

Instituto Tecnológico de Costa Rica



Proyecto 4: SIMPLEX

Investigación de Operaciones

Profesor:

Francisco Jose Torres Rojas

Integrantes:

Jose Pablo Fernandez Jimenez - 2023117752

Diego Durán Rodríguez - 2022437509

Segundo semestre 2025

Algoritmo SIMPLEX

El **algoritmo SIMPLEX** es uno de los métodos más importantes y utilizados en el campo de la optimización lineal. Fue desarrollado por George Bernard Dantzig en 1947, en el contexto de investigaciones relacionadas con la planificación logística y de recursos durante la posguerra. Dantzig, un matemático y científico estadounidense, ideó este método como una herramienta para resolver problemas de programación lineal, un área que busca optimizar (maximizar o minimizar) una función objetivo sujeta a un conjunto de restricciones lineales.

El surgimiento del algoritmo Simplex marcó un antes y un después en la optimización matemática. Antes de su creación, no existía un procedimiento general y sistemático que permitiera resolver eficientemente problemas de gran escala con múltiples variables y restricciones. Dantzig propuso un enfoque geométrico basado en la observación de que la solución óptima de un problema lineal se encuentra en uno de los vértices o puntos extremos del poliedro factible, es decir, del conjunto de soluciones que cumplen todas las restricciones del problema.

El método Simplex avanza de un vértice a otro a través de las aristas del poliedro, mejorando progresivamente el valor de la función objetivo hasta encontrar el óptimo. Cada movimiento corresponde a un cambio de una variable básica en la solución, lo que permite al algoritmo recorrer el espacio factible de manera ordenada y eficiente.

Entre las principales propiedades del algoritmo Simplex destacan las siguientes:

- *Eficiencia práctica:* aunque en teoría su complejidad puede ser exponencial en el peor de los casos, en la práctica el algoritmo es extremadamente eficiente y puede resolver problemas con miles de variables y restricciones en tiempos incluso lineales.
- *Interpretación geométrica clara:* El procedimiento del Simplex se basa en conceptos geométricos simples, lo que facilita su comprensión y visualización en espacios de baja dimensión.
- *Importancia histórica y teórica:* el Simplex no solo revolucionó la programación lineal, sino que también sentó las bases para la aparición de otros métodos de optimización, como los algoritmos de punto interior y técnicas modernas de optimización convexa.

Problema original

Nombre del problema: **Problema1**

El problema original se puede formular como un problema de programación lineal, donde se busca optimizar una función objetivo sujeta a ciertas restricciones:

$$\text{Maximizar } Z = 4 X_1 + X_2$$

Sujeto a:

$$2 X_1 + 3 X_2 \leq 4$$

$$X_1 + X_2 \leq 1$$

$$4X_1 + X_2 \leq 2$$

Con $X_1, X_2 \geq 0$

Tabla inicial

Z	X_1	X_2	s_1	s_2	s_3	
1	-4	-1	0	0	0	0
0	2	3	1	0	0	4
0	1	1	0	1	0	1
0	4	1	0	0	1	2

Tablas intermedias

Iteración 1

Cálculo de razones de valores positivos de la columna 1:

Fila	Razón
1	2
2	1
3	0.5

Con 4 como pivote en columna 1.

Z	X_1	X_2	s_1	s_2	s_3	
1	-4	-1	0	0	0	0
0	2	3	1	0	0	4
0	1	1	0	1	0	1
0	4	1	0	0	1	2

Tabla tras canonizar:

Z	X_1	X_2	s_1	s_2	s_3	
1	0	0	0	0	1	2
0	0	2.5	1	0	-0.5	3
0	0	0.75	0	1	-0.25	0.5
0	1	0.25	0	0	0.25	0.5

Tabla final

Z	X_1	X_2	s_1	s_2	s_3	
1	0	0	0	0	1	2
0	0	2.5	1	0	-0.5	3
0	0	0.75	0	1	-0.25	0.5
0	1	0.25	0	0	0.25	0.5

En la solución 1, se puede observar que existe al menos una variable no básica con costo reducido cero, lo que indica la presencia de soluciones múltiples óptimas. Al realizar un pivote adicional utilizando dicha variable como entrante, se obtiene otra solución básica factible equivalente:

Tabla final 2 (solución 2 tras un pivote adicional)

Z	X_1	X_2	s_1	s_2	s_3	
1	0	0	0	0	1	2
0	0	0	1	-3.33333	0.333333	1.33333
0	0	1	0	1.33333	-0.333333	0.666667
0	1	0	0	-0.333333	0.333333	0.333333

Solución

$$Z = 2$$

Valores de todas las variables

Variable	Valor
X_1	0.5
X_2	0
s_1	3
s_2	0.5
s_3	0

Solución 2 (tras pivote adicional)

$$Z = 2$$

Valores de todas las variables

Variable	Valor
X_1	0.333333
X_2	0.666667
s_1	1.33333
s_2	0
s_3	0

Soluciones adicionales (combinaciones convexas)

Si existen soluciones múltiples, cualquier combinación convexa de dos soluciones básicas produce otra solución factible. Aquí usamos la fórmula: $x(\alpha) = \alpha x^{(1)} + (1 - \alpha)x^{(2)}$, con $\alpha \in [0, 1]$.

Alfa = 0.25:

Variable	Valor
X_1	0.375
X_2	0.5

Alfa = 0.5:

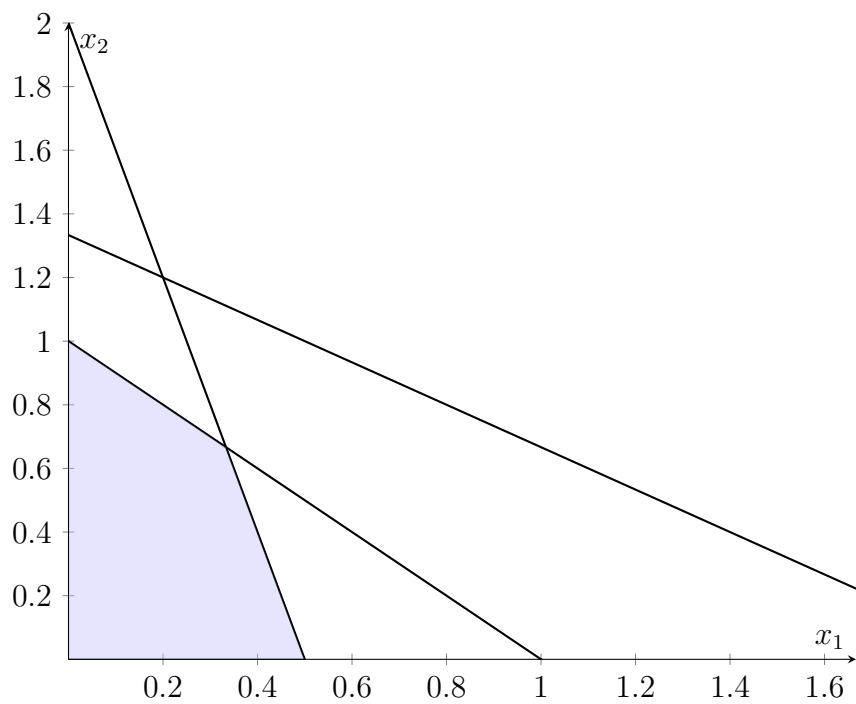
Variable	Valor
X_1	0.416667
X_2	0.333333

Alfa = 0.75:

Variable	Valor
X_1	0.458333
X_2	0.166667

Gráfico de la región factible (solo para 2 variables)

A continuación se muestra la región factible en el plano (x_1, x_2) junto con las rectas de las restricciones.



Referencias

- [1] Wikipedia contributors. (2025, 6 octubre). Simplex algorithm. *Wikipedia*. Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/Simplex_algorithm
- [2] Ben-Lowery. (2022, 4 abril). Linear Programming and the birth of the Simplex Algorithm. *Ben Lowery @ STOR-i*. Disponible en: <https://www.lancaster.ac.uk/stor-i-student-sites/ben-lowery/2022/03/linear-programming-and-the-birth-of-the-simplex-algorithm/>
- [3] Libretexts. (2022, 18 julio). 4.2: Maximization by the Simplex method. *Mathematics LibreTexts*. Disponible en: https://math.libretexts.org/Bookshelves/Applied_Mathematics/Applied_Finite_Mathematics