

PROGRAMA DEL CURSO DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA.

2633

(L.A.D.E.)

Grupo 36

Mariano Sanz Loriente

Grupo 37

Francisco Vidal Ramirez

Curso 2001-2002

0.-Introducción a la Investigación Operativa.

0.1.-Definición y características.

0.2.-Problemas tipo de Investigación Operativa.

0.2.1.-Problemas de stocks.

0.2.2.- Problemas de repartición.

0.2.3.- Problemas de colas.

0.2.4.- Problemas de secuencias.

0.2.5.-Problemas de renovación.

0.2.6.- Problemas de itinerarios.

0.2.7.-Problemas de competencia.

0.2.8.-Problemas de búsqueda.

0.3.-Algoritmos y modelos de la Investigación Operativa.

0.4.-Forma de conducir la empresa mediante la Investigación Operativa.

1.-Introducción al estudio y análisis de la Programación Lineal.

1.1.-¿Qué se entiende por Programación Lineal?

1.2.-Formulación general de un problema de Programación Lineal.

1.3.-Pasos en la construcción de un modelo de Programación Lineal.

1.4.-Resolución gráfica de un problema de Programación Lineal.

1.4.1.-Variable de holgura.

1.4.2.-Clasificación de soluciones.

1.5.-Aplicaciones de la Programación Lineal.

1.5.1.-Un problema de producción.

1.5.2.-Un problema de asignación de turnos de trabajo.

1.5.3.-Un problema de alimentación.

1.5.4.- Un problema de redes.

1.5.5.-Un problema de inventario.

1.5.6.-Un problema de transporte.

1.5.7.-Un problema de mezclas.

1.5.8.-Un problema de planificación financiera.

2.-Métodos numéricos de resolución de un problema de Programación Lineal Continua: El Algoritmo del Simplex.

2.1.-Soluciones básicas, básicas factibles y óptima.

2.2.-Variable básica y variable no básica.

2.3.-Puntos extremos adyacentes.

2.4.-Necesidad de un procedimiento para la resolución de un problema de P.L.

2.4.1.-Solución analítica.

- 2.4.2.-El algoritmo del Simplex: problemas de maximización y minimización.
- 2.5.-Definición matricial del problema de Programación Lineal.
- 2.6.-Variaciones estructurales en los modelos de Programación Lineal.
 - 2.6.1.-Variables artificiales.
 - 2.6.2.-El método de la M grande (método de penalización).
- 2.7.-Casos especiales en la aplicación del Simplex.
 - 2.7.1.-Soluciones múltiples, no acotadas y vacías.
 - 2.7.2.-Soluciones degeneradas.
- 2.8.-Organigrama del algoritmo del Simplex.

3.-Adaptación de las variables, las restricciones y la función objetivo en algunos casos que no se ajustan inmediatamente a las condiciones de un programa lineal.

- 3.1.-Variables no restringidas en signo.
- 3.2.-Restricciones de la forma $|\sum a_{ij}x_j| \leq b_i$
- 3.3.-Función objetivo minimax o maximin.

4.-Teoría de la dualidad y Análisis de Post-optimalidad.

- 4.1.-Los precios sombra y el problema dual.
- 4.2.-Formulación matemática del problema dual.
- 4.3.-Relaciones entre un problema primal y su dual asociado.
- 4.4.-Interpretación económica del dual.
- 4.5.-El algoritmo dual del simplex.
- 4.6.-Análisis de post-optimalidad.
 - 4.6.1.-Análisis de sensibilidad.
 - 4.6.1.1.- Variación en coeficiente c_j de función objetivo.
 - 4.6.1.1.1.- en variable no básica.
 - 4.6.1.1.1.a.- Discreto.
 - 4.6.1.1.1.b.- Continuo o Intervalo de Variación.
 - 4.6.1.1.2.- en variable básica.
 - 4.6.1.1.2.a.- Discreto.
 - 4.6.1.1.2.b.- Continuo o Intervalo de Variación.
 - 4.6.1.2.- Variación en b_i .
 - 4.6.1.2.1.- Discreto.
 - 4.6.1.2.2.- Continuo o Intervalo de Variación.
 - 4.6.1.3.- Variación en a_{ij} .
 - 4.6.1.3.1.- en variables no básicas.
 - 4.6.1.3.2.- en variables básicas.
 - 4.6.1.4.- Añadir una nueva variable.
 - 4.6.1.5.- Añadir una nueva restricción.
 - 4.6.1.6.- Varias variaciones en los coeficientes a la vez.
 - 4.6.1.7.- Diferentes combinaciones con las restricciones y/o variables.
 - 4.6.2.-Programación lineal paramétrica.
 - 4.6.2.1.- Cambios lineales en los coeficientes c_j de la función objetivo.
 - 4.6.2.2.- Cambios lineales en los términos independientes b_i .

5.-Introducción al estudio y análisis de la Programación Lineal Entera.

- 5.1.-Introducción a la Programación Lineal Entera.

- 5.2.-Algunas aplicaciones de la Programación Lineal Entera.
 - 5.2.1.-Problema del Transporte.
 - 5.2.1.1.- Formulación general del problema del transporte.
 - 5.2.1.2.- Problema del Transporte EQUILIBRADO.
 - 5.2.1.3- El algoritmo del Transporte para Problemas de [MIN] Equilibrados ($\sum a_i = \sum b_j$).
 - 5.2.1.4.- Solución degenerada.
 - 5.2.1.5.- Casos particulares.
 - 5.2.1.6.- Problemas no equilibrados ($\sum A_i \neq \sum B_j$).
 - 5.2.2.-Problema de Transbordo.
 - 5.2.3.-Problema de asignación.
 - 5.2.4.-Problema de la ruta más corta.
 - 5.2.5.-Programa de producción.

6.-Introducción a la Gestión de Stocks o Inventarios.

- 6.1.-Introducción.
 - 6.1.1.-Definición de stock: clasificación.
 - 6.1.2.-Características de los elementos de los stocks.
 - 6.1.3.-Costes.
 - 6.1.3.1.-Costes de posesión.
 - 6.1.3.2.-Costes de ruptura.
 - 6.1.3.3.-Costes de adquisición.
 - 6.1.3.4.-Otros costes.
 - 6.1.3.5.-Evaluación de los costes.
- 6.2.- La clasificación ABC de artículos como herramienta de gestión.
- 6.3.-Modelos deterministas de inventarios.
 - 6.3.1.-Modelo básico de cantidad económica de pedido.
 - 6.3.1.1.-Fórmula de Wilson y su interpretación gráfica.
 - 6.3.1.2.-Sensibilidad de los costes.
 - 6.3.2.-Caso de producción y consumo simultáneos.
 - 6.3.3.-Posibilidad de la existencia de demanda insatisfecha.
 - 6.3.4.-Descuentos por cantidad.
 - 6.3.4.1.-Rebajas uniformes.
 - 6.3.4.2.-Rebajas graduales.
- 6.4.-Modelos no deterministas de inventarios.
- 6.5.-Desarrollo y control de un sistema de gestión de inventarios.
 - 6.5.1.-Evaluación y control.
 - 6.5.2.-Un enfoque integrador: el sistema logístico.
 - 6.5.3.-Las nuevas herramientas: la informática.

7.-Simulación.

- 7.1.-Introducción.
- 7.2.-Aplicaciones de la simulación.
- 7.3.-Tipos de simulación.
- 7.4.-Gestión del reloj en la simulación discreta.
- 7.5.-Problemas específicos que presenta la simulación aleatoria.
- 7.6.-Bases para la obtención de muestras de variables aleatoria.

- 7.6.1.-Empleo de los números aleatorios.
- 7.6.2.-Los números pseudoaleatorios. Métodos de generación.
- 7.6.3.-Obtención de una muestra artificial a partir de una tabla de números aleatorios.
- 7.7.-Obtención de muestras de variables aleatorias: aplicación.
 - 7.7.1.- Método general para generar variables aleatorias discretas.
 - 7.7.1.1.- Aplicación a la ley de Poisson.
 - 7.7.1.2.- Aplicación a la ley Binomial.
 - 7.7.2.-El método de la transformada inversa para la simulación de variables aleatorias continuas.
 - 7.7.2.1.-Aplicación a la ley exponencial.
 - 7.7.2.2.-Aplicación a la ley Erlang-K.
 - 7.7.2.3.-Aplicación a la ley uniforme en [a;b].
 - 7.7.2.4.-Aplicación a la ley Normal.
 - 7.7.2.4.1.- Aplicación a la ley $N(0,1)$.
 - 7.7.2.4.2.- Aplicación a la ley $N(\mu, \sigma^2)$.
 - 7.7.3.-Método de las transformaciones equivalentes:
 - 7.7.4.-Método de composición: aplicación a la ley binomial.
 - 7.7.5.-Análisis estadístico de los resultados en la simulación.
 - 7.7.6.-La simulación en la empresa.
 - 7.7.7.-Lenguajes de simulación.
 - 7.7.8.-Ejemplos.

8.-Otros temas de la Investigación Operativa.

- 8.1.-Programación No Lineal
- 8.2.-Programación Dinámica.
- 8.3.-Teoría de la Decisión y de Juegos.
- 8.4.-Programación de proyectos con PERT-CPM
- 8.5.-Procesos de decisión DE MARKOV
- 8.6.-Teoría de Colas

BIBLIOGRAFÍA.

[ALE] ALEGRE P., BADIA C.

"Ejercicios Resueltos Matemáticas Empresariales".

EDITORIAL AC, 1985.

[BRO] BRONSON, Richard

"Investigación de Operaciones".

Mc Graw-Hill, 1983.

[BUF] BUFFA, Elwood S.; SARIN, Rakesh K.

"Administración de la Producción y de las Operaciones".

Limusa, 1992.

[CHA] CHASE, Richard B.; AQUILANO, Nicholas J.

"Dirección y Administración de la Producción y de las Operaciones".

ADDISON-WESLEY IBEROAMERICANA, 1994.

[GAR] GARCÍA, Javier; MARTÍNEZ, Luis; TEJERA DEL POZO, Pablo.

"Técnicas de Investigación Operativa"

Paraninfo, 1990.

[GAS] GASS, Saul I.

"Programación Lineal".

CECSA, 1983

[GOU] GOULD F.J., EPPEN G.D., SCHMIDT C.P.

"Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa".

Prentice Hall Hispanoamérica, 1992.

[HIL] HILLIER, Frederick y Gerald J.LIEBERMAN.

"Introducción a la Investigación de Operaciones".

Mc Graw Hill, 1990.

[KAL] KALVELAGEN, Erwing; TIJMS, Henk C.

"Exploring Operations Research & Statistics in The Microb Lab".

Prentice Hall International, 1990.

[MAT] MATHUR kamlesh, SOLOW Daniel.

"Investigación de Operaciones".

Prentice Hall, 1996

[LEE] LEE Sang M., Laurence J. MOORE, Bernard W. TAYLOR III

"Management Science".

Allin and Bacon, 1985

[LUE] LUENBERGER ,David E.
"Programación lineal y no lineal".
ADDISSON-WESLEY IBEROAMERICANA,1989.

[MAR] MARTIN DAVILA, Miguel.
"Métodos operativos de gestión empresarial".
Editorial Pirámide, 1987

[MGB] MARTÍN ARMARIO, Enrique; GALÁN;José L.; BARROSO, Carmen; COSSÍO,
Carmen
"Problemas de Economía de la Empresa".
Pirámide, 1996.

[MIL] MILLER, David M.; SCHMIDT,J.W.
"Ingeniería Industrial e Investigación de Operaciones"
Limusa, 1992.

[PAR] PARDO, Leandro
"Programación Lineal Continua."
Ediciones Díaz de Santos, S.A., 1987

[PFP] PARDO, Leandro, Angel FELIPE y Julio A. PARDO
"Programación Lineal Entera."
Ediciones Díaz de Santos, S. A., 1989

[PVA] PARDO, Leandro y Teófilo VALDES
"Simulación"
Ediciones Díaz de Santos, S. A., 1989

[PAR] PARRA Guerrero, Francisca.
"Gestión de Stocks".
Esic Editorial, 1996.

[PRA] PRAWDA, Juan
"Métodos y modelos de Investigación de Operaciones".
VOL.I: modelos determinísticos.
VOL.II: modelos estocásticos
LIMUSA, 1976

[SAR] SARABIA, Angel
"Problemas de Investigación Operativa".
ICAI-ICADE, 1984

[TAH] TAHA, Hamdy A.
"Investigación de Operaciones".
Ra-ma & Alfaomega,1991.

[WAR] WARGNER, Harvey M.
"Principles of Operations Research"
Prentice Hall International, 1979

[WIN] WINSTON, Wayne I.
"Investigación de Operaciones. Aplicaciones y algoritmos".
Grupo Editorial Iberoamérica, 1994.

BAZARAA, Mokhtar; JARVIS, John J.
"Programación Lineal y Flujo en Redes".
Limusa, 1981.

BUFFA, Elwood S.
"Dirección de Operaciones: Problemas y Modelos".
Limusa-Wiley, 1973.

DESBAZEILLE, G.
"Ejercicios y problemas de Investigación Operativa".
ICE, 1969.

ESCUDERO, Laureano F.
"Programación Lineal: Continua, Entera, Bivalente y Mixta".
Ediciones Deusto, 1976.

FERNANDEZ LECHON, Ramón y Carmen CASTRODEZA
"Programación Lineal".
Ariel, 1989

[KAU] KAUFMANN, A.
"Métodos y modelos de la Investigación de Operaciones".
CECSA, 1974.

KORNBLUTH, J.S.H.; SALKIN G.R.
"The Management of Corporate Financial Assets: Applications of Mathematical Programming Models".
Academic Press (New York), 1987.

MURO SANZ, Javier
"Práctica de la Investigación Operativa empresarial".
Editorial Labor, 1978.

OCHOA TORRES, Miguel
"Asignación de Recursos".
Limusa, 1979.

RAMOS DÍAZ, Rafael
"Cómo Gestionar los stocks"
Manuales IMPI, 1988.

ROMERO LÓPEZ, C.
"Técnicas de Programación y Control de Proyectos".
Pirámide, 1979.

PROGRAMA COMENTADO

El programa de Investigación Operativa (I.O.) abarca una carga lectiva de, aproximadamente, 56 horas (asignatura cuatrimestral). No se han seleccionado todos los temas propios de I.O., ya que en un curso de duración tan limitada resultaría imposible entrar en todos ellos aunque fuera de manera superficial. Vamos a exponer el por qué de la selección de los temas, citando al final el resto de materias que completarían la I.O..

Se empieza el curso con el **capítulo 0** en donde se introduce el concepto de I.O. a través de su génesis en la historia y su posterior desarrollo en la actividad empresarial. También se exponen diferentes definiciones según diversos autores y las características principales de la I.O., así como una serie de problemas tipo que trata la I.O. y las herramientas más usuales que se utilizan en su resolución (algoritmos y modelos). Por último, se expone su aplicación en la empresa junto con la problemática que conlleva su implementación en la misma.

A través del estudio en profundidad de la Programación Lineal Continua, que es una de las técnicas más simples de la programación matemática pero a la vez la más ampliamente utilizada, se pretende destacar la importancia que han tenido el desarrollo de los procesos heurísticos en el auge de la I.O.. Este estudio se trata en los capítulos 1, 2, 3 y 4:

- En el **capítulo 1**, tras exponer qué se entiende por Programación Lineal (P.L.) y dar la formulación matemática de un problema de P.L., se pasa a dar, de forma intuitiva, la interpretación de las diferentes soluciones con que nos podemos encontrar, mediante la resolución gráfica de un problema. Se finaliza el capítulo formulando, a través de un modelo de P.L., una serie de problemas comunes en el ámbito empresarial y poniendo de manifiesto la importancia que tiene para el alumno el que se planteen y formulen a través de un modelo de P.L. diversos problemas que se le presenten en su entorno cotidiano.
- En el **capítulo 2** se explica la necesidad de la utilización de procedimientos heurísticos para la resolución de este tipo de problemas, cubriendo los principales aspectos relativos a los fundamentos y descripción del algoritmo del Simplex.

- En el **capítulo 3** se comentan una serie de problemas que no cumplen las condiciones de linealidad y cómo, mediante una serie de transformaciones sencillas, se consiguen las mismas.
- En el **capítulo 4** se da una visión general tanto de la dualidad como del análisis de la post-optimalidad. Se comienza con la definición del problema dual y el estudio de algunas de las propiedades de las soluciones de los problemas primal y dual, desarrollándose el algoritmo dual del Simplex. Posteriormente se pasa, en primer lugar, a examinar la variación posible de los diversos parámetros que intervienen en el modelo de P.L. de forma que no haya cambios en las variables de la base de la solución óptima (Análisis de Sensibilidad) y, en segundo lugar, a examinar la evolución de la solución óptima de un problema de P.L. cuando se realizan cambios lineales tanto en los coeficientes de la función objetivo como en términos independientes de las restricciones (Programación Lineal Paramétrica).

En el **capítulo 5** se introduce la P.L. Entera, destacando su diferenciación con la P.L. Continua y los errores que se pueden inducir por la incorrecta aplicación de las técnicas heurísticas a los diferentes problemas. A continuación, se desarrollan una serie de problemas típicos de la P.L. Entera con sus correspondientes heurísticas.

En el **capítulo 6** se define el concepto de stock, sus tipos y características, así como se destaca la importancia económica que suponen los mismos en cualquier organización, sea ésta pequeña, mediana o grande. A continuación, se pasan a desarrollar las técnicas de gestión en los distintos modelos de situaciones de inventario: deterministas y no deterministas, centrándonos más en los primeros. Por último, se indica cómo desarrollar y controlar un sistema de gestión de inventarios y su importancia en el sistema logístico de la empresa.

El **capítulo 7** está concebido como una introducción al estudio de las técnicas de simulación y en él se indican sus aplicaciones y los diferentes tipos de simulación, así como los aspectos teóricos de la simulación con algunas aplicaciones prácticas que se encontrarán en el ámbito empresarial. A lo largo del capítulo se hace una reflexión de la importancia de las técnicas de simulación en la empresa.

En el **capítulo 8** se comentan las otras materias no tratadas en este curso de I.O. para que el alumno tenga conocimiento de las mismas, como son la Programación No Lineal, la Programación Dinámica, la Teoría de la Decisión y de Juegos, la Programación de proyectos con PERT-CPM, los Procesos de decisión DE MARKOV y la Teoría de Colas.

Criterios de Evaluación

Examen final que constará de cuatro problemas.

Créditos Prácticos

Los alumnos realizarán ejercicios en clase según el temario.