

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:** 500
- **Plazo del proyecto:** 5 períodos
- **Vida útil del equipo:** 3 períodos

**Datos iniciales de Reventa, Mantenimiento y ganancia:**

<b>Año de vida</b>	<b>Reventa</b>	<b>Mantenimiento</b>	<b>Ganancia</b>
1	400	30	0
2	300	40	0
3	250	60	0

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

$t \rightarrow x$	1	2	3	4	5
0	130	270	380	-	-
1	-	130	270	380	-
2	-	-	130	270	380
3	-	-	-	130	270
4	-	-	-	-	130

## Tabla de trabajo

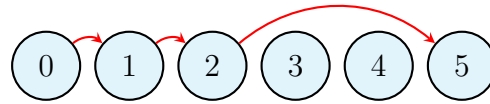
t	G(t)	Próximo
0	640	1,3
1	510	2,4
2	380	5
3	260	4
4	130	5
5	0	-

## Solución óptima

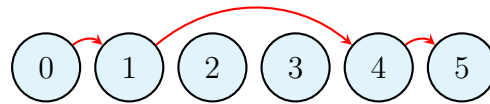
Costo mínimo total: **640**

## Planes óptimos

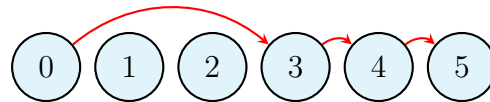
- 0 - 1 - 2 - 5



- 0 - 1 - 4 - 5



- 0 - 3 - 4 - 5



## 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](https://econpapers.repec.org/article/tafuiiexx/v_3a42_3ay_3a2010_3ai_3a5_3ap_3a342-353.htm)