

# Proyecto 3: Reemplazo de Equipos

Emily Sanchez  
Viviana Vargas

Curso: Investigación de Operaciones  
II Semestre 2025

26 de septiembre de 2025

## Problema de Reemplazo de Equipos

El algoritmo de reemplazo de equipos se utiliza en Investigación de Operaciones para decidir cuándo conviene reemplazar una máquina o equipo que se deteriora con el tiempo.

La idea básica es comparar dos tipos de costos:

- **Costo de mantener el equipo actual:** Incluye reparaciones, mantenimiento y costos de operación, que normalmente aumentan con los años de uso.
- **Costo de reemplazarlo por uno nuevo:** Incluye el costo inicial de adquisición y el valor de rescate (lo obtenido al vender el equipo viejo).

El objetivo es minimizar el costo promedio anual (o el valor presente de los costos) a lo largo del tiempo.

**Variaciones comunes del problema:**

- **Ganancias por año:** La productividad del equipo disminuye con la edad, afectando los ingresos.
- **Inflación:** Los precios de adquisición y mantenimiento cambian según el año.
- **Nuevas tecnologías:** Equipos más modernos pueden ofrecer mejores rendimientos y menores costos operativos.

**Fórmula del costo:**  $C_{t,j} = \text{Compra} + \sum_{k=1}^{j-t} \text{Mantenimiento}_k - \text{Venta}_{j-t}$

**Algoritmo:** Programación Dinámica

**Función recursiva:**  $g(t) = \min_{j=t+1}^{\min(t+\text{vida útil}, n)} \{C_{t,j} + g(j)\}$  con  $g(n) = 0$

## Datos del Problema

- Costo inicial (compra): \$500.00
- Plazo del proyecto: 5 años
- Vida útil del equipo: 3 años

Cuadro 1: Datos del equipo por año de uso

Año de Uso	Mantenimiento	Valor Residual
1	\$30.00	\$400.00
2	\$40.00	\$300.00
3	\$60.00	\$250.00

## Cálculo de Costos $C_{t,j}$

Cuadro 2: Cálculo detallado de costos por período

Período (t-j)	Duración	Fórmula	Costo
0-1	1 año	$500 + 30 - 400$	\$130.00
0-2	2 años	$500 + 30 + 40 - 300$	\$270.00
0-3	3 años	$500 + 30 + 40 + 60 - 250$	\$380.00
1-2	1 año	$500 + 30 - 400$	\$130.00
1-3	2 años	$500 + 30 + 40 - 300$	\$270.00
1-4	3 años	$500 + 30 + 40 + 60 - 250$	\$380.00
2-3	1 año	$500 + 30 - 400$	\$130.00
2-4	2 años	$500 + 30 + 40 - 300$	\$270.00
2-5	3 años	$500 + 30 + 40 + 60 - 250$	\$380.00
3-4	1 año	$500 + 30 - 400$	\$130.00
3-5	2 años	$500 + 30 + 40 - 300$	\$270.00
4-5	1 año	$500 + 30 - 400$	\$130.00

## Cálculo de $g(t)$ (Programación Dinámica)

- $g(5) = 0$  (caso base)
- $g(4) = \min\{C_{4,5} + g(5) = \mathbf{130,00}\} = \$130,00$  (**j=5**)
- $g(3) = \min\{C_{3,4} + g(4) = \mathbf{260,00}, C_{3,5} + g(5) = 270,00\} = \$260,00$  (**j=4**)
- $g(2) = \min\{C_{2,3} + g(3) = 390,00, C_{2,4} + g(4) = 400,00, C_{2,5} + g(5) = \mathbf{380,00}\} = \$380,00$  (**j=5**)
- $g(1) = \min\{C_{1,2} + g(2) = \mathbf{510,00}, C_{1,3} + g(3) = 530,00, C_{1,4} + g(4) = \mathbf{510,00}\} = \$510,00$  (**Empate: j=2, j=4**)
- $g(0) = \min\{C_{0,1} + g(1) = \mathbf{640,00}, C_{0,2} + g(2) = 650,00, C_{0,3} + g(3) = \mathbf{640,00}\} = \$640,00$  (**Empate: j=1, j=3**)

## Empates

Se han resaltado en **negrita** las opciones óptimas.

### Empates encontrados:

- En  $g(0)$ : múltiples opciones óptimas con  $j = 1, 3$  (costo: \$640.00)
- En  $g(1)$ : múltiples opciones óptimas con  $j = 2, 4$  (costo: \$510.00)

Los empates indican que existen múltiples estrategias óptimas para reemplazar el equipo.

## Solución Óptima

Costo mínimo total: \$640.00  
Planes óptimos encontrados: 3

### Grafos de Planes Óptimos

A continuación se presentan los grafos de *saltos de rana* para cada plan óptimo encontrado.

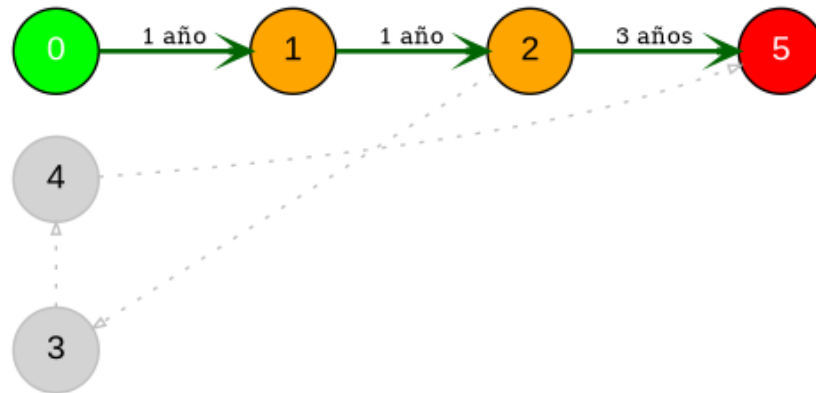


Figura 1: Plan Óptimo 1: 0-1-2-5

#### Plan 1: 0-1-2-5

- Período 0-1: 1 año, Costo: \$130.00
- Período 1-2: 1 año, Costo: \$130.00
- Período 2-5: 3 años, Costo: \$380.00

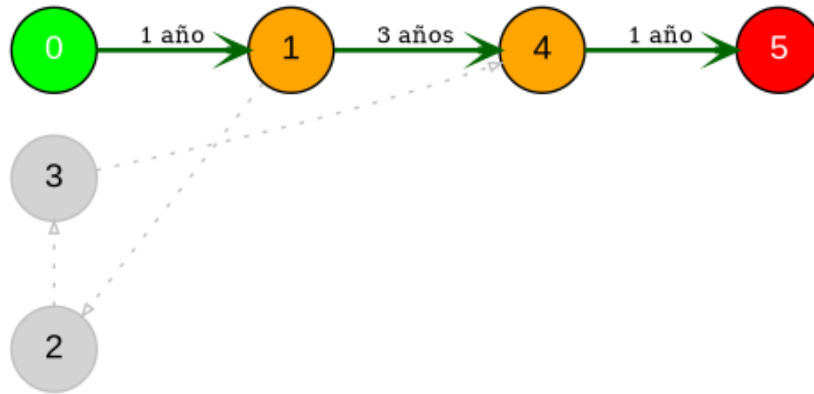


Figura 2: Plan Óptimo 2: 0-1-4-5

**Plan 2: 0-1-4-5**

- Período 0-1: 1 año, Costo: \$130.00
- Período 1-4: 3 años, Costo: \$380.00
- Período 4-5: 1 año, Costo: \$130.00

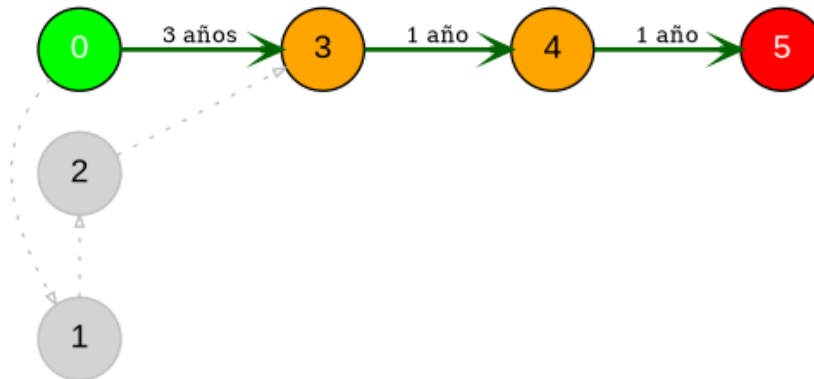


Figura 3: Plan Óptimo 3: 0-3-4-5

**Plan 3: 0-3-4-5**

- Período 0-3: 3 años, Costo: \$380.00
- Período 3-4: 1 año, Costo: \$130.00
- Período 4-5: 1 año, Costo: \$130.00