



Heurística y Optimización

PRÁCTICA DE PROGRAMACIÓN LINEAL

Curso 2024/2025



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nombre** | **NIA** | **Correo Electrónico** | **Grupo** |
| Javier Rosales Lozano | 100495802 | 100495802@alumnos.uc3m.es | 81 |
| Alonso Rios Guerra | 100495821 | 100495821@alumnos.uc3m.es | 81 |

Fecha de entrega: 31/10/2024

Índice de contenidos

# Introducción.

La primera práctica del curso de Heurística y Optimización propone un problema de programación lineal sobre el problema de una importante compañía aérea. El objetivo de la práctica se centra en el planteamiento, desarrollo y resolución del problema mediante las técnicas aprendidas en clase puestas en práctica en dos entornos de resolución: LibreOffice Calc y el lenguaje MathProg.

El contenido de la memoria se dividirá en diversas secciones, atendiendo a la estructura de la práctica, donde se explicará el planteamiento del problema y la resolución de éste. Finalmente, analizaremos los resultados obtenidos y daremos nuestras conclusiones sobre ellos.

Primeramente, analizaremos el primer enunciado del problema, y estableceremos un modelo que represente el problema de programación lineal presentado. Además, responderemos a la solución obtenida de este mediante el resultado hecho por una hoja de cálculo de LibreOffice Calc. Después, interpretaremos los resultados obtenidos.

Seguidamente, utilizaremos el mismo método para el segundo enunciado del problema, el cual será un modelo más avanzado. Este modelado vendrá seguido por la implementación del problema anterior en un script de MathProg, el cual nos servirá para compararlo con las soluciones obtenidas en la primera parte de la práctica, y para modelar más fácilmente el segundo problema.

Finalmente, concluiremos con la valoración de los resultados obtenidos en ambas partes y consideraremos nuestras respectivas opiniones acerca del trabajo realizado.

# Parte 1: Modelo Básico en Calc

Una importante compañía aérea nos pide a nosotros como alumnos de la asignatura solucionarlo usando técnicas de programación lineal.

## Interpretación del enunciado

La empresa nos pide calcular el beneficio máximo que se puede obtener con la venta de tres tipos de billetes en cinco aviones distintos. Los tres tipos de billetes (Estándar, Leisure+ y Bussiness+) presentan diferentes precios (19€, 49€ y 69€), además de que cada avión tiene un número limitado de asientos (90, 120, 200, 150, 190); otro problema a tener en cuenta sería la capacidad máxima del avión medida en kilogramos. Todos los aviones tienen una capacidad máxima (ignorando el peso de los propios pasajeros: 1700kg, 2700kg, 1300kg, 1700kg, 2000kg), y cada tipo de billete permite al comprador un límite máximo de capacidad de equipaje (1kg, 20kg, 40kg). Finalmente, para cada avión debe haber un mínimo de billetes vendidos de cierto tipo (mínimo 20 billetes Leisure+ y 10 billetes Bussiness+); y el número de billetes Estándar vendidos entre los cinco aviones debe representar el 60% de los billetes vendidos en total.

## Modelado del problema

Una vez interpretado el enunciado, podemos concluir que tendremos una **matriz de variables de decisión**, en la que cada columna representará el número de billetes vendidos para cada avión, y cada fila representará número de billetes vendidos de cada tipo. Asignaremos esta matriz como de dimensión (); para diferenciar el tipo de billetes en la matriz, asignaremos las letras (donde representa el avión) para los billetes Estándar, Leisure+ y Bussiness+.

Podemos representar el **número de billetes vendidos en cada avión** como un vector columna () en el que cada fila se compone de la suma de los elementos de la matriz ; por otro lado, podemos representar el **total de billetes vendidos de cada tipo entre todos los aviones** como un vector columna (), en el que cada fila se compone de la suma de los elementos de cada fila de la matriz ;

Donde ​ representa el elemento en la fila y la columna de la matriz .

Una vez interpretadas las variables de decisión, debemos representar la función objetivo. Ya hemos dicho que el objetivo será maximizar los beneficios de la empresa, por lo que es obvio que la función objetivo sea de tipo maximización. También sabemos los precios de cada tipo de billete, por lo que podemos interpretar la función objetivo como la suma del número de billetes vendidos de cada tipo en cada avión por su respectivo precio. Como los tipos de billete los hemos dividido por filas, podemos sumar los elementos de cada fila entre sí y multiplicarlos por dichos precios. Entonces, la **función objetivo**, quedaría de la siguiente manera:

En este caso, cada sumatorio representa la suma total de billetes de cada tipo vendidos. Para entenderlo de una mejor forma, la función objetivo podría interpretarse como la suma de todos los elementos de cada fila multiplicada por su respectivo precio. Podemos representar los **precios de cada billete (en €)** como un vector fila () al cual le asignaremos la letra :

También, deberíamos representar la **capacidad permitida por cada billete (en )** como un vector columna () de la siguiente manera:

Para terminar el modelado del problema, nos queda representar las **restricciones**. Estas restricciones vienen dadas por:

* **Número de asientos de cada avión ()**: cada avión presenta un número de asientos limitado, por lo que la suma de los elementos de cada columna de la matriz debería ser menor o igual a los asientos totales del avión que representa dicha columna. Podemos representar el **número de asientos totales de cada avión** como un vector columna () al cual denominaremos ; debemos considerar que este dato debe componerse de números enteros.
* **Capacidad máxima de cada avión ()**: podríamos interpretarlo como la multiplicación de cada elemento de una columna por el respectivo equipaje máximo dado por el tipo de billete. Podemos representar la **capacidad máxima de cada avión (en )** como un vector columna () que denominaremos , donde cada fila representa la capacidad de un avión.
* **Mínimo de billetes vendidos del tipo Leisure+ para cada avión**: el hecho de que sea para cada avión cobra importancia en el modelado; como hemos dividido los tipos de billetes por filas, todos los elementos pertenecientes a la segunda fila de la matriz deben ser individualmente mayor o igual a este parámetro.
* **El mínimo de billetes vendidos del tipo Bussiness+**: del mismo modo que la anterior restricción, solo que considerando los elementos de la tercera fila de la matriz .
* **Porcentaje de billetes Estándar vendidos respecto al total:** finalmente, debido a que la compañía es de bajo coste, el número de billetes Estándar vendidos debe conformar mínimo el 60% del total de billetes vendidos entre todos los aviones. Esto sería fácil de representar considerando la suma de los elementos de la primera fila como el total de los billetes Estándar vendidos y la suma de todos los elementos de la matriz como el número total de billetes vendidos.

El modelo de programación lineal, tal cual lo hemos expresado en el problema, se representaría de la siguiente manera:

# Parte 2: Modelo Avanzado en GLPK

# Conclusiones