

Instituto Tecnológico de Costa Rica



Proyecto 3: Reemplazo de equipos

Investigación de Operaciones

Profesor:

Francisco Jose Torres Roja

Integrantes:

Jose Pablo Fernandez Jimenez - 2023117752

Diego Durán Rodríguez - 2022437509

Segundo semestre 2025

Problema de Reemplazo de Equipos

El **problema de reemplazo de equipos** es un problema clásico de toma de decisiones en investigación de operaciones. Consiste en determinar, a lo largo de un horizonte temporal, en qué momento resulta óptimo reemplazar un equipo (por ejemplo, una máquina, vehículo o computadora) considerando que, con el tiempo, su rendimiento disminuye y los costos de mantenimiento aumentan, mientras que su valor de reventa disminuye.

El objetivo es minimizar el costo total esperado.

Variantes del problema:

- *Horizonte finito vs. infinito:* El análisis puede hacerse en un período limitado de tiempo o indefinido.
- *Determinístico vs. estocástico:* En la versión determinística se conocen los costos y valores de reventa; en la estocástica, se modelan como variables aleatorias.
- *Reemplazo individual vs. múltiple:* Puede plantearse para un único equipo o para varios equipos en paralelo.

Algoritmo utilizado

El problema de reemplazo de equipos se resolvió utilizando la **ecuación recursiva de Bellman**, la cual permite determinar la decisión óptima en cada instante de tiempo aplicando el principio de optimalidad.

La formulación es:

$$G(t) = \min\{C_{t,x} + G(x)\}$$

donde:

- $G(t)$ representa el costo mínimo óptimo a partir del instante t .
- $C_{t,x}$ es el costo de comprar el equipo en el instante t y venderlo en el instante x .
- $G(x)$ corresponde a la decisión más óptima a partir del instante x .

De esta forma, en cada período se comparan las posibles decisiones (mantener el equipo o reemplazarlo) y se elige aquella que minimiza el costo total acumulado.

Problema

- **Costo inicial del equipo:** 14000
- **Plazo del proyecto:** 13 períodos
- **Vida útil del equipo:** 5 períodos

Datos iniciales de Reventa, Mantenimiento y ganancia:

Año de vida	Reventa	Mantenimiento	Ganancia
1	6000	1500	0
2	5500	1450	0
3	5000	1000	0
4	4700	1700	0
5	4000	1500	0

Costos de cada periodo $C_{t,x}$

$t \rightarrow x$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	9500	11450	12950	14950	17150	-	-	-	-	-	-	-	-
1	-	9500	11450	12950	14950	17150	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	9500	11450	12950	14950	17150	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	9500	11450	12950	14950	17150	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	9500	11450	12950	14950	17150	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	9500	11450	12950	14950	17150	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	9500	11450	12950	14950	17150	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	9500	11450	12950	14950	17150	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	9500	11450	12950	14950	17150
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9500	11450	12950	14950
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9500	11450	12950
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9500	11450
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9500

Tabla de trabajo

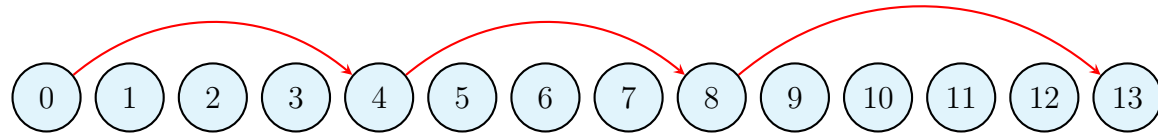
t	G(t)	Próximo
0	47050	4,5
1	44850	5
2	42850	5,6
3	34300	8
4	32100	8,9
5	29900	9
6	27900	9,10
7	25900	10
8	17150	13
9	14950	13
10	12950	13
11	11450	13
12	9500	13
13	0	-

Solución óptima

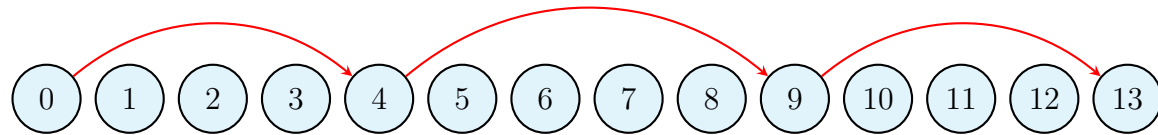
Costo mínimo total: **47050**

Planes óptimos

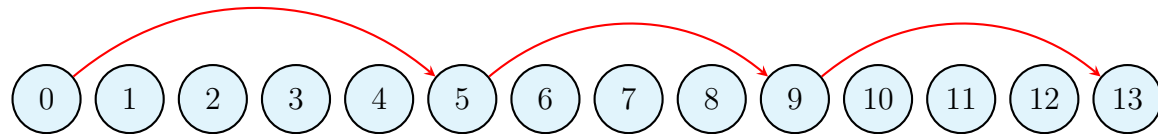
- 0 - 4 - 8 - 13



- 0 - 4 - 9 - 13



- 0 - 5 - 9 - 13



References

- [1] Meyer, R. A. (1971). Equipment replacement under uncertainty. *Management Science*, 17(11), 750–758. <https://doi.org/10.1287/mnsc.17.11.750>
- [2] Tan, C.,
Hartman, J. (2010). Equipment replacement analysis with an uncertain finite horizon.
Disponible en: https://econpapers.repec.org/article/tafuiiexx/v_3a42_3ay_3a2010_3ai_3a5_3ap_3a342-353.htm