientes. Un caso de análisis de sensibilidad con inversión.	VIERNES FERIADO		Problemas: 4.22 – 5.1 – 5.6 – 3.34 (4.21 para entregar)		Programación Lineal. Saúl Gass Apunte Análisis de Sensibilidad
<9> 04/05 al 09/05	Modificaciones en el Problema: Variación simultánea de dos recursos Introducción de un nuevo producto. Introducción de un nuevo recurso o una nueva restricción.  Un caso de análisis de sensibilidad			Problemas: 5.8 – 5.14 – 3.41 Parcial 19/05/2018 (5.11 para entregar)		Programación Lineal. Saúl Gass Apunte Análisis de Sensibilidad

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	con inversión.					
<10> 11/05 al 16/05	Resolución de problemas de Programación Lineal Entera (PLE). Métodos de resolución exacta de problemas de PLE: Branch & Bound.  CLASE DE REPASO			REPASO		
<11> 18/05 al 23/05	Métodos de resolución exacta de problemas de PLE: Branch & Cut. Planos de corte			Problemas: 6.1 - 6.4		Programación Lineal. Saúl Gass Apunte Análisis de Sensibilidad
<12> 25/05 al 30/05	Métodos de resolución aproximada de problemas de PLE: Heurísticas. El problema de armar la bicicleta. Secuenciamiento de tareas.	LUNES FERIADO		Problemas: 6.9 - 7.2 (6.14 para entregar)		Heuristics. Judea Pearl. Apunte "Heurísticas..." Lic. Silvia Ramos.
<13> 01/06 al 06/06	Heurísticas de construcción: Su aplicación para la resolución del Problema del Viajante. Heurísticas de mejoramiento			Problemas: 7.1 – 6.12 – 7.12 (7.7 para entregar) Entrega de notas del parcial (primera oportunidad)	Entrega final del TP	Heuristics. Judea Pearl. Apunte "Heurísticas..." Lic. Silvia Ramos.
<14> 08/06 al 13/06	Heurísticas para problemas de coloreo de vértices Heurísticas para el problema de la mochila			Problemas: 7.18 – Evaluación integradora del 04/02/2015	Evaluación del TP (oral/escrita)	Heuristics. Judea Pearl. Apunte "Heurísticas..." Lic. Silvia Ramos.
<15> 15/06 al 20/06	Reflexiones acerca de formulación de modelos. Complejidad computacional.	LUNES Y SÁBADO FERIADOS		Recuperación del TP		Model Building in Mathematical Programming H. P. Williams
<16> 22/06 al 27/06	Preparación para la			Notas de la segunda		

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	evaluación integradora			oportunidad del parcial		

## CALENDARIO DE EVALUACIONES

### Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º		16/05	14:00	101
2º		06/06	14:00	101
3º		02/07	10:00	101
4º				