

# MAGNA

INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

CURSO DE FORMACIÓN



# Gestión de KPI de Mantenimiento

# Módulo 6

Análisis del costo de ciclo de vida de un Activo

# ANÁLISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA

Condiciones que encontramos en la organización

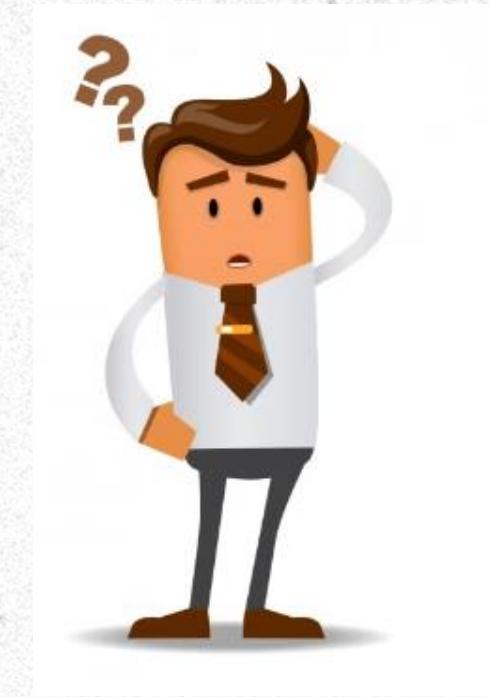
## En Nuestras Instalaciones

- Activos con Vida Útil Excedida
- Desincorporaciones prematuras
- Desconocimiento del CCV
- No existe un programa de CCV
- Equipos operativos generando perdidas económicas

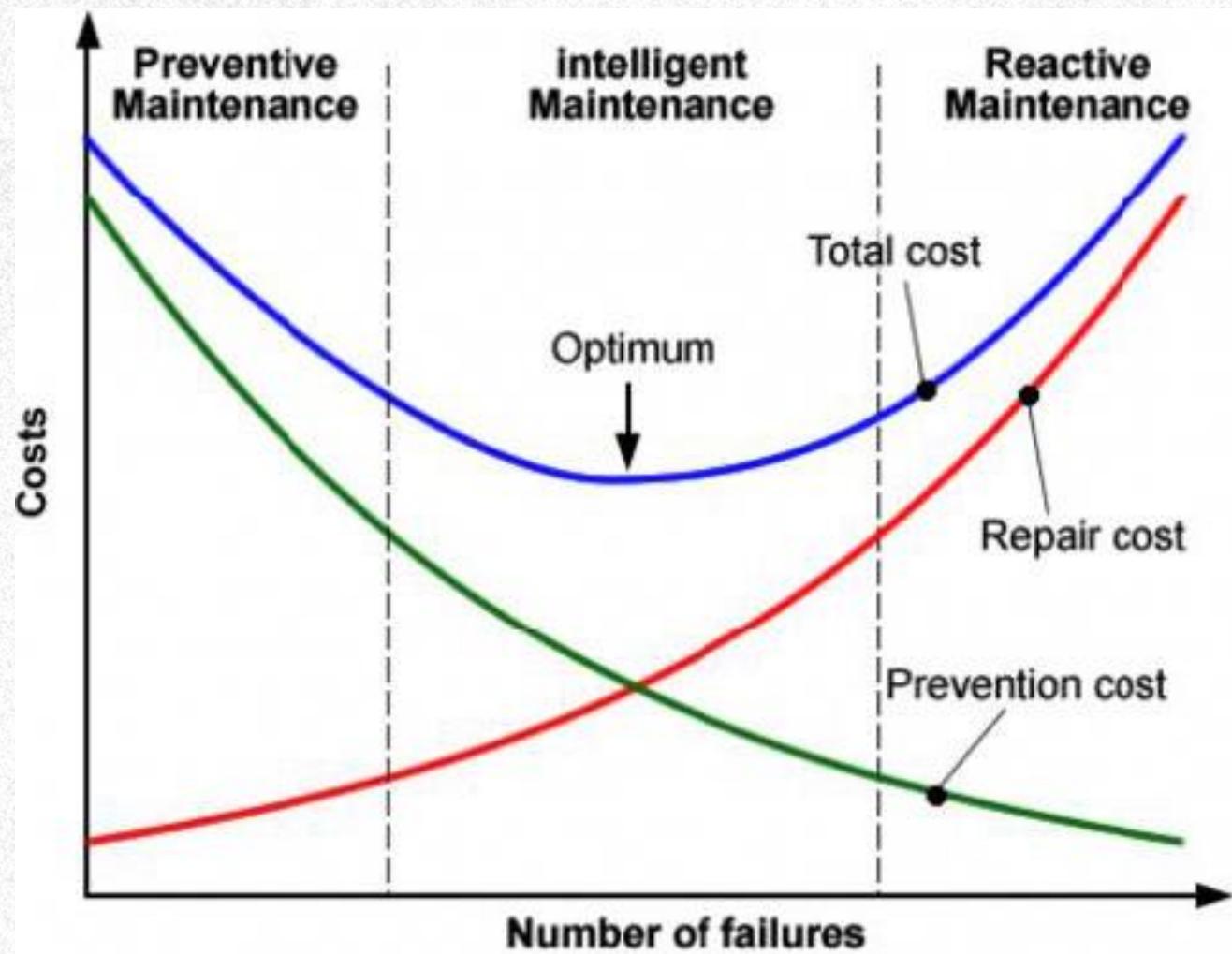


# ANÁLISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA

- ¿Es necesario contar con un nuevo activo?
- ¿Mi activo alcanzó su vida útil?
- ¿Es rentable seguir operando el activo actual?
- ¿Cuándo es el mejor momento de remplazarlo?
- ¿Qué es mejor?, ¿reemplazar el activo o Modernizarlo?



# ANÁLISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA



## Ciclo de Vida de un activo

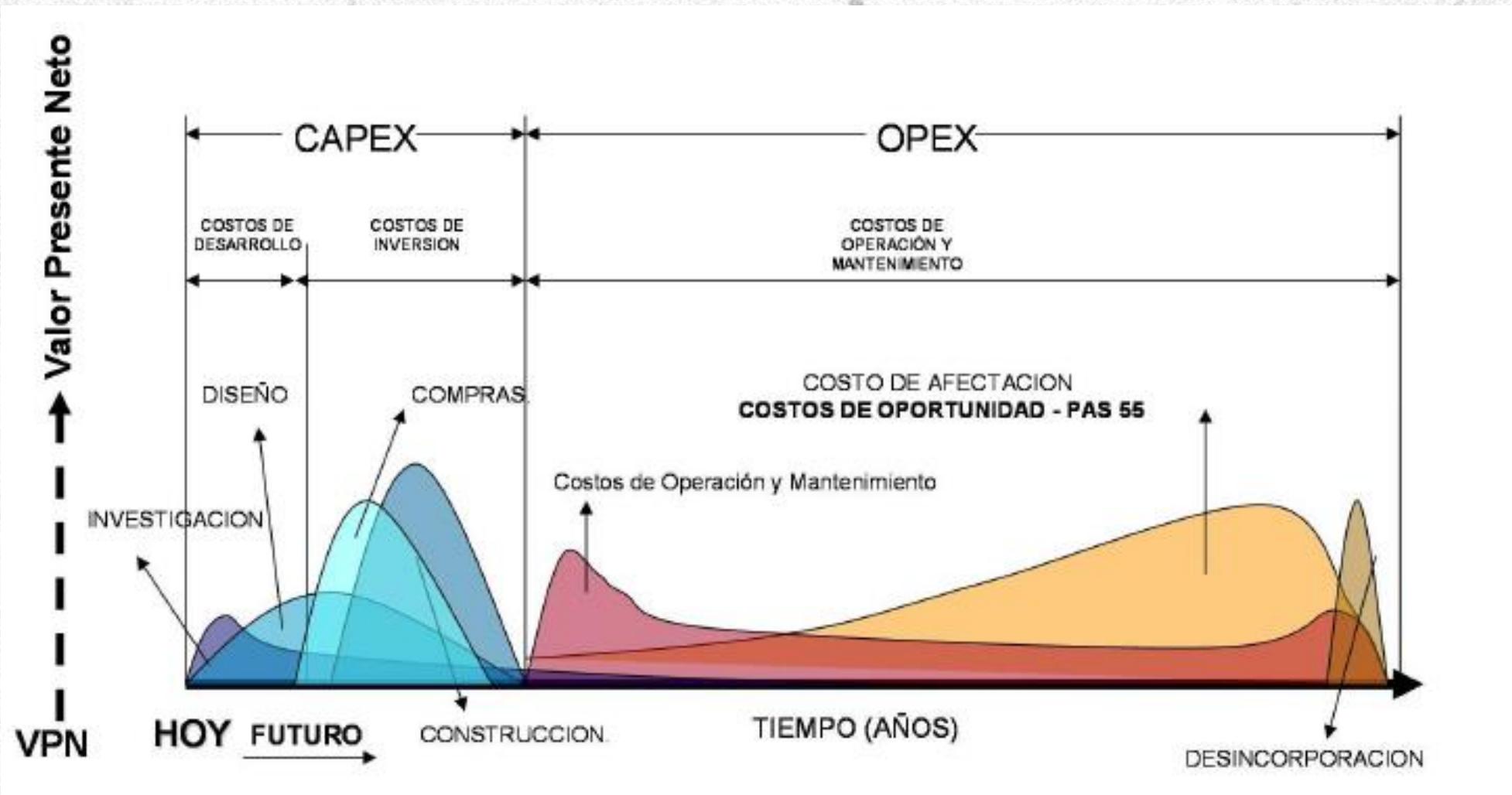
**Fases del ciclo de vida que se relacionan con mantenimiento del activo, según EN 16646**



*Figura 4. Fases del ciclo de vida que se relacionan con mantenimiento del activo, según EN 16646 [cortesía Radical Management, 2014].*

# ANÁLISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA

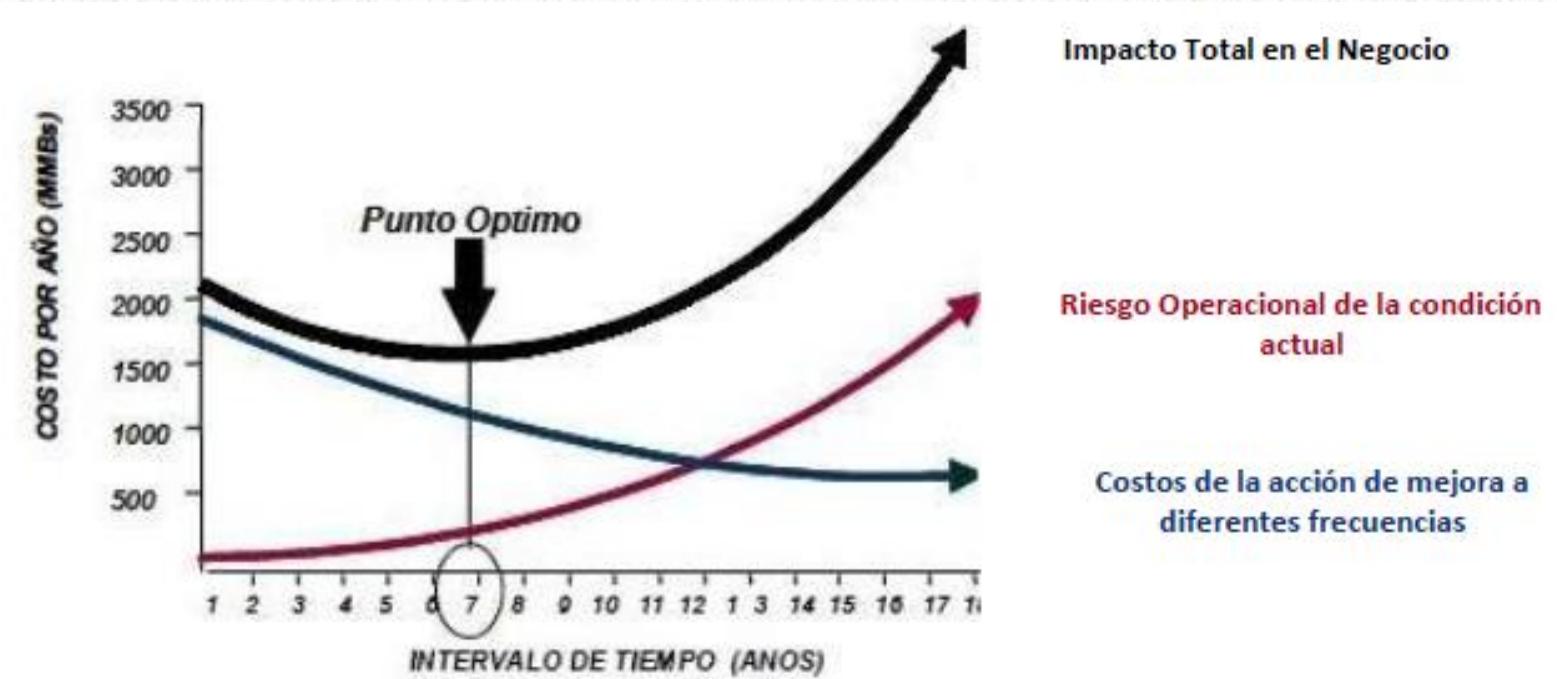
## Ciclo de vida de un Activo



# ANÁLISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA

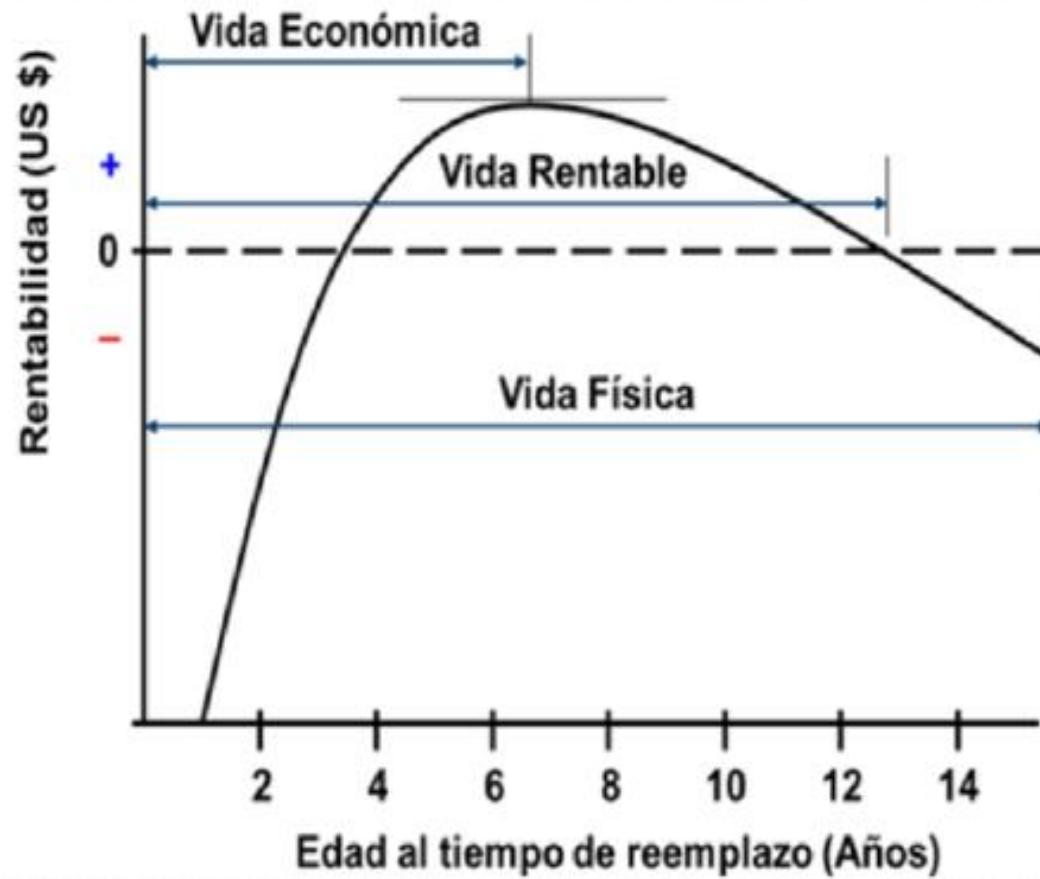
## Vida Residual

Es el tiempo hasta donde económicamente rentable operar un activo desde su entrada en operación (reemplazo por un equipo nuevo o desincorporar).



# ANÁLISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA

## Vida Residual



# ANÁLISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA

## Cuando aplicar un análisis de CCV

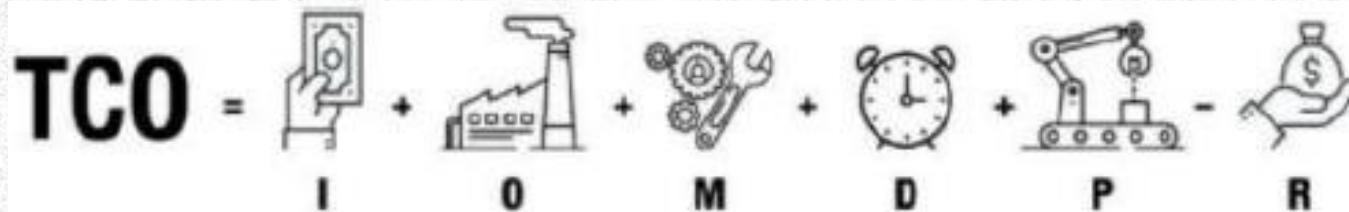
- Al seleccionar equipos nuevos
- Al evaluar/seleccionar tecnologías a usar
- Al seleccionar alternativas de reemplazo
- Al evaluar opciones de alargar vida
- Al evaluar reparar vs. Reemplazar equipos

El objetivo principal del cálculo del coste del ciclo de vida es proporcionar criterios para la toma de decisiones en cualquiera o todas las fases del ciclo de vida de un producto.

# ANÁLISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA

## TCO –Total Costs of Ownership

El cálculo del TCO muestra que el precio en la etiqueta no es el único costo de operación del equipo. La ventaja de usar y construir un modelo de TCO es que tiene en cuenta todos los factores de costo, refleja el costo real de un equipo y no solo el costo de adquirirlo. Un modelo de TCO que funcione correctamente puede servir como una herramienta para evaluar el negocio de subcontratación y también se puede utilizar para tratar con proveedores. Pero por otro lado, el modelo TCO es muy difícil de implementar debido a que es un sistema complejo y estático, cualquier cambio interno o externo debe registrarse para obtener resultados correctos.



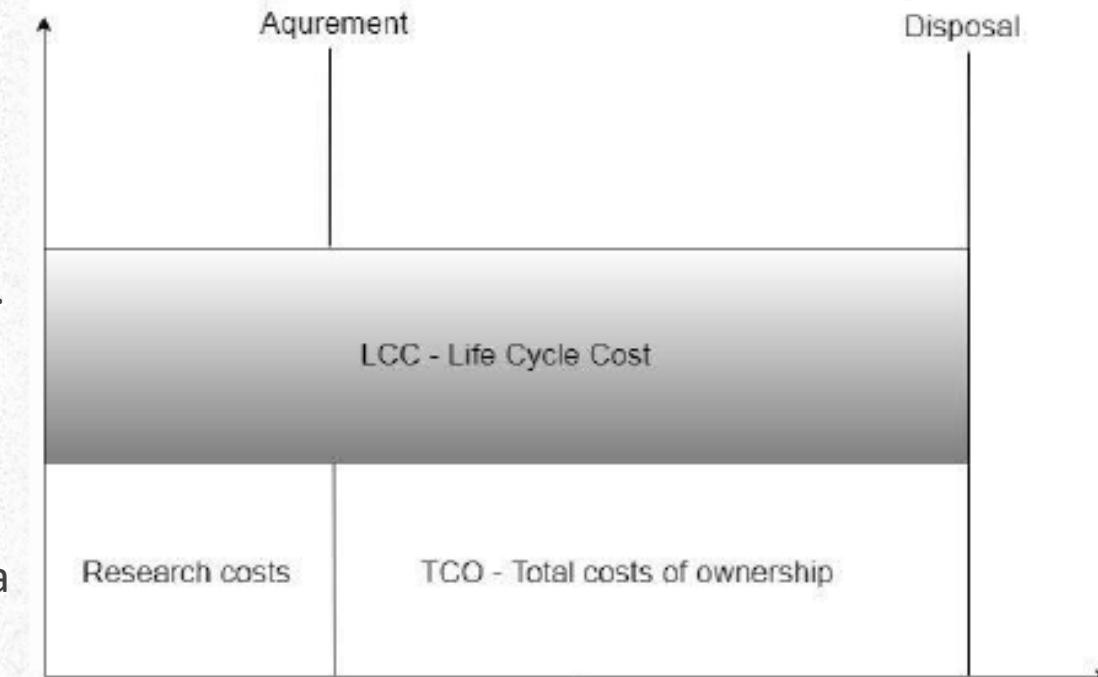
- I: Inversión Inicial**
- O: Operaciones**
- M: Mantenimiento**
- D: Downtime, tiempo perdido.**
- P: Producción**
- R: Residual, valor de reventa.**

# ANÁLISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA

## TCO Vs LCC

El ciclo de vida del producto consta de dos fases, cada una con tres etapas. Las primeras tres fases (evaluación de necesidades, desarrollo conceptual y diseño detallado) se encuentran en la fase de adquisición y las últimas tres (construcción, operación, así como desmantelamiento y disposición) están en la fase operativa.

El LCC del producto aumenta cuanto más largo es el ciclo de vida. En comparación con LLC, el TCO tiene en cuenta el costo del ciclo de vida del sistema después de su compra por parte de una organización. Por lo tanto, el TCO proporciona el costo del producto desde el punto de vista del cliente. Ofrece una descripción clara de todos los costes en los que incurre el sistema mientras esté en manos de los clientes. Algunos ejemplos de costos incluidos en los cálculos del TCO son la compra, la capacitación, los costos de energía, el mantenimiento y la eliminación y los costos al final de su vida útil.



# ANÁLISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA



## TASA DE DESCUENTO

Corresponde a la rentabilidad que el accionista le exigirá al proyecto por renunciar a un uso alternativo de esos recursos

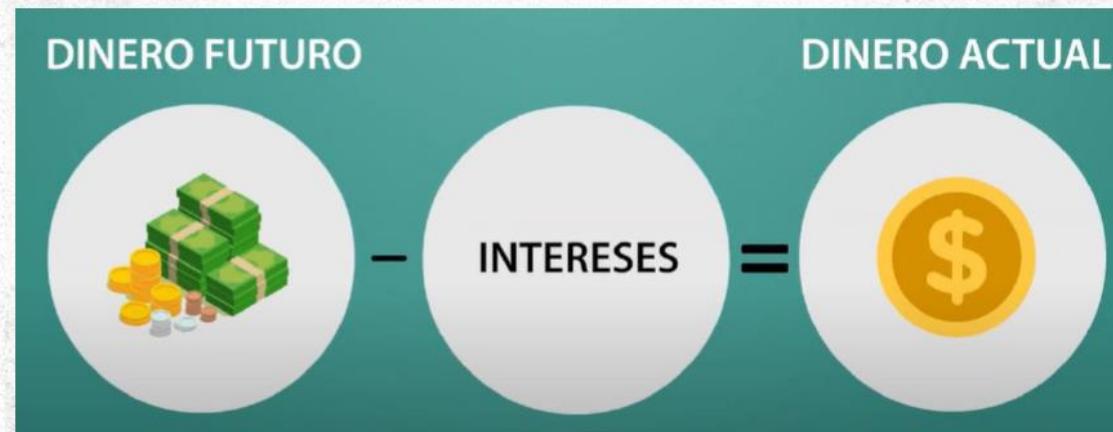
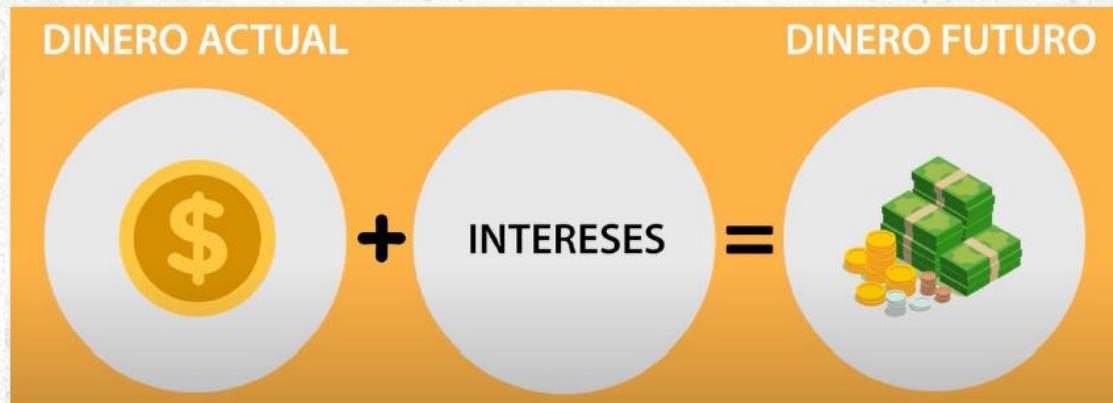
La tasa de descuento no es igual a la tasa de interés.

Cabe precisar que la tasa de interés sirve para aumentar el valor (o añadir intereses) en el dinero actual. La tasa de descuento, por el contrario, resta valor al dinero futuro cuando se traslada al presente, al menos que sea negativa. En caso de que la tasa de descuento fuera negativa, se entendería que, contrario a lo que indica la teoría, el dinero futuro vale más que el actual.

Salvo situaciones excepcionales, la tasa de descuento es positiva porque aunque exista la promesa de recibir dinero en el futuro, no hay certeza total de que eso sucederá. Esto es porque puede surgir algún problema por parte de quien hará el pago. Por esa razón, cuánto más lejano está el dinero que vamos a recibir, menos valdrá en el presente.

# ANÁLISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA

## TASA DE DESCUENTO



## VALOR PRESENTE NETO VPN

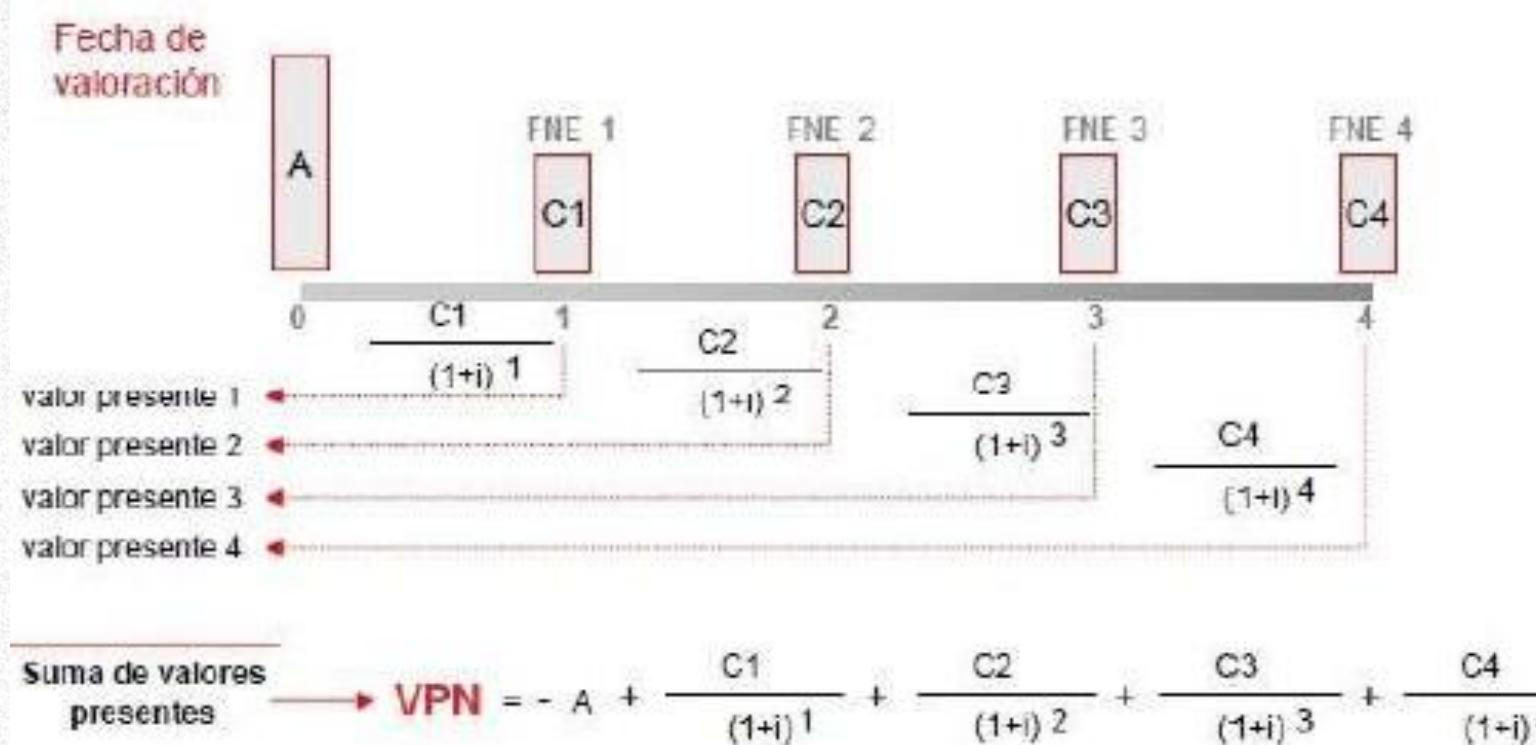
También conocido como Valor Actual neto(VAN) o Valor Neto Actual (VNA), es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuanto se va a ganar o perder con la misma. El VPN es, por tanto, una medida del beneficio que rinde un proyecto de inversión a través de toda su vida útil.

Se define como la sumatoria de los flujos netos anuales actualizados menos la Inversión inicial. Este indicador de evaluación representa el valor del dinero actual que reportará el proyecto en el futuro, a una tasa de interés y un periodo determinado.

Se usa para comparar proyectos con el mismo periodo de tiempo.

La metodología consiste en descontar al momento actual, es decir, actualizar mediante una tasa, todos los flujos de caja futuros o en determinar la equivalencia en el tiempo 0 de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Dicha tasa de actualización o de descuento es el resultado del producto entre el coste medio ponderado de capital y la tasa de inflación del período. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces es recomendable que el proyecto sea aceptado.

## VALOR PRESENTE NETO VPN



## VALOR PRESENTE NETO VPN

Para calcular el Valor Presente Neto(VPN) se trae todos los flujos de caja al momento presente descontándolos a un tipo de interés determinado.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \cdots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

La fórmula del Valor Presente Neto o VAN depende, por tanto, de las siguientes variables:

**Inversión inicial previa(I<sub>0</sub>):** es el monto o valor del desembolso que la empresa hará en el momento inicial de efectuar la inversión.

**Flujos netos de efectivo(F<sub>t</sub>):**representan la diferencia entre los ingresos y gastos que podrán obtenerse por la ejecución de un proyecto de inversión durante su vida útil.

**La tasa de descuento o el tipo de interés mínimo esperado (k).**

**Número de periodos que dure el proyecto (n).**

## VALOR PRESENTE NETO VPN

Presente Neto sirva para generar dos tipos de decisiones: ver si las inversiones son viables y ver qué inversión es mejor que otra en términos absolutos. Los criterios de decisión se basan en lo siguiente:

VAN > 0: La tasa de descuento elegida generará beneficios.

VAN = 0: El proyecto de inversión no generará beneficios ni pérdidas, por lo que su realización resultará indiferente.

VAN < 0: El proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

En resumen, un proyecto de inversión de capital debería aceptarse si tiene un valor presente neto positivo, cuando los flujos de efectivo esperados se descuentan al costo de oportunidad. Si el proyecto no tiene riesgo, se tomará como referencia el tipo de la renta fija, de tal manera que con el VAN se estimará si la inversión es mejor que invertir en algo seguro, sin riesgo específico. En otros casos se utilizará el coste de oportunidad.

## VALOR PRESENTE NETO VPN: EJERCICIO

Vamos a suponer que nos ofrecen una inversión en la que tenemos que invertir S/1 MM y nos prometen que tras esa inversión vamos a recibir S/150k el primer año; S/250k nuevos soles el segundo año; S/400k, el tercero; y S/500k, el cuarto año. Suponiendo que la tasa de descuento es del 3% anual, ¿cuál será el valor presente neto o VAN de la inversión?

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \cdots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

$$VAN = -1.000.000 + \frac{150.000}{(1+0,03)} + \frac{250.000}{(1+0,03)^2} + \frac{400.000}{(1+0,03)^3} + \frac{500.000}{(1+0,03)^4} = 191.580,23$$

Vemos que el valor presente neto de la inversión en este momento es de S/192k.  
Al ser un VAN positivo, es conveniente realizar la inversión.

## COSTO ACTUAL NETO (CAN)

Se define como la sumatoria de los costos anuales actualizados al presente que interfieren en el ciclo de vida de un activo.

Se usa para comparar proyectos con el mismo periodo de tiempo

$$CAN = A + \sum_{i=1}^t C_{O&M} * r^i - R * r^t$$

Donde:

CO&M: Costo operación y mantenimiento

A :Costo de adquisición u overhaul

R :Valor de reventa

r: Tasa de interés de retorno

i: Tasa de descuento

t: Periodo en Años

$$R=1/(1+i)$$

## COSTO ANUAL EQUIVALENTE (CAE)

El método consiste en convertir los pagos e ingresos de un proyecto a una serie uniforme equivalente para un periodo de tiempo determinado, en nuestro caso un año, de manera que se puedan comparar las alternativas durante estos periodos; independiente del periodo de evaluación.

Se usa para comparar proyectos con diferente periodo de tiempo.

$$CAE = VPN * i * \left\{ 1 - \frac{1}{(1+i)^n} \right\}^{-1}$$

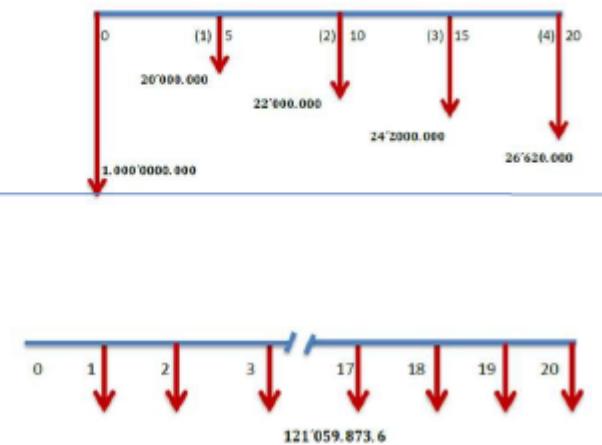
CAE: Costo Anual Equivalente

VPN: Valor Presente Neto

i : Tasa de Descuento

n: Numero de Periodos

$$CRF = \frac{i(1 + i)^t}{(1 + i)^t - 1}$$



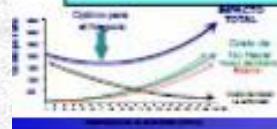
# ANÁLISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA

## Elementos de Costos

$$VRA = \sum_{t=0}^{t=T} \text{Costo de Capital} + \text{Costo de Operaciones} + \text{Costo de Mantenimiento} + \text{Costo por Baja Confiabilidad} + \text{Costo de Desincorporacion}$$

**CAPEX**      **OPEX**

CAPITAL	OPERACION	MANTENIMIENTO	BAJA CONFIABILIDAD	ABANDONO
<b>Incluye:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnología</li> <li>• Gerencia</li> <li>• Ingeniería</li> <li>• Procura</li> <li>• Construcción</li> <li>• Comisionamiento</li> <li>• Entrenamiento</li> <li>• Manuales y Documentación</li> <li>• Repuestos y Herramientas</li> <li>• Servicios</li> </ul>	<b>Incluye:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Labor</li> <li>• Energía</li> <li>• Vapor</li> <li>• Agua</li> <li>• Otros</li> </ul>	<b>Incluye:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Labor</li> <li>• Materiales</li> <li>• Inventario</li> <li>• Almacenamiento</li> <li>• Talleres</li> <li>• Contratistas</li> <li>• Indirectos</li> </ul>	<b>Debido a:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción diferida</li> <li>• Paradas</li> <li>• Producto fuera de especificación</li> <li>• Calidad</li> </ul>	<b>Incluye:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desincorporación de activos</li> <li>• Desmontaje, plantas y equipos</li> </ul>



Fuente: Javier E. Bravo S. - Medardo E. Yáñez M.

# ANÁLISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA

## MODELO Y CÁLCULO PARA ACCV

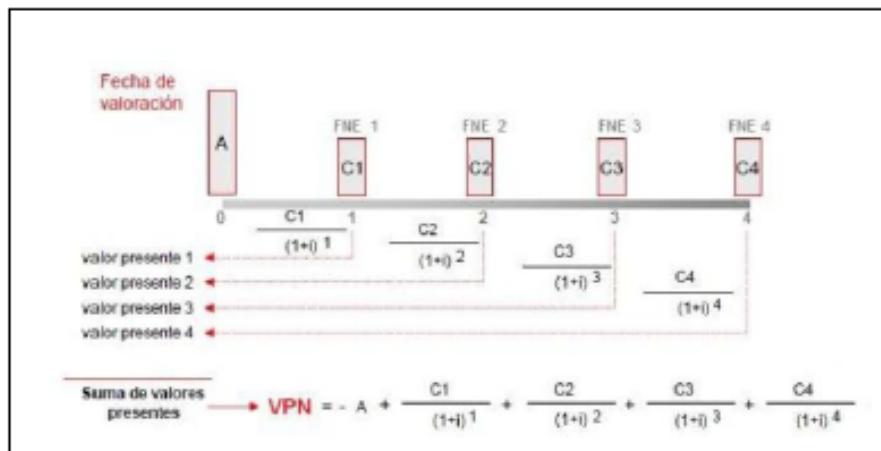
*Solo para equipos de la misma tecnología  
Se considera que fueron adquiridos como nuevos*

Costo actual neto

$$CAN = A + \sum_{t=1}^T C_{O\&M} * r^t - R * r^t$$

$$CRF = \frac{i(1+i)^t}{(1+i)^t - 1}$$

$$CAE = CAN * CRF$$



Donde:

CO&M: Costo operación y mantenimiento

A :Costo de adquisición u overhaul

R :Valor de reventa

r: Tasa de interés de retorno

i: Tasa de interés

t: Periodo en Años

$$R=1/(1+i)$$

# ANÁLISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA

## EJERCICIO

Se tiene una flota de camiones de volteo de 7,5 metros cúbicos que cuestan \$65,000 cada uno. Los camiones son actualmente de 1 año de edad, y el mantenimiento anual y el costo de operación es de \$30,000 por camión para el primer año y se incrementan en \$2,000 cada año.

Considerar que en el primer año el costo de reventa se reduce el 20% del costo inicial del equipo y que luego se reduce 1750 USD cada año.

Considerar una tasa de retorno de 10%.

- a) Calcular el CAN en un periodo de 15 años.
- b) Indicar la frecuencia óptima de reemplazo u Overhaul

# ANÁLISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA

## EJERCICIO

Se nos brinda los siguientes datos:

hoy	Coym	Costo reventa
1	30000.0	52000
2	32000.0	50250
3	34000.0	48500
4	36000.0	46750
5	38000.0	45000
6	40000.0	43250
7	42000.0	41500
8	44000.0	39750
9	46000.0	38000
10	48000.0	36250
11	50000.0	34500
12	52000.0	32750
13	54000.0	31000
14	56000.0	29250
15	58000.0	27500
16	60000.0	25750
17	62000.0	24000
18	64000.0	22250
19	66000.0	20500
20	68000.0	18750

# ANÁLISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA

## EJERCICIO

hoy	Coym	Costo reventa	Co&m presente	Co&m presente TOTAL	Costo reventa presente	CAN	CRF	CAE
1	30000.0	52000	27273	27273	47273	45000	1.10	49500
2	32000.0	50250	26446	53719	41529	77190	0.58	44476
3	34000.0	48500	25545	79264	36439	107825	0.40	43358
4	36000.0	46750	24588	103852	31931	136921	0.32	43195
5	38000.0	45000	23595	127447	27941	164506	0.26	43396
6	40000.0	43250	22579	150026	24413	190613	0.23	43766
7	42000.0	41500	21553	171579	21296	215283	0.21	44220
8	44000.0	39750	20526	192105	18544	238561	0.19	44717
9	46000.0	38000	19508	211614	16116	260498	0.17	45233
10	48000.0	36250	18506	230120	13976	281144	0.16	45755
11	50000.0	34500	17525	247644	12092	300552	0.15	46274
12	52000.0	32750	16569	264213	10435	318778	0.15	46785
13	54000.0	31000	15642	279855	8980	335875	0.14	47284
14	56000.0	29250	14747	294602	7702	351899	0.14	47769
15	58000.0	27500	13885	308486	6583	366903	0.13	48238
16	60000.0	25750	13058	321544	5604	380940	0.13	48690
17	62000.0	24000	12266	333810	4748	394062	0.12	49125
18	64000.0	22250	11511	345321	4002	406320	0.12	49543
19	66000.0	20500	10792	356113	3352	417761	0.12	49942
20	68000.0	18750	10108	366221	2787	428434	0.12	50324

# ANÁLISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA

## EJERCICIO

