

ANALISIS ECONOMICO DE DECISIONES

EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

TEMA I.- CONCEPTO Y NATURALEZA DE LAS DECISIONES ECONOMICAS:

LAS FUNCIONES DE UN EJECUTIVO:

Todo ejecutivo tiene fundamentalmente dos funciones, y muchos desarrollan solamente una de ellas.

Su primer función es la de "mantener los standards", lo que se refleja en vigilar que las actividades se desarrollen conforme a lo planeado, que los costos no excedan al costo standard preestablecido, que la obra de mano lleve a cabo el trabajo de acuerdo con el método standard predeterminado, que el material y la obra de mano que se requieran, se encuentren disponibles, que los suministros se lleven a cabo de acuerdo con el programa y en las cantidades correctas, que no disminuya la calidad planeada del producto y así sucesivamente. El "mantener los standards" es en muchas ocasiones la más importante tarea que llevan a cabo algunos ejecutivos, y por otro lado, nadie niega que esa función absorbe mucho tiempo y exige un gran esfuerzo.

Sin embargo, existe otra función del ejecutivo y que consiste en mejorar los "standards" fijados de tal manera que la compañía pueda sostener o aumentar sus utilidades.

En esta segunda función, el ejecutivo debe generar alternativas, lo cual logra sometiendo a prueba todas las normas, procedimientos y métodos implantados dentro de su esfera de responsabilidades y buscando otras posibles alternativas de acción y adoptándolas o no, de acuerdo con criterios económicos.

Este segundo papel, es vital, ya que cualquier empresa que se contenta solo con mantener sus standards existentes, se encontrará en decadencia a causa de la presión de la competencia.

La empresa que se limita a mantener con éxito su statu quo, mientras que otras compañías mejoran sus métodos y aumentan sus utilidades, descubrirá eventualmente que no puede igualar los precios establecidos

por sus competidores progresistas.

Desgraciadamente, muchos ejecutivos no están preparados para desarrollar esta función tan importante ya que con demasiada frecuencia, carecen totalmente de preparación para la toma de decisiones económicas y lo que es aún peor, en muchas ocasiones subestiman y desprecian esta área de actuación, lo cual origina que no obstante lo intensamente que un ejecutivo trabaje en su papel de "mantener los standards", su empresa y él individualmente como administrador, pueden fracasar.

En este curso, trataremos de investigar las funciones del ejecutivo y de presentar los principios y los procedimientos de la toma de decisiones económicas. Trataremos de analizar el proceso de dos fases consistentes en:

- 1).- Generar las alternativas
- 2).- Evaluarlas y adoptarlas o no, después de analizarlas ampliamente con el punto de vista de los criterios económicos.

Solo si el ejecutivo tiene conciencia clara de estos criterios, podrá llevar a cabo una búsqueda inteligente de alternativas y después, tomar decisiones económicamente correctas.

LA BUSQUEDA DE ALTERNATIVAS:

La segunda función del ejecutivo se desprende de la primera. Tanto si se tienen dificultades para mantener un standard establecido, como si no se les tiene el standard mismo puede ser la base de investigación, para encontrar un medio más económico para efectuar una acción determinada. Así por ejemplo, en el caso de una obra en construcción, el director de la misma puede hacerse preguntas como las siguientes: ¿se seleccionó el equipo más adecuado y en número adecuado de unidades? ¿ puede acelerarse el proceso de construcción mediante otra secuela de ataque de los diferentes frentes? ¿el número de personal obrero y técnico ubicado en cada frente es el adecuado? ¿debe incrementarse? ¿debe disminuirse? Luego de un análisis profundo y sistematizado, el director de la obra, podrá determinar, con plena conciencia en los criterios económicos, si los juicios presupuestos originalmente eran los adecuados o conviene seguir nuevas alternativas.

A partir de cada acto que se efectue de acuerdo con normas está—

blecidas, un ejecutivo entrenado a pensar bajo esta línea de acción, podrá generar alternativas económicas.

La toma de decisiones económicas invade cualquier área de actividad de un ejecutivo desde el aspecto ventas, hasta el de producción y desde las finanzas hasta el aspecto técnico ingenieril.

Una función muy importante del ejecutivo es el estar propiciando mejoras y cambios, aunque el puro cambio, por si mismo no implique necesariamente una decisión económica.

Otro claro ejemplo en el medio de la construcción lo constituye el problema de un proyectista y calculista quien debe decidir entre hacer una estructura de acero o de concreto o mixta, atendiendo a factores como pueden ser: distintos tipos de cimentaciones dependiendo del peso de la superestructura en cada una de las alternativas, costos de conservación y mantenimiento dentro de un cierto horizonte económico valor de recuperación de la estructura, disponibilidad de personal especializado en la localidad, etc...

Cada peso que se gasta, se propone gastar o se propone no gastar, constituye la base de una decisión económica. Si un ejecutivo decide no hacer ningún cambio a una situación existente, está tomando una decisión económica, ya que la decisión de no hacer nada implica la decisión de continuar haciendo las cosas de la misma manera, y de rechazar todas las posibles alternativas, tanto las generadas por él mismo después de un análisis crítico, como de las que desconoce por no haberlas buscado.

Una decisión no puede decirse que constituye una autentica decisión económica a menos que:

- (1) Todas las alternativas hayan sido examinadas.
- (2) Todos los elementos de costo y de ingreso hayan sido considerados.
- (3) Se hayan seguido técnicas y procedimientos correctos para su evaluación.

Así por ejemplo, en el caso particular de la posibilidad de cambiar una máquina existente, la decisión económica puede ser: aprobar el gasto de \$ 80,000.00 para la compra de una máquina nueva, o rechazar este gasto y conservar la existente, o gastar \$ 45,000.00 en una diferente o autorizar \$ 130,000.00 por una nueva de mayor capacidad o invertir \$ 25,000.00 en la reparación y mejora de la máquina actual.

Puede arguirse que en ocasiones el análisis económico de una situación para efectos de una toma de decisiones es inútil, pues la alternativa a seguir es evidente. Aparentemente este sería el caso de un empresario que expresara: "Tengo una máquina que tiene más de 15 años de estar en operación a la que ya no es físicamente posible seguir reparando y manteniendo en operación, por lo que sin necesidad de ningún análisis ni de la aplicación de técnicas y fórmulas sofisticadas concluyo - que debo cambiarla por otra..." Sin embargo, podríamos hacer notar a este empresario que de hecho si tomo una decisión y que esta se inició hace varios años, pues pudiera suceder que un análisis revele que debería haber cambiado esa máquina hace más de 8 años por ejemplo, y que su decisión (aún sin haber sido el fruto de un razonamiento conciente), - fué equivocado, al haber optado de hecho, por la alternativa de absorber los sobrecostos de un mantenimiento y reparaciones antieconómicas - durante los últimos 8 años y de haber rechazado los ahorros que la compra de una nueva máquina le hubieran originado.

De lo anterior, concluimos que la toma de decisiones económicas en un sentido integral, incluye tanto la generación como la evaluación de las alternativas y que dado que la selección de una alternativa es siempre el objeto de una decisión, el proceso de la toma de una decisión económica, prosigue solo si las diversas alternativas a seguir, han sido - establecidas.

La selección de la alternativa final nunca debe ser objeto de adivinanza ni dejada a la voluntad de los dioses.

Ni la intuición ni las corazonadas son del todo realistas ni confiables. Sin embargo, se puede arguir y debe aceptarse el hecho de que mucha de la información de que se dispone para la toma de una decisión está basada en meras estimaciones. A esto, puede responderse afirmando que esas estimaciones logradas por medio de un cuidadoso estudio de la información disponible, son de cualquier manera más confiables que meras adivinanzas o elucubraciones intuitivas. Lo anterior no quiere decir que la intuición, que se orienta al futuro pero que de hecho involucra ciertos recuerdos y experiencias del pasado, no tenga en ocasiones cierto grado de validez.

RESPONSABILIDAD POR LA TOMA DE DECISIONES

El que un ejecutivo no este ejerciendo la segunda función a que se

La aludido, se manifiesta principalmente en cuanto que se observa una decidida tendencia a no hacer cambios, es decir, a seguir haciendo lo mismo y de la misma manera y en el hecho de que rara vez, una inversión o una erogación se justifiquen mediante un criterio económico adecuado.

Muchos ejecutivos no sienten verdadera responsabilidad por los costos que generan o por los costos que de hecho "protegen" al mantener el status quo. Conciente o inconcientemente consideran el llevar a cabo erogaciones monetarias como una consecuencia inherente e inevitable de su trabajo; como un privilegio obvio de la función ejecutiva; y cuando un ejecutivo se acostumbra a esta actitud, llega a considerar que estos costos son responsabilidad de la compañía. Si reflexionara en esto se daría cuenta que estos costos son de su responsabilidad ya que se ubican dentro de su esfera administrativa, y es él, y no la compañía quien selecciona la alternativa a seguir de entre todas las demás posibles.

Ahora bien, las necesidades de capital en muchos proyectos alcanzan cifras considerables. Obviamente, ese capital requerido se obtiene de diversas fuentes, internas o externas a la empresa, y es natural que tanto a los que aportan ese capital como a los encargados de controlar su gasto, les preocupe el que sea utilizado de la manera más efectiva ya que el éxito de un proyecto ingenieril o de un negocio en general, se mida en términos de su eficiencia financiera.

Por lo anterior, el ingeniero debe combinar en cada proyecto técnico con los requerimientos y limitaciones financieras y sin olvidar además otros valores involucrados como pueden ser los de carácter social, estético, político, etc...

Con los recientes adelantos de las matemáticas, estadística, técnicas de computación, etc... que permiten el manejo de problemas económicos más complejos, el ingeniero tiene la oportunidad de jugar un papel aún más importante en el proceso de la toma de decisiones, ya que no solo cuenta con las bases matemáticas y científicas para comprender el uso de tales técnicas, sino que además tiene el criterio ingenieril que permite reconocer las limitaciones prácticas de estas técnicas y el efecto de la falta de información que comunmente existe en las situaciones reales, todo lo cual lo -

capacitą para seleccionar la alternativa más adecuada y realista.

El privilegio u obligación de un ejecutivo de señalar y elegir una alternativa no va desligada a la responsabilidad de demostrar que su su gestión es la más adecuada de entre otras. Desde el inicio debe estar conciente de todos los costos resultantes de su decisión. En muchas o-caciones existe la deformación de considerar solo el valor inicial de - una inversión, siendo que frecuentemente los costos futuros que se gene ran pueden ser con mucho, más importantes que el inicial, Así por ejem- plo, la decisión de invertir \$ 100,000.00 en una máquina, debe haber es- tado ligada a la consideración de costos futuros como pueden ser: obra de mano de operación, consumo de energía, desperdicio de material, nece- sidad de supervisión extra, mantenimiento y conservación necesarias, se- guros, impuestos, etc... También debe considerarse ingresos especiales como el valor de rescate. Todo lo cual implica que el análisis comple- to de la alternativa, debe hacerse dentro de un cierto período que cons- tituye el horizonte económico.

MEDIDA DE LA EFICIENCIA ECONOMICA:

La actividad ingenieril se desarrolla dentro de dos entornos, el - físico y el económico. El éxito que se alcance manejado o alterando el entorno físico para producir bienes y servicios depende del conocimien- to que se tenga de las leyes físicas. Sin embargo, el beneficio que re- porten esos bienes y servicios, depende de la utilidad que reporten, me- dida en términos económicos. Se podría enumerar de estructuras, máqui- nas, procesos, etc..., que presentan un exelente dizeño físico y mecáni- co. Por esta razón, es esencial que los proyectos ingenieriles se eva- luen en términos de beneficio y de costo antes de ser atacados. El pre- requisito esencial para el éxito de un proyecto ingenieril, es su facti- bilidad económica.

La función normal del ingeniero consiste en manejar los elementos de un entorno, el físico, para crear utilidad en un segundo entorno, el económico.

El objetivo de todo proyecto ingenieril es el de obtener el mayor resultado posible, por unidad de recurso empleado, lo cual se logra me- diante la más efectiva utilización de materiales, energía y en general, de cualquier tipo de recurso. El grado de eficiencia en la utilización de los recursos se mide mediante la expresión:

$$\text{eficiencia} = \frac{\text{out put}}{\text{in put}}$$

lo cual no es más que el cociente entre los resultados obtenidos y los recursos empleados. Esta expresión mide el éxito de la actividad ingenieril dentro del entorno físico, y en un primer nivel de eficiencia - que se conoce como eficiencia física o eficiencia mecánica o eficiencia ingenieril, tanto el Input como el Output se expresan en unidades como: Kilowatts, Btu, horas, etc... Cuando este tipo de unidades físicas están involucradas, la eficiencia siempre será menor que la unidad o menor que el 100%.

Sin embargo a un ingeniero también le interesa un segundo nivel de eficiencia, la eficiencia económica o eficiencia financiera, la cual se determina con la misma fórmula general de la eficiencia, solo que convirtiendo las unidades físicas tanto del input como del output a valores monetarios, por lo que puede expresarse:

$$\text{eficiencia económica} = \frac{\text{beneficio}}{\text{costo}}$$

Es bien sabido que la eficiencia física o ingenieril no puede alcanzar valores mayores de 100%. En cambio, la eficiencia económica - si puede exceder de dicho valor, y de hecho, solo será aceptable cuando eso suceda. Una alta eficiencia física no es garantía de una alta eficiencia económica. Una baja eficiencia física no es razón suficiente para dejar de considerar una alternativa, ya que pueden existir - otras circunstancias económicas que compensen esa baja eficiencia física.

Consideremos por ejemplo una planta de generación de energía cuya eficiencia física sea tan solo de un 14%. Supongamos que el output en forma de energía eléctrica y expresado en Btu, tenga un valor económico de 8 unidades monetarias por millón de unidades de output y que el input en la forma de gas natural y expresado en Btu, tiene un valor económico de 0.70 unidades monetarias por millón de unidades de gas consumido. En estas condiciones:

$$\text{eficiencia económica} = \frac{\text{Btu output} \times \text{valor de la energía eléctrica}}{\text{Btu input} \times \text{valor del gas natural.}}$$

$$= 0.14 \times \frac{8 \text{ unidades monetarias}}{0.70 \text{ unidades monetarias}}$$

$$= 1.6$$

o sea, un 160% de eficiencia económica.

Si un inversionista decide expandir su negocio y adquirir un cierto número de camiones, podrá seleccionar el tipo de camión mediante su eficiencia mecánica, pero la factibilidad y conveniencia de la inversión general, deberá contemplarla a través de la eficiencia económica, en donde el output o beneficio será la retribución económica que se obtenga por el servicio de los camiones, y el input o costo, debe incluir los costos de operación, la depreciación, los intereses del capital invertido, los impuestos y todos los demás gastos asociados.

La forma más comunmente empleada para estimar la eficiencia financiera, es mediante la llamada "tasa de recuperación", sobre un capital invertido, expresado en porciento:

$$\text{tasa de recuperación} = \frac{\text{utilidad neta anual}}{\text{capital invertido}}$$

Un ejemplo de determinación de la eficiencia mecánica instantánea, la constituyen los medidores eléctricos para determinar en un instante dado, el output y el input de un motor.

Para la evaluación final de la mayoría de los proyectos, aún en aquellos en lo cuales el aspecto técnico ingenieril juegue un papel muy importante, la eficiencia económica debe prevalecer sobre la eficiencia física. Esto es debido a que la función de la ingeniería es crear utilidad dentro del entorno económico por medio de la utilización de los elementos del entorno físico; y dado que este objetivo se traduce en maximizar el servicio, y el nivel de servicio puede expresarse en términos monetarios, se concluye que el criterio económico es la base de una evaluación, y la meta, la maximización de la utilidad.

EFICIENCIA INGENIERIL CONTRA EFICIENCIA ECONOMICA:

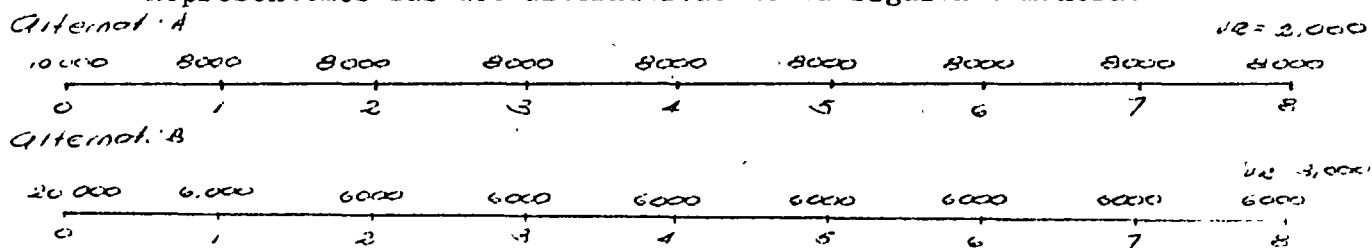
La meta de todo ingeniero y en general, de la actividad empresarial y gerencial es la de lograr una eficiencia económica dentro de rangos - aceptables y no la búsqueda de eficiencia ingenieril o mecánica.

Ejemplo: Supongamos que para resolver una necesidad y después de un estudio, se nos presentan dos alternativas:

Alternativa "A": adquirir una máquina por \$ 10,000.00 con costo — anual de operación (incluyendo obra de mano, combustibles, mantenimiento, etc...) de \$ 8,000.00 (el cual suponemos uniforme por simplificación). Vida económica de 8 años, con valor de recuperación de \$ 2,000.00 al término de ese período.

Alternativa "B": adquirir una máquina para el mismo trabajo por — \$ 20,000.00; gastos de operación de \$ 6,000.00 anuales. Vida económica - de 8 años y valor de recuperación de \$ 3,000.00,

Representemos las dos alternativas de la siguiente manera:



El monto total del desembolso para la alternativa "A" es de \$72,000.00 y para la alternativa "B" de \$ 65,000.00.

(Hacemos notar que no estamos considerando en estas sumas el factor tiempo, y como demostraremos posteriormente, la simple suma de costos es insuficiente para comparar dos alternativas).

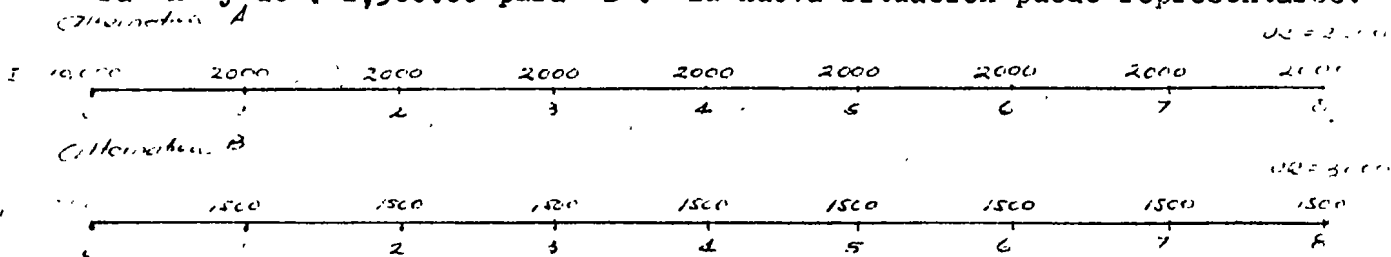
Observamos que "B" tiene mayor eficiencia ingenieril, dado que ambas máquinas tienen el mismo rendimiento en cuanto a producción de servicio se refiere pero, el insumo de "B", medido por su gasto de operación anual es de \$ 6,000.00 en tanto que el de "A" es de \$ 8,000.00. Esto es explicable ya que el sobrecosto inicial de la máquina "A" con respecto a la "B", sugiere mejoras en la construcción de "A" y por tanto una mayor eficiencia mecánica.

Conclusión: "B" realiza el mismo trabajo que "A" pero con menor cantidad total de pesos. "B" tiene mayor eficiencia económica.

En este caso "B" tiene la mayor eficiencia económica y también la mayor eficiencia mecánica o ingenieril, pero esto es mera coincidencia. La

búsqueda de alta eficiencia económica, no necesariamente coincide con la búsqueda de alta eficiencia ingenieril, ya que si esto fuera cierto, la elección de la alternativa más económica pudiera ser realizada en base - solo a la eficiencia mecánica.

Supongamos que se propone el empleo de las dos máquinas anteriores "A" y "B", en condiciones de menor ritmo de trabajo, y con esta menor - utilización los costos de operación anuales se calculan de \$ 2,000.00 pa - ra "A" y de \$ 1,500.00 para "B". La nueva situación puede representarse:



El desenvolvlo total para "A" es ahora de \$ 24,000.00 y de \$ 29,000.00 para "B".

Observamos ahora que la máquina "B", con mayor eficiencia mecánica, tiene menor eficiencia económica que "A".

Lo anterior demuestra que no hay ninguna "receta" para la selección de la alternativa más económica; habrá que hacer un análisis en cada cir - cunstancia. La selección de la alternativa más económica cambió de "B" a "A"; de la máquina con mayor eficiencia mecánica, a la de menor efi - ciencia mecánica. La distinta selección fué originada en este caso por un cambio en la utilización del equipo; pero también pudieran afectar - factores como cambios en el costo horario de la obra de mano, en el cos - to unitario de la energía, en el valor de renta por metro cuadrado de pi - so, o cualquier otro factor de costo. El efecto combinado de todos es - tos elementos de costo, debe ser evaluado, para cada situación, por el - ejecutivo encargado de tomar una decisión.

El ejemplo también ilustra el hecho de que la máquina que se selec - cione en determinadas circunstancias, puede rechazarse en otras.

El análisis de alternativas con baja eficiencia ingenieril, es tan necesario como el de alternativas de alta eficiencia ingenieril.

La afirmación de que el objetivo primordial de la ingeniería es lo - grar una eficiencia económica satisfactoria, no va en contradicción con otros objetivos de la ingenierí, como son: la exactitud, la confiabili - dad, la seguridad, etc..., ya que, como veremos posteriormente, estas -

cuestiones son decididas por consideraciones económicas, ya que pudiera suceder que en determinadas circunstancias, no sea económicamente factible o conveniente, diseñar con absoluta exactitud, ciento por ciento de confiabilidad, o perfecta seguridad.

VALORES NO MONETARIOS

Pocas decisiones, de tipo personal o de negocios, son hechos sobre la base únicamente de consideraciones financieras. Aún más, las consideraciones sobre la eficiencia económica de un proyecto pueden verse influenciadas en gran parte por aspectos no monetarios.

Las decisiones y recomendaciones relativas a la factibilidad de proyectos ingenieriles deben tener en cuenta toda una serie de factores monetarios y no monetarios. Entre estos últimos podemos nombrar leyes y principios económicos., situación imperante de los negocios en un momento dado, valores sociales y humanos, objetivos personales y de grupo, gustos de consumidores, reglamentaciones gubernamentales, legislación de orden fiscal y económico.

DEFINICION DE INGENIERIA ECONOMICA

La ingeniería presenta dos enfoques: uno, concerniente al aprovechamiento de los recursos materiales y fuerzas de la naturaleza, y el otro, la satisfacción de las necesidades humanas; (y dado que los primeros son escasos respecto a las segundas, de aquí se desprende la esencial relación de la Ingeniería con la Economía).

El término Ingeniería económica puede definirse como: "el conjunto de conocimientos, técnicas y prácticas de análisis y síntesis, incluyendo consideraciones sobre factores humanos, necesarios para la evaluación del beneficio que reportan productos y servicios generados por la actividad ingenieril, en relación a su costo".

El término : "económica", implica "administración con desarrollo económico"; y unido al concepto de "ingeniería", engloba la idea de máximo servicio por unidad de costo, a través de la Ingeniería.

La primera función de la ingeniería económica, es la evaluación cuantitativa de los proyectos ingenieriles, en términos de beneficio y costo, antes de que estos sean ejecutados. En este aspecto, la ingeniería económica es similar a la ingeniería de diseño cuya función es la de pre

decir materiales, dimensiones y combinación de elementos estructurales de un proyecto, antes de que este sea realizado.

Un estudio económico presenta dos etapas:

- a).- recopilación de datos.
- b).- procesamiento matemático de los datos.

Ninguno de estos dos pasos constituye un fin en si mismo, sino medios de alcanzar el verdadero y último objetivo: la determinación de la bondad y factibilidad económica de una alternativa y su selección.

NATURALEZA DE LAS DECISIONES.

Las rachas de buena suerte o las noches de fortuna, atestiguan el hecho de que los jugadores y aventureros algunas veces ganan. Sin embargo, podemos también hablar de infinidad de ocasiones en las que en "volado" o "la inspiración del momento", han fallado rotundamente en cuanto a lograr un beneficio.

Por lo anterior, y debido a una sincera necesidad por parte de ingenieros, científicos y administradores en general, de contar con un sistemático y lógico proceso de análisis para la toma de decisiones es, por lo que se crearon diversos métodos de administración científica.

Sin embargo, tanto la intuición como los "métodos analíticos" son reconocidos y tienen su lugar dentro del proceso de la toma de decisiones, en cuanto que la intuición, aunque se ubica en el presente, de manera inconciente e informal, involucra recuerdos y experiencias del pasado, en los cuales se basa para hacer ciertas predicciones en el futuro.

El implantar un método analítico, cuesta dinero, y algunas decisiones menores no ameritan esa erogación por lo que podemos afirmar que los métodos analíticos, serán empleados siempre que esto sea técnicamente factible y justificable economicamente. Fuera de estos límites, el buen juicio y la intuición, basados en la experiencia, son recursos necesarios y legítimos.

Al analizar una situación para efectos de una toma de decisiones, habrá que determinar su "grado de sensibilidad", esto es, el que tan vulnerable es con pequeños cambios en los factores condicionantes de esa situación. La consecuencia inmediata de la "alta sensibilidad" de una situación dada, será la de tener que garantizar, mediante estudio minucioso la validez de los datos que intervendrán en la toma de decisiones,

y dado que los factores que pueden influir en una decisión pueden ser - muy numerosos, habrá que dar primacía a aquellos más sensibles.

Cuando en una situación de decisión se presentan varios objetivos, es probable que, haya que reconocer, que no hay un curso de acción que optimice simultáneamente todos los objetivos. En esta circunstancia se rá necesarios seleccionar la alternativa que equilibre de la mejor manera posible los objetivos en conflicto; es decir una alternativa que - "suboptimice".

Las tácticas basadas en un horizonte económico de 1 o 2 años, no necesariamente tendrán la misma eficiencia, que las que contemplen un horizonte mayor.

Un horizonte de comparación muy corto, puede distorsionar seriamente los valores. Un horizonte muy largo introduce incertidumbre. A medida que se alarga el horizonte de comparación, sus predicciones sufren en su credibilidad.

GRADOS DE CERTEZA

Podemos clasificar las decisiones gerenciales, dentro de tres categorías generales que caracterizan las condiciones de la situación desisional y que sugieren un método de análisis. Estas son:

- a).- Decisiones suponiendo certeza
- b).- Decisiones que reconocen riesgo
- c).- Decisiones adm. ten incertidumbre.

En el primer caso se considera que todas las condiciones del problema se conocen con seguridad al suponer certeza, estamos basando el análisis en un conjunto de suposiciones que suponeremos tengan una alta esperanza de ocurrencia.

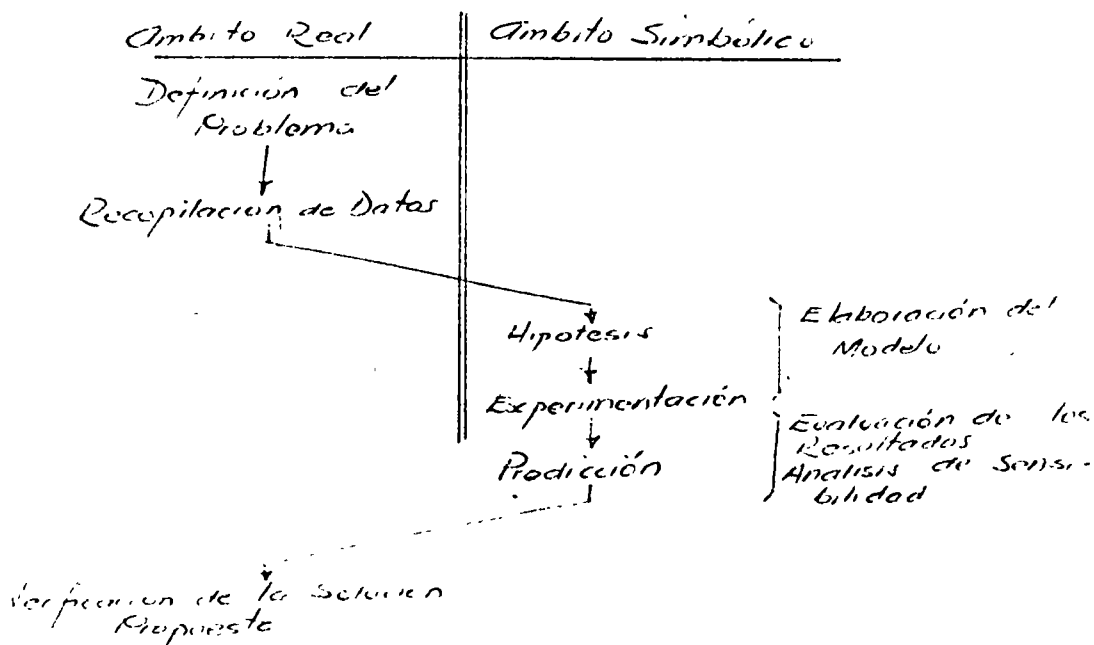
En el segundo caso, el analista considera poder obtener buenas estimaciones sobre la probabilidad de ocurrencia de las futuras condiciones y del efecto económico de dichas condiciones. Es frecuente que la determinación del valor de dichas probabilidades implique erogaciones originadas por investigaciones y experimentaciones.

El considerar decisiones bajo condiciones de incertidumbre implica que el analista desea incluir los efectos de diferentes factores, pero - le resulta imposible hacer estimaciones sobre sus probabilidades de ocurrencia.

PROCESO DE LA TOMA DE DECISIONES.

La toma de decisiones se desarrolla dentro de dos ámbitos: el real, en el que tienen lugar los problemas del diario, y el simbólico, en el que se trata de representar a los problemas del ámbito real para su estudio y resolución.

Esquemáticamente el proceso puede representarse:



DEFINICION DEL PROBLEMA Y RECOPIACION DE DATOS.

El problema se origina en el ámbito real, dentro de los diversos campos de la actividad humana.

Los datos son los que definen y clasifican a un problema.

El conjunto de datos permite al analista elaborar un modelo que presente en el ámbito simbólico al problema del ámbito real.

El lenguaje simbólico permite traducir la información del ámbito real, a una forma utilizable en el ámbito simbólico.

Se formulan hipótesis respecto al comportamiento del modelo y se someten a prueba experimentándolas para tratar de simular las reacciones del modelo.

De esta experimentación surge una predicción de comportamiento.

Esta predicción se convierte al ámbito real y trata de verificarse. Si la predicción resulta válida, el problema está resuelto. Si no, el proceso se vuelve a repetir tratando de recopilar más información que amplie

la visión del problema.

Se dice que el proceso es sistemático en cuanto a que se procede paso a paso dentro de una secuela lógica.

La definición del problema se inicia con el establecimiento preciso de los objetivos y por la captación de información relativa al problema, en la mayor cantidad y de la mejor calidad posibles. Será necesario analizar el grado de sensibilidad de las alternativas e introducir el concepto de suboptimización. A medida que las ramificaciones e implicaciones de un problema son más amplias, la definición de las metas es más compleja.

Una preliminar búsqueda de soluciones, implica el enlistar todos los posibles cursos de acción.

La cantidad y calidad de los datos recopilados es fundamental, ya que todos los demás pasos del proceso, descansan en dichos datos, y ninguno de los pasos puede compensar la falta de ellos.

Ya se había comentado el que en toda decisión intervienen factores que no pueden traducirse a pesos y centavos; estos son los factores no monetarios o intangibles. La distinción entre los factores tangibles y los intangibles, radica en la mayor o menor facilidad y exactitud con que pueden ser expresados cuantitativamente. Otros ejemplos de intangibles pueden ser: consideraciones de seguridad, reputaciones, amistades, relaciones públicas, etc...

ELABORACION DEL MODELO:

Un modelo es la representación del ámbito real. Se inicia la formulación de un modelo desde el momento de fijar objetivos y alternativas. Un modelo muestra la relación de causa a efecto entre objetivos y restricciones. Se maneja de tal manera que muestre el resultado final de seguir un determinado curso de acción.

Dado que las situaciones de decisión varían muy ampliamente, son necesarios varios tipos de modelos. Consideraremos tres clases: físicos, esquemáticos y matemáticos. Especialmente nos interesan los modelos matemáticos para su uso en estudios económicos.

Los modelos físicos pueden ser menores, mayores o de igual tamaño que el objeto que representan. Ejemplos de estos modelos en el campo de la ingeniería los constituyen: modelos de canales, rompeolas, cortinas, -

sistemas de tuberías, etc...

Los modelos esquemáticos son representaciones gráficas de diversas situaciones. Ejemplos de estos modelos, son: Organigramas, que muestran la división y delegación de autoridades, gráficas de proceso de flujo de producción, redes econométricas, redes de camino crítico, gráficas de punto de equilibrio.

Los modelos matemáticos están constituidos por ecuaciones y fórmulas. Como ejemplos podemos nombrar a los modelos probabilísticos, a los modelos estadísticos, a los modelos de programación lineal, etc...

EVALUACION

El mérito de un modelo radica en que también represente al ámbito real. La prueba última y definitiva de un modelo, se presenta cuando las predicciones en cuanto al comportamiento del problema, se someten a la realidad.

Cada tipo de modelo se evalúa en forma diferente. Un buen modelo contribuye a completar el análisis de un problema en cuanto a que hacen más fácil y objetivo observar los resultados originados por diversos inputs.

Una vez que los procedimientos de toma de decisiones han sido seguidos, la autoridad final es el encargado de tomar las decisiones. El analista debe evaluar la exactitud y factibilidad de sus datos y de su modelo. Debe modular las predicciones del modelo mediante consideraciones sobre factores intangibles.

EJEMPLO DE UN TIPO DE DECISIONES ES: DECISIONES CONDICIONALES.

Cuando es una secuela de decisiones, cada decisión debe tomar en consideración la decisión tomada en una etapa previa se habla de decisiones condicionales.

Un árbol de decisiones es una herramienta muy útil para la toma de decisiones condicionales. Todas las alternativas consideradas se muestran gráficamente como ramas de un árbol. En cada etapa del proceso decisional se presentan varias alternativas, cuya preferencia depende de la decisión que se haya tomado en la etapa anterior.

7% (continúa)

Table with 9 columns: n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n. Rows 65-100.

8%

Table with 9 columns: n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n. Rows 1-100.

9%

Table with 9 columns: n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n. Rows 1-100.

10%

Table with 9 columns: n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n. Rows 1-100.

15% (continúa)

Table with 10 columns (n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n) and 60 rows of data for a 15% rate.

17%

Table with 10 columns (n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n) and 60 rows of data for a 17% rate.

20%

Table with 10 columns (n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n) and 60 rows of data for a 20% rate.

25%

Table with 10 columns (n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n) and 20 rows of data for a 25% rate.

140% (continúa)

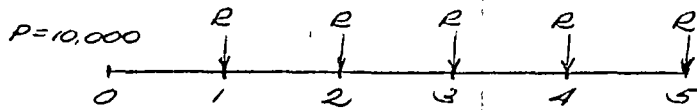
n	SPCAF	BPPWF	CRF	USPWF	BPWF	USCAF	ASF	ASPWF	n
3	13 824	.07234	1.5092	.86262	.10917	9.1600	.48035	.31829	3
4	33 170	.03014	1.4435	.89276	.04351	22.884	.58998	.40671	4
5	79 626	.01256	1.4178	.70532	.01781	56.162	.65089	.45894	5
6	191.10	.00523	1.4074	.71055	.00736	135.79	.68272	.48511	6
7	458.65	.00218	1.4031	.71273	.00306	326.89	.69899	.49819	7
8	1100.8	.00091	1.4013	.71364	.00127	785.54	.70701	.50455	8
9	2641.8	.00038	1.4005	.71402	.00053	1886.3	.71088	.50758	9
10	6340.3	.00018	1.4002	.71417	.00022	4528.1	.71271	.50900	10
11	15217.	.00007	1.4001	.71424	.00009	10868.	.71356	.50965	11
12	36320.	.00003	1.4000	.71427	.00004	26065.	.71398	.50996	12
13	87649.	.00001	1.4000	.71428	.00002	62605.	.71414	.51009	13
∞	∞	0	1.4000	.71429	0	∞	.71429	.51020	∞

150%

n	SPCAF	BPPWF	CRF	USPWF	BPWF	USCAF	ASF	ASPWF	n
1	2 5000	.40000	2.5000	.40000	1.0000	1.0000	-	-	1
2	6 2500	.16000	1.7857	.56000	.28571	3.5000	.28571	.16000	2
3	15 625	.06400	1.6026	.62400	.10256	9.7500	.46154	.28800	3
4	39.062	.02560	1.5394	.64960	.03941	25.375	.58158	.36480	4
5	97 658	.01024	1.5155	.65984	.01552	64.437	.61494	.40576	5
6	244.14	.00410	1.5062	.66394	.00617	162.09	.64199	.42624	6
7	610.33	.00164	1.5025	.66557	.00246	406.23	.65518	.43607	7
8	1525.9	.00066	1.5010	.66623	.00098	1016.8	.66142	.44066	8
9	3814.7	.00026	1.5004	.66649	.00039	2542.8	.66431	.44276	9
10	9536.7	.00010	1.5002	.66660	.00016	6357.1	.66562	.44370	10
11	23642.	.00004	1.5001	.66664	.00008	15894.	.66621	.44412	11
12	59604.	.00002	1.5000	.66666	.00003	39736.	.66647	.44430	12
13	149304.	.00001	1.5000	.66666	.00001	99340.	.66656	.44438	13
∞	∞	0	1.5000	.66667	0	∞	.66667	.44444	∞

Ejercicio

Sigamos paso a paso el proceso de recuperación de un capital invertido a una tasa de interés i y durante n periodos. Supongamos un capital inicial de \$10,000 invertido al 10% durante 5 años



Cálculo de R :

$$R = P \cdot i \cdot \text{crf} = 10,000 \cdot 0.10 \cdot \text{crf}$$

$$R = 10,000 \cdot 0.26380 = \$2,638$$

Año	Adeudo al principio del año	Intereses adeudados al final del año	Capital más intereses adeudados al final del año	Pago al final del año	Capital adeudado al final del año después del pago anual	Capital ya recuperado
1	\$10,000	\$1,000	\$11,000	\$2,638	\$8,362	\$1,638
2	8,362	836	9,198	2,638	6,560	1,902
3	6,560	656	7,216	2,638	4,578	1,982
4	4,578	458	5,036	2,638	2,398	2,180
5	2,398	240	2,638	2,638	0	2,398
					TOTAL:	\$10,000

Algunas Relaciones entre las fórmulas:

$$s_{\overline{n}|i} = \frac{1}{s_{\overline{n}|i}}$$

$$u_{\overline{n}|i} = \frac{1}{s_{\overline{n}|i}}$$

$$crf = \frac{1}{u_{\overline{n}|i}}$$

$$crf = s_{\overline{n}|i} + i$$

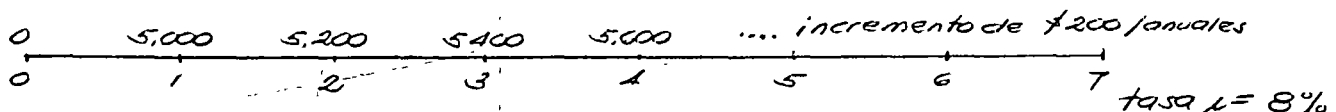
$$1 + \frac{1}{i} + \frac{1}{i^2} + \frac{1}{i^3} + \dots + \frac{1}{i^{n-1}} + \frac{1}{i^n} = \frac{1}{i} \left(\frac{1 - i^{-n}}{1 - i^{-1}} \right) = \frac{1 - i^{-n}}{1 - i^{-1}}$$

$$\frac{1}{i} + \frac{1}{i^2} + \frac{1}{i^3} + \dots + \frac{1}{i^{n-1}} + \frac{1}{i^n} = \frac{1 - i^{-n}}{1 - i^{-1}}$$

Serie de Pagos con Gradiente de Incremento

A) Gradiente de incremento con serie aritmética.

Supongamos el siguiente caso:



Calcular los valores de S o de P de una serie como la anterior, sería muy laborioso con las fórmulas anteriores.

Representemos el gradiente anual, en este caso de \$200, con (g). La serie anterior puede representarse:

$$\begin{array}{ccccccccccc} 0 & 0 & g & 2g & 3g & \dots & (n-3)g & (n-2)g & (n-1)g & & \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & \dots & (n-2) & (n-1) & n & & \end{array}$$

esto es considerando solo la parte del gradiente, ya que los \$5,000 anuales ya constituyen una serie uniforme

La serie anterior puede traducirse a una serie uniforme equivalente, de la siguiente manera:

$$S = \underbrace{g}_{\substack{\text{número de periodos} \\ \text{faltantes}}} \cdot {}_1s_{pcaf} + 2g \cdot {}_{(n-3)}s_{pcaf} + \dots + (n-2)g \cdot {}_1s_{pcaf} + (n-1)g \cdot {}_2s_{pcaf} \quad (1)$$

Multiplicando la igualdad (1) por ${}_1s_{pcaf}$:

$$\begin{aligned} S \cdot {}_1s_{pcaf} &= \underbrace{g \cdot {}_{(n-1)}s_{pcaf} + 2g \cdot {}_{(n-2)}s_{pcaf} + \dots + (n-2)g \cdot {}_2s_{pcaf}}_{(n-2) \cdot {}_1s_{pcaf} \cdot {}_1s_{pcaf} = (1+i)^{n-2} \cdot (1+i)'} + (n-1)g \cdot {}_2s_{pcaf} \quad (2) \\ &= (1+i)^{n-1} = {}_{(n-1)}s_{pcaf} \end{aligned}$$

Restando (1) - (2):

$$S - S \cdot {}_1s_{pcaf} = -g \cdot {}_{(n-1)}s_{pcaf} - {}_{(n-2)}s_{pcaf} - \dots - g \cdot {}_2s_{pcaf} - g \cdot {}_1s_{pcaf} + (n-1)g$$

Cambiando de signos en ambos miembros y sacando a g como factor común:

$$\underbrace{S \cdot {}_1s_{pcaf} - S}_{S(1+i) - S} = g \left[\underbrace{{}_{(n-1)}s_{pcaf} + {}_{(n-2)}s_{pcaf} + \dots + {}_2s_{pcaf} + {}_1s_{pcaf} + 1}_{{}_n uscaf} \right] - ng$$

$$S \cdot i = g \cdot {}_n uscaf - ng \quad (3)$$

multiplicando por el factor: ${}_n stdf$ (que es recíproco de ${}_n uscaf$):

$$S \cdot i \cdot {}_n stdf = g \cdot \frac{{}_n uscaf \cdot {}_n stdf}{1} - ng \cdot {}_n stdf$$

pero como: $S \cdot {}_n stdf = R$

$$R = \frac{g}{i} - \frac{ng}{i} \cdot {}_n stdf$$

$$\Rightarrow R = g \left[\frac{1}{i} - \frac{n}{i} \cdot {}_n stdf \right] = g \cdot {}_n asf$$

Al factor $\left[\frac{1}{i} - \frac{n}{i} \cdot {}_n stdf \right]$ se le denomina "factor de serie aritmética", se representa: ${}_{i-n} asf$ (arithmetic-series factor) y es el factor por el cual multiplicar el gradiente de una serie aritmética, para encontrar el valor R de una serie uniforme equivalente.

Así por ejemplo, para el ejemplo propuesto, el valor de los pagos R de una serie uniforme equivalente será:

$$R = 5000 + 200 \cdot {}_{8-7} asf = 5000 + 200 \cdot 2.6937 = \$5,538.74$$

Por otro lado, de la ecuación (3) se puede obtener el valor de S:

$$S = \frac{g}{i} [{}_n\text{uscaf} - n]$$

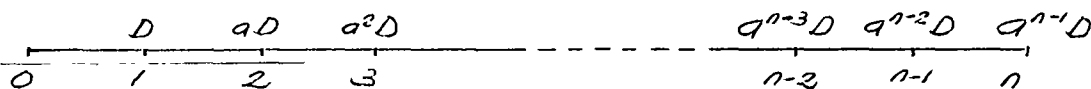
También puede encontrarse el "valor presente de una serie con gradiente aritmético":

$$P = R \cdot {}_n\text{uspwf} = g \left[\frac{1}{i} - \frac{n}{i} \text{sfdf} \right] {}_n\text{uspwf}$$

$$P = g \frac{1}{i} \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} - \frac{n}{(1+i)^n} \right] = g \frac{1}{i} [{}_n\text{uspwf} - n \cdot {}_n\text{sppwf}]$$

a este factor se le llama "factor de actualización del gradiente de una serie aritmética, se representa: $(i \cdot n \text{gpwf})$ (gradient present worth factor)

B) Gradiente de incremento con serie geométrica



$$S = D(1+i)^{n-1} + aD(1+i)^{n-2} + \dots + a^{n-3}D(1+i)^2 + a^{n-2}D(1+i) + a^{n-1}D \quad \text{--- (1)}$$

multiplicando por: $\frac{(1+i)}{a}$

$$S \frac{(1+i)}{a} = \left(\frac{D}{a}\right)(1+i)^n + D(1+i)^{n-1} + aD(1+i)^{n-2} + \dots + a^{n-4}D(1+i)^3 + a^{n-3}D(1+i)^2 + a^{n-2}D(1+i) \quad \text{--- (2)}$$

Restando (1) - (2):

$$S - S \frac{(1+i)}{a} = -\left(\frac{D}{a}\right)(1+i)^n + a^{n-1}D$$

$$S \left[\frac{a - (1+i)}{a} \right] = D \left[a^{n-1} - \frac{(1+i)^n}{a} \right]$$

$$S [a - (1+i)] = D [a^n - (1+i)^n]$$

∴

$$S = D \left[\frac{a^n - (1+i)^n}{a - (1+i)} \right]$$

fórmula de serie geométrica.

A partir de este valor de S, pueden calcularse los valores de P y de R de una serie uniforme equivalente.

TASA MINIMA DE RECUPERACION:

Los estados financieros de un negocio, el Balance general y el Estado de Pérdidas y Ganancias principalmente, muestran la utilidad total general obtenida por medio de la inversión realizada, pero debemos notar - que de ellos solo podemos determinar la productividad promedio de cada peso. Desgraciadamente el sistema contable no está diseñado para ser más - específico al respecto.

Antes de aprobar una inversión debemos insistir en que cada peso; a) garantice una tasa de recuperación y b) que ésta no sea menor que una tasa mínima de recuperación prefijada.

La determinación de la tasa mínima de recuperación se deriva de la - forma o criterio de la empresa para aplicar y distribuir sus fondos disponibles normalmente limitados y cubrir una demanda casi siempre mayor de - ellos.

Normalmente, cadaño, una empresa podrá predecir con mayor o menor aproximación la disponibilidad de fondos con que podrá contar en ese período para cubrir los gastos de las operaciones que sus inversiones demanden. El suministro de fondos podrá provenir principalmente de reinversión de - utilidades, de liquidación y fondos de depreciación de activos fijos, líneas de crédito, créditos externos diversos o de incrementos de capital - social, pero lo importante es que generalmente, el programa de suministros es escaso en comparación con la demanda de fondos y recursos monetarios que requieren las alternativas de inversión que se presentan.

Para ilustrar el problema, supongamos que la demanda de fondos para - el año siguiente se prevee sea de \$ 12,500,000.00 aproximadamente, pero se estima que las diversas fuentes de financiamiento proveerán solamente unos \$ 5,000,000.00. El objetivo del director de finanzas, será obviamente, invertir los \$ 5,000,000.00 disponibles en aquellas alternativas de inversión que ofrezcan la mayor retribución y rechazar proposiciones por un monto de \$ 7,500,000.00 que prometen menor retribución.

Para lograr esto, partamos de la fase de que el analista esté en posición de poder enumerar sus alternativas de inversión en orden decreciente

de acuerdo con su retribución estimada.

ALTERNATIVA	INVERSION	TASA PROBABLE DE RECUPERACION	MONTO ACUMULADO DE INVERSION.
A	\$ 400,000.00	80% o más	\$ 400,000.00
B	500,000.00	70 - 80	900,000.00
C	650,000.00	60 - 70	1,550,000.00
D	850,000.00	50 - 60	2,400,000.00
E	1,200,000.00	40 - 50	3,600,000.00
F	1,400,000.00	30 - 40	5,000.000.00
G	1,750,000.00	20 - 30	6,750,000.00
H	2,150,000.00	10 - 20	8,900,000.00
I	3,600,000.00	más de 10	12,500,000.00

En estas condiciones, el fondo disponible de \$ 5,000,000.00 deberá ser aplicado solo a aquellos proyectos que prometen una tasa de recuperación de 30% o más. Esto significa que la tasa mínima de recuperación para el próximo año y dadas las condiciones anteriores, es de 30%.

Esto quiere decir que cualquier inversión que ofrezca 30% o más, - debe ser aprobada y cualquier proyecto que ofrezca una tasa menor, debe ser rechazada. También quiere decir que \$ 7,500,000.00 de inversiones que prometen tasas de recuperación hasta de un 29% serán rechazadas. La tasa mínima de recuperación establece el límite inferior, abajo del cual no podemos invertir, es decir, establece la tasa mínima aceptable de recuperación.

Enfocado desde otro punto de vista, podemos decir que si en una serie de alternativas de inversión: la alternativa A es preferible a la - alternativa B, la B es preferible a la C, etc..., M es la alternativa - menos preferible aceptada y N es la alternativa más preferible no aceptada; el costo a considerar al capital para cualquier alternativa B por ejemplo, de inversión, es la tasa de recuperación de N, ya que representa la utilidad que rechazamos automáticamente cuando aceptamos invertir en B.

RELACIONES ENTRE EL ASPECTO CONTABLE Y LOS ANALISIS ECONOMICOS:

Un análisis económico tiene por objeto determinar si un cierto ca-

pital debe ser invertido o aplicado a otro fin distinto del actual. Un estudio económico tiene como elementos, cursos de acción que aún no se han realizado. Tiene que ver con "eventos futuros": ¿se debe seguir cierto curso de acción? ¿el procedimiento es más económico?. El análisis económico proporciona bases para las decisiones.

Ahora bien, una vez que se ha tomado la decisión de invertir y el capital ha sido invertido, se desean conocer los resultados financieros, para lo cual se establecen mecanismos y procedimientos específicamente orientados para la determinación de los resultados financieros y el control de las operaciones; todos los cuales constituyen la contabilidad general y la contabilidad de costos.

La contabilidad es en este sentido, la historia de un negocio; se refiere a eventos pasados. Actúa ya conociendo ingresos y egresos. Estima resultados y calcula cual fué la tasa de recuperación.

El análisis económico recomienda una cierta inversión. Si la decisión se toma basado en el estudio económico, la contabilidad comprobará posteriormente si el estudio económico y las recomendaciones fueron correctas.

La contabilidad tiene la ventaja de trabajar con hechos históricos, financieros ya acaecidos, el análisis económico solo cuenta con estimaciones sobre el futuro.

Posteriormente, las observaciones de la contabilidad pueden ser aprovechadas por el analista económico, pero deben saber ser interpretadas.

Como en un experimento, la contabilidad registra todos los eventos significativos financieramente hablando de una inversión y de estos hace posible determinar los resultados y preparar un reporte financiero.

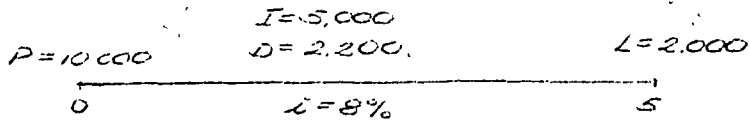
Interpretando correctamente estos reportes se toman las decisiones en el campo económico por los dirigentes.

Se trata de dos funciones distintas pero conectadas.

El Contador nunca afecta las operaciones de un "costo de Capital", a menos que hayan sido efectuado erogaciones, como pueden ser pagos de inte

reses bancarios, pago de hipotecas, etc..., mientras que el analista car
ga a cada peso, de la responsabilidad de cubrir el "costo del capital".
Ambos están bien pero cada uno en su enfoque.

El Contador registra resultados generales de toda la situación. El
analista analiza cada situación.



$$B.A. = -[(P-L)_{i-n} \text{cif} + L_i] + I - D$$

$$B.A. = -[(10,000 - 2,000)_{8-5} \text{cif} + 2,000 (0.08)] + 5,000 - 2,200$$

$$B.A. = - (2,010 \quad + 160 \quad) + 5,000 - 2,200$$

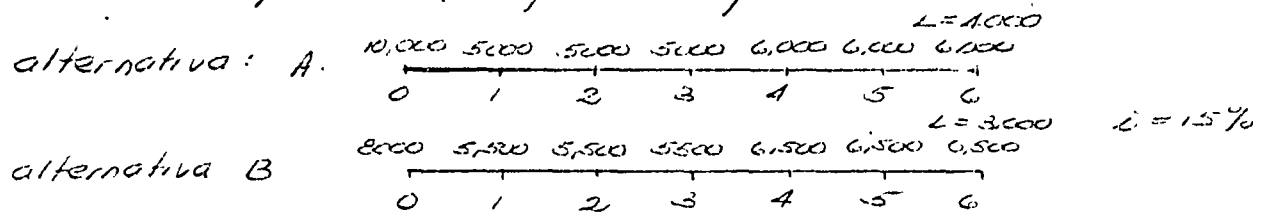
$$B.A. = +630.$$

Hagase notar que se está buscando el B.A. (Beneficio Anual) por lo que los gastos se consideran con signo negativo y los ingresos con signo positivo, y dado que el B.A. resulto ser mayor que 0, esto significa que de esta inversión se pueda esperar un beneficio mayor al 8%. Especificamente puede decirse que la inversión si se recupera con una tasa del 8% más una cantidad adicional de \$630.

Ejemplo.

Una máquina A cuesta \$10,000 ya instalada; con un valor de rescate de \$4,000 al término de 6 años; gastos de operación anuales de \$5,000 durante los 3 primeros años y de \$6,000 durante los 3 últimos. La máquina B cuesta \$8000; con \$3,000 de recuperación al cabo de 6 años. Gastos de operación de \$5,500 durante los 3 primeros años, y de \$6,500 durante los últimos tres. Los incrementos en los costos de operación, se pueden entender como generados por el incremento en los costos de mantenimiento y reparaciones y por la pérdida de eficiencia motivada por la edad. La tasa mínima atractiva es de 15%.

El problema se puede representar.



$$CA_A = (10,000 - 4,000)_{i=0} \text{cif} + 4,000 (0.15) + [5,000_{i=1} \text{uspwf} + 6,000_{i=2} \text{uspwf} + 6,000_{i=3} \text{sppwf}]_{i=0} \text{cif}$$

$$CA_A = 1,585 + 600 + 5,400 = \$ 7,585$$

$$CA_B = (8,000 - 3,000)_{i=0} \text{cif} + 3,000 (0.15) + [5,500_{i=1} \text{uspwf} + 6,500_{i=2} \text{uspwf} + 6,500_{i=3} \text{sppwf}]_{i=0} \text{cif}$$

$$CA_B = 1,321 + 450 + 5,897 = \$ 7,668$$

Al ser costo anual, gana en la comparación, la alternativa A.

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE ANALISIS ECONOMICO DE DECISIONES
EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION (del 8 de mayo al 30 de junio de
1972)

<u>NOMBRE Y DIRECCION</u>	<u>EMPRESA Y DIRECCION</u>
9. ING. ANGEL DIAZ ZUBIETA Cerrada de las Palmas No. 102 Guajimalpa, D. F. México, D. F.	OPERADORA MEXICANA DE MAQUINARIA S. A. Autopista México-Querétaro No. 3043 México, D. F.
10. ING. RICARDO FLORES MARTINEZ Portillo No. 20 Residencial Villa Coapa México, D. F.	PRESFORZADOS MEXICANOS, S. A. Minas No. 143 Col. Tacubaya México 22, D. F.
11. ING. FELIPE GOMEZ DEL CAMPO LOPEZ Azores No. 617 México 13, D. F.	CONSTRUCTORA ATOYAC, S. A. Insurgentes Sur No. 1673 9o.Piso México, D. F.
12. LIC. CARLOS GONZALEZ GUARDADO Velazquez de León No. 10-5 México 5, D. F.	CARTONERA SAGO, S. A. DE C. V. Zaragoza No. 15 Ciudad López Mateos Edo. de México
13. ING. JOSE ELIAS HERNANDEZ Y CASTILLO J. Joaquin Fernández de L. No. 170 Circuito Novelistas, Cd. Satélite Edo. de México	SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULI COS Paseo de la Reforma No. 69 10o.P México, D. F.
14. ING. SERGIO JASO RAMIREZ Gustavo Campa No. 12 Circuito Musicos Cd. Satélite Edo. de México	ESTRUCTURAS METALICAS INDUSTRIA LES, S. A. Av. Chapultepec No. 592 México 11, D. F.
15. ING. ROBERTO W. LOPEZ PEÑA Gral. Anaya No. 177 Col. Coyoacán México 21, D. F.	SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO Palacio Nacional Desp. 4025 México, D. F.
16. ING. JORGE ORDOÑEZ RASCON Amores No. 1029 Col. del Valle México 12, D. F.	PRETEN, S. A. Av. Baja California No. 284 2o.P México 11, D. F.
17. ING. JORGE PEREZ CASTELLANOS Xola No. 611-5 Col. del Valle México 12, D. F.	EDIFIMEX, S. A. Gov. Rafael Rebollar No. 67 México, D. F.

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE ANALISIS ECONOMICO DE DECISIONES EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION (del 8 de mayo al 30 de junio de 1972)

NOMBRE Y DIRECCION

EMPRESA Y DIRECCION

1. ING. RENATO ARRIOLA AGUILAR
Av. de los Parques No. 30
Col. Industrial
México 14, D. F.

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Paseo de la Reforma No. 69
México, D. F.

2. ING. HUMBERTO J. AYANEGUI SUAREZ
José A. Torres No. 851
Col. Viaducto Piedad
México 13, D. F.

COMPANIA MEXICANA DE CONSULTO RES EN INGENIERIA
Insurgentes Sur No. 1824 4o. Piso
México, D. F.

3. ING. PEDRO BARBA CUESTA
Circuito Cronistas No. 55
Cd. Satélite
México, D. F.

FRACCIONAMIENTOS RESIDENCIALES INDUSTRIALES
Avila Camacho No. 40
México, D. F.

4. LIC. ALFONSO BRIONES HERNANDEZ
Tauro No. 134-A
Col. Prado Churubusco
México, D. F.

BANCO NACIONAL DE MEXICO, S. A.
Isabel La Católica No. 120
México, D. F.

5. ING. MANUEL CAÑIZO LECHUGA
Lamartine No. 404
México 5, D. F.

SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO
Palacio Nacional
México, D. F.

6. CIP. JORGE CHAVEZ SAYNEZ
182 Ote. No. 232-5
Col. Moctezuma
México 9, D. F.

DEFOR CONSTRUCCIONES, S. A.
Ote. 243A No. 23
Col. Agricola Oriental
México 9, D. F.

7. SR. ABELARDO DE ANDA NAVARRO
Santa Ma. Tenango No. 21
Bosques de Echegaray
Naucalpan, Méx.
México, D. F.

FRACCIONAMIENTOS RESIDENCIALES INDUSTRIALES
Avila Camacho No. 40
Naucalpan de Juárez
México, D. F.

8. SR. ANTONIO FERNANDEZ DE CASTRO E.
Retorno de los Mirlos No. 3
Frac. Jardines de la Florida
Naucalpan, Edo. de México

FRACCIONAMIENTOS RESIDENCIALES INDUSTRIALES
E. INDUSTRIALES
Manuel Avila Camacho No. 40-100
Naucalpan, Edo. de México

ING. JORGE PEREZ CASTELLANO
Ote. 243A No. 23
Col. Agricola Oriental
México 9, D. F.

ING. JORGE PEREZ CASTELLANO
Ote. 243A No. 23
Col. Agricola Oriental
México 9, D. F.

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE ANALISIS ECONOMICO DE DECISIONES
EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION (del 8 de mayo al 30 de junio de-
1972)

NOMBRE Y DIRECCION

EMPRESA Y DIRECCION

- | | |
|--|--|
| 18. ING. LUIS PUENTE AZPITARTE
Cerro Macuiltepec No. 207
México 21, D. F. | INFRATUR BANCO DE MEXICO
Isabel La Católica No. 24 4o. Piso
México 1, D. F. |
| 19. ING. JOSE EDUARDO RUBIO HERRERA
Montevideo No. 141
Col. Lindavista
México, D. F. | CONSTRUCTORA FLORIDA, S. A.
Boulevard Avila Camacho No. 80
2o. Piso
Naucalpan de Juárez
Edo. de México |
| 20. ING. ERNESTO SANCHEZ RUIZ
Norte 81 No. 67
Col. Claverfa
México 16, D. F. | BANCO DE MEXICO, S. A. INFRATUR
Isabel La Católica No. 24 4o. Pisc
México, D. F. |
| 21. ING. ILDEFONSO VAZQUEZ MORTON
Atlixco No. 76
México 11, D. F. | SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Paseo de la Reforma No. 69 10o. P.
México, D. F. |
| ING. JOSE LUIS SOTELO HERRERA
Cerro San Andrés No. 407
Col. Campestre Churubusco
México 21, D. F. | SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Paseo de la Reforma No. 69 10o. P.
México, D. F. |

1

Valores límite de las Formulas

Si n , el número de periodos tiende a ∞

$$i \rightarrow \infty \text{ spcaf} = (1+i)^{\infty} = \infty$$

$$i \rightarrow \infty \text{ sppwf} = \frac{1}{(1+i)^{\infty}} = 0$$

$$i \rightarrow \infty \text{ uscaf} = \frac{(1+i)^{\infty} - 1}{i} = \infty$$

$$i \rightarrow \infty \text{ sfdf} = \frac{i}{(1+i)^{\infty} - 1} = 0$$

$$i \rightarrow \infty \text{ crf} = \frac{i(1+i)^{\infty}}{(1+i)^{\infty} - 1}$$

caemos a una indeterminación,
pero podemos valorarlo con:

$$i \rightarrow \infty \text{ crf} = \lim_{i \rightarrow \infty} \text{sfdf} + i = 0 + i = i$$

$$i \rightarrow \infty \text{ uspwf} = \frac{1}{\lim_{i \rightarrow \infty} \text{crf}} = \frac{1}{i}$$

$$i \rightarrow \infty \text{ asf} = \frac{1}{i}$$

Si la tasa de interés (i) vale 0

$$0-n \text{ spcaf} = 1$$

$$0-n \text{ sppwf} = 1$$

$$0-n \text{ uscaf} = n$$

$$0-n \text{ uspwf} = n$$

$$0-n \text{ sfdf} = \frac{1}{n}$$

$$0-n \text{ crf} = \frac{1}{n}$$

$$0-n \text{ asf} = \frac{n-1}{2}$$

TARIFAS NOMINALES E INTERÉS EFECTIVO

Es costumbre indicar la tasa de interés de una cierta inversión en base anual, aunque los periodos de pago o cobro de los intereses sean menores de un año. Así por ejemplo, si la tasa de interés es de 3% cada 6 meses, se acostumbra hablar de una tasa de 6% anual, solo que al interés calculado de esta manera se le designa como: "tasa nominal de interés" para diferenciarla de la tasa real o efectiva que es algo mayor que el 6%.

Así por ejemplo, el interés efectivo anual de un capital de \$100, invertido a una tasa de 6% calculado semestralmente, se calcula:

Interés en los primeros 6 meses:

$$I = \$100 \times 0.03 = \$3.00$$

Capital total al iniciar el segundo semestre:

$$P + Pi = \$100.00 + \$3.00 = \$103.00$$

Interés sobre el capital anterior al final del segundo semestre:

$$I = \$103.00 \times 0.03 = \$3.09$$

Interés total acumulado durante el año:

$$\$3.00 + 3.09 = \$6.09$$

Tasa real de interés:

$$\frac{6.09}{100} \times 100 = 6.09\%$$

A esta tasa real de interés, con base anual, se le denomina: "tasa de interés efectiva". Hay que hacer hincapié en que la tasa efectiva siempre tiene base anual.

Cuando se de como dato la tasa nominal, para la aplicación de las fórmulas habrá que calcular la tasa real por periodo y trabajar con el número de periodos correspondientes a esa tasa real.

Ejemplo:

Calcular la tasa efectiva de interés de un capital de \$100.00 invertido a una tasa de 6% computada cada 3 meses, durante 10 años.

Tasa real de interés en el trimestre: $\frac{6}{4} = 1.5\%$

Número de periodos en los 10 años: $10 \times 4 = 40$

Cantidad acumulada al término de los 10 años:

$$S = P_{1.5-40} \text{ spcaf} = \$100.00 (1 + 0.015)^{40}$$

$$S = \$100.00 \times 1.8140$$

$$S = \$181.40$$

El capital acumulado al cabo de un año, por cada peso, será:

$$S = \$1.00_{1.5-4} \text{ spcaf} = \$1.0614$$

Importe de los intereses ganados / por año / por cada peso:

$$S - P = \$1.0614 - 1.00 = 0.0614$$

o sea tasa efectiva de interés: 6.14%

Generalizando:

$$\text{Tasa efectiva de interes} = \left[\frac{S - P}{P} \right] = \left[\frac{P \cdot (1 + \frac{r}{M})^{n \cdot M} - P}{P} \right]$$

$$\begin{aligned} \text{Tasa efectiva de interes} &= (1 + \frac{r}{M})^{n \cdot M} - 1 \\ &= (1 + \frac{r}{M})^M - 1 \end{aligned}$$

donde: r = tasa nominal de interes anual

M = número de periodos correspondientes a la tasa real

Para el caso particular de interes continuo, $M \rightarrow \infty$ y la expresión: $(1 + \frac{r}{M})^M$, se convierte en: $e^r - 1$

Ejemplo:

Calcular la tasa efectiva de interes de un capital invertido al 12% anual (nominal) y computado en periodos: anual, semestral, trimestral, mensual, continuo.

Periodo de computación.	Número de periodos	Interes real por periodo	tasa efectiva de interes.
anual	1	$12/1 = 12\%$	$12 \cdot (1 + \frac{r}{M})^M - 1 = 12.0\%$
semestral	2	$12/2 = 6\%$	$6 \cdot (1 + \frac{r}{M})^M - 1 = 12.36\%$
trimestral	4	$12/4 = 3\%$	$3 \cdot (1 + \frac{r}{M})^M - 1 = 12.55\%$
mensual	12	$12/12 = 1\%$	$1 \cdot (1 + \frac{r}{M})^M - 1 = 12.68\%$
continuo	$\rightarrow \infty$	$\rightarrow 0$	$e^{0.12} - 1 = 12.7\%$

Ejemplo:

c) ¿Qué tasa es mayor: 3% computado mensualmente, o 3 1/2% computado semestralmente?

a) 3% (nominal anual) computado mensualmente:

tasa real mensual: $3/12 = 1/4\%$

número de periodos en un año: 12

tasa efectiva de interes: $1/4\% \cdot 12 = 3\%$
 $(1 + \frac{r}{M})^M - 1 = 1.0304 - 1 = 0.0304 = 3.04\%$

b) 3 1/2% (nominal anual) computado semestralmente:

tasa real por semestre: $3.5/2 = 1.75\%$

número de periodos en un año: 2

tasa efectiva de interes: $1.75\% \cdot 2 = 3.5\%$
 $(1 + \frac{r}{M})^M - 1 = 1.0353 - 1 = 0.0353 = 3.53\%$

∴ es mayor una tasa de 3 1/2% computada semestralmente.

C A P I T U L O I I

VIDA ECONOMICA

2.1 Distintas Vidas de un Activo:

Hasta ahora, nos hemos limitado a definir la depreciación como la pérdida del valor de un activo dentro de un cierto período y a los cargos por depreciación como cantidades destinadas a la recuperación, dentro del mismo período, de la inversión inicial realizada en el activo.

Ahora bien, ¿qué importancia tiene el determinar racionalmente la duración de ese período, en función de los factores que afectan el activo produciendo su depreciación? ¿qué efectos tiene para una toma de decisiones el considerar un período erróneo?, pero aún más, ¿cuál es y cómo se determina el período correcto y óptimo desde el punto de vista económico y porqué el no considerar precisamente ese período es erróneo cuando se realiza un estudio económico sobre determinado activo?

Comencemos por indicar que el fijar arbitrariamente el período de depreciación, puede tener como consecuencias el que como resultado de un análisis económico erróneo se rechace una alternativa conveniente y se adopte otra alternativa que sea perjudicial a los intereses económicos de la empresa, o por lo menos, el hecho de que los recursos de la empresa no se apliquen a las alternativas óptimas que se le presentan a la misma. Esto puede suceder cuando el período en que se deba recuperar el capital invertido inicialmente, sea fijado por una persona no familiarizada por ejemplo, con la maquinaria en estudio, con su comportamiento a lo largo de su función operativa o con la manera y grado en que está sujeta y se ve afectada por los factores de deterioro, obsolescencia, etc. en el transcurso de su vida.

A un determinado activo, pueden considerarsele varias "vidas" dependiendo del punto de vista desde el cual se le enfoque, así por ejemplo, llamamos: vida de propiedad al período durante el cual el activo es propiedad de una persona, y que termina cuando es desechado o vendido a otra persona.

Vida Útil o Vida de Servicio: al período durante el cual el activo reporta utilidad o presta servicio útil. En la práctica debería coincidir

con la vida de propiedad, ya que en el momento en que un equipo deja de prestar servicio, debe ser vendido o desechado.

La vida física, es usualmente mayor que cualquiera de los tipos de vida mencionados anteriormente, ya que un activo puede llegar a tener varios propietarios o prestar diferentes puestos pudiendo finalmente permanecer físicamente en buenas condiciones aún cuando ya no reporte ninguna utilidad.

Respecto a esta última observación es conveniente recordar que normalmente, una máquina, desde que es instalada hasta su retiro, se ve desplazada de un servicio de primera importancia a uno de importancia secundaria y de este, a uno de importancia terciaria, como equipo de reserva o para emergencias, etc..., hasta su virtual retiro y liquidación.

Esta llamada "degradación Funcional", tiene lugar cuando a la luz de una comparación económica, el equipo existente en un determinado puesto, es desplazado a otro, funcionalmente menos importante, por otro equipo que compruebe ser más eficiente para desempeñar las funciones de ese primer puesto. A su vez, el equipo desplazado deberá demostrar, mediante un análisis económico, su mayor eficiencia y utilidad sobre el existente en el puesto secundario, por lo que desplazará este a un puesto terciario y ocupará su lugar.

En cada uno de estos puestos, cada máquina tendrá una vida económica o período óptimo económico de permanencia en ese puesto y desde este punto de vista la vida útil de un equipo, estará constituida por una serie de vidas económicas a las que se acostumbra denominar como vida de servicio primario, vida de servicio secundarios, etc..., correspondientes a los sucesivos puestos que ocupe el equipo durante su vida útil.

Llamamos vida contable, al período considerado por el sistema de contabilidad de una empresa, para cada uno de sus activos, y durante el cual deberá ser depreciado en los libros de contabilidad. Normalmente esta regido por la vida fiscal o período fijado para cada tipo de activos, en la legislación vigente en materia de depreciación, y durante el cual pueden deducirse los cargos por depreciación, de la utilidad. Desgraciadamente la vida fiscal muchas veces no coincide con la vida útil, ni con la vida económica y en ocasiones ni con la vida física, lo que

origina una serie de trastornos, incongruencias y duplicidades contables que analizaremos más adelante. Este es el caso, por ejemplo, de muchas de las vidas fiscales determinadas por nuestra actual legislación, para ciertos tipos de activos, claro ejemplo de los cuales lo constituyen los equipos empleados en la industria de la construcción.

Estudiemos a continuación lo que significa la clasificación de vida de un activo, quizás más importante, al menos desde el punto de vista económico: la vida económica.

2.2 Vida Económica:

No pretendemos establecer una definición única y general de vida económica que cubra todos los aspectos y todos los enfoques que este concepto implica, ni que defina la vida económica en función de todos los factores que la originan y determinan, sino que consideramos más conveniente plantear una serie de definiciones cada una de ellas contemplando un determinado aspecto o factor específico y las cuales en conjunto nos presenten una visión más general del concepto de vida económica.

Por un lado, vida económica es el período durante el cual un determinado activo tiene su más bajo costo anual uniforme equivalente, es decir, es el número de años de uso de un activo, que minimiza el costo anual uniforme equivalente que implica el conservarlo en operación. Aclaremos un poco más el significado de esta definición:

En el transcurso del período de operación, los componentes del costo anual total van sufriendo variaciones; así, es claro que mientras más largo sea el período durante el cual se emplee un activo, los cargos anuales por concepto de la amortización de la inversión inicial, irán siendo cada vez menores, ya que deben prorratearse, cada vez entre un mayor número de años. La recuperación o valor de rescate que se pueda obtener por concepto de la liquidación del activo, será menor cada año que transcurra como consecuencia lógica de su menor valor en el mercado. Por otro lado los costos de operación y mantenimiento del activo, normalmente se irán incrementando año tras año, por la gradual y natural pérdida de eficiencia de operación del activo, por su mayor consumo de combustible y lubricantes, la más frecuente necesidad de reparaciones, el incremento en los costos de operación en el renglón de obra de mano, debido a demoras y detenciones cada vez más frecuentes y prolongadas para servicios de reparacio-

nes, mantenimiento, etc...

La suma en cada año de los anteriores componentes de costo: amortización de la inversión inicial, valor de recuperación y operación y mantenimiento, dan lugar al costo total anual, y dado la diferencia en signo de estas aportaciones de costo (ya que unas constituyen ingreso y otras egresos), y su variación con los diversos horizontes económicos contemplados, habrá un período en el que el costo anual total sea el mínimo, y de acuerdo con la definición, el número de años en que se origine lo anterior, - constituirá el período de vida económica del activo.

Este tipo de vida, difiere substancialmente de la vida de propiedad, que es el número de años que el activo es conservado, Lo ideal es que - tanto la vida de propiedad como la vida de servidio, coincidan con la vida económica.

Por otro lado, la vida económica de un determinado activo, terminará cuando surja un nuevo activo que tenga su costo anual uniforme equivalente de operación, menor que el costo anual que implicaría conservar en operación uno o más años el equipo existente. Es decir, vida económica de - un activo, es el período que termina cuando este activo es desplazado por otro, como resultado de un análisis económico, de la comparación de alternativas proyectadas al futuro.

En base a lo anterior, y dado que durante su vida útil, un activo - presta servicios en distintos puestos sucesivos, un activo tiene una serie de vidas económicas, correspondientes a cada puesto y que terminarán cada vez que como resultado de una comparación económica, el activo actualmente en un puesto, se verá desplazado por otro activo a un puesto de menor importancia, es decir, será degradado funcionalmente a un nuevo puesto, en donde iniciará un nuevo período de vida económica.

Esto es lo que ha provocado que se diga que un activo tiene tantas - vidas como un gato.

Vemos de lo anterior, que la terminación de la vida económica de un activo puede representar el reemplazo del mismo y su degradación funcional y no necesariamente su liquidación o desecho.

Todas las consideraciones anteriores, nos llevan a la conclusión de que para la determinación de la vida económica de un activo, habrá que contemplar un muy diverso conjunto de aspectos, los cuales será necesario analizar en su comportamiento a medida que aumentan los años considerados de servicio del activo, así como la influencia que tenga cada uno de ellos en el costo anual. Entre estos aspectos de costo, podemos enumerar:

- 1).- los costos de operación, entre los que se incluyen obra de mano, consumos de materia prima librioantes combustibles, etc...
- 2).- los costos de conservación y mantenimiento
- 3).- el costo correspondiendo a la cmortización de la inversión inicial.
- 4).- el valor de recuperación.
- 5).- el decremento de la calidad y de la cantidad de la producción del activo
- 6).- la comparación de costos respecto a nuevos activos con producción similar.
- 7).- probabilidades de obsolescencia tanto del activo en estudio, causada por la aparición en el mercado de un activo más eficiente, como del producto en sí, el cual puede dejar de tener demanda y por tanto valor en el mercado.

Los anteriores renglones no son sino la expresión de los fenómenor que ya hemos agrupado como depreciación normal con sus dos aspectos principales: la depreciación física y la depreciación funcional, ya que si analizamos detenidamente los aspectos anteriormente enumerados, tienen como causa: el deterioro, el desgaste, la obsolescencia y la inadecuabilidad.

Se desprende de todo lo anterior, que la determinación del período de vida económica de un activo, es un problema muy complejo debido al gran número de variables por considerar en cada caso y para cada activo, y no obstante existir manuales que distan el período de vida económica de diversos activos, estas no son sino meras recomendaciones y "guías de carácter general que se refieren a condiciones promedio de operación del equipo y susceptibles, pues, de modificación para adaptarse a la experiencia real del que los usa o a condiciones particulares de localización de la obra, de número de meses en los que se puede trabajar durante el año,

del tipo de trabajo, de calidad de operadores y de facilidades de mantenimiento, entre otras", como textualmente indica inicialmente el Catálogo de Cargos Fijos de la Maquinaria de la Construcción, editado por la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, por citar un ejemplo.

En este tipo de manuales, como es el caso del manual Contractor's - Equipment Ownership Expense, (el llamado "Libro Amarillo") de la Associated General Contractors of América (A.G.C.), y en particular, en el citado manual de la C.N.I.C., el cargo anual se expresa como la suma de los - cargos por Depreciación, por Reparaciones Mayores y por Intereses, Impuestos, Almacenamiento y Seguros, expresados a cada uno de ellos, en porcentajes de la "inversión original", entendida esta, como el costo de adquisición de la maquinaria, más el costo del flete desde su ubicación original hasta su destino, más los costos de descarga, montaje o armado en su caso, y en general todos aquellos gastos necesarios para tenerla por primera vez en condiciones de empezar a trabajar, a los que se podrían añadir las correspondientes a la "puesta en marcha", primeros ajustes, pruebas iniciales de funcionamiento, etc...

En el mismo manual de la C.N.I.C. y con respecto al cargo por depreciación, se indica que los períodos adoptados para calcular los coeficientes que se muestran en el catálogo, están condicionados por una parte, - por la velocidad con que resulta necesario recuperar la inversión inicial y por otro, la vida económica de las máquinas.

Como consecuencia de lo anterior, se hace evidente la necesidad de - contar con una conciencia clara del concepto de la depreciación en sí y - de los factores que la originan, así como un conocimiento amplio de las - técnicas para su tratamiento y de los modelos que tratan de representar - su comportamiento, que permitan en un momento dado, al propietario de activos depreciables, aprovechar al máximo la ayuda que le brindan las guías y recomendaciones generales como son las de un manual, pero tenga el criterio para adaptarlas y modificarlas de acuerdo a las condiciones particulares de su caso a fin de que, ubicado en la realidad dentro del terreno de los costos, el propietario pueda optimizar sus inversiones mediante un manejo y tratamiento económicamente adecuado de sus activos.

CAPITULO 1: Depreciación

1.1.- El Concepto de Depreciación

Uno de los fenómenos con que hay que enfrentarse en todo negocio y en todo análisis de tipo económico, es el hecho de que el valor de toda propiedad de todo bien físico decrece a medida que transcurre el tiempo.

A este decremento del valor con el tiempo se le conoce como depreciación; y aunque constituye un fenómeno innegable y fácil de detectar, su cuantificación y la determinación de su forma y ritmo de generación plantea serios problemas. De hecho, el monto de la depreciación en un momento dado, no podría calcularse con toda exactitud, a menos que se conociese la fecha en que el activo vaya a ser retirado y deje de prestar servicio. Por lo anterior y dado que la depreciación es un costo y debe predecirse para efectos de un estudio económico, es evidente que el analista se enfrentará a delicados problemas para su consideración.

Es decir, mientras que en el campo de la teoría, el concepto de "depreciación" es completamente plausible, su aplicación en la práctica presenta entre otros, problemas como los siguientes:

¿Cuáles son las causas y factores que hacen que el valor de un activo decrezca?

¿Qué tan larga es la vida útil de un activo? ¿Cuál es su vida económica? ¿Qué valor de recuperación tendrá al final de su vida útil? ¿Cuál es el modelo de decrecimiento de su valor? ¿Cuál de los métodos o modelos de depreciación conviene aplicar por representar más fielmente el comportamiento real de un activo durante su vida útil?

En general, no es posible obtener respuestas a priori exactas de las incógnitas anteriores y solo serán reveladas por el tiempo. Solo después de que un activo ha terminado su vida útil y perdido su valor, conocemos como, porque, y cuando secedió, pero estas respuestas llegan

demasiado tarde para tener otra utilidad excepto la de valor estadístico en cuanto aportar datos para predicciones futuras de equipos similares. Es por esto que el analista de estos aspectos tendrá que hechar mano de una amplia experiencia, guías y registros estadísticos, pero principalmente de un conocimiento y comprensión profunda de los principios y prácticas de la depreciación.

Uno de los objetivos que se persiguen al calcular la "depreciación es determinar el cargo anual que se aplique a los costos de producción por efecto del consumo parcial que se hace en dicho período, - del servicio útil total que es capaz de prestar un activo durante toda su vida útil, así como de determinar en un momento dado el servicio remanente que aún podrá prestar dicho activo.

1.2.- Consideraciones Sobre el Valor

Ya que la depreciación se define como la pérdida progresiva de valor que sufre un cierto bien con el tiempo, es conveniente detenernos a hacer ciertas consideraciones sobre los diversos significados del concepto "valor". Hacemos una aclaración en el sentido de que estas consideraciones las orientamos principalmente hacia aquellos bienes, equipos, máquinas, construcciones y propiedades en general, que constituyen un activo fijo depreciable según el término contable comúnmente aceptado.

Probablemente la mejor definición de valor de un activo, dentro de este campo, es aquella que lo describe como el valor presente de todos los futuros beneficios que originará la posición de ese determinado activo. Sin embargo, no obstante ser una definición muy clara, su aplicación en la práctica presenta serias dificultades, ya que difícilmente pueden determinarse y valuarse por adelantado, los beneficios que proporcionará una cierta propiedad durante todo el período futuro que consideramos durará su tenencia.

El decrecimiento del valor de una propiedad desde la edad cero hasta cualquier edad de servicio es consecuencia de una reducción del valor presente de sus servicios futuros probables. Las propiedades físicas decrecen en valor con la edad y el uso, ya que también hay un decre

cimiento en la cantidad y la calidad de los servicios futuros que pueden prestar antes de ser retirados del servicio.

La medida básica para estimar este decrecimiento de valor en cualquier edad del activo, no es la cantidad de servicio que la unidad ha rendido, no obstante haber sido durante este período de prestación de servicios cuando el valor ha disminuido, sino por el contrario, la medida básica es el decrecimiento del valor presente de los servicios remanentes aún en la unidad, el monto de los cuales es la diferencia entre el valor de ellos estando la unidad nueva y el valor presente de los servicios aún potenciales en ese momento dado, descontando el valor de recuperación.

La causa principal de la pérdida gradual del valor de un equipo es el decrecimiento en el número de futuras recuperaciones anuales dado que va disminuyendo la esperanza de vida del equipo y el decrecimiento del valor de dichas recuperaciones anuales motivado esto por la pérdida paulatina de eficiencia de la unidad, disminución en la capacidad de producción, incremento en el costo de mantenimiento, incremento en el costo de operación, servicio intermitente del equipo y operación a una capacidad menor que la normal.

Por lo anterior, para determinar el valor de un activo deberemos atender a otros indicadores como los que a continuación se analizan.

El índice más comunmente empleado es el valor de mercado, entendiéndose este como aquel precio que pagará un comprador y aceptará el vendedor de una determinada propiedad en una situación de igual ventaja para ambas partes y en la que no exista presión alguna sobre el que compra ni el que vende. El comprador voluntariamente paga ese precio de mercado porque considera que representa el valor presente de los beneficios que le reportará la propiedad de ese bien, pero incluyendo además una cierta tasa de interés o de utilidad.

Una parte desinteresada pudiera también determinar un precio que fuese justo y equitativo para ambas partes, estableciéndose entonces otro índice que se conoce como valor justo o valor equitativo.

En la mayor parte de los casos que se refieren a la depreciación, el criterio que se emplea es el del valor de mercado. Para artículos nuevos es el costo en el mercado, su costo de adquisición el que puede considerarse como valor original para efectos de análisis económico.

Después del valor de mercado, probablemente el más importante es el valor de uso, que es el valor una propiedad representada para su propietario como unidad en operación. Una cierta maquinaria puede valer más para la persona que la posee y la tiene en operación que para otra persona, ya que si ésta quisiese adquirir esa maquinaria tendría que considerar el costo adicional que para él representa el desmontar, trasladar y volver a instalar la maquinaria.

El concepto de valor expresado por el valor de uso es muy cercano en su significado al de la definición primera, y por las mismas razones que ésta es difícil de aplicar, es igualmente difícil en la práctica determinar el valor de uso.

El valor en libros es el valor de una propiedad, tal como aparece asentado en los libros de contabilidad en un momento dado. Indica normalmente el monto original del activo menos el importe de los cargos - que se han hecho como gastos por depreciación. En sí, representa el monto del capital que aún permanece invertido en el activo y que será recuperado en el futuro mediante el proceso contable de depreciación. El valor en libros puede, en un momento dado, no guardar relación con el valor ^{de mercado} ~~en libros~~ de un activo. Los problemas que esto último origina y en general el aspecto contable de la depreciación será tratado ampliamente en capítulo posterior.

Por valor de rescate, o valor de reventa de una propiedad de tipo industrial, se entiende la cantidad neta que recibe el propietario por su venta como artículo de segunda mano, o bien el valor de la propiedad en el momento que es desplazada de la función que actualmente ocupaba a otra posición secundaria con funciones y propósitos diferentes. El indicar que es la cantidad neta quiere decir que al precio de venta, habrá que descontar los gastos de desmontaje, traslado y en general - todos aquellos gastos que la misma venta origine.

El considerar valor de rescate a una propiedad, implica el que esta tiene utilidad posterior. El precio de reventa estará influido por varios factores como pueden ser: importe de lo que costaría reproducir la propiedad, nivel de precios del mercado en el momento de la venta, localización de la propiedad (especialmente en el caso en que se requiera moverla para su posterior utilización), condición Física (una propiedad que ha tenido buen mantenimiento, tendrá mayor precio de reventa que otra propiedad totalmente similar que requiera serias reparaciones para ser usada), demanda en el mercado para dicha propiedad o su producto, substitutos existentes en el mercado, etc... Es indudable que en determinadas circunstancias el valor de rescate de una propiedad pudiera considerarse nulo o aún negativo.

Valor de desecho es el valor neto resultante de la venta de una propiedad industrial como materia prima, como chatarra. También se le conoce como valor de chatarra. La venta se hace bajo estas condiciones por considerarse nula ya la utilidad funcional del artículo. Ahora bien, como el precio de la chatarra en el mercado es sumamente variable, la práctica recomienda un criterio muy conservador en cuanto a la estimación que se haga sobre la recuperación que como chatarra se pueda esperar de un cierto artículo en el futuro. Es común, que para efectos de un análisis económico se considere que el valor de desecho es cero.

1.3.- Finalidad y Necesidades de Considerar la ^{De} Preciación

Una vez establecido el hecho innegable de la pérdida de valor que sufre una propiedad con el tiempo (al menos en aquellas que constituyen un activo depreciable), habrá que analizar los efectos y reconocer la necesidad de considerar en todo momento éste fenómeno al que hemos denominado "depreciación".

La necesidad de considerar la depreciación se debe entre otras, principalmente a tres razones:

- 1º.- Prever la recuperación del capital que ha sido invertido en una propiedad física.

2º.- Permitir que los costos por depreciación sean cargados y formen parte de los costos de producción de los bienes o servicios que se originan mediante el uso de esa propiedad física.

3º.- Considerar los costos de depreciación dentro de los gastos de operación para efectos de pago de impuestos.

Para ilustrar aún en forma muy simple los dos primeros puntos, supongamos un inversionista que compra una máquina para producir un cierto artículo. El precio al que adquiere la máquina es de \$ 30,000.00. El costo por concepto de obra de mano, materiales, energía, etc..., de cada artículo es de \$ 30.00 y por las condiciones de oferta y demanda en el mercado, puede fijar el precio de venta en \$ 50.00 por unidad. Produce con esa máquina 3,000 unidades al año, con lo cual tiene un ingreso bruto de - - - \$ 150,000.00 anuales, de los cuales, él considera que \$ 90,000.00 son para cubrir todos los gastos y el remanente, \$ 60,000.00 constituyen su utilidad por lo que dispone de ellos para gastos diversos.

Supongamos que esta situación se prolonga por 4 años hasta que llega un momento en que se dá cuenta que para continuar su negocio necesita reponer la máquina por otra nueva. Sin embargo, un análisis de la situación - revela que por no haber considerado una provisión para la recuperación del capital invertido, la máquina que originalmente le costó \$ 30,000.00 ha de crecido en valor, al grado de que actualmente éste prácticamente es el de desecho como chatarra y que el resultado final es que se encuentra sin máquina y lo que es peor, sin dinero para sustituirla por una nueva.

Es claro que el error lo cometió al no haber reconocido que la máquina tendría que sufrir una depreciación, y haber hecho una previsión para recuperar el capital invertido, mediante un cargo adicional integrado al costo total de producción, por concepto de depreciación.

La depreciación constituye un costo del mismo modo que los constituyen los conceptos de materiales consumidos, obra de mano, etc..., solo que difiriendo de estos en que es un costo siempre cubierto por adelantado y dado que el capital debe permanecer constante, la recuperación del capital inicial debe realizarse mediante la inclusión del cargo por concepto de depreciación, en el precio de cada uno de los artículos, de una cantidad -

igual a la parte proporcional que les corresponda de la inversión inicial. Así por ejemplo, si en el caso anterior, la producción total de la máquina durante su vida útil se hubiera de antemano estimado en:

$$3,000 \text{ unidades/anales} \times 4 \text{ años} = 12,000 \text{ unidades.}$$

el cargo por depreciación correspondiente a cada artículo debió haber sido de:

$$\$ 30,000.00 / 12,000 \text{ unidades} = \$ 2.50 / \text{unidades.}$$

cantidad que el inversionista podía haber reflejado en el precio de venta, incrementándolo o deducirlo de lo que él consideraba su utilidad neta, en el caso de que dicho precio de venta no pudiese aumentarse dadas las condiciones de mercado.

Conocido así el costo real total de producción de un artículo se puede fijar el precio de venta, conocer el monto neto real de la utilidad y garantizar además mediante el reconocimiento de la depreciación y del costo que origina, la recuperación del capital invertido en la máquina y en consecuencia, el mantener constante el capital de una empresa.

Ahora bien, hacemos notar que a pesar de que la inversión en el activo es cubierta de antemano, el costo periódico o por unidad producida, por concepto de depreciación no puede conocerse exactamente hasta que el activo ya ha agotado su período económico de utilización y ha sido desplazado, revendido o rematado como chatarra, ya que solo hasta este momento se conoce el valor total neto de la inversión, la forma y el período en que en la realidad debe prorratearse el cargo total por depreciación y por tanto, el ritmo real de decrecimiento de valor que sufrió el activo durante su vida útil.

No obstante, al ser obvio que un factor determinante, al realizar un estudio inicial de comparación entre deversas alternativas, es el conocimiento de los costos por depreciación y su forma de distribución y dado que conocer previamente estos datos con exactitud resulta prácticamente imposible por las razones antes citadas, es claro que estos elementos deberán estimarse y suponerse como ciertos para efectos del análisis, lo cual sin embargo, no dista mucho de lo que se hace de hecho con los demás factores de costo como es el caso del costo y rendimiento de materiales, obra de mano, etc... en los que debe hacerse -

una serie de suposiciones iniciales al no tener, en la mayoría de los casos, certeza respecto a su comportamiento futuro.

Sin embargo, debemos reconocer una diferencia muy significativa entre los demás costos y el correspondiente a la depreciación y que consiste en que los factores de costo: materiales, obra de mano, etc. no han sido pagados de antemano, sino que su erogación normalmente es paulatina pudiendo controlarse su gasto sobre la marcha de acuerdo con la variación de las condiciones en tanto que el decrecimiento del valor de un equipo con el tiempo, es inexorable, y así por ejemplo, si se alteran las condiciones de mercado y la demanda sobre el artículo producido disminuye, se podrá restringir la cantidad empleada de material y del personal laboral con lo que se reducirán los gastos, no así con los cargos por depreciación, que independientemente de dichas variaciones de la demanda seguirán aplicándose igual que antes.

El ejemplo del inversionista ilustrado en este inciso, en forma muy simple, es lo que en el fondo sucede, desgraciadamente con mucha frecuencia en nuestro medio, en el que la pérdida progresiva del capital de las empresas causada por la no ubicación correcta y adecuada de los factores de costo de producción, los conduce al fenómeno de la "descapitalización". Estose origina evidentemente en el desconocimiento del concepto de la depreciación y de su manejo y tratamiento financiero, contable y fiscal.

Respecto a la tercera razón indicada al inicio de este inciso relativo a la necesidad de considerar la depreciación para efectos de impuestos, solo recordaremos aquí que el gasto por depreciación es reconocido como deducible de ingresos para fines del pago de impuestos y como estos son calculados en función de la utilidad, la forma en que los cargos por depreciación se distribuyan durante la vida de un activo, tiene marcado efecto en el pago de impuestos.

Hay dos aspectos que son los que principalmente establecen el modelo según el cual se calculan las deducciones por concepto de depreciación: 1° la duración del período que se estime como vida útil del activo y 2° la proporción mediante la cual se prorrateen los cargos por depreciación año tras año durante la vida útil considerada del equipo.

El aspecto fiscal de la depreciación será abordado posteriormente en el capítulo correspondiente.

1.4.- Causas y Clasificación de la Depreciación.

Otro problema que se presenta al considerar la depreciación, es el hecho de que el decrecimiento de valor tiene su origen en varias causas que son muy difíciles de predecir con anticipación, y dado que la depreciación se mide por la pérdida de valor y el valor es determinado por los beneficios futuros, todos los factores que afectan los beneficios futuros también deben afectar a la depreciación, por lo que al estimar la depreciación se deben considerar factores como la duración de la vida útil de una propiedad, gastos futuros por operación, mantenimiento, impuestos, futuros cambios tecnológicos, etc. muchos de los cuales al igual que las condiciones futuras no pueden determinarse exactamente, lo que origina una situación muy compleja. No obstante, es necesario que la depreciación sea estimada lo más cercana posible a la realidad.

Las causas o tipos de depreciación pueden clasificarse en términos generales en:

- 1° Depreciación normal:
 - depreciación física.
 - depreciación funcional
- 2° Depreciación extraordinaria
 - accidentes
 - depreciación originada por una elevación en el nivel de precios.
- 3° Agotamiento.

Depreciación física.

El desgaste y el deterioro que sufre un activo durante su operación rutinaria, van disminuyendo gradualmente su capacidad física para desarrollar la función que le es encomendada. Esto va originando que los costos de operación y mantenimiento se incrementen, su capacidad productiva decrezca y en consecuencia, también decrezcan los beneficios que de dicho activo se esperan.

El deterioro es causado por la acción de diversos elementos y -

se manifiesta en forma de corrosión de tuberías, oxidación de partes metálicas, putrefacción de secciones de madera, descomposición química, acción bacteriana, etc... El desgaste y el deterioro se originan durante la operación de una maquinaria al estar sujeta esta a impacto, abrasión, vibración, etc...

La depreciación física es fundamentalmente función del tiempo y del uso que se da a una maquinaria. Será afectada grandemente por la política de conservación y mantenimiento que se siga. Hay quien sostiene que es posible conservar una propiedad de manera que se conserve "tan bien como nueva"; sin embargo, es de dudarse que cualquier objeto sujeto a depreciación pueda estar siempre "como nuevo" independientemente del mantenimiento al que se le sujete. Ahora bien, una propiedad puede ser mejorada de tal manera que valga más que cuando estaba nueva pero entonces ya no es la misma que originalmente. Muchas veces se confunde mejoramiento con mantenimiento. Igualmente, también se considera en ocasiones que una propiedad que se ha mantenido en condiciones de alta eficiencia y buena condición física, no puede haber sufrido mucha depreciación. Esta idea conduce, cuando se realizan valuaciones de activos, a apreciaciones de 90% o mayores en el "porcentaje de condición" de una propiedad (porcentaje de desgaste y deterioro observables en un activo, en relación a su estado cuando nuevo), por la simple apariencia e inspección ocular. Sin embargo, la sola apariencia física no es un índice muy realista en ocasiones, del servicio que aún pueda prestar una propiedad o del servicio que ha rendido a la fecha.

Depreciación funcional

Se podría definir como el decrecimiento del valor originado por la disminución en la demanda de la función para la cual un activo fue diseñado. Es mucho más difícil de calcular que la depreciación física. Esta disminución de la demanda, puede provenir de muchas causas: el que una máquina más eficiente sea fabricada, cambios de estilo, saturación del mercado, etc...

La depreciación causada por el cambio en las necesidades de servicio de un activo, pueden ser el resultado de:

1.- Obsolescencia, motivada por ejemplo, por la aparición en el -

mercado de una máquina superior, más eficiente que convierta en antieconómica la alternativa de seguir operando la máquina actual. Un activo se convierte en obsoleto también, cuando ya no se necesita.

- 2.- Inadecuancia o incapacidad de satisfacer económicamente un nivel de demanda no previsto inicialmente al adquirir el activo. Puede suceder que este nuevo nivel de demanda de servicio a que se ve sujeto un activo resulte muy por arriba o muy por abajo de la capacidad del mismo, e igualmente se convertirá en inadecuada una máquina cuando resulte demasiado pequeña para el nuevo volumen de producción requerido, como cuando sea demasiado grande y resulte muy costoso y antieconómico operarla a ese nivel solicitado de producción.

No obstante la depreciación física puede ser razonablemente prevista y estimada, no suele suceder lo mismo con la depreciación funcional que resulta ser más imprevisible ya que es causada por eventos que aún no ocurren; y sin embargo, en muchos sectores industriales y empresas, la mayor aportación a la depreciación total, se debe a factores de depreciación funcional y entonces, aunque sea muy difícil de determinar, no puede ser ignorada.

Por lo anterior, y considerando además los rápidos avances actuales en el campo de la tecnología y el acelerado ritmo de mejoras y cambios que caracteriza a la industria moderna, podemos asegurar que la depreciación funcional, es un fenómeno real y de creciente importancia y que los aspectos de obsolescencia e inadecuancia, constituyen importantes factores de la economía.

La moderna actitud y disposición a la renovación y reemplazo de los equipos y máquinas en el instante en que resulta económico y benéfico y no hasta el momento en que hay que retirlos por estar prácticamente inservibles, constituye un muy importante factor de desarrollo, no solo a nivel de empresa, sino de economía nacional.

CURSO: ANALISIS ECONOMICO DE DECISIONES

CENTRO DE EDUCACION CONTINUA

FACULTAD DE INGENIERIA

Serie # 1 de Ejercicios

Mayo-Junio/72

Ing. Jorge Terrazas y de A.

- 1.- Una cantidad de \$ 1,000.00 deberá ser recuperada durante 5 años mediante pagos al final de cada uno de ellos de \$ 230.97. Muestre en una tabla, el proceso de recuperación del capital, indicando, de cada pago cuanto se aplica a intereses y cuanto a recuperación del capital principal.
- 2.- Calcule el interes efectivo (ypor tanto anual) de: a) 1% mensual b) 2% mensual c) 6% bimestral.
- 3.- Con una tasa efectiva de 10% anual, grafique la curva de: Pesos contra años, desde 0 a 30 años (de 5 en 5) para los siguientes conceptos:
 - a) El interes compuesto de un depósito de \$ 100.00 hecho en el año 0
 - b) El costo anual de recuperación del capital de un préstamo de \$ 1,000.00
 - c) El interes compuesto de pagos de \$ 100.00 efectuados anualmente.
- 4.- Calcule cuantos años se requieren para que una cierta cantidad se duplique, triplique, cuadruple y quintuple para intereses de 4%, 10%, 20% y grafique la relación S/P contra años.
- 5.- Un inversionista quiere que su patrimonio valga \$ 50,000.00 al término de 8 años. Para lograr esto, considera poder ahorrar e invertir \$ 500.00 anuales, al final de cada año, durante esos 8 años. A qué interés debe invertir esos ahorros?
- 6.- Si un inversionista comprase acciones por \$ 75.00 con la esperanza de recibir \$ 1.75 como dividendos trimestralmente por un periodo ilimitado, ¿Cuál sería el interés efectivo de su inversión?
- 7.- Una compañía puede pagar una máquina de \$ 20,000.00 mediante 6 pagos al final de cada 6 meses. La financiera a quien se hagan los pagos desea ganar un 8% computados trimestralmente ¿Cuál deberá ser el monto de estos pagos?
- 8.- Una máquina es rentada en \$ 3,000.00 al año por 10 años mínimo. Los pagos se hacen al final de cada año. Después de 4 pagos, el dueño pregunta al arrendatario sobre una proposición de pago global en lugar de los pagos que faltan periódicos. ¿Cuál sería esta cantidad si el interés es de 15%?

- 9.- Una empresa debe \$ 3,000.00 aun Banco, que puede pagar en una de las 3 formas siguientes: a) \$ 3,000.00 ahora b) \$ 5,373.00 dentro de 10 años c) \$ 407.61 anuales durante 10 años ¿Cuál es su mejor alternativa si su tasa mínima interna de recuperación es - de a) 10% b) 15% c) 8%.
- 10.- Una empresa invierte \$ 2,000.00 en una máquina que le ahorrará - \$ 800.00 por año en gastos de materiales. La vida de la máquina es de 6 años y su tasa mínima de recuperación es del 12%. ¿Cuánto del ahorro anual debe invertir cada año durante 6 años al 12% para acumular una suma igual al monto que hubiera obtenido si hubiera invertido los \$ 2,000.00 a la tasa mínima de recuperación?
- 11.- Una Compañía puede rentar una máquina nueva por \$ 23,852.00 pagables al final de cada año por 10 años; o puede comprar la máquina en \$ 100,000.00. La vida económica del equipo es de 10 años y el valor de recuperación final es de 0. Si la tasa mínima de recuperación es del 20% ¿es indiferente el que la Cía. siga cualquiera de las 2 alternativas?.
- 12.- Una empresa contempla 2 alternativas: La alternativa A cuesta --- \$ 6,000.00 y tiene una vida económica de 8 años. La alternativa B cuesta \$ 4,000.00 y tiene un gasto anual de operación de ----- \$ 375.00 mayor que A. También tiene vida económica de 8 años. - Por equivalencia, determine la mejor alternativa si la tasa mínima de recuperación es de: a) 20% b) 10% c) 5%.

COMPARACION DE ALTERNATIVAS

I. METODO DEL COSTO ANUAL O BENEFICIO ANUAL

Este método consiste fundamentalmente en traducir el flujo de efectivo de una alternativa, en una serie uniforme anual equivalente.

Dentro de este método veremos dos procedimientos:

- Recuperación del Capital a una tasa de interés
- Fondo de amortización.

Adoptaremos la siguiente nomenclatura:

P: monto de la inversión inicial total; costo inicial total del equipo; costo ya instalado.

L: Valor de recuperación del activo, al final de la vida económica.

n: vida económica del activo, expresada en años. (considerando una tasa de recuperación i anual)

I: Serie de ingresos (al final de cada año)

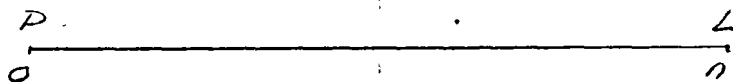
D: Serie de egresos (al final de cada año)

CA: Costo anual

BA: Beneficio anual.

El "costo o beneficio anual" es simplemente un modelo de costo o beneficio a una tasa mínima de recuperación. La alternativa con el costo anual más bajo o con el beneficio anual más alto, será la que deba seleccionarse.

a) Método de Recuperación del Capital



$$R = P \cdot i^{-n} \text{crf} - L \cdot i^{-n} \text{sfd}f$$

pero: $i^{-n} \text{sfd}f = i^{-n} \text{crf} - i$

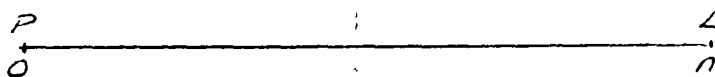
substituyendo:

$$R = P \cdot i^{-n} \text{crf} - L \cdot (i^{-n} \text{crf} - i)$$

$$R = (P-L) \cdot i^{-n} \text{crf} + Li$$

Representa: la recuperación del capital más intereses, de una fracción $(P-L)$, más los intereses de la porción faltante L , que será recuperada al final.

b) Método del fondo de amortización



$$R = P \cdot i^{-n} \text{crf} - L \cdot i^{-n} \text{sfd}f$$

pero: $i^{-n} \text{crf} = i^{-n} \text{sfd}f + i$

substituyendo:

$$R = P \cdot i^{-n} \text{sfd}f + Pi - L \cdot i^{-n} \text{sfd}f$$

$$R = (P-L) \cdot i^{-n} \text{sfd}f + Pi$$

Observamos que el primer término es el importe anual del fondo de amortización que reintegrará la porción $(P-L)$ del capital, sin incluir los intereses. (La fracción L se recuperará al final con la recuperación o liquidación del activo), y al segundo término: Pi , es el interés anual de la inversión total.

Ejemplo:

El costo de un equipo ya instalado y funcionando es de \$35,000. con un valor estimado de recuperación, de \$5,000. al final de los 10 años de su vida útil. La tasa de recuperación considerado es de un 8% anual. Analice el costo de anual de la inversión por los dos procedimientos propuestos

La situación planteada queda representada: $P=35,000$ $L=5,000$
 $0 \quad i=8\% \quad 10$

a) Método de recuperación del capital con una tasa i .

$$R = (35,000 - 5,000)_{8-10} \text{ crf} + 5,000 (0.08)$$

$$R = 30,000 \cdot 0.14903 + 400.00$$

$$R = 4,470.90 + 400.00 = \$4,870.90$$

b) Método del fondo de amortización.

$$R = (35,000 - 5,000)_{8-10} \text{ sfd} + 35,000 (0.08)$$

$$R = 30,000 \cdot 0.06903 + 2,800$$

$$R = 2,070.90 + 2,800 = \$4,870.90$$

Logicamente, en ambos casos el resultado es el mismo, ya que las dos fórmulas provienen de la misma expresión, sin embargo, en cada caso se muestra un distinto concepto en el manejo de los elementos integrantes del costo de la inversión.

En el primer caso, el comprador abona anualmente: una cantidad, \$4,470.90, para pagar la deuda entera menos lo que se espera recuperar al final, incluyendo intereses; y otra cantidad, \$400 para cubrir los intereses de la parte de la deuda, que se espera recobrar.

En el segundo caso, el comprador paga una cantidad \$2,070.90 para ir cubriendo anualmente la fracción $(P-L)$, sin intereses, más una segunda cantidad: \$2,800, que cubre los intereses anuales de la deuda completa.

Ejemplo.

Un activo representa una inversión inicial total de \$10,000. Se le suponen 5 años de vida económica y una recuperación final de \$2,000. Se considera una tasa de recuperación de $i=8\%$. La inversión implica una corriente anual de ingresos de \$5,000, y de gastos por \$2,200, durante los 5 años. Se desea determinar si el proyecto de inversión se justifica, teniendo en cuenta que la tasa atractiva mínima de inversión es de un 8%.

Accidentes: Son aquel conjunto de eventos, impredecibles en términos generales, y que originan una rápida o subita pérdida de valor en magnitudes tales que han motivado que en la práctica dichas eventualidades sean cubiertas por seguros, como es el caso de seguros contra incendio, inundación, tormenta, colisión, explosión, etc... La pérdida de valor que originan los accidentes y que puede ser cubierta mediante una póliza de seguro, normalmente no se considera como depreciación debido a su magnitud. Sin embargo, el daño menor causado por accidentes es inevitable y se considera como parte del riesgo del propietario. Los accidentes menores pueden clasificarse como parte del desgaste y deterioro causados por el uso y tratados como depreciación.

Depreciación Debida a Incremento en el nivel de Precios: El cambio en el nivel de precios es un fenómeno económico que constituye una causa de depreciación no muy objetiva y difícil de estimar y que por ser prácticamente imposible de predecir, rara vez se toma en consideración al llevar a cabo un análisis económico.

Si el nivel de precios se eleva durante la vida útil de la propiedad, aún en el caso de que la mayor parte del capital invertido en el activo, haya sido recuperado mediante un proceso adecuado de depreciación el capital recuperado será insuficiente para adquirir un reemplazo idéntico, ya que este, ahora resultará más caro, lo que significa que aunque ha habido una recuperación del capital invertido el capital ha decrecido en valor y en consecuencia ha disminuido su poder adquisitivo.

Por consiguiente ha sido de hecho el capital que representa al activo y no el activo en sí, el que se ha depreciado. Esta es una primera razón por la cual este tipo de depreciación, que constituye de hecho una depreciación monetaria, no se toma en consideración al hacer un análisis económico de dediciones entre alternativas.

Por otro lado, la práctica contable comúnmente aceptada, relaciona la depreciación con el precio original de un activo y no con el de su reemplazo.

Con referencia a lo anterior, existe un argumento frecuentemente engrimado en el sentido de que el importe de los fondos recuperados mediante los cargos por depreciación, no es suficiente para adquirir el

activo que ha de reemplazar al activo original una vez que este ha terminado su vida económica, aún tratándose de un activo idéntico, dado que - normalmente, debido al proceso inflacionario de la economía en general - una máquina idéntica a la actual costará mucho más dentro de un cierto - número de años, de lo que cuesta ahora. A este respecto, y aún sin tomar en consideración la costumbre contable o la legislación vigente en - materia fiscal, en el caso de un análisis comparativo de alternativas de inversión, una alternativa se encontraría en condiciones totalmente des- ventajosas, si al activo en el cual se propone invertir, se le exigiese la recuperación no de la inversión que por sí implica, sino, la inversión que en un futuro va a representar su reemplazo y además redituando una - cierta tasa de recuperación atractiva para el inversionista.

Lo anterior justifica el criterio contable inicialmente planteado - de considerar como base depreciable el monto de la inversión original en el activo y no el de su reemplazo, teniendo que analizarse el sobre cos- to del mismo, en su oportunidad, como una nueva inversión de capital.

Agotamiento: Hasta ahora, el término depreciación se ha aplicado a - los bienes que constituyen un activo fijo depreciable según el término - contable y que son además reemplazables. Cuando el concepto se refiere - al consumo de bienes ireemplazables, que constituyen otro importante gru- po de activos físicos, como es el caso de los recursos naturales, por - ejemplo reservas de gas natural, yacimientos de carbón, petróleo, madera de un bosque, depósitos minerales de todo tipo, depósitos de materiales de construcción como grava, arena, roca de una cantera, etc..., se em- - plea el término "agotamiento" en lugar del de depreciación, para indicar el decrecimiento del valor de la propiedad con el consumo paulatino.

Todos los recursos enumerados anteriormente, no son reemplazables - sino que ⁶van consumiéndose paulatinamente hasta su total agotamiento, sin que en este período estén sujetos normalmente a desgaste o deterioro ff- sico, inadecuabilidad, obsolescencia, por lo menos en el sentido en que estos conceptos se aplican a otro tipo de activos físicos y así por ejem- plo, al ir extrayendo y vendiendo la roca de una cantera, el valor de la propiedad va decreciendo debido casi exclusivamente a que las reservas - van disminuyendo.

Los factores depreciación y agotamiento, se refieren al mismo con-

cepto, solo que el término agotamiento lo aplicamos unicamente para el caso de activos constituidos por recursos naturales no renovables. Como en los casos anteriormente analizados, el gasto anticipado como puede ser - por ejemplo, la inversión inicial para la adquisición de la propiedad, se aplica a los gastos de producción mediante cargos por agotamiento.

Ahora bien, una cantera tiene valor porque el material que de ella - se extrae puede venderse. De la misma manera, una máquina industrial debe su valor al hecho de que el producto que elabora genera un beneficio, por ejemplo, a través de su venta. Sin embargo, resulta más claro el hecho de la pérdida de valor con el tiempo y con el consumo, en el caso de la cantera que en el de la máquina, ya que en el primer caso es evidente que en cada venta de roca se consume una porción de la propiedad disminuyendo en consecuencia su valor, en tanto que en el caso de la máquina, si bien es cierto que junto con la venta de cada artículo producido, no se vende una fracción de la máquina, si es cierto que cada artículo elaborado representa parte de la capacidad económica total de producción de la máquina y en consecuencia esta se disminuye en cada venta. En el primer caso, la disminución de valor se aplica a costos mediante los cargos por agotamiento y en el segundo caso con los cargos por depreciación.

Sin embargo, sí hay diferencia en cuanto al tratamiento que se dá a las recuperaciones obtenidas a través de los cargos por agotamiento o depreciación. En el caso de la depreciación, dado que un equipo normalmente es substituido por otro similar al término de su vida útil, las cantidades recuperadas a través de los cargos por depreciación se aplican a la reinversión en dicho equipo similar y de este modo sostener el principio del mantenimiento del capital constante. En el caso del agotamiento, la propiedad no es renovable, así, una vez extraído el petróleo de un pozo, o cortada la madera de un bosque, no se pueden reemplazar, y en estas condiciones las cantidades recuperadas mediante los cargos por agotamiento - no pueden aplicarse a la restitución del material vendido, pero pueden - constituirse en una reserva destinada a la compra de otra propiedad, otra cantera por ejemplo, una vez agotada la actual y recuperado el monto total de la inversión, o pueden entregarse paulatinamente a los propietarios o accionistas a medida que se hagan las recuperaciones, de tal manera que al agotarse la propiedad, los accionistas son propietarios de un bien ya sin valor, ya agotado, pero por otro lado, les habrá sido reintegrado ya

el monto total de su inversión.

El cargo teórico por agotamiento en un año será:

$$\frac{\text{Costo de la propiedad.}}{\text{num. de unidades en la propiedad.}} \times \text{núm. de unidades consumidas en un año}$$

O puede también evaluarse como un porcentaje del ingreso anual por concepto de ventas.

DEPRECIACION: Definiciones y Significados.— Dentro de la variada literatura existente relativa a la depreciación, de la cual, desgraciadamente muy poca se ha originado en nuestro medio ya que el altísimo porcentaje es de origen extranjero y en ocasiones los criterios planteados no responden o no son aplicables a nuestras necesidades y condiciones, podemos encontrar un buen número de definiciones de la depreciación, muy diversas entre sí por estar elaboradas con distintos criterios y finalidades como pueden ser el criterio de análisis económico, el ingenieril, el contable, el fiscal, o con diversos enfoques como pueden ser el de costos, o el de valor; o definiciones en las que se hace especial hincapié hacia las causas o hacia los efectos de la depreciación.

Sin embargo, todas ellas son válidas y verdaderas atendiendo al motivo específico que haya originado su formulación. Por otro lado, sería impráctico pretender elaborar una definición de depreciación tan amplia que englobara todos los diversos criterios y enfoques.

Y así por ejemplo, desde el punto de vista contable, podemos decir que "el fenómeno de la depreciación, es aquel que se considera a través de un sistema contable que permite distribuir de una manera sistemática y racional, el costo u otro valor base de activos de capital tangibles, deduciendo el valor de recuperación, (de existir este), sobre la vida útil estimada de cada unidad". Lo anterior constituye un proceso de distribución o asignación, no de valuación, que aunque toma en consideración la ocurrencia de los diversos factores que afecten a la depreciación durante un año, no intenta medir o cuantificar los efectos de cada factor en cada año en particular y aclarando por otro lado, que la depreciación anual, es la porción del cargo total que bajo ese determinado sistema contable, se asigna a cada año.

Otra definición nos dice que: "depreciación es la expiración o consumo

en todo o en parte, de la vida de servicio o utilidad de una propiedad, - como resultado de la acción de una o más de las fuerzas conducentes al re tiro de servicio de dicha propiedad". Esta definición tiene el mérito de que define la depreciación, no en términos de costo o de valor, sino en - términos de la característica fundamental de una propiedad: su capacidad para rendir un servicio útil.

Desde otro punto de vista, se define como depreciación: "ala pérdida causada por factores que finalmente originan el retiro de servicio de la propiedad, sin que esto pueda ser evitado por operaciones de mantenimiento. Estos factores incluyen el desgaste deterioro, inadecuabilidad y obsolescencia".

La finalidad de considerar la depreciación es la de permitir al poseedor de un activo, recuperar durante la vida útil de la propiedad, el capital invertido en el.

A pesar de que hemos relacionado la depreciación con la pérdida del valor, en la práctica, su aplicación en contabilidad, estudios de ingeniería económica, estudios fiscales, etc., se expresa en función de costo, no de valor.

La validez o utilidad que en cada caso tenga cada una de las diversas definiciones, radica en el sentido específico que se quiera dar al término depreciación, ya que puede tener los siguientes significados:

- 1º- Como pérdida, decremento o en general, variación del valor de un activo.
- 2º- Como costo, así como su asignación respectiva dentro del cuadro completo de los costos de operación.
- 3º- Como índice de la condición o estado físico de una propiedad.

Al respecto de este tercer significado, hay que reconocer que aunque la depreciación no se define en términos de la condición física de un activo, los valuadores la consideran frecuentemente como índice del valor de una propiedad, lo cual se explica por el hecho de que es obvio que la depreciación del costo o la depreciación del valor de una propiedad, no puede "observarse" en la forma en que puede hacerse con el estado físico de la propiedad, observación que suministra un índice de la depreciación

del costo o del valor actual de una propiedad. Estas observaciones directas se expresan a través de la "depreciación observada" o del "porcentaje de condición", términos empleados por los valuadores.

Sin embargo, debemos concluir que una estimación real de la asignación de costos por depreciación o del valor presente de una propiedad debe basarse en la edad inadecuabilidad, grado de obsolescencia, utilidad futura y otros factores, tanto como en el estado físico. El estado físico solo, no representa la depreciación, ni es la sola "medida" de la depreciación ni en cuanto a costo, ni en cuanto a valor.

DEPRECIACION Y REEMPLAZO: Desde el punto de vista de costo y dado que el principal propósito de contabilizar los costos por depreciación es el permitir recobrar la base depreciable o inversión depreciable de una propiedad mediante cargos a los costos de producción, es obvio que este objetivo no depende ni guarda relación con una cierta política de reemplazos ni con el costo del futuro reemplazo para la propiedad existente, ya que no es la finalidad de la depreciación ir acumulando un fondo para la futura adquisición de un reemplazo.

Por lo tanto, y en cuanto a costo se refiere, la depreciación no se ve afectada por la política de reemplazo, salvo en cuanto a que esta política controla y determina el período probable o promedio de vida de servicio de una propiedad.

Ahora bien, en cuanto a valor se refiere y precisamente para efectos de una valuación la depreciación si está afectada por el costo del reemplazo.

Dado que el valor de un activo lo hemos definido como el valor presente de los beneficios futuros que dicho activo aportará, si se eleva el costo de reemplazar un activo que en el futuro permita continuar las operaciones, la propiedad existente adquirirá mayor valor actual, (excepto en el caso de que su valor actual ya sea solo el de rescate o de desecho). En estas condiciones, una propiedad existente podrá ser valuada estimando el costo de su reemplazo y ajustando por el efecto de depreciación para compensar la diferencia en la utilidad que tenía la propiedad cuando nueva y la que tiene en la fecha de la valuación.

DEPRECIACION Y MANTENIMIENTO: Muchas veces, a través del tratamiento que se da a los conceptos de depreciación y mantenimiento se adivina una confusión respecto a la liga que guarda el efecto de el conjunto de operaciones que constituyen el mantenimiento con la depreciación.

En principio y por definición la depreciación es independiente del mantenimiento, ya que hemos establecido que la depreciación de un activo físico es la pérdida, no restituida por el mantenimiento de la capacidad de servicio, debido a los factores que finalmente causan el retiro de la propiedad, sin embargo, es claro que una buena política de mantenimiento tiene efecto indirecto en la depreciación, en cuanto a que puede prolongar la vida útil de una propiedad; aunque no obstante, de ninguna manera pueda decirse, por completas que sean las operaciones de conservación y mantenimiento, que contrarresten el efecto de los factores que a final de cuentas causan el retiro de una propiedad.

El término "mantenimiento" implica la idea de constancia en las operaciones orientadas a conservar en buenas condiciones de operación una propiedad. Los costos de mantenimiento constituyen por tanto un importante renglón de los costos de operación.

Las llamadas reparaciones menores forman parte del mantenimiento y su costo por tanto, se carga a la operación. Las reparaciones mayores también son directamente cargables a la operación, excepto en el caso de mejoras o adiciones que se consideran como nuevas inversiones.

Los costos de mantenimiento y los de conservación son en realidad diferentes en su esencia y en su tratamiento. Los costos de mantenimiento se van originando y cubriendo durante la operación rutinaria y a medida que se van originando, en tanto que los costos por depreciación emanan de la necesidad de amortizar una inversión ya realizada inicialmente, durante el período de vida útil de la propiedad. Los costos de depreciación representan el costo original del activo, prorrateado y cargado a la operación, independientemente del estado del mantenimiento. Pero entonces, y hasta cierto punto, el costo por depreciación anual (pero no el costo total por depreciación) puede estar controlado por la política de mantenimiento, ya que una propiedad sujeta a mantenimiento regular y adecuado durará un mayor número de años y estará en capacidad de prestar un mayor número de servicios que una propiedad similar sometida a insuficiente mante

nimiento y normalmente la asignación anual de costo por depreciación será menor en el primer caso debido a que prestará servicio útil un mayor número de años.

2.3 SELECCION DEL HORIZONTE ECONOMICO PARA EFECTOS DE COMPARACION ENTRE ALTERNATIVAS

Al inicio de este capitulo se plantearon las siguientes interrogantes: ¿qué importancia tiene el conocer el periodo de vida económica de un activo? ¿qué efectos tiene, desde el punto de vista económico, para una toma de decisiones, el considerar un periodo de analisis diferente al de la vida económica del activo en estudio?

Tratemos de responder a lo anterior, objetivamente, mediante un ejemplo:

Ejemplo

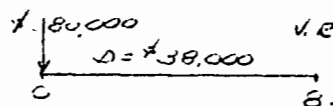
En una planta industrial se labora actualmente mediante un proceso manual de producción de un cierto artículo, con gastos anuales totales de \$61,000. por concepto de operación y mantenimiento (incluyendo obra de mano consumos, herramienta, seguros, reparaciones menores, etc.). Se presenta una alternativa consistente en adquirir una máquina, que para resultados equivalentes de producción, en cuanto a volumen, calidad, etc., implica una inversión inicial de \$80,000, estimándose además gastos anuales de operación y mantenimiento, en \$38,000.

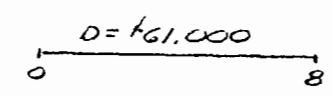
Supongamos, por otro lado, que un analisis de los factores: inversión inicial, valor de recuperación, gastos anuales de operación, tasa requerida de capital, etc., revela que la vida económica de la máquina es de 8 años.

Considerando una tasa interna mínima de recuperación de la empresa de 10% y suponiendo que el valor de recuperación al cabo de 8 años, será nulo, se pregunta: ¿Cuál es la alternativa más económica: se invierte en la máquina o se conserva el proceso manual?

Comparemos las alternativas mediante el criterio del costo anual.

Considerando un horizonte económico de comparación de 8 años, se tiene:

Alt. A (máquina)  $v.r. = 0$ $C.A_A = 80,000 \cdot crf_{10\%, 8} + 38,000 =$
 $= 80,000 \cdot 0.18744 + 38,000 =$
 $= 14,995.20 + 38,000 = \$52,995.20$

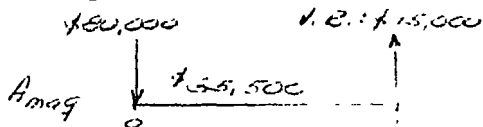
Alt. B (manual)  $C.A_B =$ $= \$61,000.$

dado que: $CA_A < CA_B$
 es conviene comprar la máquina y substituir el proceso manual

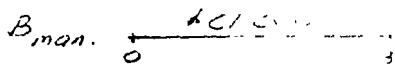
Pero supongamos ahora que la gerencia, arbitrariamente o mediante razones de otra índole que no toman en consideración la vida económica de la máquina, como pudiera ser

el querer recuperar más rápidamente la inversión que se realice en la máquina, fija como periodo de análisis, el de 3 años:

En estas condiciones, habría que hacer ciertas consideraciones como el que costo anual equivalente de la máquina, se reduce, y el considerar un cierto valor de recuperación:



$$CA_{A} = (80,000 - 15,000) \cdot \frac{0.1}{0.1 - 0.1} + 15,000 (0.10) + 35,500 = 65,000 + 0.10 \cdot 11 + 1,500 + 35,500 = \$63,137.15$$



$$CA_{B} = \$23,000$$

dado que $CA_{A} > CA_{B}$

se se elige la alternativa de comprar la máquina y se continúa con el proceso manual.

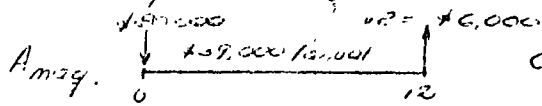
Es decir, al imponer un periodo de comparación de 3 años (que origina un costo anual muy alto para la alternativa de invertir en una máquina, debido al prorrateo de la inversión inicial entre un número tan corto de años), se tomaría la decisión de continuar con el proceso manual y desechar la alternativa de comprar una máquina.

Esto, de hecho estaría originando que la empresa rechace la oportunidad de ahorrar \$23,000 (\$61,000 - \$38,000) anualmente, lo cual podría lograrse mediante una inversión de \$80,000. Esta situación de "dejar de ahorrar" y por tanto, "dejar de ganar" prevalecerá hasta que el proceso manual sea substituido por un proceso mecánico, pero mientras prevalezca el criterio de querer la inversión en 3 años, esta substitución no tendrá lugar hasta que surja en el mercado una máquina tal cuyo costo anual equivalente sea menor que el del proceso manual en un periodo de comparación de 3 años, máquina que es improbable que aparezca en el mercado, por lo menos antes de 8 años, (ya que hemos supuesto como hipótesis que la máquina propuesta tiene vida económica de 8 años, y esto implica que se haya contemplado la posibilidad de obsolescencia), lo cual indica que la situación de continuar con el proceso manual, y por tanto, de pérdida de oportunidad, se prolongará al menos 8 años; y entonces nos preguntamos: ¿Cuánto es lo que pierde la empresa, o por lo menos, lo que deja de ganar, por el hecho de rechazar la alternativa óptima?

Lo primero que se nos ocurre, es que lo que se pierde, es cuando menos, el capital acumulado de una inversión de \$80,000 a una tasa del 10%, (ya que hemos supuesto que esta es la tasa mínima de recuperación de la empresa, y esto significa que las oportunidades de invertir que se le presentaban, son cuantificadas con una recuperación del 10%), y esto durante 8 años, lo cual representa:

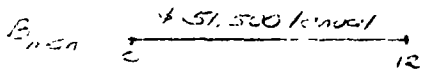
$$\$80,000 \cdot 2.1436 = 20,000 \cdot 2.1436 = \$171,488$$

Esta sería la conclusión, en el caso de contemplarse el período correcto de comparación, correspondiente a la vida económica de la máquina. Pero supongamos que el analista, haciendo caso omiso de la vida económica de la máquina, considera adecuado, un período de comparación de 12 años. En estas condiciones, y haciendo ajustes al costo anual uniforme equivalente y al valor de recuperación, se tiene



$$CA_A = (80,000 - 6,000)_{12 \times 12} \text{cif} + 6,000 (0.10) + 39,000 =$$

$$= 10,860.24 + 600 + 39,000 = \$50,460.24$$



$$CA_B = \dots = \$51,500.00$$

dado que $CA_A < CA_B$

Se se opta por la alternativa de mecanizar el proceso (cuando la realidad es, que si se analizara con el período correcto, que es el que corresponde a la vida económica, habría que desechar esa alternativa)

La inversión en la máquina, en el primer caso, (considerando 8 años), no es satisfactoria económicamente, pues solo reditúa al cabo de 8 años, mediante un ahorro anual de:

$$\$51,500 - 38,000 = \$13,500 \quad \text{tanto como:}$$

$$13,500_{10\% \times 8} \text{uscaf} + 10,000 = 13,500 \times 11.436 + 10,000 = \$164,386.$$

cantidad que es menor, a la que se pudiera obtener invirtiendo los \$80,000 que exige la inversión inicial, a una tasa mínima del 10%:

$$80,000_{10\% \times 8} \text{spcaf} = 80,000 \times 2.1436 = \$171,488.$$

Veámoslo desde otro punto de vista: la inversión de los \$80,000 con un ahorro anual de \$13,500 durante 8 años y con un valor de recuperación de \$10,000 al cabo de ese período, tendría una tasa de recuperación de:

$$(P-L)_{n-8} \text{cif} + L i + D = I$$

$$(80,000 - 10,000)_{n-8} \text{cif} + 10,000 (i) + 38,000 = 51,500$$

$$70,000_{n-8} \text{cif} + 10,000 (i) = 13,500$$

Para calcular la tasa (i) de esta inversión, hagamos un primer tanteo con $x = 0\%$

$$70,000_{0\% \times 8} \text{cif} + 10,000 (0) = 13,500$$

$$70,000 \times \frac{1}{8} + 0 \cong 13,500$$

$$8,750 \cong 13,500$$

$$0 < 4,750$$

haciendo una proporción se tiene:

$$80,000 - 100$$

$$4,750 - x \quad x \cong 5.94\%$$

Hagamos un 2º tanteo con $i = 8\%$

Lo cual representa el rechazo de una utilidad de:

$$\$171,488 - 80,000 = \$91,488$$

acumulada durante los 8 años, ya descontando la inversión original.

Sin embargo, la realidad es, que al comprar la máquina, la inversión de \$80,000 tendría una recuperación, no del 10%, sino de \$23,000 anuales (por ahorro), y el importe acumulado de esta recuperación, al cabo de 8 años, dependerá de la tasa a la cual se invierten los \$23,000 a medida que se fueren generando cada año. Supongamos que esta cantidad anual, se invierte a la tasa mínima de 10%. Esto acumularía:

$$\$23,000 \cdot uscf_{10\%, -8} = 23,000 \times 11.436 = \$263,028.$$

lo que representa una utilidad neta de: $\$263,028 - 80,000 = \$183,028$ después de descontar la inversión inicial; lo cual expresado en otras palabras, quiere decir, que la empresa está rechazando una oportunidad de invertir a una tasa de:

$$80,000 \cdot i^{-8} \cdot crf = 23,000$$

$$i^{-8} \cdot crf = \frac{23,000}{80,000} = 0.2875$$

interpolando en tablas financieras y dado que: $20\% \cdot i^{-8} \cdot crf = 0.26061$

y que $25\% \cdot i^{-8} \cdot crf = 0.30040$

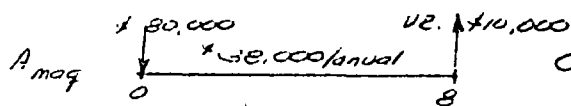
$$i = 20 + \left(\frac{0.2875 - 0.26061}{0.30040 - 0.26061} \right) 5 = 20 + 3.38 = 23.38\%$$

La pérdida neta de la empresa, depende de la inversión que se haga con los \$80,000 en caso de no invertirlos en la compra de la máquina.

Supongamos ahora, el caso contrario, en el que se considera como horizonte económico de comparación de alternativas, un periodo mucho más largo que el de la vida económica de la maquinaria.

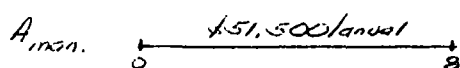
Ejemplo: Supongamos que ahora el proceso manual implica gastos totales anuales por \$51,500, y que para la máquina cuya inversión inicial es de \$80,000, y con vida económica de 8 años y gastos de operación por \$38,000, se estima un valor de recuperación de \$10,000 al término de ese periodo.

Considerando 8 años, se tendría:



$$CA_A = (80,000 - 10,000) \cdot crf_{10\%, -8} + 10,000 (0.10) + 38,000 =$$

$$= 70,000 \times 0.18744 + 1,000 + 38,000 = \$52,120.80$$



$$CA_B =$$

$$= \$51,500.$$

dado que: $CA_A > CA_B$

Se No conviene comprar la máquina. Es más económico continuar con el proceso manual.

$$\begin{aligned}
 70,000 \cdot 8\% \cdot 8 \text{ crf} + 10,000 (0.08) &= 13,500 \\
 70,000 \cdot 0.17401 + 800 &\hat{=} 13,500 \\
 12,180.70 + 800 &\hat{=} 13,500 \\
 12,980.70 &\hat{=} 13,500 \\
 0 &< 520
 \end{aligned}$$

Hagamos un 3º tanteo con: $i = 9\%$

$$\begin{aligned}
 70,000 \cdot 9\% \cdot 8 \text{ crf} + 10,000 (0.09) &= 13,500 \\
 70,000 \cdot 0.18067 + 900 &\hat{=} 13,500 \\
 12,647 + 900 &\hat{=} 13,500 \\
 13,547 &\hat{=} 13,500 \\
 47 &> 0
 \end{aligned}$$

Interpolando:

$$\begin{array}{c}
 8\% \quad \quad \quad 9\% \\
 \hline
 + \quad \quad \quad + \\
 \quad \quad \quad 520 \quad \quad \quad 47
 \end{array}
 \quad i = 8 + \frac{520}{520 + 47} (9 - 8) = 8 + 0.917 = 8.917\%$$

Vemos que la tasa de recuperación de la inversión en la máquina sería de: 8.917% que es menor que la tasa de 10% fijada como mínima atractiva de recuperación de la empresa.

La conclusión final que se desprende de los ejemplos anteriores, es que el no considerar como horizonte económico de comparación de alternativas, la vida útil de los activos en estudio, puede originar que la decisión se oriente a aceptar de la alternativa que no es la óptima y que se rechace la que en realidad sería la más conveniente para la empresa. Esto sucedería, por ejemplo, en aquellos casos en que las diferencias entre 2 alternativas en comparación, fuesen muy pequeñas y que una variación relativamente pequeña en cuanto a la consideración del periodo de comparación, pudiese ser determinante en cuanto a cambiar el resultado respecto a la alternativa a seleccionar. En estas circunstancias es esencial el que se trabaje con un periodo igual al de la vida económica de la máquina, ya que es cuando por definición, su eficiencia financiera es máxima, por ser el periodo en que presenta sus costos anuales uniformes equivalentes mínimos. Este sería también el caso de alternativas que por los montos relativos entre inversión inicial, valor de recuperación, gastos totales de operación y mantenimiento y tasa mínima requerida de recuperación y por la interrelación entre estos factores, fuesen muy sensibles a pequeños cambios en el periodo de comparación.

Cuando, por otro lado, una alternativa gana o pierde por amplio margen, la comparación económica a otra, o es muy poco "sensible" a las variaciones, aun con un cambio substancial en el criterio de determinación del periodo de análisis, es muy probable que siga ganando o perdiendo en la comparación.

Ahora bien, es indudable que habrá ocasiones en que el periodo de utilización previsto para el equipo, será menor que su vida útil, ya sea por ejemplo, por que el artículo producido por el activo, solo se espera tenga demanda durante ese lapso, o que la concesión para operar un negocio en que se requiera el activo, sea a plazo limitado, etc... En estas condiciones habrá que analizar la posibilidad de inversión dentro de ese periodo, independientemente de la vida económica de la máquina, tomando en cuenta los valores reales de inversión inicial, costo anual durante ese periodo obligado y valor de recuperación real estimado al término del mismo; y calcular la tasa de recuperación real que pueda obtenerse de la inversión en el activo en esas condiciones (que será menor a la que se originaría si se llevase a cabo el análisis dentro del periodo óptimo), y determinar si con esa tasa el negocio propuesto es aun atractivo.

En el caso de que las alternativas, por compararse, presenten corrientes anuales de flujo, irregulares, habría que convertirlas en una corriente uniforme equivalente, lo cual puede lograrse actualizando la corriente a una fecha dada, y distribuir luego este costo a su costo anual equivalente.

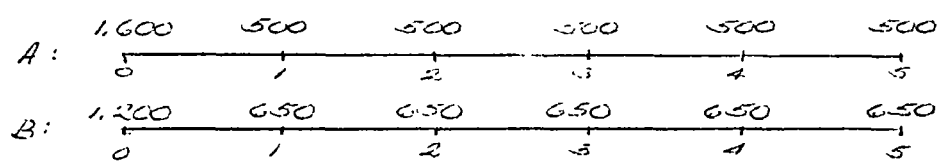
R

SIGNIFICADO DE LA COMPARACION DE ALTERNATIVAS MEDIANTE EL CRITERIO DEL COSTO ANUAL

La comparación de dos alternativas mediante el criterio del costo anual, tiene más significado e interpretación que el solo hecho de concluir que la alternativa A tiene mayor o menor costo anual que la B. Otra mayor significación se refiere a la mayor inversión que implica una de las alternativas respecto a la otra.

Ejemplo:

Una máquina A cuesta \$1,600. Se estima tendrá un costo anual de operación de \$500. durante los 5 años calculados de vida económica. La máquina B cuesta \$1,200. y tiene gastos de \$650. Para ambas máquinas el valor de rescate se considera nulo. Se fija una tasa mínima de recuperación de 8%.



Analizando el costo anual.

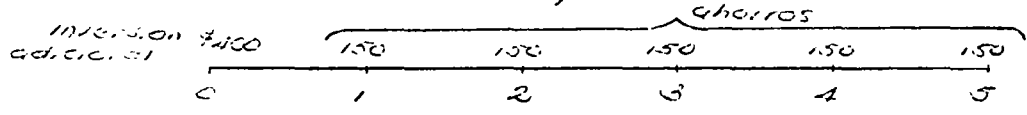
$$CA_A = (1,600 - 0)_{8-5}^{cif} + 500 = 400 + 500 = \$900$$

$$CA_B = (1,200 - 0)_{8-5}^{cif} + 650 = 300 + 650 = \$950$$

Diferencia a favor de A (pues se trata de costos) = \$50 anuales

Observamos que las diferencias relevantes entre A y B, es el hecho de que A implica una inversión adicional de \$400. inicialmente, con respecto a B; pero A representa también por otro lado, un ahorro anual de \$150. respecto a B. De aquí surge la pregunta de que si: ¿La inversión adicional de \$400. se justifica teniendo en cuenta que se requiere una tasa del 8%? Dicho de otra manera: ¿Los \$400. de inversión inicial, se alcanzan a recuperar con una tasa de 8% de interés, con los ahorros de \$150. anuales?

Esta situación se representa:

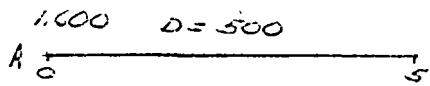


$$\text{Ahorros} - \text{Costo (anuales)} = 150 - 400_{8-5}^{cif} = 150 - 100 = \$50$$

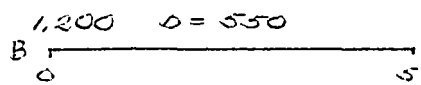
que es el mismo resultado obtenido anteriormente y que

significa que la inversión extra inicial en A si se recupera con una tasa de interés del 8% más una suma adicional de \$50 anuales durante 5 años.

Supongamos ahora que los gastos anuales de B son de \$550 en lugar de \$650.



$$CA_A = 1,600_{8-5} \text{ cif} + 500 = 400 + 500 = 900$$

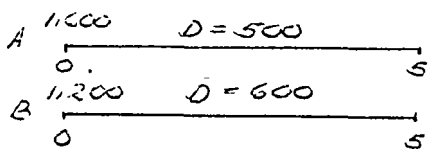


$$CA_B = 1,200_{8-5} \text{ cif} + 550 = 300 + 550 = 850$$

dif. a favor de B: \$50/año

Esto significa que la inversión adicional de \$400 en A no se alcanza a recuperar con los ahorros de \$50 anuales: hay un deficit de \$50. anuales durante los 5 años, por lo que dicha sobreinversión no se justifica y por tanto la alternativa por seleccionar es la B.

Consideremos ahora, que los gastos anuales de B son de \$600.



$$CA_A = 1,600_{8-5} \text{ cif} + 500 = 400 + 500 = 900$$

$$CA_B = 1,200_{8-5} \text{ cif} + 600 = 300 + 600 = 900$$

diferencia 0

En este caso, la inversión extra de \$400. de A, se recupera exactamente a una tasa de 8% y si hemos considerado que esta es la tasa mínima de recuperación fijada por el inversionista, la sobreinversión si se justifica y por tanto, habrá que seguir la alternativa A.

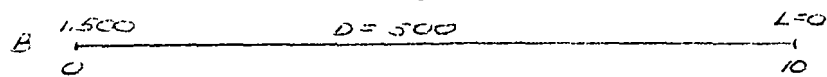
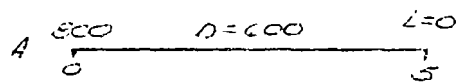
El hecho de que la selección entre dos alternativas se realice desde el punto de vista de la inversión inicial que una de ellas representa, no significa que se esté haciendo un análisis solo parcial del problema, ya que en última instancia, el fin último es determinar cual de las alternativas es la mejor

COMPARACION DE ALTERNATIVAS CON DISTINTAS VIDAS ECONOMICAS

Hasta ahora nos hemos limitado a comparar alternativas con igual vida económica. ¿Cómo comparamos alternativas que tengan distinta vida económica?

Ejemplo.

Supongamos una máquina A con \$800 de costo inicial, 5 años de vida económica y gastos anuales de operación de \$600. Otra máquina B, cuesta \$1,500; tiene vida económica de 10 años y \$300 de gastos anuales de operación. La tasa mínima de recuperación se considera de 8% y los valores de rescate, despreciables



$$CA_A = 800 s^{-5} crf + 600 = 200 + 600 = 800$$

$$CA_B = 1.500 s^{-10} crf + 500 = 224 + 500 = 724$$

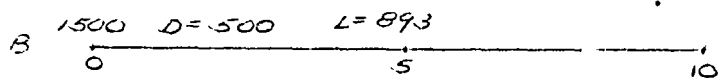
Si solo consideramos un horizonte de 5 años para ambas alternativas y hacemos caso omiso a la corriente de costos en la alternativa B a partir del 6º año en adelante, existe una diferencia a favor de B, de \$76 anuales.

Esto, en cierto aspecto, no es incorrecto, ya que se podría considerar que lo que ocurra en B después del 5º año, pertenece al análisis comparativo de alternativas que se vaya a hacer para dicho periodo, pero surge la duda de si la decisión actual no sería afectada por la decisión o curso de acción que se siguiese en la alternativa A a partir del 5º año. Analizaremos esto más adelante. Pero sigamos ahondando en el primer criterio de despreciar lo que ocurra en B a partir del 5º año.

Podría pensarse que de la corriente de costos que ocurren en B, la parte que no podemos ignorar, para efectos del análisis de los primeros 5 años, es la parte correspondiente a la amortización de la inversión inicial. Actualizando al año 5, la corriente de costos anuales correspondientes a este concepto, se tendría:

$$1.500 s^{-10} crf_{s-5} uspwf = \$893$$

Esta cantidad vendría a representar el valor teórico de rescate que la máquina B tendría al terminar el 5º año, y analizando el costo anual en estas condiciones, se tendría:



$$CA_B = (1.500 - 893) s^{-5} crf + 893 (0.08) + 500 = 152 + 72 + 500 = \$724$$

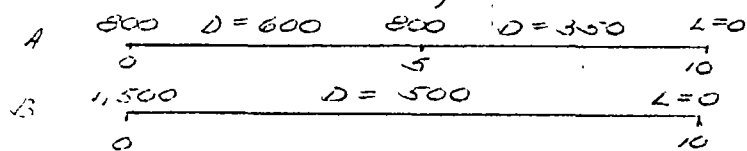
que es mismo valor para el costo anual obtenido anteriormente. Esto puede explicarse de la siguiente manera:

El hecho de tratar de estimar e introducir en el análisis, un valor de recuperación de la máquina B al final del 5º año, tiene como finalidad tratar de eliminar los problemas que presenta la existencia de diferentes vidas económicas en las alternativas. Sin embargo, el considerar un valor de rescate a la máquina al final del 5º año y por otro lado establecer que la vida económica de la máquina es de 10 años, es inconsistente, a menos que el valor de rescate que se suponga sea precisamente el de \$893. Ahora bien, esto no es tan fácil de aceptar pues por un lado, si hemos supuesto que el periodo de vida económica es de 10 años para la máquina B, los \$724 será el costo anual mínimo (por definición de vida económica), por lo que sería lógico suponer que el análisis del costo anual en un periodo menor al de la vida económica, como lo es el de 5 años, fuese mayor al de \$724, lo cual implicaría que el valor de rescate al final del año 5 fuese menor a \$893, y por otro lado, si el valor de rescate fuese mayor que \$893, esto daría lugar a que el

costo anual durante los primeros 5 años fuese menor de \$724 lo que destruiría la proposición de que la vida económica fuese de 10 años.

Todo lo anterior es por lo que respecta a la máquina B, pero, ¿cómo influirá en la decisión lo que pueda ocurrir en la alternativa A a partir del 5º año?

Supongamos que el analista tiene elementos para prever que en la alternativa A, al terminar la vida económica de la 1ª máquina, se substituirá al final del 5º año, por una máquina ya mejorada tecnológicamente, con mismo costo inicial de \$800, 5 años de vida económica, pero solo \$350 de gastos anuales:



$$CA_1 = [800 + 600_{8-5} \text{ uspwf} + 800_{8-5} \text{ sppwf} + 350_{8-5} \text{ uspwf}_{8-5} \text{ sppwf}]_{8-10} \text{ crf} = \$700$$

$$CA_2 = 1500_{8-10} \text{ crf} + 500 = 224 + 500 = 724$$

Vemos que el considerar una suposición sobre el reemplazo de la primera máquina de A, ha provocado que A sea ahora la alternativa óptima.

De todo lo anterior, se podría concluir que:

el criterio de despreciar la corriente de gastos que se originan en la alternativa de mayor vida, a partir de la terminación de la vida económica de la alternativa más corta, solo es válido si:

- a) Se estime que en cada alternativa, si hay reemplazos futuros, estos plantearán condiciones totalmente similares a las condiciones del primer ciclo.
- b) El periodo total en el que sean necesarios los servicios de las alternativas A y B, se considere indefinido o represente un común múltiplo de las vidas económicas de las alternativas consideradas.

Sin embargo debe reconocerse que este criterio, normalmente se sigue "por defecto", es decir, porque no hay buenas bases para considerar que sucederá lo contrario a lo que establecen las condiciones (a) y (b). En todos aquellos casos en que se prevea que las condiciones van a cambiar en los siguientes ciclos, será necesario estimar la corriente de ingresos y egresos y tomarla en cuenta para el análisis de las alternativas.

Al respecto de la condición (b), podemos hacer notar que el último ejemplo ilustra el hecho de que una vez que se ha llegado, mediante la suposición de futuros reemplazos, a un horizonte económico común múltiplo para ambas alternativas, se puede proceder a la comparación numérica, ya que las decisiones que se tomen de ese periodo en adelante en cualquiera de las alternativas, serán irrelevantes a la decisión que se tome en el momento presente.

Ejemplo

Se proponen dos compresoras

Compresora I: costo inicial: \$3,000, vida económica: 6 años
valor de rescate: \$500, Gastos anuales de operación
\$2,000

Compresora II: costo inicial: \$4,000, vida económica: 9 años
valor de rescate: 0, gastos anuales de operación:
\$1,600

Tasa mínima atractiva de recuperación: 15%

$$CA_I = (3,000 - 500)_{15-6} \text{ crf} + 500 (0,15) + 2,000 = 2,735$$

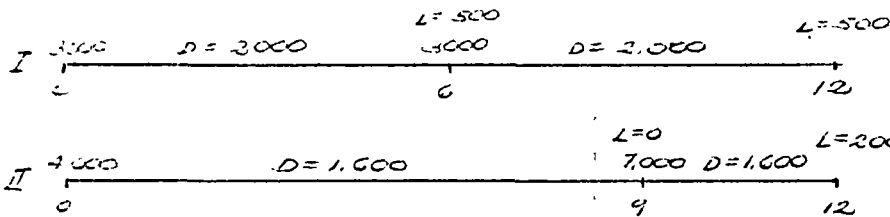
$$CA_{II} = (4,000)_{15-9} \text{ crf} + 1,600 = 2,410$$

$$\therefore CA_{II} < CA_I$$

Supongamos ahora que:

- 1° para la empresa en cuestión, la compresora solo se requerirá durante 12 años
- 2° se prevé que mientras para la compresora I se podrá hacer el reemplazo a partir del año 6 con una compresora similar, para la compresora II, se estima que el reemplazo se llevará cabo al año 9 con otra cuyo costo se estima en \$7,000 y que tendrá valor de rescate después de 3 años de uso, de \$200.

La situación puede sintetizarse:



$$CA_I = \$2,735$$

$$CA_{II} = [4,000 + 7,000_{15-4} \text{ sppwf} - 200_{15-12} \text{ sppwf}]_{15-12} \text{ crf} + 1,600$$

$$CA_{II} = [4,000 + 7,000 (0,2843) - 200 (0,1869)] (0,1845) + 1,600$$

$$CA_{II} = \$2,650$$

$$\therefore CA_{II} < CA_I$$

Lo que significa que aun con el cambio de condiciones, la compresora II, sigue siendo la más conveniente.

Desarrollo y Análisis de Fórmulas para el Cálculo de la Tasa de Recuperación.

Para representar en forma objetiva el flujo de efectivo resultante de una inversión, resulta muy útil el empleo de una "escala de tiempo". En esta escala, las unidades de tiempo son los períodos de interés, que no necesariamente son meses o años. Cuando las erogaciones o los ingresos se llevan a cabo a lo largo de un período, en la escala de tiempo, se acostumbra representar el movimiento de caja, concentrado al final de dicho período.

Para el desarrollo de las fórmulas para el cálculo de la tasa de recuperación, utilizaremos la siguiente nomenclatura:

- P: representa la suma presente de dinero. En la escala de tiempo ocurre en el punto cero, es decir, al principio del período inicial.
- S: representa la suma de dinero a una fecha específica futura. En la escala de tiempo, ocurre en el punto n , al terminar el último período.
- R: representa el importe de cada pago, en una serie uniforme de pagos, que se efectúan al final de cada período.
- i : designa a la tasa de interés generada al final de cada período.
- n : representa al número de períodos de interés consideradas.

El interés, es la tasa de recuperación, o la recuperación en sí, correspondiente a una inversión. La reinversión de intereses, y el pago de intereses sobre esos intereses, origina el proceso de interés compuesto. Se observa que este proceso refleja el concepto inherente del "valor del dinero con el tiempo", es decir, el hecho de que cada peso "crece" con el tiempo.

Para la determinación del interés por período, es necesario interpretar correctamente lo siguiente:

"10% computado trimestralmente", indica el que se consideran cuatro períodos de interés, de 3 meses de duración cada uno y en que se genera un 2.5% de interés al final de cada uno de ellos.

"10% de interes (sin más indicaciones), indica un interes de 10% anual.

En el primer caso, el interes de 10% es un "interes nominal", ya que el hecho de que se pague parcialmente por adelantado, da lugar a que el "interes efectivo" sea mayor.

En el segundo caso, el interes nominal y el efectivo, coinciden.

Interes Simple

El interes simple se calcula mediante la expresion:

$$I = P n i$$

por tanto:

$$S = P + I = P + P n i = P(1 + i)$$

Ordinariamente la unidad de tiempo para el periodo de interes se considera de 1 año. Cuando es necesario calcular el interes correspondiente a una fraccion de año, se considera por mera simplificacion, constituido el año por 12 meses, de 30 dias, con un total de 360 dias. Estas consideraciones dan lugar al interes simple ordinario. Si se calcula sobre la base de 365 se genera el interes simple exacto.

En la practica, el interes simple se emplea en prestamos a corto plazo y cuando el periodo se mide en dias.

Ejemplo:

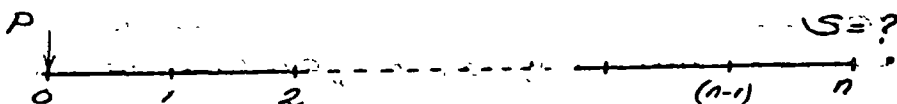
Calcular el interes simple que originan \$1,000, a una tasa de interes de 6% anual, durante 60 dias.

$$I = 1,000 \times \left(\frac{0.06}{365} \right) \times 60 = \$ 9.86$$

Factor del Pago Único con Interes Compuesto:

$$i-n \text{ spcaf}$$

¿Que monto final S origina un capital inicial P invertido durante n periodos, a una tasa de interes compuesto i ?



$$\text{datos: } P, n, i, S = ?$$

El valor de P con el tiempo será:

Al final del primer periodo $P + P i = P(1 + i)$

Al final del segundo periodo $P(1 + i) + P(1 + i) i = P(1 + i)^2$

Por induccion se puede concluir que al

final de n periodos, la cantidad acumulada S será:

$$S = P(1 + i)^n$$

$$S = P \cdot i-n \text{ spcaf}$$

Al factor: $(1+i)^n$ se le denomina "factor de pago único con interés compuesto", se representa: $(i-n\text{spcaf})$ (Single-Payment Compound-Amount Factor) y es el factor por el cual hay que multiplicar un pago único P para encontrar la cantidad acumulada S al final de n periodos a una tasa de interés i .

Ejemplo:

¿Cuál es la cantidad acumulada S por \$1,000 durante 10 años a una tasa de interés de 6% anual?

$$S = P \cdot i-n\text{spcaf} = 1,000 \cdot i-n\text{spcaf} = 1,000 \cdot (1+0.06)^{10} = 1,000 \cdot 1.7908 = \$1,790.80$$

Ejemplo:

Consideremos el mismo problema con el que se ejemplificó el interés simple: \$1,000 a una tasa de interés de 6% anual durante 60 días, solo que con interés compuesto

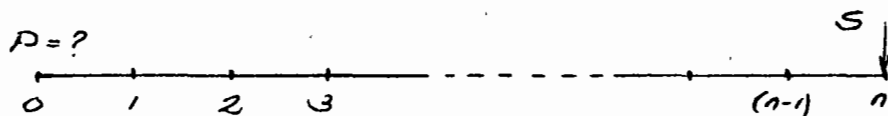
$$I = 1,000 \left(1 + \frac{0.06}{365}\right)^{60} - 1,000 = \$9.91$$

que es solo 1/2% mayor que el resultado obtenido con interés simple; lo que justifica que para préstamos a corto plazo sea práctico considerar interés simple.

Factor de actualización de un pago único

$i-n\text{sppwf}$

¿Qué capital inicial P origina un capital final S , después de haber sido invertido durante n periodos a una tasa i ?



datos: S, n, i
 $P = ?$

Mediante un proceso inverso podemos concluir que:

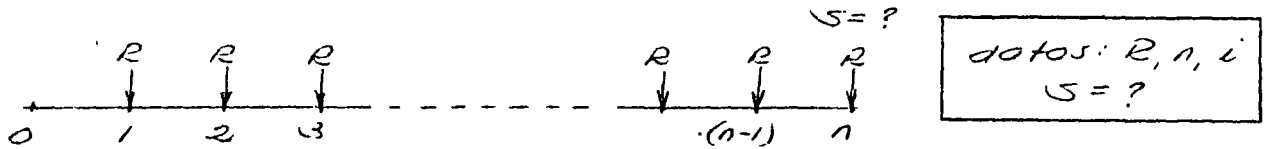
$$P = S \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$P = S \cdot i-n\text{sppwf}$$

Al factor: $\frac{1}{(1+i)^n}$ se le denomina "factor de actualización de un pago único", se representa con: $(i-n\text{sppwf})$ (Single Payment Present Worth Factor) y es el factor por el cual se multiplica el valor futuro S , para obtener el valor presente P .

Factor de interes compuesto de una serie uniforme de pagos $i-n$ uscaf

¿Qué capital final S origina la inversión uniforme de una cantidad constante R , durante n periodos y a una tasa de interes i ?



Cada pago R origina distinto interes compuesto, pues cada uno de ellos se ve afectado por un distinto número de periodos; el primer R , a $(n-1)$ periodos, el segundo R , a $(n-2)$ periodos, etc..., el último R , ocurre en el punto n , y no origina interes. En estas condiciones, la suma S estará integrada:

$$S = R(1+i)^{n-1} + R(1+i)^{n-2} + R(1+i)^{n-3} + \dots + R(1+i)^2 + R(1+i) + R \quad \textcircled{1}$$

multiplicando ambos miembros por: $(1+i)$

$$S(1+i) = R(1+i)^n + R(1+i)^{n-1} + R(1+i)^{n-2} + \dots + R(1+i)^3 + R(1+i)^2 + R(1+i) \quad \textcircled{2}$$

restando la ecuación $\textcircled{1}$ de la $\textcircled{2}$:

$$S(1+i) - S = R(1+i)^n - R$$

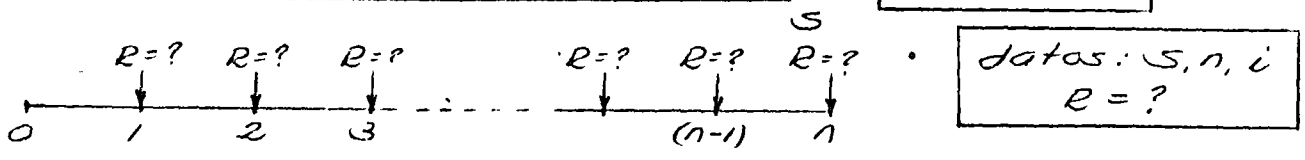
$$S(1+i - 1) = R[(1+i)^n - 1]$$

$$S = R \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right]$$

$$S = R_{i-n} \text{ uscaf}$$

Al factor: $\frac{(1+i)^n - 1}{i}$ se le denomina "factor de interes compuesto, de una serie uniforme de pagos", se representa $(i-n \text{ uscaf})$ (Uniform series Compound Amount factor) y es el factor por el cual se multiplica el valor R de cada pago uniforme, para obtener el importe acumulado S , después de n periodos y a una tasa de interes i .

Factor del Fondo de Amortización $i-n$ sfdaf



¿Qué capital constante R hay que invertir periódicamente durante n periodos, con una tasa de interes i , para alcanzar un capital final S ?

despejando R de la última expresión:

$$R = S \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$R = S \cdot i \cdot \text{sfd}f$$

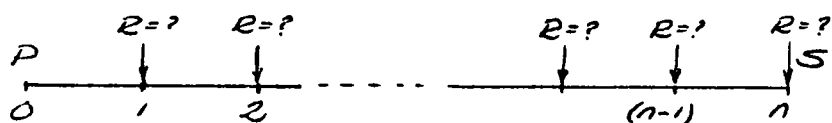
5

Al factor: $\frac{i}{(1+i)^n - 1}$ se le denomina "factor del fondo de amortización", se representa $(i \cdot \text{sfd}f)$ (Sinking Fund Deposit Factor) y es el factor por el que hay que multiplicar el monto final S , para encontrar el importe R de los pagos uniformes y constantes que lo originan.

Factor de Recuperación del Capital

$$i \cdot n \cdot \text{crf}$$

¿Qué monto uniforme R se debe invertir con interés i , al final de cada periodo, durante n periodos, para obtener el mismo monto final S que se obtendría si se invirtiera una cantidad inicial P durante el mismo tiempo y a la misma tasa i ?



$$\text{datos: } P, i, n$$

$$R = ?$$

Habíamos encontrado que:

$$R = S \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right]$$

pero: $S = P(1+i)^n$
 sustituyendo:

$$R = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$R = P \cdot i \cdot n \cdot \text{crf}$$

Al factor: $\left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$ se le denomina: "factor de recuperación del capital", se representa: $(i \cdot n \cdot \text{crf})$ (Capital Recovery Factor) y es el factor por el cual se multiplica P para encontrar el valor de los pagos R que lo recuperan al final de n periodos con una tasa de interés i

Factor de actualización de una serie uniforme de pagos



$$i \cdot n \cdot \text{uspwf}$$

$$\text{datos: } R, i, n$$

$$P = ?$$

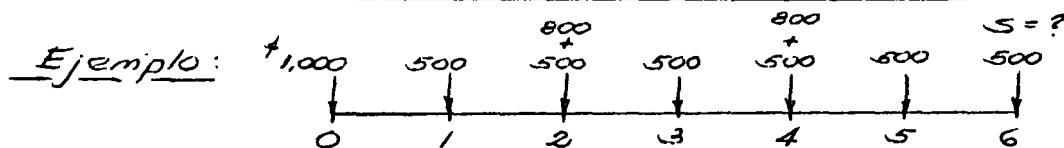
¿Cuál es el capital inicial P que invertido durante cierto tiempo a una tasa de interés i , produce el mismo capital final S , que una serie uniforme de pagos R al final de cada uno de n periodos, a la misma tasa i ?

Despejando de la expresión anterior:

$$P = R \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

$$P = R_{i-n} \text{ uspwf}$$

Al factor: $\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$ se le denomina "factor de actualización de una serie uniforme de pagos", se representa $(i-n \text{ uspwf})$ (Uniform Series Present Worth Factor) y es el factor por el cual hay que multiplicar el valor del pago uniforme R , para encontrar el valor P que recuperan



Dada la anterior corriente de pagos, calcular la cantidad acumulada S al final de los 6 años, considerando una tasa de interés de 10%

$$S = 1000 (1+0.10)^6 + 800 (1+0.10)^4 + 800 (1+0.10)^2 + 500 \left[\frac{(1+0.10)^6 - 1}{0.10} \right]$$

$$S = 1000_{10-6} \text{ spcaf} + 800_{10-4} \text{ spcaf} + 800_{10-2} \text{ spcaf} + 500_{10-6} \text{ uscaf}$$

$$S = \$ 1,772. + 1,171. + 968 + 3,858$$

$$S = \$ 7,769."$$

CAPITULO 1: Depreciación

1.1.- El Concepto de Depreciación

Uno de los fenómenos con que hay que enfrentarse en todo negocio y en todo análisis de tipo económico, es el hecho de que el valor de toda propiedad de todo bien físico decrece a medida que transcurre el tiempo.

A este decremento del valor con el tiempo se le conoce como depreciación; y aunque constituye un fenómeno innegable y fácil de detectar, su cuantificación y la determinación de su forma y ritmo de generación plantea serios problemas. De hecho, el monto de la depreciación en un momento dado, no podría calcularse con toda exactitud, a menos que se conociese la fecha en que el activo vaya a ser retirado y deje de prestar servicio. Por lo anterior y dado que la depreciación es un costo y debe predecirse para efectos de un estudio económico, es evidente que el analista se enfrentará a delicados problemas para su consideración.

Es decir, mientras que en el campo de la teoría, el concepto de "depreciación" es completamente plausible, su aplicación en la práctica presenta entre otros, problemas como los siguientes:

¿Cuáles son las causas y factores que hacen que el valor de un activo decrezca?

¿Qué tan larga es la vida útil de un activo? ¿Cuál es su vida económica? ¿Qué valor de recuperación tendrá al final de su vida útil? ¿Cuál es el modelo de decrecimiento de su valor? ¿Cuál de los métodos o modelos de depreciación conviene aplicar por representar más fielmente el comportamiento real de un activo durante su vida útil?

En general, no es posible obtener respuestas a priori exactas de las incógnitas anteriores y solo serán reveladas por el tiempo. Solo después de que un activo ha terminado su vida útil y perdido su valor, conocemos como, porque, y cuando secedió, pero estas respuestas llegan

demasiado tarde para tener otra utilidad excepto la de valor estadístico en cuanto aportar datos para predicciones futuras de equipos similares. Es por esto que el analista de estos aspectos tendrá que hechar mano de una amplia experiencia, guías y registros estadísticos, pero principalmente de un conocimiento y comprensión profunda de los principios y prácticas de la depreciación.

Uno de los objetivos que se persiguen al calcular la "depreciación es determinar el cargo anual que se aplique a los costos de producción por efecto del consumo parcial que se hace en dicho período, - del servicio útil total que es capaz de prestar un activo durante toda su vida útil, así como de determinar en un momento dado el servicio remanente que aún podrá prestar dicho activo.

1.2.- Consideraciones Sobre el Valor

Ya que la depreciación se define como la pérdida progresiva de valor que sufre un cierto bien con el tiempo, es conveniente detenernos a hacer ciertas consideraciones sobre los diversos significados del concepto "valor". Hacemos una aclaración en el sentido de que estas consideraciones las orientamos principalmente hacia aquellos bienes, equipos, máquinas, construcciones y propiedades en general, que constituyen un activo fijo depreciable según el término contable comunmente aceptado.

Probablemente la mejor definición de valor de un activo, dentro de este campo, es aquella que lo describe como el valor presente de todos los futuros beneficios que originará la posición de ese determinado activo. Sin embargo, no obstante ser una definición muy clara, su aplicación en la práctica presenta serias dificultades, ya que difícilmente pueden determinarse y valuarse por adelantado, los beneficios que proporcionará una cierta propiedad durante todo el período futuro que consideramos durará su tenencia.

El decrecimiento del valor de una propiedad desde la edad cero hasta cualquier edad de servicio es consecuencia de una reducción del valor presente de sus servicios futuros probables. Las propiedades físicas decrecen en valor con la edad y el uso, ya que también hay un decre

cimiento en la cantidad y la calidad de los servicios futuros que pueden prestar antes de ser retirados del servicio.

La medida básica para estimar este decrecimiento de valor en cualquier edad del activo, no es la cantidad de servicio que la unidad ha rendido, no obstante haber sido durante este período de prestación de servicios cuando el valor ha disminuido, sino por el contrario, la medida básica es el decrecimiento del valor presente de los servicios remanentes aún en la unidad, el monto de los cuales es la diferencia entre el valor de ellos estando la unidad nueva y el valor presente de los servicios aún potenciales en ese momento dado, descontando el valor de recuperación.

La causa principal de la pérdida gradual del valor de un equipo es el decrecimiento en el número de futuras recuperaciones anuales dado que va disminuyendo la esperanza de vida del equipo y el decrecimiento del valor de dichas recuperaciones anuales motivado esto por la pérda paulatina de eficiencia de la unidad, disminución en la capacidad de producción, incremento en el costo de mantenimiento, incremento en el costo de operación, servicio intermitente del equipo y operación a una capacidad menor que la normal.

Por lo anterior, para determinar el valor de un activo deberemos atender a otros indicadores como los que a continuación se analizan.

El índice más comúnmente empleado es el valor de mercado, entendiéndose este como aquel precio que pagará un comprador y aceptará el vendedor de una determinada propiedad en una situación de igual ventaja para ambas partes y en la que no exista presión alguna sobre el que compra ni el que vende. El comprador voluntariamente paga ese precio de mercado porque considera que representa el valor presente de los beneficios que le reportará la propiedad de ese bien, pero incluyendo además una cierta tasa de interés o de utilidad.

Una parte desinteresada pudiera también determinar un precio que fuese justo y equitativo para ambas partes, estableciéndose entonces otro índice que se conoce como valor justo o valor equitativo.

En la mayor parte de los casos que se refieren a la depreciación, el criterio que se emplea es el del valor de mercado. Para artículos nuevos es el costo en el mercado, su costo de adquisición el que puede considerarse como valor original para efectos de análisis económico.

Después del valor de mercado, probablemente el más importante es el valor de uso, que es el valor una propiedad representada para su propietario como unidad en operación. Una cierta maquinaria puede valer más para la persona que la posee y la tiene en operación que para otra persona, ya que si ésta quisiese adquirir esa maquinaria tendría que considerar el costo adicional que para él representa el desmontar, trasladar y volver a instalar la maquinaria.

El concepto de valor expresado por el valor de uso es muy cercano en su significado al de la definición primera, y por las mismas razones que ésta es difícil de aplicar, es igualmente difícil en la práctica determinar el valor de uso.

El valor en libros es el valor de una propiedad, tal como aparece asentado en los libros de contabilidad en un momento dado. Indica normalmente el monto original del activo menos el importe de los cargos que se han hecho como gastos por depreciación. En sí, representa el monto del capital que aún permanece invertido en el activo y que será recuperado en el futuro mediante el proceso contable de depreciación. El valor en libros puede, en un momento dado, no guardar relación con el valor ^{de mercado} ~~en libros~~ de un activo. Los problemas que esto último origina y en general el aspecto contable de la depreciación será tratado ampliamente en capítulo posterior.

Por valor de rescate, o valor de reventa de una propiedad de tipo industrial, se entiende la cantidad neta que recibe el propietario por su venta como artículo de segunda mano, o bien el valor de la propiedad en el momento que es desplazada de la función que actualmente ocupaba a otra posición secundaria con funciones y propósitos diferentes. El indicar que es la cantidad neta quiere decir que al precio de venta, habrá que descontar los gastos de desmontaje, traslado y en general todos aquellos gastos que la misma venta origine.

El considerar valor de rescate a una propiedad, implica el que esta tiene utilidad posterior. El precio de reventa estará influido por varios factores como pueden ser: importe de lo que costaría reproducir la propiedad, nivel de precios del mercado en el momento de la venta, localización de la propiedad (especialmente en el caso en que se requiera moverla para su posterior utilización), condición Física (una propiedad que ha tenido buen mantenimiento, tendrá mayor precio de reventa que otra propiedad totalmente similar que requiera serias reparaciones para ser usada), demanda en el mercado para dicha propiedad o su producto, substitutos existentes en el mercado, etc... Es indudable que en determinadas circunstancias el valor de rescate de una propiedad pudiera considerarse nulo o aún negativo.

Valor de desecho es el valor neto resultante de la venta de una propiedad industrial como materia prima, como chatarra. También se le conoce como valor de chatarra. La venta se hace bajo estas condiciones por considerarse nula ya la utilidad funcional del artículo. Ahora bien, como el precio de la chatarra en el mercado es sumamente variable, la práctica recomienda un criterio muy conservador en cuanto a la estimación que se haga sobre la recuperación que como chatarra se pueda esperar de un cierto artículo en el futuro. Es común, que para efectos de un análisis económico se considere que el valor de desecho es cero.

1.3.- Finalidad y Necesidades de Considerar la ^{De} Preciación

Una vez establecido el hecho innegable de la pérdida de valor que sufre una propiedad con el tiempo (al menos en aquellas que constituyen un activo depreciable), habrá que analizar los efectos y reconocer la necesidad de considerar en todo momento éste fenómeno al que hemos denominado "depreciación".

La necesidad de considerar la depreciación se debe entre otras, principalmente a tres razones:

- 1º.- Prever la recuperación del capital que ha sido invertido en una propiedad física.

igual a la parte proporcional que les corresponda de la inversión inicial. Así por ejemplo, si en el caso anterior, la producción total de la máquina durante su vida útil se hubiera de antemano estimado en:

$$3,000 \text{ unidades/} \text{anuales} \times 4 \text{ años} = 12,000 \text{ unidades.}$$

el cargo por depreciación correspondiente a cada artículo debió haber sido de:

$$\$ 30,000.00 / 12,000 \text{ unidades} = \$ 2.50 / \text{unidades.}$$

cantidad que el inversionista podía haber reflejado en el precio de venta, incrementándolo o deducirlo de lo que él consideraba su utilidad neta, en el caso de que dicho precio de venta no pudiese aumentarse dadas las condiciones de mercado.

Conocido así el costo real total de producción de un artículo se puede fijar el precio de venta, conocer el monto neto real de la utilidad y garantizar además mediante el reconocimiento de la depreciación y del costo que origina, la recuperación del capital invertido en la máquina y en consecuencia, el mantener constante el capital de una empresa.

Ahora bien, hacemos notar que a pesar de que la inversión en el activo es cubierta de antemano, el costo periódico o por unidad producida, por concepto de depreciación no puede conocerse exactamente hasta que el activo ya ha agotado su período económico de utilización y ha sido desplazado, revendido o rematado como chatarra, ya que solo hasta este momento se conoce el valor total neto de la inversión, la forma y el período en que en la realidad debe prorratearse el cargo total por depreciación y por tanto, el ritmo real de decrecimiento de valor que sufrió el activo durante su vida útil.

No obstante, al ser obvio que un factor determinante, al realizar un estudio inicial de comparación entre diversas alternativas, es el conocimiento de los costos por depreciación y su forma de distribución y dado que conocer previamente estos datos con exactitud resulta prácticamente imposible por las razones antes citadas, es claro que estos elementos deberán estimarse y suponerse como ciertos para efectos del análisis, lo cual sin embargo, no dista mucho de lo que se hace de hecho con los demás factores de costo como es el caso del costo y rendimiento de materiales, obra de mano, etc... en los que debe hacerse -

2°.- Permitir que los costos por depreciación sean cargados y formen parte de los costos de producción de los bienes o servicios que se originan mediante el uso de esa propiedad física.

3°.- Considerar los costos de depreciación dentro de los gastos de operación para efectos de pago de impuestos.

Para ilustrar aún en forma muy simple los dos primeros puntos, supongamos un inversionista que compra una máquina para producir un cierto artículo. El precio al que adquiere la máquina es de \$ 30,000.00. El costo por concepto de obra de mano, materiales, energía, etc..., de cada artículo es de \$ 30.00 y por las condiciones de oferta y demanda en el mercado, puede fijar el precio de venta en \$ 50.00 por unidad. Produce con esa máquina 3,000 unidades al año, con lo cual tiene un ingreso bruto de - - - \$ 150,000.00 anuales, de los cuales, él considera que \$ 90,000.00 son para cubrir todos los gastos y el remanente, \$ 60,000.00 constituyen su utilidad por lo que dispone de ellos para gastos diversos.

Supongamos que esta situación se prolonga por 4 años hasta que llega un momento en que se dá cuenta que para continuar su negocio necesita reponer la máquina por otra nueva. Sin embargo, un análisis de la situación - revela que por no haber considerado una provisión para la recuperación del capital invertido, la máquina que originalmente le costó \$ 30,000.00 ha de crecido en valor, al grado de que actualmente éste prácticamente es el de desecho como chatarra y que el resultado final es que se encuentra sin máquina y lo que es peor, sin dinero para sustituirla por una nueva.

Es claro que el error lo cometió al no haber reconocido que la máquina tendría que sufrir una depreciación, y haber hecho una previsión para recuperar el capital invertido, mediante un cargo adicional integrado al costo total de producción, por concepto de depreciación. v

La depreciación constituye un costo del mismo modo que los constituyen los conceptos de materiales consumidos, obra de mano, etc..., solo que difiriendo de estos en que es un costo siempre cubierto por adelantado y - dado que el capital debe permanecer constante, la recuperación del capital inicial debe realizarse mediante la inclusión del cargo por concepto de depreciación, en el precio de cada uno de los artículos, de una cantidad -

una serie de suposiciones iniciales al no tener, en la mayoría de los casos, certeza respecto a su comportamiento futuro.

Sin embargo, debemos reconocer una diferencia muy significativa entre los demás costos y el correspondiente a la depreciación y que consiste en que los factores de costo: materiales, obra de mano, etc. no han sido pagados de antemano, sino que su erogación normalmente es paulatina pudiendo controlarse su gasto sobre la marcha de acuerdo con la variación de las condiciones en tanto que el decrecimiento del valor de un equipo con el tiempo, es inexorable, y así por ejemplo, si se alteran las condiciones de mercado y la demanda sobre el artículo producido disminuye, se podrá restringir la cantidad empleada de material y del personal laboral con lo que se reducirán los gastos, no así con los cargos por depreciación, que independientemente de dichas variaciones de la demanda seguirán aplicándose igual que antes.

El ejemplo del inversionista ilustrado en este inciso, en forma muy simple, es lo que en el fondo sucede, desgraciadamente con mucha frecuencia en nuestro medio, en el que la pérdida progresiva del capital de las empresas causada por la no ubicación correcta y adecuada de los factores de costo de producción, los conduce al fenómeno de la "descapitalización". Estose origina evidentemente en el desconocimiento del concepto de la depreciación y de su manejo y tratamiento financiero, contable y fiscal.

Respecto a la tercera razón indicada al inicio de este inciso relativo a la necesidad de considerar la depreciación para efectos de impuestos, solo recordaremos aquí que el gasto por depreciación es reconocido como deducible de ingresos para fines del pago de impuestos y como estos son calculados en función de la utilidad, la forma en que los cargos por depreciación se distribuyan durante la vida de un activo, tiene marcado efecto en el pago de impuestos.

Hay dos aspectos que son los que principalmente establecen el modelo según el cual se calculan las deducciones por concepto de depreciación: 1° la duración del período que se estime como vida útil del activo y 2° la proporción mediante la cual se prorrateen los cargos por depreciación año tras año durante la vida útil considerada del equipo.

El aspecto fiscal de la depreciación será abordado posteriormente en el capítulo correspondiente.

1.4.- Causas y Clasificación de la Depreciación.

Otro problema que se presenta al considerar la depreciación, es el hecho de que el decrecimiento de valor tiene su origen en varias causas que son muy difíciles de predecir con anticipación, y dado que la depreciación se mide por la pérdida de valor y el valor es determinado por los beneficios futuros, todos los factores que afectan los beneficios futuros también deben afectar a la depreciación, por lo que al estimar la depreciación se deben considerar factores como la duración de la vida útil de una propiedad, gastos futuros por operación, mantenimiento, impuestos, futuros cambios tecnológicos, etc. muchos de los cuales al igual que las condiciones futuras no pueden determinarse exactamente, lo que origina una situación muy compleja. No obstante, es necesario que la depreciación sea estimada lo más cercana posible a la realidad.

Las causas o tipos de depreciación pueden clasificarse en términos generales en:

- 1° Depreciación, normal:
 - depreciación física.
 - depreciación funcional
- 2° Depreciación extraordinaria
 - accidentes
 - depreciación originada por una elevación en el nivel de precios.
- 3° Agotamiento.

Depreciación física.

El desgaste y el deterioro que sufre un activo durante su operación rutinaria, van disminuyendo gradualmente su capacidad física para desarrollar la función que le es encomendada. Esto va originando que los costos de operación y mantenimiento se incrementen, su capacidad productiva decrezca y en consecuencia, también decrezcan los beneficios que de dicho activo se esperan.

El deterioro es causado por la acción de diversos elementos y -

se manifiesta en forma de corrosión de tuberías, oxidación de partes metálicas, putrefacción de secciones de madera, descomposición química, acción bacteriana, etc... El desgaste y el deterioro se originan durante la operación de una maquinaria al estar sujeta esta a impacto, abrasión, vibración, etc...

La depreciación física es fundamentalmente función del tiempo y del uso que se da a una maquinaria. Será afectada grandemente por la política de conservación y mantenimiento que se siga. Hay quien sostiene que es posible conservar una propiedad de manera que se conserve "tan bien como nueva"; sin embargo, es de dudarse que cualquier objeto sujeto a depreciación pueda estar siempre "como nuevo" independientemente del mantenimiento al que se le sujete. Ahora bien, una propiedad puede ser mejorada de tal manera que valga más que cuando estaba nueva pero entonces ya no es la misma que originalmente. Muchas veces se confunde mejoramiento con mantenimiento. Igualmente, también se considera en ocasiones que una propiedad que se ha mantenido en condiciones de alta eficiencia y buena condición física, no puede haber sufrido mucha depreciación. Esta idea conduce, cuando se realizan valuaciones de activos, a apreciaciones de 90% o mayores en el "porcentaje de condición" de una propiedad (porcentaje de desgaste y deterioro observables en un activo, en relación a su estado cuando nuevo), por la simple apariencia e inspección ocular. Sin embargo, la sola apariencia física no es un índice muy realista en ocasiones, del servicio que aún pueda prestar una propiedad o del servicio que ha rendido a la fecha.

Depreciación funcional

Se podría definir como el decrecimiento del valor originado por la disminución en la demanda de la función para la cual un activo fue diseñado. Es mucho más difícil de calcular que la depreciación física. Esta disminución de la demanda, puede provenir de muchas causas: el que una máquina más eficiente sea fabricada, cambios de estilo, saturación del mercado, etc...

La depreciación causada por el cambio en las necesidades de servicio de un activo, pueden ser el resultado de:

1.- Obsolescencia, motivada por ejemplo, por la aparición en el -

mercado de una máquina superior, más eficiente que convierta en antieconómica la alternativa de seguir operando la máquina actual. Un activo se convierte en obsoleto también, cuando ya no se necesita.

- 2.- Inadecuancia o incapacidad de satisfacer económicamente un nivel de demanda no previsto inicialmente al adquirir el activo. Puede suceder que este nuevo nivel de demanda de servicio a que se ve sujeto un activo resulte muy por arriba o muy por abajo de la capacidad del mismo, e igualmente se convertirá en inadecuada una máquina cuando resulte demasiado pequeña para el nuevo volumen de producción requerido, como cuando sea demasiado grande y resulte muy costoso y antieconómico operarla a ese nivel solicitado de producción.

No obstante la depreciación física puede ser razonablemente prevista y estimada, no suele suceder lo mismo con la depreciación funcional que resulta ser más imprevisible ya que es causada por eventos que aún no ocurren; y sin embargo, en muchos sectores industriales y empresas, la mayor aportación a la depreciación total, se debe a factores de depreciación funcional y entonces, aunque sea muy difícil de determinar, no puede ser ignorada.

Por lo anterior, y considerando además los rápidos avances actuales en el campo de la tecnología y el acelerado ritmo de mejoras y cambios que caracteriza a la industria moderna, podemos asegurar que la depreciación funcional, es un fenómeno real y de creciente importancia y que los aspectos de obsolescencia e inadecuancia, constituyen importantes factores de la economía.

La moderna actitud y disposición a la renovación y reemplazo de los equipos y máquinas en el instante en que resulta económico y benéfico y no hasta el momento en que hay que retirarlos por estar prácticamente inservibles, constituye un muy importante factor de desarrollo, no solo a nivel de empresa, sino de economía nacional.

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE ANALISIS ECONOMICO DE DECISIONES
EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION (del 8 de mayo al 30 de junio de
1972)

<u>NOMBRE Y DIRECCION</u>	<u>EMPRESA Y DIRECCION</u>
9. ING. ANGEL DIAZ ZUBIETA Cerrada de las Palmas No. 102 Guajimalpa, D. F. México, D. F.	OPERADORA MEXICANA DE MAQUINARIA S. A. Autopista México-Querétaro No. 3043 México, D. F.
10. ING. RICARDO FLORES MARTINEZ Portillo No. 20 Residencial Villa Coapa México, D. F.	PRESFORZADOS MEXICANOS, S. A. Minas No. 143 Col. Tacubaya México 22, D. F.
11. ING. FELIPE GOMEZ DEL CAMPO LOPEZ Azores No. 617 México 13, D. F.	CONSTRUCTORA ATOYAC, S. A. Insurgentes Sur No. 1673 9o.Piso México, D. F.
12. LIC. CARLOS GONZALEZ GUARDADO Velazquez de León No. 10-5 México 5, D. F.	CARTONERA SAGO, S. A. DE C. V. Zaragoza No. 15 Ciudad López Mateos Edo. de México
13. ING. JOSE ELIAS HERNANDEZ Y CASTILLO J. Joaquín Fernández de L. No. 170 Circuito Novelistas, Cd. Satélite Edo. de México	SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULI COS Paseo de la Reforma No. 69 10o.P México, D. F.
14. ING. SERGIO JASO RAMIREZ Gustavo Campa No. 12 Circuito Musicos Cd. Satélite Edo. de México	ESTRUCTURAS METALICAS INDUSTRIA LES, S. A. Av. Chapultepec No. 592 México 11, D. F.
15. ING. ROBERTO W. LOPEZ PEÑA Gral. Anaya No. 177 Col. Coyoacán México 21, D. F.	SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO Palacio Nacional Desp. 4025 México, D. F.
16. ING. JORGE ORDOÑEZ RASCON Amores No. 1029 Col. del Valle México 12, D. F.	PRETEN, S. A. Av. Baja California No. 284 2o.P México 11, D. F.
17. ING. JORGE PEREZ CASTELLANOS Xola No. 611-5 Col. del Valle México 12, D. F.	EDIFIMEX, S. A. Gob. Rafael Rebollar No. 67 México, D. F.

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE ANALISIS ECONOMICO DE DECISIONES
EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION (del 8 de mayo al 30 de junio de
1972)

NOMBRE Y DIRECCION

EMPRESA Y DIRECCION

- | | |
|---|--|
| 1. ING. RENATO ARRIOLA AGUILAR
Av. de los Parques No. 30
Col. Industrial
México 14, D. F. | SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULI
COS
Paseo de la Reforma No. 69 10oP.
México, D. F. |
| 2. ING. HUMBERTO J. AYANEGUI SUAREZ
José A. Torres No. 851
Col. Viaducto Piedad
México 13, D. F. | COMPANIA MEXICANA DE CONSULTO
RES EN INGENIERIA, S. A.
Insurgentes Sur No. 1824 4o. Piso
México, D. F. |
| 3. ING. PEDRO BARBA CUESTA
Circuito Cronistas No. 155
Cd. Satélite
México, D. F. | FRACCIONAMIENTOS RESIDENCIALES
INDUSTRIALES, S. A.
Avila Camacho No. 40 1o. Piso
México, D. F. |
| 4. LIC. ALFONSO BRIONES HERNANDEZ
Tauro No. 134-A
Col. Prado Churubusco
México, D. F. | BANCO NACIONAL DE MEXICO, S. A.
Isabel La Catolica No. 44 2o.P.
México, D. F. |
| 5. ING. MANUEL CAÑIZO LECHUGA
Lamartine No. 404
México 5, D. F. | SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO
PUBLICO
Palacio Nacional
México, D. F. |
| 6. C.P. JORGE CHAVEZ SAYNEZ
182 Ote. No. 232-5
Col. Moctezúma
México 9, D. F. | DEFOR CONSTRUCCIONES, S. A.
Ote. 243-A No. 23
Col. Agrícola Oriental
México 9, D. F. |
| 7. SR. ABELARDO DE ANDA NAVARRO
Santa Ma. Tenango No. 21
Bosques de Echegaray
Naucalpan, Méx.
México, D. F. | FRACCIONAMIENTOS RESIDENCIALES
INDUSTRIALES, S. A.
Avila Camacho No. 40-10o.Piso
Naucalpan de Juárez
México, D. F. |
| 8. SR. ANTONIO FERNANDEZ DE CASTRO E.
Retorno de los Mirlos No. 3
Frac. Jardines de la Florida
Naucalpan, Edo. de México | FRACCIONAMIENTOS RESIDENCIALES
E. INDUSTRIALES, S. A.
Manuel Avila Camacho No. 40-10o.
Naucalpan, Edo. de México |

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE ANALISIS ECONOMICO DE DECISIONES
EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION (del 8 de mayo al 30 de junio de-
1972)

NOMBRE Y DIRECCION

EMPRESA Y DIRECCION

- | | |
|--|--|
| 18. ING. LUIS PUENTE AZPITARTE
Cerro Macuiltepec No. 207
México 21, D. F. | INFRATUR BANCO DE MEXICO
Isabel La Católica No. 24 4o. Piso
México 1, D. F. |
| 19. ING. JOSE EDUARDO RUBIO HERRERA
Montevideo No. 141
Col. Lindavista
México, D. F. | CONSTRUCTORA FLORIDA, S. A.
Boulevard Avila Camacho No. 80
2o. Piso
Naucalpan de Juárez
Edo. de México |
| 20. ING. ERNESTO SANCHEZ RUIZ
Norte 81 No. 67
Col. Claverfa
México 16, D. F. | BANCO DE MEXICO, S. A. INFRATUR
Isabel La Católica No. 24 4o. Pisc
México, D. F. |
| 21. ING. ILDEFONSO VAZQUEZ MORTON
Atlixco No. 76
México 11, D. F. | SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Paseo de la Reforma No. 69 10o.P.
México, D. F. |
| 22. ING. JOSE LUIS SOTELO HERRERA
Cerro San Andrés No. 407
Col. Campestre Churubusco
México 21, D. F. | SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Paseo de la Reforma No. 69 10o. P.
México, D. F. |

ANALISIS ECONOMICO DE DECISIONES

EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

TEMA I.- CONCEPTO Y NATURALEZA DE LAS DECISIONES ECONOMICAS:

LAS FUNCIONES DE UN EJECUTIVO:

Todo ejecutivo tiene fundamentalmente dos funciones, y muchos desarrollan solamente una de ellas.

Su primer función es la de "mantener los standards", lo que se refleja en vigilar que las actividades se desarrollen conforme a lo planeado, que los costos no excedan al costo standard preestablecido, que la obra de mano lleve a cabo el trabajo de acuerdo con el método standard predeterminado, que el material y la obra de mano que se requieran, se encuentren disponibles, que los suministros se lleven a cabo de acuerdo con el programa y en las cantidades correctas, que no disminuya la calidad planeada del producto y así sucesivamente. El "mantener los standards" es en muchas ocasiones la más importante tarea que llevan a cabo algunos ejecutivos, y por otro lado, nadie niega que esa función absorbe mucho tiempo y exige un gran esfuerzo.

Sin embargo, existe otra función del ejecutivo y que consiste en mejorar los "standards" fijados de tal manera que la compañía pueda sostener o aumentar sus utilidades.

En esta segunda función, el ejecutivo debe generar alternativas, lo cual logra sometiendo a prueba todas las normas, procedimientos y métodos implantados dentro de su esfera de responsabilidades y buscando otras posibles alternativas de acción y adoptándolas o no, de acuerdo con criterios económicos.

Este segundo papel, es vital, ya que cualquier empresa que se contenta solo con mantener sus standards existentes, se encontrará en decadencia a causa de la presión de la competencia.

La empresa que se limita a mantener con éxito su statu quo, mientras que otras compañías mejoran sus métodos y aumentan sus utilidades, descubrirá eventualmente que no puede igualar los precios establecidos

por sus competidores progresistas.

Desgraciadamente, muchos ejecutivos no están preparados para desarrollar esta función tan importante ya que con demasiada frecuencia, carecen totalmente de preparación para la toma de decisiones económicas y lo que es aún peor, en muchas ocasiones subestiman y desprecian esta área de actuación, lo cual origina que no obstante lo intensamente que un ejecutivo trabaje en su papel de "mantener los standards", su empresa y él individualmente como administrador, pueden fracasar.

En este curso, trataremos de investigar las funciones del ejecutivo y de presentar los principios y los procedimientos de la toma de decisiones económicas. Trataremos de analizar el proceso de dos fases consistentes en:

- 1).- Generar las alternativas
- 2).- Evaluarlas y adoptarlas o no, después de analizarlas ampliamente con el punto de vista de los criterios económicos.

Solo si el ejecutivo tiene conciencia clara de estos criterios, podrá llevar a cabo una búsqueda inteligente de alternativas y después, tomar decisiones economicamente correctas.

LA BUSQUEDA DE ALTERNATIVAS:

La segunda función del ejecutivo se desprende de la primera. Tanto si se tienen dificultades para mantener un standard establecido, como si no se les tiene el standard mismo puede ser la base de investigación, para encontrar un medio más económico para efectuar una acción determinada. Así por ejemplo, en el caso de una obra en construcción, el director de la misma puede hacerse preguntas como las siguientes: ¿se seleccionó el equipo más adecuado y en número adecuado de unidades? ¿puede acelerarse el proceso de construcción mediante otra secuela de ataque de los diferentes frentes? ¿el número de personal obrero y técnico ubicado en cada frente es el adecuado? ¿debe incrementarse? ¿debe disminuirse? Luego de un análisis profundo y sistematizado, el director de la obra, podrá determinar, con plena conciencia en los criterios económicos, si los juicios presupuestos originalmente eran los adecuados o conviene seguir nuevas alternativas.

A partir de cada acto que se efectue de acuerdo con normas esta-

blecidas, un ejecutivo entrenado a pensar bajo esta línea de acción, podrá generar alternativas económicas.

La toma de decisiones económicas invade cualquier área de actividad de un ejecutivo desde el aspecto ventas, hasta el de producción y desde las finanzas hasta el aspecto técnico ingenieril.

Una función muy importante del ejecutivo es el estar propiciando mejoras y cambios, aunque el puro cambio, por si mismo no implique necesariamente una decisión económica.

Otro claro ejemplo en el medio de la construcción lo constituye el problema de un proyectista y calculista quien debe decidir entre hacer una estructura de acero o de concreto o mixta, atendiendo a factores como pueden ser: distintos tipos de cimentaciones dependiendo del peso de la superestructura en cada una de las alternativas, costos de conservación y mantenimiento dentro de un cierto horizonte económico valor de recuperación de la estructura, disponibilidad de personal especializado en la localidad, etc...

Cada peso que se gasta, se propone gastar o se propone no gastar, constituye la base de una decisión económica. Si un ejecutivo decide no hacer ningún cambio a una situación existente, está tomando una decisión económica, ya que la decisión de no hacer nada implica la decisión de continuar haciendo las cosas de la misma manera, y de rechazar todas las posibles alternativas, tanto las generadas por él mismo después de un análisis crítico, como de las que desconoce por no haberlas buscado.

Una decisión no puede decirse que constituye una auténtica decisión económica a menos que:

- (1) Todas las alternativas hayan sido examinadas.
- (2) Todos los elementos de costo y de ingreso hayan sido considerados.
- (3) Se hayan seguido técnicas y procedimientos correctos para su evaluación.

Así por ejemplo, en el caso particular de la posibilidad de cambiar una máquina existente, la decisión económica puede ser: aprobar el gasto de \$ 80,000.00 para la compra de una máquina nueva, o rechazar este gasto y conservar la existente, o gastar \$ 45,000.00 en una diferente o autorizar \$ 130,000.00 por una nueva de mayor capacidad o invertir \$ 25,000.00 en la reparación y mejora de la máquina actual.

Puede arguirse que en ocasiones el análisis económico de una situación para efectos de una toma de decisiones es inútil, pues la alternativa a seguir es evidente. Aparentemente este sería el caso de un empresario que expresara: "Tengo una máquina que tiene más de 15 años de estar en operación a la que ya no es físicamente posible seguir reparando y manteniendo en operación, por lo que sin necesidad de ningún análisis ni de la aplicación de técnicas y fórmulas sofisticadas concluyo - que debo cambiarla por otra..." Sin embargo, podríamos hacer notar a este empresario que de hecho si tomo una decisión y que esta se inició hace varios años, pues pudiera suceder que un análisis revele que debería haber cambiado esa máquina hace más de 8 años por ejemplo, y que su decisión (aún sin haber sido el fruto de un razonamiento conciente), - fué equivocado, al haber optado de hecho, por la alternativa de absorber los sobrecostos de un mantenimiento y reparaciones antieconómicas - durante los últimos 8 años y de haber rechazado los ahorros que la compra de una nueva máquina le hubieran originado.

De lo anterior, concluimos que la toma de decisiones económicas en un sentido integral, incluye tanto la generación como la evaluación de las alternativas y que dado que la selección de una alternativa es siempre el objeto de una decisión, el proceso de la toma de una decisión económica, prosigue solo si las diversas alternativas a seguir, han sido - establecidas.

La selección de la alternativa final nunca debe ser objeto de adivinanza ni dejada a la voluntad de los dioses.

Ni la intuición ni las corazonadas son del todo realistas ni confiables. Sin embargo, se puede arguir y debe aceptarse el hecho de que mucha de la información de que se dispone para la toma de una decisión está basada en meras estimaciones. A esto, puede responderse afirmando que esas estimaciones logradas por medio de un cuidadoso estudio de la información disponible, son de cualquier manera más confiables que meras adivinanzas o elucubraciones intuitivas. Lo anterior no quiere decir que la intuición, que se orienta al futuro pero que de hecho involucra ciertos recuerdos y experiencias del pasado, no tenga en ocasiones cierto grado de validez.

RESPONSABILIDAD POR LA TOMA DE DECISIONES

El que un ejecutivo no este ejerciendo la segunda función a que se

lo aludido, se manifiesta principalmente en cuanto que se observa una decidida tendencia a no hacer cambios, es decir, a seguir haciendo lo mismo y de la misma manera y en el hecho de que rara vez, una inversión o una erogación se justifiquen mediante un criterio económico adecuado.

Muchos ejecutivos no sienten verdadera responsabilidad por los costos que generan o por los costos que de hecho "protegen" al mantener el status quo. Conciente o inconcientemente consideran el llevar a cabo erogaciones monetarias como una consecuencia inherente e inevitable de su trabajo; como un privilegio obvio de la función ejecutiva; y cuando un ejecutivo se acostumbra a esta actitud, llega a considerar que estos costos son responsabilidad de la compañía. Si reflexionara en esto se daría cuenta que estos costos son de su responsabilidad ya que se ubican dentro de su esfera administrativa, y es él, y no la compañía quien selecciona la alternativa a seguir de entre todas las demás posibles.

Ahora bien, las necesidades de capital en muchos proyectos alcanzan cifras considerables. Obviamente, ese capital requerido se obtiene de diversas fuentes, internas o externas a la empresa, y es natural que tanto a los que aportan ese capital como a los encargados de controlar su gasto, les preocupe el que sea utilizado de la manera más efectiva ya que el éxito de un proyecto ingenieril o de un negocio en general, se mida en términos de su eficiencia financiera.

Por lo anterior, el ingeniero debe combinar en cada proyecto técnico con los requerimientos y limitaciones financieras y sin olvidar además otros valores involucrados como pueden ser los de carácter social, estético, político, etc...

Con los recientes adelantos de las matemáticas, estadística, técnicas de computación, etc... que permiten el manejo de problemas económicos más complejos, el ingeniero tiene la oportunidad de jugar un papel aún más importante en el proceso de la toma de decisiones, ya que no solo cuenta con las bases matemáticas y científicas para comprender el uso de tales técnicas, sino que además tiene el criterio ingenieril que permite reconocer las limitaciones prácticas de estas técnicas y el efecto de la falta de información que comunmente existe en las situaciones reales, todo lo cual lo -

capacitą para seleccionar la alternativa más adecuada y realista.

El privilegio u obligación de un ejecutivo de señalar y elegir una alternativa no va desligada a la responsabilidad de demostrar que su su gestión es la más adecuada de entre otras. Desde el inicio debe estar conciente de todos los costos resultantes de su decisión. En muchas o-
caciones existe la deformación de considerar solo el valor inicial de -
una inversión, siendo que frecuentemente los costos futuros que se gene
ran pueden ser con mucho, más importantes que el inicial, Así por ejem-
plo, la decisión de invertir \$ 100,000.00 en una máquina, debe haber es-
tado ligada a la consideración de costos futuros como pueden ser: obra
de mano de operación, consumo de energía, desperdicio de material, nece
sidad de supervisión extra, mantenimiento y conservación necesarias, se
guros, impuestos, etc... También debe considerarse ingresos especiales
como el valor de rescate. Todo lo cual implica que el análisis comple-
to de la alternativa, debe hacerse dentro de un cierto período que cong
tituye el horizonte económico.

MEDIDA DE LA EFICIENCIA ECONOMICA:

La actividad ingenieril se desarrolla dentro de dos entornos, el -
físico y el económico. El éxito que se alcance manejado o alterando el
entorno físico para producir bienes y servicios depende del conocimien-
to que se tenga de las leyes físicas. Sin embargo, el beneficio que re
porten esos bienes y servicios, depende de la utilidad que reporten, me
dida en términos económicos. Se podría enumerar de estructuras, máqui-
nas, procesos, etc..., que presentan un exelente dizeño físico y mecáni
co. Por esta razón, es esencial que los proyectos ingenieriles se eva-
luen en términos de beneficio y de costo antes de ser atacados. El pre
requisito esencial para el éxito de un proyecto ingenieril, es su facti
bilidad económica.

La función normal del ingeniero consiste en manejar los elementos
de un entorno, el físico, para crear utilidad en un segundo entorno, el
económico.

El objetivo de todo proyecto ingenieril es el de obtener el mayor
resultado posible, por unidad de recurso empleado, lo cual se logra me-
diante la más efectiva utilización de materiales, energía y en general,
de cualquier tipo de recurso. El grado de eficiencia en la utilización
de los recursos se mide mediante la expresión:

$$\text{eficiencia} = \frac{\text{out put}}{\text{in put}}$$

lo cual no es más que el cociente entre los resultados obtenidos y los recursos empleados. Esta expresión mide el éxito de la actividad ingenieril dentro del entorno físico, y en un primer nivel de eficiencia - que se conoce como eficiencia física o eficiencia mecánica o eficiencia ingenieril, tanto el Input como el Output se expresan en unidades como: Kilowatts, Btu, horas, etc... Cuando este tipo de unidades físicas están involucradas, la eficiencia siempre será menor que la unidad o menor que el 100%.

Sin embargo a un ingeniero también le interesa un segundo nivel de eficiencia, la eficiencia económica o eficiencia financiera, la cual se determina con la misma fórmula general de la eficiencia, solo que convirtiendo las unidades físicas tanto del input como del output a valores monetarios, por lo que puede expresarse:

$$\text{eficiencia económica} = \frac{\text{beneficio}}{\text{costo}}$$

Es bien sabido que la eficiencia física o ingenieril no puede alcanzar valores mayores de 100%. En cambio, la eficiencia económica - si puede exceder de dicho valor, y de hecho, solo será aceptable cuando eso suceda. Una alta eficiencia física no es garantía de una alta eficiencia económica. Una baja eficiencia física no es razón suficiente para dejar de considerar una alternativa, ya que pueden existir -- otras circunstancias económicas que compensen esa baja eficiencia física.

Consideremos por ejemplo una planta de generación de energía cuya eficiencia física sea tan solo de un 14%. Supongamos que el output en forma de energía eléctrica y expresado en Btu, tenga un valor económico de 8 unidades monetarias por millón de unidades de output y que el input en la forma de gas natural y expresado en Btu, tiene un valor económico de 0.70 unidades monetarias por millón de unidades de gas consumido. En estas condiciones:

$$\begin{aligned} \text{eficiencia económica} &= \frac{\text{Btu output x valor de la energía eléctrica}}{\text{Btu input x valor del gas natural.}} \\ &= 0.14 \times \frac{8 \text{ unidades monetarias}}{0.70 \text{ unidades monetarias}} \\ &= 1.6 \end{aligned}$$

o sea, un 160% de eficiencia económica.

Si un inversionista decide expandir su negocio y adquirir un cierto número de camiones, podrá seleccionar el tipo de camión mediante su eficiencia mecánica, pero la factibilidad y conveniencia de la inversión general, deberá contemplarla a través de la eficiencia económica, en donde el output o beneficio será la retribución económica que se obtenga por el servicio de los camiones, y el input o costo, debe incluir los costos de operación, la depreciación, los intereses del capital invertido, los impuestos y todos los demás gastos asociados.

La forma más comunmente empleada para estimar la eficiencia financiera, es mediante la llamada "tasa de recuperación", sobre un capital invertido, expresado en por ciento:

$$\text{tasa de recuperación} = \frac{\text{utilidad neta anual}}{\text{capital invertido}}$$

Un ejemplo de determinación de la eficiencia mecánica instantánea, la constituyen los medidores eléctricos para determinar en un instante dado, el output y el input de un motor.

Para la evaluación final de la mayoría de los proyectos, aún en aquellos en lo cuales el aspecto técnico ingenieril juegue un papel muy importante, la eficiencia económica debe prevalecer sobre la eficiencia física. Esto es debido a que la función de la ingeniería es crear utilidad dentro del entorno económico por medio de la utilización de los elementos del entorno físico; y dado que este objetivo se traduce en maximizar el servicio, y el nivel de servicio puede expresarse en términos monetarios, se concluye que el criterio económico es la base de una evaluación, y la meta, la maximización de la utilidad.

EFICIENCIA INGENIERIL CONTRA EFICIENCIA ECONOMICA:

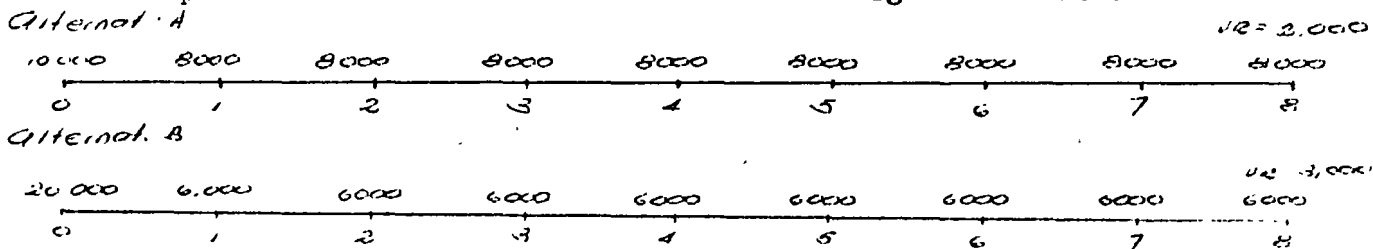
La meta de todo ingeniero y en general, de la actividad empresarial y gerencial es la de lograr una eficiencia económica dentro de rangos - aceptables y no la búsqueda de eficiencia ingenieril o mecánica.

Ejemplo: Supongamos que para resolver una necesidad y después de un estudio, se nos presentan dos alternativas:

Alternativa "A": adquirir una máquina por \$ 10,000.00 con costo -- anual de operación (inoluyendo obra de mano, combustibles, mantenimiento, etc...) de \$ 8,000.00 (el cual suponemos uniforme por simplificación). Vida económica de 8 años, con valor de recuperación de \$ 2,000.00 al término de ese período.

Alternativa "B": adquirir una máquina para el mismo trabajo por --- \$ 20,000.00; gastos de operación de \$ 6,000.00 anuales. Vida económica - de 8 años y valor de recuperación de \$ 3,000.00,

Representemos las dos alternativas de la siguiente manera:



El monto total del desembolso para la alternativa "A" es de \$72,000.00 y para la alternativa "B" de \$ 65,000.00.

(Hacemos notar que no estamos considerando en estas sumas el factor tiempo, y como demostraremos posteriormente, la simple suma de costos es insuficiente para comparar dos alternativas).

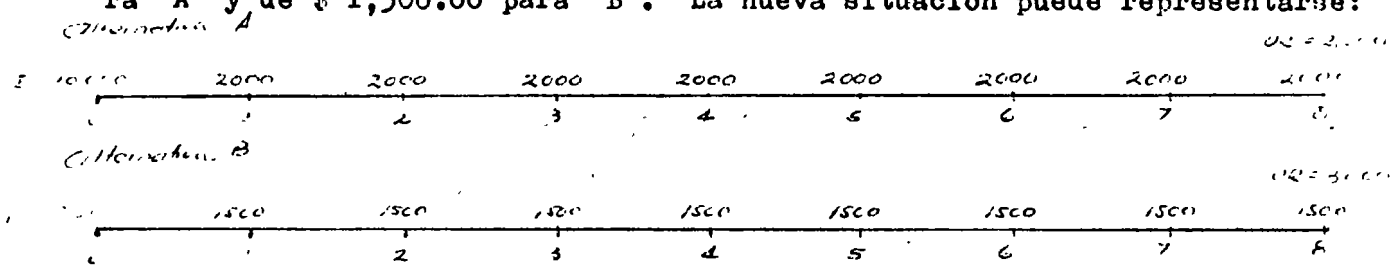
Observamos que "B" tiene mayor eficiencia ingenieril, dado que ambas máquinas tienen el mismo rendimiento en cuanto a producción de servicio se refiere pero, el insumo de "B", medido por su gasto de operación anual es de \$ 6,000.00 en tanto que el de "A" es de \$ 8,000.00. Esto es explicable ya que el sobrecosto inicial de la máquina "A" con respecto a la "B", sugiere mejoras en la construcción de "A" y por tanto una mayor eficiencia mecánica.

Conclusión: "B" realiza el mismo trabajo que "A" pero con menor cantidad total de pesos. "B" tiene mayor eficiencia económica.

En este caso "B" tiene la mayor eficiencia económica y también la mayor eficiencia mecánica o ingenieril, pero esto es mera coincidencia. La

búsqueda de alta eficiencia económica, no necesariamente coincide con la búsqueda de alta eficiencia ingenieril, ya que si esto fuera cierto, la elección de la alternativa más económica pudiera ser realizada en base - solo a la eficiencia mecánica.

Supongamos que se propone el empleo de las dos máquinas anteriores "A" y "B", en condiciones de menor ritmo de trabajo, y con esta menor - utilización los costos de operación anuales se calculan de \$ 2,000.00 pa - ra "A" y de \$ 1,500.00 para "B". La nueva situación puede representarse:



El desenvolvso total para "A" es ahora de \$ 24,000.00 y de \$ 29,000.00 para "B".

Observamos ahora que la máquina "B", con mayor eficiencia mecánica, tiene menor eficiencia económica que "A".

Lo anterior demuestra que no hay ninguna "receta" para la selección de la alternativa más económica; habrá que hacer un análisis en cada cir - cunstancia. La selección de la alternativa más económica cambió de "B" a "A"; de la máquina con mayor eficiencia mecánica, a la de menor efi - ciencia mecánica. La distinta selección fué originada en este caso por un cambio en la utilización del equipo; pero también pudieran afectar - factores como cambios en el costo horario de la obra de mano, en el cos - to unitario de la energía, en el valor de renta por metro cuadrado de pi - so, o cualquier otro factor de costo. El efecto combinado de todos es - tos elementos de costo, debe ser evaluado, para cada situación, por el - ejecutivo encargado de tomar una decisión.

El ejemplo también ilustra el hecho de que la máquina que se selec - cione en determinadas circunstancias, puede rechazarse en otras.

El análisis de alternativas con baja eficiencia ingenieril, es tan necesario como el de alternativas de alta eficiencia ingenieril.

La afirmación de que el objetivo primordial de la ingeniería es lo - grar una eficiencia económica satisfactoria, no va en contradicción con otros objetivos de la ingenierí, como son: la exactitud, la confiabili - dad, la seguridad, etc..., ya que, como veremos posteriormente, estas -

cuestiones son decididas por consideraciones económicas, ya que pudiera suceder que en determinadas circunstancias, no sea económicamente factible o conveniente, diseñar con absoluta exactitud, ciento por ciento de confiabilidad, o perfecta seguridad.

VALORES NO MONETARIOS

Pocas decisiones, de tipo personal o de negocios, son hechos sobre la base únicamente de consideraciones financieras. Aún más, las consideraciones sobre la eficiencia económica de un proyecto pueden verse influenciadas en gran parte por aspectos no monetarios.

Las decisiones y recomendaciones relativas a la factibilidad de proyectos ingenieriles deben tener en cuenta toda una serie de factores monetarios y no monetarios. Entre estos últimos podemos nombrar leyes y principios económicos., situación imperante de los negocios en un momento dado, valores sociales y humanos, objetivos personales y de grupo, gustos de consumidores, reglamentaciones gubernamentales, legislación de orden fiscal y económico.

DEFINICION DE INGENIERIA ECONOMICA

La ingeniería presenta dos enfoques: uno, concerniente al aprovechamiento de los recursos materiales y fuerzas de la naturaleza, y el otro, la satisfacción de las necesidades humanas; (y dado que los primeros son escasos respecto a las segundas, de aquí se desprende la esencial relación de la Ingeniería con la Economía).

El término Ingeniería económica puede definirse como: "el conjunto de conocimientos, técnicas y prácticas de análisis y síntesis, incluyendo consideraciones sobre factores humanos, necesarios para la evaluación del beneficio que reportan productos y servicios generados por la actividad ingenieril, en relación a su costo".

El término : "económica", implica "administración con desarrollo económico"; y unido al concepto de "ingeniería", engloba la idea de máximo servicio por unidad de costo, a través de la Ingeniería.

La primera función de la ingeniería económica, es la evaluación cuantitativa de los proyectos ingenieriles, en términos de beneficio y costo, antes de que estos sean ejecutados. En este aspecto, la ingeniería económica es similar a la ingeniería de diseño cuya función es la de pre

decir materiales, dimensiones y combinación de elementos estructurales de un proyecto, antes de que este sea realizado.

Un estudio económico presenta dos etapas:

- a).- recopilación de datos.
- b).- procesamiento matemático de los datos.

Ninguno de estos dos pasos constituye un fin en si mismo, sino medios de alcanzar el verdadero y último objetivo: la determinación de la bondad y factibilidad económica de una alternativa y su selección.

NATURALEZA DE LAS DECISIONES.

Las rachas de buena suerte o las noches de fortuna, atestiguan el hecho de que los jugadores y aventureros algunas veces ganan. Sin embargo, podemos también hablar de infinidad de ocasiones en las que en "volido" o "la inspiración del momento", han fallado rotundamente en cuanto a lograr un beneficio.

Por lo anterior, y debido a una sincera necesidad por parte de ingenieros, científicos y administradores en general, de contar con un sistemático y lógico proceso de análisis para la toma de decisiones es, por lo que se crearon diversos métodos de administración científica.

Sin embargo, tanto la intuición como los "métodos analíticos" son reconocidos y tienen su lugar dentro del proceso de la toma de decisiones, en cuanto que la intuición, aunque se ubica en el presente, de manera inconciente e informal, involucra recuerdos y experiencias del pasado, en los cuales se basa para hacer ciertas predicciones en el futuro.

El implantar un método analítico, cuesta dinero, y algunas decisiones menores no ameritan esa erogación por lo que podemos afirmar que los métodos analíticos, serán empleados siempre que esto sea técnicamente factible y justificable economicamente. Fuera de estos límites, el buen juicio y la intuición, basados en la experiencia, son recursos necesarios y legítimos.

Al analizar una situación para efectos de una toma de decisiones, habrá que determinar su "grado de sensibilidad", esto es, el que tan vulnerable es con pequeños cambios en los factores condicionantes de esa situación. La consecuencia inmediata de la "alta sensibilidad" de una situación dada, será la de tener que garantizar, mediante estudio minucioso la validez de los datos que intervendrán en la toma de decisiones,

y dado que los factores que pueden influir en una decisión pueden ser muy numerosos, habrá que dar primacía a aquellos más sensibles.

Cuando en una situación de decisión se presentan varios objetivos, es probable que, haya que reconocer, que no hay un curso de acción que optimice simultaneamente todos los objetivos. En esta circunstancia se rá necesarios seleccionar la alternativa que aqulibre de la mejor manera posible los objetivos en conflicto; es decir una alternativa que "suboptimice".

Las tácticas basadas en un horizonte económico de 1 o 2 años, no necesariamente tendrán la misma eficiencia, que las que contemplan un horizonte mayor.

Un horizonte de comparación muy corto, puede distorsionar seriamente los valores. Un horizonte muy largo introduce incertidumbre. A medida que se alarga el horizonte de comparación, sus predicciones sufren en su credibilidad.

GRADOS DE CERTEZA

Podemos clasificar las decisiones gerenciales, dentro de tres categorías generales que caracterizan las condiciones de la situación desisional y que sugieren un método de análisis. Estas son:

- a).- Decisiones suponiendo certeza
- b).- Decisiones que reconocen riesgo
- c).- Decisiones adm ten incertidumbre.

En el primer caso se considera que todas las condiciones del problema se conocen con seguridad al suponer certeza, estamos basando el análisis en un conjunto de suposiciones que suponeremos tengan una alta esperanza de ocurrencia.

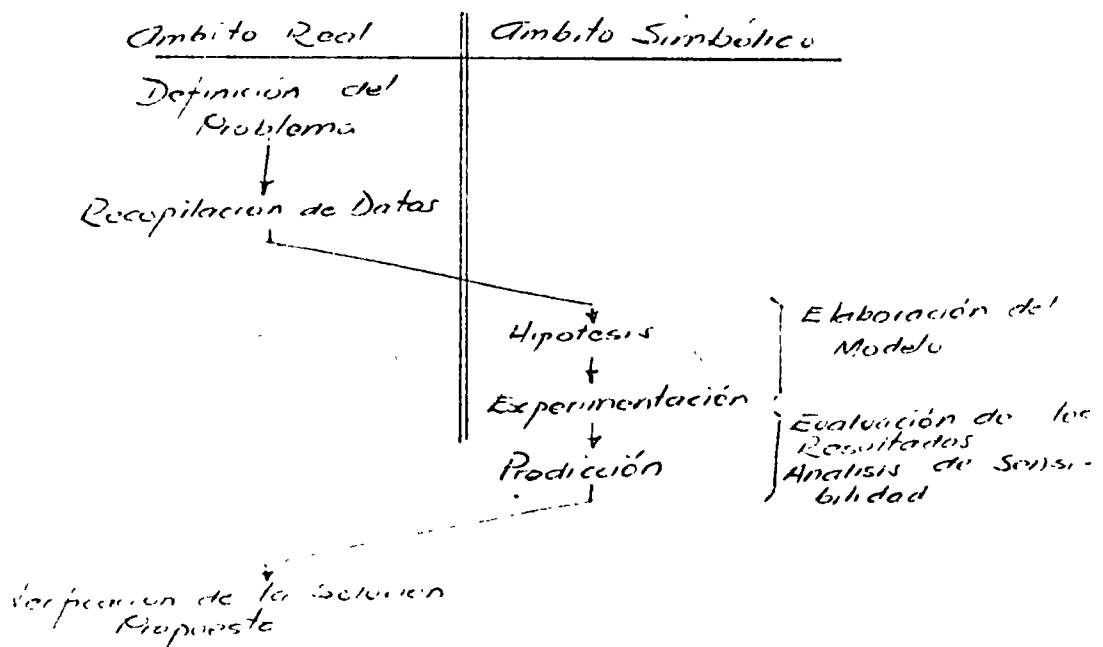
En el segundo caso, el analista considera poder obtener buenas estimaciones sobre la probabilidad de ocurrencia de las futuras condiciones y del efecto económico de dichas condiciones. Es frecuente que la determinación del valor de dichas probabilidades implique erogaciones originadas por investigaciones y experimentaciones.

El considerar decisiones bajo condiciones de incertidumbre implica que el analista desea incluir los efectos de diferentes factores, pero - le resulta imposible hacer estimaciones sobre sus probabilidades de ocurrencia.

PROCESO DE LA TOMA DE DECISIONES.

La toma de decisiones se desarrolla dentro de dos ámbitos: el real, en el que tienen lugar los problemas del diario, y el simbólico, en el que se trata de representar a los problemas del ámbito real para su estudio y resolución.

Esquemáticamente el proceso puede representarse:



DEFINICION DEL PROBLEMA Y RECOPIACION DE DATOS.

El problema se origina en el ámbito real, dentro de los diversos campos de la actividad humana.

Los datos son los que definen y clasifican a un problema.

El conjunto de datos permite al analista elaborar un modelo que presente en el ámbito simbólico al problema del ámbito real.

El lenguaje simbólico permite traducir la información del ámbito real, a una forma utilizable en el ámbito simbólico.

Se formulan hipótesis respecto al comportamiento del modelo y se someten a prueba experimentándolas para tratar de simular las reacciones del modelo.

De esta experimentación surge una predicción de comportamiento.

Esta predicción se convierte al ámbito real y trata de verificarse. Si la predicción resulta válida, el problema está resuelto. Si no, el proceso se vuelve a repetir tratando de recopilar más información que amplie

la visión del problema.

Se dice que el proceso es sistemático en cuanto a que se procede paso a paso dentro de una secuela lógica.

La definición del problema se inicia con el establecimiento preciso de los objetivos y por la captación de información relativa al problema, en la mayor cantidad y de la mejor calidad posibles. Será necesario analizar el grado de sensibilidad de las alternativas e introducir el concepto de suboptimización. A medida que las ramificaciones e implicaciones de un problema son más amplias, la definición de las metas es más compleja.

Una preliminar búsqueda de soluciones, implica el enlistar todos los posibles cursos de acción.

La cantidad y calidad de los datos recopilados es fundamental, ya que todos los demás pasos del proceso, descansan en dichos datos, y ninguno de los pasos puede compensar la falta de ellos.

Ya se había comentado el que en toda decisión intervienen factores que no pueden traducirse a pesos y centavos; estos son los factores no monetarios o intangibles. La distinción entre los factores tangibles y los intangibles, radica en la mayor o menor facilidad y exactitud con que pueden ser expresados cuantitativamente. Otros ejemplos de intangibles pueden ser: consideraciones de seguridad, reputaciones, amistades, relaciones públicas, etc...

ELABORACION DEL MODELO:

Un modelo es la representación del ámbito real. Se inicia la formulación de un modelo desde el momento de fijar objetivos y alternativas. Un modelo muestra la relación de causa a efecto entre objetivos y restricciones. Se maneja de tal manera que muestre el resultado final de seguir un determinado curso de acción.

Dado que las situaciones de decisión varían muy ampliamente, son necesarios varios tipos de modelos. Consideraremos tres clases: físicos, esquemáticos y matemáticos. Especialmente nos interesan los modelos matemáticos para su uso en estudios económicos.

Los modelos físicos pueden ser menores, mayores o de igual tamaño que el objeto que representan. Ejemplos de estos modelos en el campo de la ingeniería los constituyen: modelos de canales, rompeolas, cortinas,

sistemas de tuberías, etc...

Los modelos esquemáticos son representaciones gráficas de diversas situaciones. Ejemplos de estos modelos, son: Organigramas, que muestran la división y delegación de autoridades, gráficas de proceso de flujo de producción, redes econométricas, redes de camino crítico, gráficas de punto de equilibrio.

Los modelos matemáticos están constituidos por ecuaciones y fórmulas. Como ejemplos podemos nombrar a los modelos probabilísticos, a los modelos estadísticos, a los modelos de programación lineal, etc...

EVALUACION

El mérito de un modelo radica en que también represente al ámbito real. La prueba última y definitiva de un modelo, se presenta cuando las predicciones en cuanto al comportamiento del problema, se someten a la realidad.

Cada tipo de modelo se evalúa en forma diferente. Un buen modelo contribuye a completar el análisis de un problema en cuanto a que hacen más fácil y objetivo observar los resultados originados por diversos inputs.

Una vez que los procedimientos de toma de decisiones han sido seguidos, la autoridad final es el encargado de tomar las decisiones. El analista debe evaluar la exactitud y factibilidad de sus datos y de su modelo. Debe modular las predicciones del modelo mediante consideraciones sobre factores intangibles.

EJEMPLO DE UN TIPO DE DECISIONES ES: DECISIONES CONDICIONALES.

Cuando es una secuela de decisiones, cada decisión debe tomar en consideración la decisión tomada en una etapa previa se habla de decisiones condicionales.

Un árbol de decisiones es una herramienta muy útil para la toma de decisiones condicionales. Todas las alternativas consideradas se muestran gráficamente como ramas de un árbol. En cada etapa del proceso decisional se presentan varias alternativas, cuya preferencia depende de la decisión que se haya tomado en la etapa anterior.

40% (continúa)

Table with 10 columns: n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n. Rows 25-34.

45%

Table with 10 columns: n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n. Rows 1-30.

50%

Table with 10 columns: n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n. Rows 1-15.

50% (continúa)

Table with 10 columns: n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n. Rows 16-28.

60%

Table with 10 columns: n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n. Rows 1-24.

70%

Table with 10 columns: n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n. Rows 1-18.

70% (continúa)

Table with 10 columns: n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n. Rows 19-21 and summary row.

80%

Table with 10 columns: n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n. Rows 1-19 and summary row.

90%

Table with 10 columns: n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n. Rows 1-17 and summary row.

100%

Table with 10 columns: n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n. Rows 1-12 and summary row.

100% (continúa)

Table with 10 columns: n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n. Rows 13-16 and summary row.

110%

Table with 10 columns: n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n. Rows 1-15 and summary row.

120%

Table with 10 columns: n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n. Rows 1-14 and summary row.

130%

Table with 10 columns: n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n. Rows 1-14 and summary row.

140%

Table with 10 columns: n, SPCAF, SPPWF, CRF, USPWF, SFDF, USCAF, ASF, ASPWF, n. Rows 1-2 and summary row.

140% (continúa)

n	SPCAF	SPPWF	CRF	USPWF	SPDF	USCAF	ASF	ASPWF	n
3	13 824	.07234	1.5092	.66282	.10917	9.1600	.48035	.31829	3
4	33 178	.03014	1.4435	.69276	.04351	22.964	.98998	.40871	4
5	79 628	.01256	1.4178	.70532	.01781	58.162	.65069	.45894	5
6	191.10	.00523	1.4074	.71095	.00738	135.79	.68272	.48311	6
7	456 65	.00218	1.4031	.71273	.00308	328.89	.69899	.49819	7
8	1100 8	.00091	1.4013	.71364	.00127	785.94	.70701	.50455	8
9	2641 8	.00038	1.4005	.71402	.00053	1886.3	.71088	.50758	9
10	6340 3	.00016	1.4002	.71417	.00022	4528.1	.71271	.50900	10
11	15217.	.00007	1.4001	.71424	.00009	10868.	.71358	.50965	11
12	36320	.00003	1.4000	.71427	.00004	28085.	.71396	.50996	12
13	87649	.00001	1.4000	.71428	.00002	62605.	.71414	.51009	13
∞	∞	0	1.4000	.71429	0	∞	.71429	.51020	∞

150%

1	2 5000	.40000	2 5000	.40000	1.0000	1.0000	-	-	1
2	6 2500	.16000	1.7857	.56000	.28571	3 5000	.28571	.16000	2
3	15 625	.06400	1.6028	.62400	.10256	9.7500	.46154	.28800	3
4	39.062	.02560	1.5394	.64960	.03941	25.375	.56158	.36480	4
5	97 656	.01024	1.5155	.65984	.01552	64.437	.61494	.40576	5
6	244.14	.00410	1.5062	.66394	.00617	162.09	.64199	.42624	6
7	610.33	.00164	1.5025	.66557	.00248	408.23	.65518	.43607	7
8	1525.9	.00066	1.5010	.66623	.00098	1016.8	.66142	.44066	8
9	3814.7	.00028	1.5004	.66649	.00039	2542.8	.66431	.44278	9
10	9536.7	.00010	1.5002	.66660	.00018	6357.1	.66582	.44370	10
11	23842.	.00004	1.5001	.66664	.00008	15894.	.66621	.44412	11
12	59604.	.00002	1.5000	.66666	.00003	39736.	.66647	.44430	12
13		.00001	1.5000	.66666	.00001	99340.	.66658	.44438	13
∞	∞	0	1.5000	.66667	0	∞	.66667	.44444	∞

TASA MINIMA DE RECUPERACION:

Los estados financieros de un negocio, el Balance general y el Estado de Pérdidas y Ganancias principalmente, muestran la utilidad total general obtenida por medio de la inversión realizada, pero debemos notar que de ellos solo podemos determinar la productividad promedio de cada peso. Desgraciadamente el sistema contable no está diseñado para ser más específico al respecto.

Antes de aprobar una inversión debemos insistir en que cada peso; a) garantice una tasa de recuperación y b) que ésta no sea menor que una tasa mínima de recuperación prefijada.

La determinación de la tasa mínima de recuperación se deriva de la forma o criterio de la empresa para aplicar y distribuir sus fondos disponibles normalmente limitados y cubrir una demanda casi siempre mayor de ellos.

Normalmente, cadaño, una empresa podrá predecir con mayor o menor aproximación la disponibilidad de fondos con que podrá contar en ese período para cubrir los gastos de las operaciones que sus inversiones demanden. El suministro de fondos podrá provenir principalmente de reinversión de utilidades, de liquidación y fondos de depreciación de activos fijos, líneas de crédito, créditos externos diversos o de incrementos de capital social, pero lo importante es que generalmente, el programa de suministros es escaso en comparación con la demanda de fondos y recursos monetarios que requieren las alternativas de inversión que se presentan.

Para ilustrar el problema, supongamos que la demanda de fondos para el año siguiente se prevee sea de \$ 12,500,000.00 aproximadamente, pero se estima que las diversas fuentes de financiamiento proveerán solamente unos \$ 5,000,000.00. El objetivo del director de finanzas, será obviamente, invertir los \$ 5,000,000.00 disponibles en aquellas alternativas de inversión que ofrezcan la mayor retribución y rechazar proposiciones por un monto de \$ 7,500,000.00 que prometen menor retribución.

Para lograr esto, partamos de la fase de que el analista esté en posición de poder enumerar sus alternativas de inversión en orden decreciente

de acuerdo con su retribución estimada.

ALTERNATIVA	INVERSION	TASA PROBABLE DE RECUPERACION	MONTO ACUMULADO DE INVERSION.
A	\$ 400,000.00	80% o más	\$ 400,000.00
B	500,000.00	70 - 80	900,000.00
C	650,000.00	60 - 70	1,550,000.00
D	850,000.00	50 - 60	2,400,000.00
E	1,200,000.00	40 - 50	3,600,000.00
F	1,400,000.00	30 - 40	5,000,000.00
G	1,750,000.00	20 - 30	6,750,000.00
H	2,150,000.00	10 - 20	8,900,000.00
I	3,600,000.00	más de 10	12,500,000.00

En estas condiciones, el fondo disponible de \$ 5,000,000.00 deberá ser aplicado solo a aquellos proyectos que prometen una tasa de recuperación de 30% o más. Esto significa que la tasa mínima de recuperación para el próximo año y dadas las condiciones anteriores, es de 30%.

Esto quiere decir que cualquier inversión que ofrezca 30% o más, - debe ser aprobada y cualquier proyecto que ofrezca una tasa menor, debe ser rechazada. También quiere decir que \$ 7,500,000.00 de inversiones que prometen tasas de recuperación hasta de un 29% serán rechazadas. La tasa mínima de recuperación establece el límite inferior, abajo del cual no podemos invertir, es decir, establece la tasa mínima aceptable de recuperación.

Enfocado desde otro punto de vista, podemos decir que si en una serie de alternativas de inversión: la alternativa A es preferible a la alternativa B, la B es preferible a la C, etc..., M es la alternativa - menos preferible aceptada y N es la alternativa más preferible no aceptada; el costo a considerar al capital para cualquier alternativa B por ejemplo, de inversión, es la tasa de recuperación de N, ya que representa la utilidad que rechazamos automáticamente cuando aceptamos invertir en B.

RELACIONES ENTRE EL ASPECTO CONTABLE Y LOS ANALISIS ECONOMICOS:

Un análisis económico tiene por objeto determinar si un cierto ca-

pital debe ser invertido o aplicado a otro fin distinto del actual. Un estudio económico tiene como elementos, cursos de acción que aún no se han realizado. Tiene que ver con "eventos futuros": ¿se debe seguir cierto curso de acción? ¿el procedimiento es más económico?. El análisis económico proporciona bases para las decisiones.

Ahora bien, una vez que se ha tomado la decisión de invertir y el capital ha sido invertido, se desean conocer los resultados financieros, para lo cual se establecen mecanismos y procedimientos específicamente orientados para la determinación de los resultados financieros y el control de las operaciones; todos los cuales constituyen la contabilidad general y la contabilidad de costos.

La contabilidad es en este sentido, la historia de un negocio; se refiere a eventos pasados. Actúa ya conociendo ingresos y egresos. Estima resultados y calcula cuál fué la tasa de recuperación.

El análisis económico recomienda una cierta inversión. Si la decisión se toma basado en el estudio económico, la contabilidad comprobará posteriormente si el estudio económico y las recomendaciones fueron correctas.

La contabilidad tiene la ventaja de trabajar con hechos históricos, financieros ya acaecidos, el análisis económico solo cuenta con estimaciones sobre el futuro.

Posteriormente, las observaciones de la contabilidad pueden ser aprovechadas por el analista económico, pero deben saber ser interpretadas.

Como en un experimento, la contabilidad registra todos los eventos significativos financieramente hablando de una inversión y de estos hace posible determinar los resultados y preparar un reporte financiero.

Interpretando correctamente estos reportes se toman las decisiones en el campo económico por los dirigentes.

Se trata de dos funciones distintas pero conectadas.

El Contador nunca afecta las operaciones de un "costo de Capital", a menos que hayan sido efectuado erogaciones, como pueden ser pagos de inte

reses bancarios, pago de hipotecas, etc..., mientras que el analista car
ga a cada peso, de la responsabilidad de cubrir el "costo del capital".
Ambos están bien pero cada uno en su enfoque.

El Contador registra resultados generales de toda la situación. El
analista analiza cada situación.

$$\begin{array}{ccc}
 & I=5,000 & \\
 P=10,000 & D=2,200 & L=2,000 \\
 \hline
 0 & & 5 \\
 & i=8\% &
 \end{array}$$

$$B.A. = -[(P-L)_{t-n} \cdot crf + L \cdot i] + I - D$$

$$B.A. = -[(10,000 - 2,000)_{2-5} \cdot crf + 2,000 (0.08)] + 5,000 - 2,200$$

$$B.A. = - (2,010 \quad + 160 \quad) + 5,000 - 2,200$$

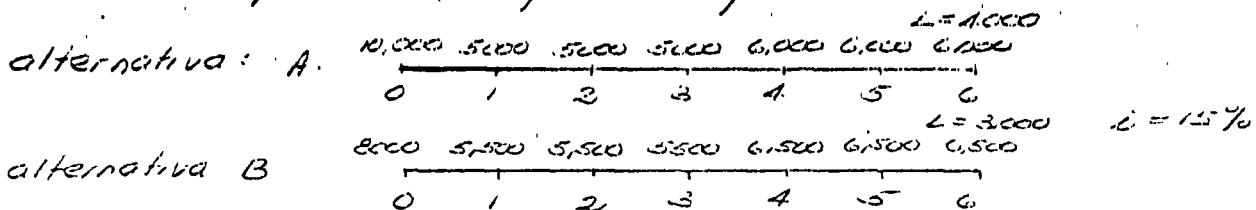
$$B.A. = \$630.$$

Hagase notar que se está buscando el B.A. (Beneficio Anual) por lo que los gastos se consideran con signo negativo y los ingresos con signo positivo, y dado que el B.A. resulto ser mayor que 0, esto significa que de esta inversión se pueda esperar un beneficio mayor al 8%. Especificamente puede decirse que la inversión si se recupera con una tasa del 8% más una cantidad adicional de \$630.

Ejemplo:

Una máquina A cuesta \$10,000 ya instalada; con un valor de rescate de \$4,000 al término de 6 años; gastos de operación anuales de \$5,000 durante los 3 primeros años y de \$6,000 durante los 3 últimos. La máquina B cuesta \$8,000; con \$3,000 de recuperación al cabo de 6 años. Gastos de operación de \$5,500 durante los 3 primeros años, y de \$6,500 durante los últimos tres. Los incrementos en los costos de operación, se pueden entender como generados por el incremento en los costos de mantenimiento y reparaciones y por la pérdida de eficiencia motivada por la edad. La tasa mínima atractiva es de 15%.

El problema se puede representar:



$$CA_A = (10,000 - 4,000)_6 \cdot crf + 4,000 (0.15) + [5,000_3 \cdot uspwf + 6,000_3 \cdot uspwf_3 \cdot sppwf]_6 \cdot crf$$

$$CA_A = 1,585 + 600 + 5,400 = \$7,585$$

$$CA_B = (8,000 - 3,000)_6 \cdot crf + 3,000 (0.15) + [5,500_3 \cdot uspwf + 6,500_3 \cdot uspwf_3 \cdot sppwf]_6 \cdot crf$$

$$CA_B = 1,321 + 450 + 5,897 = \$7,668$$

Al ser costo anual, gana en la comparación, la alternativa A.

ANALISIS ECONOMICO DE

DECISIONES EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

TEMA I

CONCEPTO Y NATURALEZA DE LAS DECISIONES ECONOMICAS Y SU APLICACION A LAS INVERSIONES DE CAPITAL.

Contenido.

Concepto y Naturaleza de las Decisiones Económicas:

- Las Funciones de un Ejecutivo.
- La Generación de Alternativas.
- Responsabilidad por la toma de Decisiones Económicas.
- Valores no Monetarios o no Cuantitativos.
- Medida de la Eficiencia Económica.
- Eficiencia Económica contra Eficiencia Mecánica.
- Definición de Ingeniería Económica.
- Naturaleza de las Decisiones.
- Grados de Certeza.
- Proceso de la Toma de Decisiones:

- Definición del Problema y Recopilación de Datos.
- Elaboración del Modelo.
- Evaluación.

Notas Sobre Inversiones de Capital y su Programación.

- Las Inversiones de Capital.
- El Incentivo de la Utilidad.
- Fuentes de Capital.
- El Costo por el Uso del Capital.
- El Valor del Dinero en el Tiempo.
- Tasa mínima Interna de Recuperación.

determinar si dichos bienes, bajo las circunstancias específicas del caso, serán tan productivas como para generar una tasa de recuperación (interés) lo suficientemente atractiva para justificar la inversión en ellas.

TASA MINIMA INTERNA DE RECUPERACION.

Los estados financieros de un negocio, el Balance general y el Estado de Pérdidas y Ganancias principalmente, muestran la utilidad total general obtenida por medio de la inversión realizada, pero debemos notar que de ellos solo podemos determinar la productividad promedio de cada peso. Desgraciadamente el sistema contable no está diseñado para ser más específico al respecto.

Antes de aprobar una inversión debemos insistir en que cada peso; a) garantice una tasa de recuperación y b) que ésta no sea menor que una tasa mínima de recuperación prefijada.

La determinación de la tasa mínima de recuperación se deriva de la forma o criterio de la empresa para aplicar y distribuir sus fondos disponibles normalmente limitados y cubrir una demanda casi siempre mayor de ellos.

Normalmente, cada año, una empresa podrá predecir con mayor o menor

aproximación la disponibilidad de fondos con que podrá contar en ese período para cubrir los gastos de las operaciones que sus inversiones demanden. El suministro de fondos podrá provenir como ya hemos visto, principalmente de reinversión de utilidades, de liquidación y fondos de depreciación de activos fijos, líneas de crédito, créditos externos diversos o de incrementos de capital social, etc., pero lo importante es que generalmente, el programa de suministros es escaso en comparación con la demanda de fondos y recursos monetarios que requieren las alternativas de inversión que se presentan.

Para ilustrar el problema supongamos que la demanda de fondos para el año siguiente se prevee sea de \$ 32,000,000.00 aproximadamente, pero se estima que las diversas fuentes de financiamiento proveerán solamente unos \$ 20,000,000.00. El objetivo del director de fianzas, será obviamente, invertir los \$ 20,000,000.00 disponibles, en aquellas alternativas de inversión que ofrezcan la mayor retribución y rechazar proposiciones por un monto de \$ 12,000,000.00 que prometen menor retribución.

Para lograr esto, partamos de la suposición de que el analista esté en posición de poder enumerar sus alternativas de inversión en orden decreciente de acuerdo con su retribución estimada.

Alternativas	Inversión Requerida para cada alternativa	Tasa probable de Recuperación.	Monto acumulado de Inversión.
A	2'400,000.00	35 % o más	2'400,000.00
B	1'000,000.00	30 % - 34 %	3'400,000.00
C	4'300,000.00	26 % - 29 %	7'700,000.00
D	6'700,000.00	22 % - 25 %	14'000,000.00
E	2'400,000.00	18 % - 21 %	16'800,000.00
F	3'200,000.00	16 % - 17 %	20'000,000.00

G	3'000,000.00	14 % - 15 %	23'000,000.00
H	5'600,000.00	12 % - 13 %	26'600,000.00
I	5'400,000.00	menos de 12 %	32'000,000.00

En estas condiciones, el fondo disponible de \$ 20,000,000.00 deberá ser aplicado solo a aquellos proyectos que prometen una tasa de recuperación de 16 % o más. Esto significa que la tasa interna mínima de recuperación aceptable para el próximo año y dadas las condiciones anteriores, es de 16 %, que es la tasa mínima de recuperación que esperamos obtener al invertir en el proyecto F, ya que bloquear recursos en alguna de las alternativas G, H, o I, que ofrecen tasa de recuperación máxima menor de 16 %, equivale a eliminar la posibilidad de invertir en una alternativa que brinde 16 % o más.

Esto quiere decir que cualquier inversión que ofrezca 16 % o más, debe ser aprobada y cualquier proyecto que ofrezca una tasa menor,

debe ser rechazada. También quiere decir que \$ 12'000,000.00 de inversiones que prometen tasas de recuperación hasta de un 15 % serán rechazadas. La tasa mínima de recuperación establece el límite inferior, abajo del cual no podemos invertir, es decir, establece la tasa interna mínima aceptable de recuperación.

Enfocado desde otro punto de vista, podemos decir que si en una serie de alternativas de inversión: la alternativa A es preferible a la alternativa B, la B es preferible a la C, etc..., M. es la alternativa menos preferible aceptada y N es la alternativa más preferible no aceptada; el costo a considerar al capital, para cualquier alternativa B por ejemplo, de inversión, es la tasa de recuperación de N, ya que representa la utilidad que rechazamos automáticamente cuando aceptamos invertir en B. Así por ejemplo en el caso ilustrado, al agotarse los recursos disponibles con la alternativa F, se establece como costo de oportunidad, la tasa de 15%.

En la tabla anterior, las alternativas: A, B, C, H, I, pueden interpretarse como alternativas de inversión de diversa índole que se le presentan a un inversionista en un momento dado. O pudieran ser diversos artículos producidos por una fábrica y cuyo volumen de producción individual no puede incrementar a voluntad por estar condicionado por

la demanda en el mercado; de no ser así, la empresa aplicaría la totalidad de sus recursos a producir los artículos A y B que mayor recuperación le proporcionan, aunque también por otro lado, desearía contar con los recursos económicos suficientes para, producir la mayor variedad posible de artículos, aún los que le reportan bajo margen de utilidad, con el fin de presentar al consumidor una gama más amplia de productos e incrementar así el área de su propio mercado. Dado que ni una ni otra alternativa son posibles, dada la limitación del mercado, por una parte, y lo limitado de sus recursos por otra, debe optar por aplicar los recursos de que dispone, para ir saturando cada uno de los renglones A, B, C, ... sucesivamente, hasta el agotamiento de dichos recursos, lo cual sucede en el ejemplo planteado, en la alternativa F. Para el caso de una empresa constructora, las alternativas pudieran significar obras o conjuntos de obras, que considera puede solicitar y obtener de diversas fuentes de trabajo durante el próximo año y con cada una de las cuales, en condiciones normales y por experiencias pasadas (dado que conoce el tipo de obra que ejecuta cada fuente, precios y condiciones de trabajo), espera poder obtener, al finalizar cada una de ellas, una tasa de recuperación dentro del rango expresado en la tabla.

Para efectos del ejemplo planteado, los porcentajes indicados en la tabla, como probables tasas de recuperación, se refieren a tasas de

utilidad neta contablemente hablando, es decir solo faltando deducir el costo del capital empleado, costo que, como veremos más adelante, y salvo el caso de que haya constituido una erogación efectiva, la Contabilidad no registra, reconociéndose solo como costo desde el punto de vista de análisis económico, para efectos de calcular la utilidad neta (económica), y determinar así la bondad económica de la inversión.

Al referirse, para efectos del grupo de alternativas I, de tasas probables de recuperación de "menos del 12 %", se sobre entiende que la tasa pueda ser menor del 12% pero mayor que el porcentaje indicativo del costo del capital, ya ni siquiera es aceptable una inversión cuya tasa de recuperación fuese igual al costo del capital, ya que en esas condiciones, el inversionista solo cubriría sus costos pero no tendría ningún margen adicional que le compensara de los riesgos en que incurre o de las desventajas u obligaciones que adquiere, como la de pagar en fecha prefijada el capital en el caso de que se trabaje con dinero prestado.

Por lo anterior el límite mínimo que se marque para considerar aceptable la tasa de recuperación de una alternativa, será superior al costo del capital en el porcentaje que el inversionista considere que queda compensado su riesgo.

Debe tomarse en consideración, que para el caso de empresas constructoras, su costo de capital frecuentemente es bajo, ya que

si bien es cierto que normalmente debe recurrir a dinero prestado para operar, el cual es caro, u opera con capital social que también lo es, también es cierto que cuenta con el financiamiento de proveedores y subcontratistas, por el cual normalmente no paga y que puede representar en monto y en proporción a las otras fuentes de financiamiento, un renglón considerable. Cuando más, se podrá decir que el costo de dicho capital, está representado por el porcentaje de "descuentos por pronto pago", que deja de percibirse al no poder cubrir el importe de las compras oportunamente.

Cabe recordar que el costo del capital, es el promedio de los costos de capital de las diversas fuentes de financiamiento, ya que como se dijo anteriormente, los capitales se funden en un solo crisol para efectos de la operación de la empresa, lo cual hace muy difícil identificar, una cantidad de dinero empleado, con la fuente de financiamiento de la cual proviene.

Ahora bien, debemos reconocer, que las cosas no son en la realidad tan simples como se plantea en el ejemplo de la tabla. Por ejemplo, es probable que sea muy difícil preveer las oportunidades que se presentarán en el transcurso del próximo año o asegurar que no se presentarán otras que las supuestas. El límite del monto de capital proveniente de financiamiento externo, normalmente no es fijo, y más bien puede afirmarse que varía de acuerdo con las oportunidades

y perspectivas que se presentan a la empresa, los resultados que va obteniendo, su situación en cuanto a prestigio, solidez, etc... Otros factores pueden influir, además de la probable tasa de recuperación, en el grado de atractivo que presenten las diversas alternativas, como pueden ser, la duración del período en que se espera obtener los rendimientos de cada alternativa, o el grado de riesgo que se considere asociado a cada una de ellas; así por ejemplo, pudiera suceder que se decidiese invertir en la alternativa G en lugar de la F, por implicar ésta última un riesgo mucho mayor que la primera, no obstante la G, ofrezca menor tasa de recuperación.

Es indudable, que las diversas alternativas de inversión, normalmente implican diferente grado de riesgo y que el grado de riesgo influye considerablemente en la tasa mínima que resulta atractiva para invertir en cada alternativa.

Es un hecho reconocido en el ámbito real de los negocios, que una empresa con escaso capital propio, y por tanto con mayor necesidad de capital prestado, y que en general representa alto riesgo para quien le presta, consigue ese dinero prestado a una tasa de interés mucho más alto que el que se brinda a empresas más consolidadas y con mayor respaldo económico. Empresas en dificultades, difícilmente encuentran financiamiento externo, aún siendo caro. A empresas en auge, se les brinda diversas oportunidades de financiamiento, a tasas de interés bajos, por el hecho de que quienes invierten en ellas reconocen una garantía para su capital y muy bajas probabilidades para el elemento riesgo.

Frecuentemente el factor de riesgo es reconocido y evaluado por la gerencia de las empresas sin mayor formalismo de reglas y tomado en consideración para la toma de decisiones.

Sin embargo, no obstante las objeciones expresadas y las dificultades que puedan presentarse en cada caso particular, debe quedar claro el principio de que la tasa mínima interna de recuperación debe ser seleccionada teniendo como objetivo fundamental el lograr dentro de la situación y condiciones particulares de cada empresa, el mejor aprovechamiento posible de los recursos de que dispone.

Por todos los criterios expuestos, si a una empresa se le presentan en un momento dado, amplias oportunidades de inversión por un lado, con la posibilidad de obtener de ellas altas tasas de recuperación, y por otro lado, se encuentra con que los recursos de que dispone para llevar a cabo dichas inversiones, resultan escasos, en relación al monto de capital que las mismas requieren, su tasa mínima atractiva de recuperación será muy alta. Si por el contrario, durante cierto periodo, el mercado le ofrece reducidas alternativas de inversión, con bajas tasas probables de recuperación, y además dispone de capital para operar, su tasa mínima atractiva de recuperación disminuirá sensiblemente, al menos mientras dichas circunstancias prevalezcan.

Si en las condiciones del ejemplo planteado en la tabla, se llegará a determinar que en promedio, el costo de capital de los \$ 20'000,000.00 disponibles para operar, ya considerando la composición de dicho capital

y el costo individual de las diversas fuentes de financiamiento que lo integran, es de un 7 %, lo cual pudiese suceder si por ejemplo, el monto del capital que puede conseguir prestado la empresa de fuentes externas, es mucho mayor en porcentaje al capital, normalmente caro, proveniente de fuentes internas y además puede conseguirlo a tasas de interés muy bajas; la tasa mínima atractiva de recuperación seguiría siendo de 16 %, ya que prevalece el argumento de que: "invertir en una alternativa que ofrezca tasa de recuperación inferior a 16 %, equivale a eliminar la posibilidad de invertir en otra alternativa que ofrezca 16 %, o más, dado que los recursos son limitados". En estas circunstancias nos damos cuenta que para efectos de la determinación de la tasa mínima de recuperación, el dato de un 7%, para el costo del capital, resultó irrelevante, (al menos en éste ejemplo, y dada la diferencia entre el 7% y el 16%).

Lo que cabría pensar en este caso, es en la posibilidad de conseguir mayor capital para invertir, aún a una tasa de interés más alta, con el consiguiente incremento del costo promedio del costo del capital, ahora en un 7%, y aplicarlo a alternativas del grupo G, H, o I, solo teniendo cuidado de que la diferencia entre el costo promedio del capital empleado en las diversas inversiones (ya en estas condiciones, mayor de 7%), y la tasa mínima esperada de recuperación de dichas inversiones (ya menor del 16%), sea tal que compense, de acuerdo con

las consideraciones hechas anteriormente, los riesgos en que se incurre al invertir, al aceptar dinero prestado, etc...

Obviamente el objetivo que persigue un inversionista es el de obtener las tasas más altas de recuperación posibles "después" de impuestos y no "antes" de impuestos. Si fuese invariablemente cierto que un ordenamiento de proyectos de inversión según sus tasas de recuperación, fuese el mismo antes y después de impuestos, las conclusiones de los análisis económicos no dependerían del hecho de si los estudios fuesen hechos considerando las condiciones antes o después de impuestos.

Bajo estas circunstancias la mayor simplicidad que implica el realizar los estudios económicos antes de impuestos, sería una base válida que justificara el realizarlos siempre antes de impuestos, y solo aumentar las tasas mínimas atractivas, o las tasas de interés consideradas, lo suficiente para observar los efectos del pago de impuestos.

Sin embargo, frecuentemente sucede que los mejores proyectos después de impuestos, no son los mismos que los mejores antes de impuestos. Esto se explica por el hecho de que para distintas circunstancias se presentan diferencias en cuanto a los factores que son deducibles en un caso y en otro, o al hecho de que distintos tipos de inversiones se rigen por diferente legislación fiscal y por tanto, por distintas tasas de impuestos. Por lo anterior, podemos concluir que es conveniente

y en ocasiones necesario, en las condiciones de industria competitiva realizar los análisis económicos "después de impuestos".

Es muy conveniente hacer notar que los criterios en cuanto a la tasa mínima interna de recuperación, una vez fijada ésta dentro de una empresa, sean observados en todos los niveles de la misma y no únicamente en los niveles generales. Es decir, que los efectos que la tasa mínima establecida debe tener en toda decisión de inversión dentro de la empresa, se contempla no solo en las decisiones que se tomen en las altas esferas de la Dirección, sino también en las que se tomen en los departamentos de operación, compras, etc... Es frecuente observar que en las decisiones que se toman en estratos inferiores, no se siguen las políticas de inversión dictadas por la gerencia y que normalmente se toman sin previo análisis económico por elemental que sea y en base a tradición, costumbre, inercia o mera intuición. Sería absurdo suponer que en una empresa constructora, se están recibiendo - efectivamente los beneficios de una política de óptimo uso de los recursos, cuando a nivel gerencial se analiza ampliamente y con enfoque económico si la empresa deba encargarse o no de la ejecución de una Obra o si se invierte el capital propio de la misma en la adquisición de terrenos para la realización de un fraccionamiento, pero se descuida el hecho de que en el departamento de adquisición de equipo, se compre maquinaria cuantia sin justifi-

cación real económica en cuanto a la oportunidad del momento, tipo, capacidad, etc..., o no se remplace equipo que ya superado su período de vida económica y continua en operación.

Finalmente, solo queremos recalcar que la selección de una tasa mínima atractiva de recuperación, tiene obviamente, una gran influencia en las decisiones que se tomen a todos los niveles. Proposiciones de inversiones que parecen ser atractivas con una tasa de 7 %, puede ser que se demuestre económicamente que deben ser vetadas aún con tasa de recuperación de un 15 %.

Hay que tener en mente que los elementos básicos en la determinación de la tasa mínima interna atractiva de recuperación son ordinariamente: la tasa de recuperación de la oportunidad en que rechazamos invertir, y el costo promedio del capital disponible, ambos factores considerados. No existe una cifra determinada como tasa mínima aceptable de recuperación, que sea apropiada bajo todas las circunstancias. Dicha tasa deberá ser analizada y establecida en cada caso y para cada situación.

DIFERENCIA ENTRE EL ENFOQUE CONTABLE Y EL CRITERIO
DE ANALISIS ECONOMICO

Un análisis económico tiene por objeto determinar si un cierto capital debe ser invertido o aplicado a otro fin distinto del actual. Un estudio económico tiene como elementos, cursos de acción que aún no se han realizado. Tiene que ver con "eventos futuros": ¿se debe seguir cierto curso de acción? ¿el procedimiento es más económico?. El análisis económico proporciona bases para las decisiones.

Ahora bien, una vez que se ha tomado la decisión de invertir y el capital ha sido invertido, se desean conocer los resultados financieros, para lo cual se establecen mecanismos y procedimientos específicamente orientados para la determinación de los resultados financieros y el control de las operaciones: todos los cuales constituyen la contabilidad general y la contabilidad de costos.

La contabilidad es en este sentido, la historia de un negocio; se refiere a eventos pasados. Actúa ya conociendo ingresos y egresos. Estima resultados y calcula cual fué la tasa de recuperación.

El análisis económico recomienda una cierta inversión. Si la decisión se toma basado en el estudio económico, la contabilidad comprobará posteriormente si el estudio económico y las recomendaciones fueron correctas.

La contabilidad tiene la ventaja de trabajar con hechos históricos, financieros ya acaecidos, el análisis económico solo cuenta con estimaciones sobre el futuro.

Posteriormente, las observaciones de la contabilidad pueden ser aprovechadas por el analista económico, pero deben saber ser interpretadas.

Como en un experimento, la contabilidad registra todos los eventos significativos financieramente hablando de una inversión y de estos hace posible determinar los resultados y preparar un reporte financiero.

Interpretando correctamente estos reportes se toman las decisiones en el campo económico por los dirigentes.

Se trata de dos funciones distintas pero conectadas.

El Contador nunca afecta las operaciones de un "costo de Capital", a menos que hayan sido efectuado erogaciones, como pueden ser pagos de intereses bancarios, pago de hipotecas, etc..., mientras que el analista carga a cada peso, de la responsabilidad de cubrir el "costo del capital". Así por ejemplo, si la adquisición de activos o la operación de la empresa son financiados completamente por capital social, no hay que pagar físicamente un interés como se haría en el caso de que el dinero fuese prestado. En este caso, la Contabilidad

no impacta los costos con el importe de un interés correspondiente al capital empleado. Sin embargo, quien realice el análisis económico de la inversión, debe considerar un interés correspondiente al capital empleado y emanado del concepto del costo de oportunidad.

Muy frecuentemente surgen conflictos entre los Ingenieros y los Contadores debido a su distinto enfoque y punto de vista respecto a los costos. Estas controversias reflejan un mutuo desconocimiento de los objetivos de los procedimientos que cada uno de ellos aplica para propósitos distintos. Es necesario el reconocimiento por ambos de la diferencia en los objetivos de su actuación.

DESARROLLO Y ANALISIS DE FORMULAS PARA EL CALCULO
DE LA TASA DE RECUPERACION

NOMENCLATURA.

Para representar en forma objetiva el flujo de efectivo resultante de una inversión, resulta muy útil el empleo de una "escala de tiempo". En esta escala, las unidades de tiempo son los períodos de interés, que no necesariamente son meses o años. Cuando las erogaciones o los ingresos se llevan a cabo a lo largo de un período, en la escala de tiempo, se acostumbra representar el movimiento de caja, concentrado al final de dicho período.

Para el desarrollo de las fórmulas para el cálculo de la tasa de recuperación, utilizaremos la siguiente nomenclatura:

- P: representa la suma presente de dinero. En la escala de tiempo ocurre en el punto cero, es decir, al principio del período inicial.
- F: representa la suma de dinero a una fecha específica futura. En la escala de tiempo, ocurre en el punto(n), al terminar el último período. En mucha de la literatura técnica relativa, es frecuente se represente con (S).
- A: Representa el importe de cada pago, en una serie uniforme de pagos, que se efectúan al final de cada período. En mucha de la

literatura técnica relativa, es frecuente se represente con (R).

i: Designa a la tasa de interés generada al final de cada período.

n: Representa el número de períodos de interés considerados.

El interés, (i) es la tasa de recuperación, o la recuperación en si, correspondiente a una inversión. La reinversión de intereses, y el pago de intereses sobre esos intereses, origina el proceso de interés compuesto. Se observa que este proceso refleja el concepto inherente del "valor del dinero con el tiempo", es decir, el hecho de que cada peso "crece" con el tiempo.

Para la determinación del interés por período, es necesario interpretar correctamente lo siguiente:

"10 % computado trimestralmente", indica el que se consideran cuatro períodos de interés, de 3 meses de duración cada uno y en que se genera un 2.5 % de interés al final de cada uno de ellos.

"10 % de interés" (sin más indicaciones), indica un interés de 10 % anual.

En el primer caso, el interés de 10 % es un "interés nominal", ya que el hecho de que se pague parcialmente por adelantado, da lugar a que el "interés efectivo" sea mayor.

En el segundo caso, el interés nominal y el efectivo, coinciden.

Interés Simple.

El interés simple se calcula mediante la expresión:

$$I = Pni$$

por tanto: $F = P + I = P + Pni = P(1 + ni)$

Ordinariamente la unidad de tiempo para el período de interés se considera de 1 año. Cuando es necesario calcular el interés correspondiente a una fracción de año, se considera por mera simplificación, constituido el año por 12 meses, de 30 días, con un total de 360 días. Estas consideraciones dan lugar al interés simple ordinario. Si se calcula sobre la base de 365 se genera el interés simple exacto.

En la práctica, el interés simple se emplea en préstamos a corto plazo y cuando el período se mide en días.

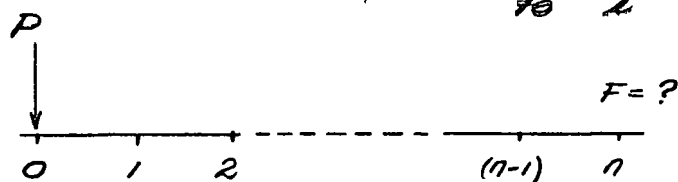
Ejemplo:

Calcular el interés simple que originan \$ 1,000. a una tasa de interés de 6 % anual, durante 60 días.

$$I = 1,000 \times \left(\frac{0.06}{365} \right) \times 60 = \$ 9.86$$

Factor de un pago único con interés compuesto

¿Qué monto final F origina un capital inicial P , invertido durante n periodos a una tasa de interés compuesto i ?



datos: P, n, i
 $F = ?$

El valor de P con el tiempo será:

Al final del primer periodo: $P + Pi = P(1+i)$
 Al final del segundo periodo: $P(1+i) + P(1+i)i = P(1+i)^2$

Por inducción se puede concluir que al final de n periodos, la cantidad acumulada será: $F = P(1+i)^n$

El factor: $(1+i)^n$ se le denomina: "factor de un pago único con interés compuesto."

y se representa:

- $(i-n)_{spcaf}$ que significa: single-payment Compound-Amount factor.
- $(F/P, i\%, n)$

y es el factor por el cual hay que multiplicar un pago único P , para encontrar la cantidad acumulada F al final de n periodos a una tasa de interés i .

Conclusión:

$$F = P(1+i)^n$$

$$F = P \cdot (i-n)_{spcaf} = P \cdot (F/P, i\%, n)$$

Ejemplo:

¿Cuál es la cantidad acumulada F por \$1,000, durante 10 años a una tasa de interés del 6% anual?

$$F = P \cdot (i-n)_{spcaf}$$

$$F = 1,000 \cdot (6-10)_{spcaf}$$

$$F = 1,000 (1 + 0.06)^{10} = 1,000 \cdot 1.7908$$

$$F = \$1,790.80$$

Valores límite de las Formulas

Si n , el número de periodos tiende a ∞

$$i \rightarrow \infty \text{ spcaf} = (1+i)^{\infty} = \infty$$

$$i \rightarrow \infty \text{ sppwf} = \frac{1}{(1+i)^{\infty}} = 0$$

$$i \rightarrow \infty \text{ uscaf} = \frac{(1+i)^{\infty} - 1}{i} = \infty$$

$$i \rightarrow \infty \text{ sfd} = \frac{i}{(1+i)^{\infty} - 1} = 0$$

$$i \rightarrow \infty \text{ crf} = \frac{i(1+i)^{\infty}}{(1+i)^{\infty} - 1}$$

caemos a una indeterminación,
pero podemos valorarlo con:

$$i \rightarrow \infty \text{ crf} = \lim_{i \rightarrow \infty} \text{sfd} + i = 0 + i = i$$

$$i \rightarrow \infty \text{ uspwf} = \frac{1}{\lim_{i \rightarrow \infty} \text{crf}} = \frac{1}{i}$$

$$i \rightarrow \infty \text{ asf} = \frac{1}{i}$$

Si la tasa de interés (i) vale 0

$$0-n \text{ spcaf} = 1$$

$$0-n \text{ sppwf} = 1$$

$$0-n \text{ uscaf} = n$$

$$0-n \text{ uspwf} = n$$

$$0-n \text{ sfd} = \frac{1}{n}$$

$$0-n \text{ crf} = \frac{1}{n}$$

$$0-n \text{ asf} = \frac{n-1}{2}$$

INTERÉS NOMINAL E INTERÉS EFECTIVO

Es costumbre indicar la tasa de interés de una cierta inversión en base anual, aunque los periodos de pago o cálculo de los intereses sean menores de un año. Así por ejemplo, si la tasa de interés es de 3% cada 6 meses, se acostumbra hablar de una tasa de 6% anual, solo que al interés calculado de esta manera se le designa como: "tasa nominal de interés" para diferenciarla de la tasa real o efectiva que es algo mayor que el 6%.

Así por ejemplo, el interés efectivo anual de un capital de \$100, invertido a una tasa de 6% calculado semestralmente, se calcula:

Interés en los primeros 6 meses:

$$I = \$100. \times 0.03 = \$3.00$$

Capital total al iniciar el segundo semestre:

$$P + P_1 = \$100.00 + \$3.00 = \$103.00$$

Interés sobre el capital anterior al final del segundo semestre:

$$I = \$103.00 \times 0.03 = \$3.09$$

Interés total acumulado durante el año:

$$\$3.00 + 3.09 = \$6.09$$

Tasa real de interés:

$$\frac{6.09}{100} \times 100 = 6.09\%$$

A esta tasa real de interés, con base anual, se le denomina: "tasa de interés efectiva". Hay que hacer hincapié en que la tasa efectiva siempre tiene base anual.

Cuando se da como dato la tasa nominal, para la aplicación de las fórmulas habrá que calcular la tasa real por periodo y trabajar con el número de periodos correspondientes a esa tasa real.

Ejemplo:

Calcular la tasa efectiva de interés de un capital de \$100.00 invertido a una tasa de 6% computada cada 3 meses, durante 10 años.

Tasa real de interés en el trimestre: $\frac{6}{4} = 1.5\%$

Número de periodos en los 10 años: $10 \times 4 = 40$

Cantidad acumulada al término de los 10 años

$$S = P_{1.5-40} \text{ spcaf} = \$100.00 (1 + 0.015)^{40}$$

$$S = \$100.00 \times 1.8140$$

$$S = \$181.40$$

El capital acumulado al cabo de un año, por cada peso, será:

$$S = \$1.00_{1.5-4} \text{ spcaf} = \$1.0614$$

Importe de los intereses ganados / por año / por cada peso:

$$S - P = \$1.0614 - 1.00 = 0.0614$$

o tasa efectiva de interés: 6.14%

Generalizando:

$$\text{Tasa efectiva de interés} = \left[\frac{S - P}{P} \right] = \left[\frac{P \cdot (1 + \frac{r}{M})^M - P}{P} \right]$$

$$\begin{aligned} \text{Tasa efectiva de interés} &= (1 + \frac{r}{M})^M - 1 \\ &= (1 + \frac{r}{M})^M - 1 \end{aligned}$$

donde: r = tasa nominal de interés anual

M = número de periodos correspondientes a la tasa real

Para el caso particular de interés continuo, $M \rightarrow \infty$ y la expresión: $(1 + \frac{r}{M})^M$, se convierte en: $e^r - 1$

Ejemplo:

Calcular la tasa efectiva de interés de un capital invertido al 12% anual (nominal) y computado en periodos: anual, semestral, trimestral, mensual, continuo.

Periodo de computación.	Número de periodos	Interés real por periodo	tasa efectiva de interés
anual	1	$12/1 = 12\%$	$12 - 1 \text{ spcaf} - 1 = 12.0\%$
semestral	2	$12/2 = 6\%$	$6 - 2 \text{ spcaf} - 1 = 12.36\%$
trimestral	4	$12/4 = 3\%$	$3 - 4 \text{ spcaf} - 1 = 12.55\%$
mensual	12	$12/12 = 1\%$	$1 - 12 \text{ spcaf} - 1 = 12.68\%$
continuo	$\rightarrow \infty$	$\rightarrow 0$	$e^{0.12} - 1 = 12.7\%$

Ejemplo:

c) ¿Qué tasa es mayor: 3% computado mensualmente?
 d) 3 1/2% computado semestralmente?

a) 3% (nominal anual) computado mensualmente:

tasa real mensual: $3/12 = 1/4\%$

número de periodos en un año: 12

tasa efectiva de interés: $1/4\% - 12 \text{ spcaf} - 1 = 1.0304 - 1 = 0.0304 = 3.04\%$

b) 3 1/2% (nominal anual) computado semestralmente:

tasa real por semestre: $3.5/2 = 1.75\%$.

número de periodos en un año: 2

tasa efectiva de interés: $1.75\% - 2 \text{ spcaf} - 1 = 1.0353 - 1 = 0.0353 = 3.53\%$

∴ es mayor una tasa de 3 1/2% computada semestralmente.

VIDA ECONOMICA2.1 Distintas Vidas de un Activo:

Hasta ahora, nos hemos limitado a definir la depreciación como la pérdida del valor de un activo dentro de un cierto período y a los cargos por depreciación como cantidades destinadas a la recuperación, dentro del mismo período, de la inversión inicial realizada en el activo.

Ahora bien, ¿qué importancia tiene el determinar racionalmente al duración de ese período, en función de los factores que afectan el activo produciendo su depreciación? ¿qué efectos tiene para una toma de decisiones el considerar un período erróneo?, pero aún más, ¿cuál es y cómo se determina el período correcto y óptimo desde el punto de vista económico y porqué el no considerar precisamente ese período es erróneo cuando se realiza un estudio económico sobre determinado activo?

Comencemos por indicar que el fijar arbitrariamente el período de depreciación, puede tener como consecuencias el que como resultado de un análisis económico erróneo se rechace una alternativa conveniente y se adopte otra alternativa que sea perjudicial a los intereses económicos de la empresa, o por lo menos, el hecho de que los recursos de la empresa no se apliquen a las alternativas óptimas que se le presentan a la misma. Esto puede suceder cuando el período en que se deba recuperar el capital invertido inicialmente, sea fijado por una persona no familiarizada por ejemplo, con la maquinaria en estudio, con su comportamiento a lo largo de su función operativa o con la manera y grado en que está sujeta y se ve afectada por los factores de deterioro, obsolescencia, etc. en el transcurso de su vida.

A un determinado activo, pueden considerarsele varias "vidas" dependiendo del punto de vista desde el cual se le enfoque, así por ejemplo, llamamos: vida de propiedad al período durante el cual el activo es propiedad de una persona, y que termina cuando es desechado o vendido a otra persona.

Vida Util o Vida de Servicio: al período durante el cual el activo reporta utilidad o presta servicio útil. En la práctica debería coincidir

con la vida de propiedad, ya que en el momento en que un equipo deja de prestar servicio, debe ser vendido o desechado.

La vida física, es usualmente mayor que cualquiera de los tipos de vida mencionados anteriormente, ya que un activo puede llegar a tener - varios propietarios o prestar diferentes puestos pudiendo finalmente - permanecer físicamente en buenas condiciones aún cuando ya no reporte - ninguna utilidad.

Respecto a esta última observación es conveniente recordar que normalmente, una máquina, desde que es instalada hasta su retiro, se ve - desplazada de un servicio de primera importancia a uno de importancia - secundaria y de este, a uno de importancia terciaria, como equipo de re - serva o para emergencias, etc..., hasta su virtual retiro y liquidación.

Esta llamada "degradación Funcional", tiene lugar cuando a la luz de una comparación económica, el equipo existente en un determinado - puesto, es desplazado a otro, funcionalmente menos importante, por otro equipo que compruebe ser más eficiente para desempeñar las funciones de ese primer puesto. A su vez, el equipo desplazado deberá demostrar, me - diante un análisis económico, su mayor eficiencia y utilidad sobre el - existente en el puesto secundario, por lo que desplazará este a un pue - sto terciario y ocupará su lugar.

En cada uno de estos puestos, cada máquina tendrá una vida económi - ca o período óptimo económico de permanencia en ese puesto y desde este punto de vista la vida útil de un equipo, estará constituida por una - serie de vidas económicas a las que se acostumbra denominar como vida - de servicio primario, vida de servicio secundarios, etc..., correspon - dientes a los sucesivos puestos que ocupe el equipo durante su vida útil.

Llamamos vida contable, al período considerado por el sistema de - contabilidad de una empresa, para cada uno de sus activos, y durante el cual deberá ser depreciado en los libros de contabilidad. Normalmente esta regido por la vida fiscal o período fijado para cada tipo de acti - vos, en la legislación vigente en materia de depreciación, y durante el cual pueden deducirse los cargos por depreciación, de la utilidad. Deg - raciadamente la vida fiscal muchas veces no coincide con la vida útil, ni con la vida económica y en ocasiones ni con la vida física, lo que -

origina una serie de trastornos, incongruencias y duplicidades contables que analizaremos más adelante. Este es el caso, por ejemplo, de muchas de las vidas fiscales determinadas por nuestra actual legislación, para ciertos tipos de activos, claro ejemplo de los cuales lo constituyen los equipos empleados en la industria de la construcción.

Estudiemos a continuación lo que significa la clasificación de vida de un activo, quizás más importante, al menos desde el punto de vista económico: la vida económica.

2.2 Vida Económica:

No pretendemos establecer una definición única y general de vida económica que cubra todos los aspectos y todos los enfoques que este concepto implica, ni que defina la vida económica en función de todos los factores que la originan y determinan, sino que consideramos más conveniente plantear una serie de definiciones cada una de ellas contemplando un determinado aspecto o factor específico y las cuales en conjunto nos presenten una visión más general del concepto de vida económica.

Por un lado, vida económica es el período durante el cual un determinado activo tiene su más bajo costo anual uniforme equivalente, es decir, es el número de años de uso de un activo, que minimiza el costo anual uniforme equivalente que implica el conservarlo en operación. Aclaremos un poco más el significado de esta definición:

En el transcurso del período de operación, los componentes del costo anual total van sufriendo variaciones; así, es claro que mientras más largo sea el período durante el cual se emplee un activo, los cargos anuales por concepto de la amortización de la inversión inicial, irán siendo cada vez menores, ya que deben prorratearse, cada vez entre un mayor número de años. La recuperación o valor de rescate que se pueda obtener por concepto de la liquidación del activo, será menor cada año que transcurra como consecuencia lógica de su menor valor en el mercado. Por otro lado los costos de operación y mantenimiento del activo, normalmente se irán incrementando año tras año, por la gradual y natural pérdida de eficiencia de operación del activo, por su mayor consumo de combustible y lubricantes, la más frecuente necesidad de reparaciones, el incremento en los costos de operación en el renglón de obra de mano, debido a demoras y detenciones cada vez más frecuentes y prolongadas para servicios de reparacio-

nes, mantenimiento, etc...

La suma en cada año de los anteriores componentes de costo: amortización de la inversión inicial, valor de recuperación y operación y mantenimiento, dan lugar al costo total anual, y dado la diferencia en signo de estas aportaciones de costo (ya que unas constituyen ingresos y otras egresos), y su variación con los diversos horizontes económicos contemplados, habrá un período en el que el costo anual total sea el mínimo, y de acuerdo con la definición, el número de años en que se origine lo anterior, - constituirá el período de vida económica del activo.

Este tipo de vida, difiere substancialmente de la vida de propiedad, que es el número de años que el activo es conservado, Lo ideal es que - tanto la vida de propiedad como la vida de servicio, coincidan con la vida económica.

Por otro lado, la vida económica de un determinado activo, terminará cuando surja un nuevo activo que tenga su costo anual uniforme equivalente de operación, menor que el costo anual que implicaría conservar en operación uno o más años el equipo existente. Es decir, vida económica de - un activo, es el período que termina cuando este activo es desplazado por otro, como resultado de un análisis económico de la comparación de alternativas proyectadas al futuro.

En base a lo anterior, y dado que durante su vida útil, un activo - presta servicios en distintos puestos sucesivos, un activo tiene una serie de vidas económicas, correspondientes a cada puesto y que terminarán cada vez que como resultado de una comparación económica, el activo actualmente en un puesto, se verá desplazado por otro activo a un puesto de menor importancia, es decir, será degradado funcionalmente a un nuevo puesto, en donde iniciará un nuevo período de vida económica.

Esto es lo que ha provocado que se diga que un activo tiene tantas - vidas como un gato.

Vemos de lo anterior, que la terminación de la vida económica de un activo puede representar el reemplazo del mismo y su degradación funcional y no necesariamente su liquidación o desecho.

Todas las consideraciones anteriores, nos llevan a la conclusión de que para la determinación de la vida económica de un activo, habrá que contemplar un muy diverso conjunto de aspectos, los cuales será necesario analizar en su comportamiento a medida que aumentan los años considerados de servicio del activo, así como la influencia que tenga cada uno de ellos en el costo anual. Entre estos aspectos de costo, podemos enumerar:

- 1).- los costos de operación, entre los que se incluyen obra de mano, consumos de materia prima lubricantes combustibles, etc..
- 2).- los costos de conservación y mantenimiento
- 3).- el costo correspondiendo a la amortización de la inversión inicial.
- 4).- el valor de recuperación.
- 5).- el decremento de la calidad y de la cantidad de la producción del activo
- 6).- la comparación de costos respecto a nuevos activos con producción similar.
- 7).- probabilidades de obsolescencia tanto del activo en estudio, causada por la aparición en el mercado de un activo más eficiente, como del producto en sí, el cual puede dejar de tener demanda y por tanto valor en el mercado.

Los anteriores renglones no son sino la expresión de los fenómenos que ya hemos agrupado como depreciación normal con sus dos aspectos principales: la depreciación física y la depreciación funcional, ya que si analizamos detenidamente los aspectos anteriormente enumerados, tienen como causa: el deterioro, el desgaste, la obsolescencia y la inadecuabilidad.

Se desprende de todo lo anterior, que la determinación del período de vida económica de un activo, es un problema muy complejo debido al gran número de variables por considerar en cada caso y para cada activo, y no obstante existir manuales que distan el período de vida económica de diversos activos, estas no son sino meras recomendaciones y "guías de carácter general que se refieren a condiciones promedio de operación del equipo y susceptibles, pues, de modificación para adaptarse a la experiencia real del que los usa o a condiciones particulares de localización de la obra, de número de meses en los que se puede trabajar durante el año,

del tipo de trabajo, de calidad de operadores y de facilidades de mantenimiento, entre otras", como textualmente indica inicialmente el Catálogo de Cargos Fijos de la Maquinaria de la Construcción, editado por la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, por citar un ejemplo.

En este tipo de manuales, como en el caso del manual Contractor's Equipment Ownership Expense, (el llamado "Libro Amarillo") de la Associated General Contractors of América (A.G.C.), y en particular, en el citado manual de la C.N.I.C., el cargo anual se expresa como la suma de los cargos por Depreciación, por Reparaciones Mayores y por Intereses, Impuestos, Almacenamiento y Seguros, expresados a cada uno de ellos, en porcentajes de la "inversión original", entendida esta, como el costo de adquisición de la maquinaria, más el costo del flete desde su ubicación original hasta su destino, más los costos de descarga, montaje o armado en su caso, y en general todos aquellos gastos necesarios para tenerla por primera vez en condiciones de empezar a trabajar, a los que se podrían añadir las correspondientes a la "puesta en marcha", primeros ajustes, pruebas iniciales de funcionamiento, etc...

En el mismo manual de la C.N.I.C. y con respecto al cargo por depreciación, se indica que los períodos adoptados para calcular los coeficientes que se muestran en el catálogo, están condicionados por una parte, por la velocidad con que resulta necesario recuperar la inversión inicial y por otro, la vida económica de las máquinas.

Como consecuencia de lo anterior, se hace evidente la necesidad de contar con una conciencia clara del concepto de la depreciación en sí y de los factores que la originan, así como un conocimiento amplio de las técnicas para su tratamiento y de los modelos que tratan de representar su comportamiento, que permitan en un momento dado, al propietario de activos depreciables, aprovechar al máximo la ayuda que le brindan las guías y recomendaciones generales como son las de un manual, pero tenga el criterio para adaptarlas y modificarlas de acuerdo a las condiciones particulares de su caso a fin de que, ubicado en la realidad dentro del terreno de los costos, el propietario pueda optimizar sus inversiones mediante un manejo y tratamiento económicamente adecuado de sus activos.

CAPITULO 1: Depreciación

1.1.- El Concepto de Depreciación

Uno de los fenómenos con que hay que enfrentarse en todo negocio y en todo análisis de tipo económico, es el hecho de que el valor de toda propiedad de todo bien físico decrece a medida que transcurre el tiempo.

A este decremento del valor con el tiempo se le conoce como depreciación; y aunque constituye un fenómeno innegable y fácil de detectar, su cuantificación y la determinación de su forma y ritmo de generación plantea serios problemas. De hecho, el monto de la depreciación en un momento dado, no podría calcularse con toda exactitud, a menos que se conociese la fecha en que el activo vaya a ser retirado y deje de prestar servicio. Por lo anterior y dado que la depreciación es un costo y debe predecirse para efectos de un estudio económico, es evidente que el analista se enfrentará a delicados problemas para su consideración.

Es decir, mientras que en el campo de la teoría, el concepto de "depreciación" es completamente plausible, su aplicación en la práctica presenta entre otros, problemas como los siguientes:

¿Cuáles son las causas y factores que hacen que el valor de un activo decrezca?

¿Qué tan larga es la vida útil de un activo? ¿Cuál es su vida económica? ¿Qué valor de recuperación tendrá al final de su vida útil? ¿Cuál es el modelo de decrecimiento de su valor? ¿Cuál de los métodos o modelos de depreciación conviene aplicar por representar más fielmente el comportamiento real de un activo durante su vida útil?

En general, no es posible obtener respuestas a priori exactas de las incógnitas anteriores y solo serán reveladas por el tiempo. Solo después de que un activo ha terminado su vida útil y perdido su valor, conocemos como, porque, y cuando secedió, pero estas respuestas llegan

demasiado tarde para tener otra utilidad excepto la de valor estadístico en cuanto aportar datos para predicciones futuras de equipos similares. Es por esto que el analista de estos aspectos tendrá que hechar mano de una amplia experiencia, guías y registros estadísticos, pero principalmente de un conocimiento y comprensión profunda de los principios y prácticas de la depreciación.

Uno de los objetivos que se persiguen al calcular la "depreciación es determinar el cargo anual que se aplique a los costos de producción por efecto del consumo parcial que se hace en dicho período, - del servicio útil total que es capaz de prestar un activo durante toda su vida útil, así como de determinar en un momento dado el servicio remanente que aún podrá prestar dicho activo.

1.2.- Consideraciones Sobre el Valor

Ya que la depreciación se define como la pérdida progresiva de valor que sufre un cierto bien con el tiempo, es conveniente detenernos a hacer ciertas consideraciones sobre los diversos significados del concepto "valor". Hacemos una aclaración en el sentido de que estas consideraciones las orientamos principalmente hacia aquellos bienes, equipos, máquinas, construcciones y propiedades en general, que constituyen un activo fijo depreciable según el término contable comúnmente aceptado.

Probablemente la mejor definición de valor de un activo, dentro de este campo, es aquella que lo describe como el valor presente de todos los futuros beneficios que originará la posición de ese determinado activo. Sin embargo, no obstante ser una definición muy clara, su aplicación en la práctica presenta serias dificultades, ya que difícilmente pueden determinarse y valuarse por adelantado, los beneficios que proporcionará una cierta propiedad durante todo el período futuro que consideramos durará su tenencia.

El decrecimiento del valor de una propiedad desde la edad cero hasta cualquier edad de servicio es consecuencia de una reducción del valor presente de sus servicios futuros probables. Las propiedades físicas decrecen en valor con la edad y el uso, ya que también hay un decre

cimiento en la cantidad y la calidad de los servicios futuros que pueden prestar antes de ser retirados del servicio.

La medida básica para estimar este decrecimiento de valor en cualquier edad del activo, no es la cantidad de servicio que la unidad ha rendido, no obstante haber sido durante este período de prestación de servicios cuando el valor ha disminuido, sino por el contrario, la medida básica es el decrecimiento del valor presente de los servicios remanentes aún en la unidad, el monto de los cuales es la diferencia entre el valor de ellos estando la unidad nueva y el valor presente de los servicios aún potenciales en ese momento dado, descontando el valor de recuperación.

La causa principal de la pérdida gradual del valor de un equipo es el decrecimiento en el número de futuras recuperaciones anuales dado que va disminuyendo la esperanza de vida del equipo y el decrecimiento del valor de dichas recuperaciones anuales motivado esto por la pérdida paulatina de eficiencia de la unidad, disminución en la capacidad de producción, incremento en el costo de mantenimiento, incremento en el costo de operación, servicio intermitente del equipo y operación a una capacidad menor que la normal.

Por lo anterior, para determinar el valor de un activo deberemos atender a otros indicadores como los que a continuación se analizan.

El índice más comunmente empleado es el valor de mercado, entendiéndose este como aquel precio que pagará un comprador y aceptará el vendedor de una determinada propiedad en una situación de igual ventaja para ambas partes y en la que no exista presión alguna sobre el que compra ni el que vende. El comprador voluntariamente paga ese precio de mercado porque considera que representa el valor presente de los beneficios, que le reportará la propiedad de ese bien, pero incluyendo además una cierta tasa de interés o de utilidad.

Una parte desinteresada pudiera también determinar un precio que fuese justo y equitativo para ambas partes, estableciéndose entonces otro índice que se conoce como valor justo o valor equitativo.

En la mayor parte de los casos que se refieren a la depreciación, el criterio que se emplea es el del valor de mercado. Para artículos nuevos es el costo en el mercado, su costo de adquisición el que puede considerarse como valor original para efectos de análisis económico.

Después del valor de mercado, probablemente el más importante es el valor de uso, que es el valor una propiedad representada para su propietario como unidad en operación. Una cierta maquinaria puede valer más para la persona que la posee y la tiene en operación que para otra persona, ya que si ésta quisiese adquirir esa maquinaria tendría que considerar el costo adicional que para él representa el desmontar, trasladar y volver a instalar la maquinaria.

El concepto de valor expresado por el valor de uso es muy cercano en su significado al de la definición primera, y por las mismas razones que ésta es difícil de aplicar, es igualmente difícil en la práctica determinar el valor de uso.

El valor en libros es el valor de una propiedad, tal como aparece asentado en los libros de contabilidad en un momento dado. Indica normalmente el monto original del activo menos el importe de los cargos que se han hecho como gastos por depreciación. En sí, representa el monto del capital que aún permanece invertido en el activo y que será recuperado en el futuro mediante el proceso contable de depreciación. El valor en libros puede, en un momento dado, no guardar relación con el valor ^{de mercado} ~~en libros~~ de un activo. Los problemas que esto último origina y en general el aspecto contable de la depreciación será tratado ampliamente en capítulo posterior.

Por valor de rescate, o valor de reventa de una propiedad de tipo industrial, se entiende la cantidad neta que recibe el propietario por su venta como artículo de segunda mano, o bien el valor de la propiedad en el momento que es desplazada de la función que actualmente ocupaba a otra posición secundaria con funciones y propósitos diferentes. El indicar que es la cantidad neta quiere decir que al precio de venta, habrá que descontar los gastos de desmontaje, traslado y en general todos aquellos gastos que la misma venta origine.

El considerar valor de rescate a una propiedad, implica el que esta tiene utilidad posterior. El precio de reventa estará influido por varios factores como pueden ser: importe de lo que costaría reproducir la propiedad, nivel de precios del mercado en el momento de la venta, localización de la propiedad (especialmente en el caso en que se requiera moverla para su posterior utilización), condición Física (una propiedad que ha tenido buen mantenimiento, tendrá mayor precio de reventa que otra propiedad totalmente similar que requiera serias reparaciones para ser usada), demanda en el mercado para dicha propiedad o su producto, substitutos existentes en el mercado, etc... Es indudable que en determinadas circunstancias el valor de rescate de una propiedad pudiera considerarse nulo o aún negativo.

Valor de desecho es el valor neto resultante de la venta de una propiedad industrial como materia prima, como chatarra. También se le conoce como valor de chatarra. La venta se hace bajo estas condiciones por considerarse nula ya la utilidad funcional del artículo. Ahora bien, como el precio de la chatarra en el mercado es sumamente variable, la práctica recomienda un criterio muy conservador en cuanto a la estimación que se haga sobre la recuperación que como chatarra se pueda esperar de un cierto artículo en el futuro. Es común, que para efectos de un análisis económico se considere que el valor de desecho es cero.

1.3.- Finalidad y Necesidades de Considerar la ^{De} Preciación

Una vez establecido el hecho innegable de la pérdida de valor que sufre una propiedad con el tiempo (al menos en aquellas que constituyen un activo depreciable), habrá que analizar los efectos y reconocer la necesidad de considerar en todo momento éste fenómeno al que hemos denominado "depreciación".

La necesidad de considerar la depreciación se debe entre otras, principalmente a tres razones:

- 1º.- Preveer la recuperación del capital que ha sido invertido en una propiedad física.

2º.- Permitir que los costos por depreciación sean cargados y formen parte de los costos de producción de los bienes o servicios que se originan mediante el uso de esa propiedad física.

3º.- Considerar los costos de depreciación dentro de los gastos de operación para efectos de pago de impuestos.

Para ilustrar aún en forma muy simple los dos primeros puntos, supongamos un inversionista que compra una máquina para producir un cierto artículo. El precio al que adquiere la máquina es de \$ 30,000.00. El costo por concepto de obra de mano, materiales, energía, etc..., de cada artículo es de \$ 30.00 y por las condiciones de oferta y demanda en el mercado, puede fijar el precio de venta en \$ 50.00 por unidad. Produce con esa máquina 3,000 unidades al año, con lo cual tiene un ingreso bruto de - - - \$ 150,000.00 anuales, de los cuales, él considera que \$ 90,000.00 son para cubrir todos los gastos y el remanente, \$ 60,000.00 constituyen su utilidad por lo que dispone de ellos para gastos diversos.

Supongamos que esta situación se prolonga por 4 años hasta que llega un momento en que se dá cuenta que para continuar su negocio necesita reponer la máquina por otra nueva. Sin embargo, un análisis de la situación revela que por no haber considerado una provisión para la recuperación del capital invertido, la máquina que originalmente le costó \$ 30,000.00 ha de crecido en valor, al grado de que actualmente éste prácticamente es el de desecho como chatarra y que el resultado final es que se encuentra sin máquina y lo que es peor, sin dinero para sustituirla por una nueva.

Es claro que el error lo cometió al no haber reconocido que la máquina tendría que sufrir una depreciación, y haber hecho una previsión para recuperar el capital invertido, mediante un cargo adicional integrado al costo total de producción, por concepto de depreciación. v

La depreciación constituye un costo del mismo modo que los constituyen los conceptos de materiales consumidos, obra de mano, etc..., solo que difiriendo de estos en que es un costo siempre cubierto por adelantado y dado que el capital debe permanecer constante, la recuperación del capital inicial debe realizarse mediante la inclusión del cargo por concepto de depreciación, en el precio de cada uno de los artículos, de una cantidad --

igual a la parte proporcional que les corresponda de la inversión inicial. Así por ejemplo, si en el caso anterior, la producción total de la máquina durante su vida útil se hubiera de antemano estimado en:

$$3,000 \text{ unidades/anales} \times 4 \text{ años} = 12,000 \text{ unidades.}$$

el cargo por depreciación correspondiente a cada artículo debió haber sido de:

$$\$ 30,000.00 / 12,000 \text{ unidades} = \$ 2.50 / \text{unidades.}$$

cantidad que el inversionista podía haber reflejado en el precio de venta, incrementándolo o deducirlo de lo que él consideraba su utilidad neta, en el caso de que dicho precio de venta no pudiese aumentarse dadas las condiciones de mercado.

Conocido así el costo real total de producción de un artículo se puede fijar el precio de venta, conocer el monto neto real de la utilidad y garantizar además mediante el reconocimiento de la depreciación y del costo que origina, la recuperación del capital invertido en la máquina y en consecuencia, el mantener constante el capital de una empresa.

Ahora bien, hacemos notar que a pesar de que la inversión en el activo es cubierta de antemano, el costo periódico o por unidad producida, por concepto de depreciación no puede conocerse exactamente hasta que el activo ya ha agotado su período económico de utilización y ha sido desplazado, revendido o rematado como chatarra, ya que solo hasta este momento se conoce el valor total neto de la inversión, la forma y el período en que en la realidad debe prorratearse el cargo total por depreciación y por tanto, el ritmo real de decrecimiento de valor que sufrió el activo durante su vida útil.

No obstante, al ser obvio que un factor determinante, al realizar un estudio inicial de comparación entre diversas alternativas, es el conocimiento de los costos por depreciación y su forma de distribución y dado que conocer previamente estos datos con exactitud resulta prácticamente imposible por las razones antes citadas, es claro que estos elementos deberán estimarse y suponerse como ciertos para efectos del análisis, lo cual sin embargo, no dista mucho de lo que se hace de hecho con los demás factores de costo como es el caso del costo y rendimiento de materiales, obra de mano, etc... en los que debe hacerse -

una serie de suposiciones iniciales al no tener, en la mayoría de los casos, certeza respecto a su comportamiento futuro.

Sin embargo, debemos reconocer una diferencia muy significativa entre los demás costos y el correspondiente a la depreciación y que consiste en que los factores de costo: materiales, obra de mano, etc. no han sido pagados de antemano, sino que su erogación normalmente es paulatina pudiendo controlarse su gasto sobre la marcha de acuerdo con la variación de las condiciones en tanto que el decrecimiento del valor de un equipo con el tiempo, es inexorable, y así por ejemplo, si se alteran las condiciones de mercado y la demanda sobre el artículo producido disminuye, se podrá restringir la cantidad empleada de material y del personal laboral con lo que se reducirán los gastos, no así con los cargos por depreciación, que independientemente de dichas variaciones de la demanda seguirán aplicándose igual que antes.

El ejemplo del inversionista ilustrado en este inciso, en forma muy simple, es lo que en el fondo sucede, desgraciadamente con mucha frecuencia en nuestro medio, en el que la pérdida progresiva del capital de las empresas causada por la no ubicación correcta y adecuada de los factores de costo de producción, los conduce al fenómeno de la "descapitalización". Estose origina evidentemente en el desconocimiento del concepto de la depreciación y de su manejo y tratamiento financiero, contable y fiscal.

Respecto a la tercera razón indicada al inicio de este inciso relativo a la necesidad de considerar la depreciación para efectos de impuestos, solo recordaremos aquí que el gasto por depreciación es reconocido como deducible de ingresos para fines del pago de impuestos y como estos son calculados en función de la utilidad, la forma en que los cargos por depreciación se distribuyan durante la vida de un activo, tiene marcado efecto en el pago de impuestos.

Hay dos aspectos que son los que principalmente establecen el modelo según el cual se calculan las deducciones por concepto de depreciación: 1° la duración del período que se estime como vida útil del activo y 2° la proporción mediante la cual se prorrateen los cargos por depreciación año tras año durante la vida útil considerada del equipo.

El aspecto fiscal de la depreciación será abordado posteriormente en el capítulo correspondiente.

1.4.- Causas y Clasificación de la Depreciación.

Otro problema que se presenta al considerar la depreciación, es el hecho de que el decrecimiento de valor tiene su origen en varias causas que son muy difíciles de predecir con anticipación, y dado que la depreciación se mide por la pérdida de valor y el valor es determinado por los beneficios futuros, todos los factores que afectan los beneficios futuros también deben afectar a la depreciación, por lo que al estimar la depreciación se deben considerar factores como la duración de la vida útil de una propiedad, gastos futuros por operación, mantenimiento, impuestos, futuros cambios tecnológicos, etc. muchos de los cuales al igual que las condiciones futuras no pueden determinarse exactamente, lo que origina una situación muy compleja. No obstante, es necesario que la depreciación sea estimada lo más cercana posible a la realidad.

Las causas o tipos de depreciación pueden clasificarse en términos generales en:

1° Depreciación normal:

depreciación física.

depreciación funcional

2° Depreciación extraordinaria

accidentes

depreciación originada por una elevación en el nivel de precios.

3° Agotamiento.

Depreciación física.

El desgaste y el deterioro que sufre un activo durante su operación rutinaria, van disminuyendo gradualmente su capacidad física para desarrollar la función que le es encomendada. Esto va originando que los costos de operación y mantenimiento se incrementen, su capacidad productiva decrezca y en consecuencia, también decrezcan los beneficios que de dicho activo se esperan.

El deterioro es causado por la acción de diversos elementos y -

se manifiesta en forma de corrosión de tuberías, oxidación de partes - metálicas, putrefacción de secciones de madera, descomposición química, acción bacteriana, etc... El desgaste y el deterioro se originan durante la operación de una maquinaria al estar sujeta esta a impacto, abrasión, vibración, etc...

La depreciación física es fundamentalmente función del tiempo y - del uso que se da a una maquinaria. Será afectada grandemente por la política de conservación y mantenimiento que se siga. Hay quien sostiene que es posible conservar una propiedad de manera que se conserve "tan bien como nueva"; sin embargo, es de dudarse que cualquier objeto sujeto a depreciación pueda estar siempre "como nuevo" independientemente del mantenimiento al que se le sujete. Ahora bien, una propiedad - puede ser mejorada de tal manera que valga más que cuando estaba nueva pero entonces ya no es la misma que originalmente. Muchas veces se confunde mejoramiento con mantenimiento. Igualmente, también se considera en ocasiones que una propiedad que se ha mantenido en condiciones - de alta eficiencia y buena condición física, no puede haber sufrido mucha depreciación. Esta idea conduce, cuando se realizan valuaciones - de activos, a apreciaciones de 90% o mayores en el "porcentaje de condición" de una propiedad (porcentaje de desgaste y deterioro observables en un activo, en relación a su estado cuando nuevo), por la simple apariencia e inspección ocular. Sin embargo, la sola apariencia física - no es un índice muy realista en ocasiones, del servicio que aún pueda - prestar una propiedad o del servicio que ha rendido a la fecha.

Depreciación funcional

Se podría definir como el decrecimiento del valor originado por - la disminución en la demanda de la función para la cual un activo fué diseñado. Es mucho más difícil de calcular que la depreciación física. Esta disminución de la demanda, puede provenir de muchas causas: el - que una máquina más eficiente sea fabricada, cambios de estilo, saturación del mercado, etc...

La depreciación causada por el cambio en las necesidades de servicio de un activo, pueden ser el resultado de:

1.- Obsolescencia, motivada por ejemplo, por la aparición en el -

mercado de una máquina superior, más eficiente que convertida en antieconómica la alternativa de seguir operando la máquina actual. Un activo se convierte en obsoleto también, cuando ya no se necesita.

- 2.- Inadecuancia o incapacidad de satisfacer económicamente un nivel de demanda no previsto inicialmente al adquirir el activo. Puede suceder que este nuevo nivel de demanda de servicio a que se ve sujeto un activo resulte muy por arriba o muy por abajo de la capacidad del mismo, e igualmente se convertirá en inadecuada una máquina cuando resulte demasiado pequeña para el nuevo volumen de producción requerido, como cuando sea demasiado grande y resulte muy costoso y antieconómico operarla a ese nivel solicitado de producción.

No obstante la depreciación física puede ser razonablemente prevista y estimada, no suele suceder lo mismo con la depreciación funcional que resulta ser más imprevisible ya que es causada por eventos que aún no ocurren; y sin embargo, en muchos sectores industriales y empresas, la mayor aportación a la depreciación total, se debe a factores de depreciación funcional y entonces, aunque sea muy difícil de determinar, no puede ser ignorada.

Por lo anterior, y considerando además los rápidos avances actuales en el campo de la tecnología y el acelerado ritmo de mejoras y cambios que caracteriza a la industria moderna, podemos asegurar que la depreciación funcional, es un fenómeno real y de creciente importancia y que los aspectos de obsolescencia e inadecuancia, constituyen importantes factores de la economía.

La moderna actitud y disposición a la renovación y reemplazo de los equipos y máquinas en el instante en que resulta económico y benéfico y no hasta el momento en que hay que retirarlos por estar prácticamente inservibles, constituye un muy importante factor de desarrollo, no solo a nivel de empresa, sino de economía nacional.

CURSO: ANALISIS ECONOMICO DE DECISIONES

CENTRO DE EDUCACION CONTINUA

FACULTAD DE INGENIERIA

Serie # 1 de Ejercicios

Mayo-Junio/72

Ing. Jorge Terrazas y de A.

- 1.- Una cantidad de \$ 1,000.00 deberá ser recuperada durante 5 años mediante pagos al final de cada uno de ellos de \$ 230.97. Muestre en una tabla, el proceso de recuperación del capital, indicando, de cada pago cuanto se aplica a intereses y cuanto a recuperación del capital principal.
- 2.- Calcule el interes efectivo (ypor tanto anual) de: a) 1% mensual b) 2% mensual c) 6% bimestral.
- 3.- Con una tasa efectiva de 10% anual, grafique la curva de: Pesos contra años, desde 0 a 30 años (de 5 en 5) para los siguientes conceptos:
 - a) El interes compuesto de un depósito de \$ 100.00 hecho en el año 0
 - b) El costo anual de recuperación del capital de un préstamo de \$ 1,000.00
 - c) El interes compuesto de pagos de \$ 100.00 efectuados anualmente.
- 4.- Calcule cuantos años se requieren para que una cierta cantidad se duplique, triplique, cuadruple y quintuple para intereses de 4%, 10%, 20% y grafique la relación S/P contra años.
- 5.- Un inversionista quiere que su patrimonio valga \$ 50,000.00 al término de 8 años. Para lograr esto, considera poder ahorrar e invertir \$ 500.00 anuales, al final de cada año, durante esos 8 años. A qué interés debe invertir esos ahorros?
- 6.- Si un inversionista comprase acciones por \$ 75.00 con la esperanza de recibir \$ 1.75 como dividendos trimestralmente por un periodo ilimitado, ¿Cuál sería el interés efectivo de su inversión?
- 7.- Una compañía puede pagar una máquina de \$ 20,000.00 mediante 6 pagos al final de cada 6 meses. La financiera a quien se hagan los pagos desea ganar un 8% computados trimestralmente ¿Cuál deberá ser el monto de estos pagos?
- 8.- Una máquina es rentada en \$ 3,000.00 al año por 10 años mínimo. Los pagos se hacen al final de cada año. Después de 4 pagos, el dueño pregunta al arrendatario sobre una proposición de pago global en lugar de los pagos que faltan periódicos. ¿Cuál sería esta cantidad si el interés es de 15%?

- 9.- Una empresa debe \$ 3,000.00 aun Banco, que puede pagar en una de las 3 formas siguientes: a) \$ 3,000.00 ahora b) \$ 5,373.00 dentro de 10 años c) \$ 407.61 anuales durante 10 años ¿Cuál es su mejor alternativa si su tasa mínima interna de recuperación es - de a) 10% b) 15% c) 8%.
- 10.- Una empresa invierte \$ 2,000.00 en una máquina que le ahorrará - \$ 800.00 por año en gastos de materiales. La vida de la máquina es de 6 años y su tasa mínima de recuperación es del 12%. ¿Cuán- to del ahorro anual debe invertir cada año durante 6 años al 12% para acumular una suma igual al monto que hubiera obtenido si hu biera invertido los \$ 2,000.00 a la tasa mínima de recuperación?
- 11.- Una Compañía puede rentar una máquina nueva por \$ 23,852.00 paga bles al final de cada año por 10 años; o puede comprar la máqui- na en \$ 100,000.00. La vida económica del equipo es de 10 años y el valor de recuperación final es de 0. Si la tasa mínima de recuperación es del 20% ¿es indiferente el que la Cía. siga cual quiera de las 2 alternativas?.
- 12.- Una empresa contempla 2 alternativas: La alternativa A cuesta --- \$ 6,000.00 y tiene una vida económica de 8 años. La alternativa B cuesta \$ 4,000.00 y tiene un gasto anual de operación de ----- \$ 375.00 mayor que A. También tiene vida económica de 8 años. - Por equivalencia, determine la mejor alternativa si la tasa míni ma de recuperación es de: a) 20% b) 10% c) 5%.

COMPARACION DE ALTERNATIVAS

I. METODO DEL COSTO ANUAL O BENEFICIO ANUAL

Este método consiste fundamentalmente en traducir el flujo de efectivo de una alternativa, en una serie uniforme anual equivalente.

Dentro de este método veremos dos procedimientos:

- Recuperación del Capital a una tasa de interés
- Fondo de amortización.

Adoptaremos la siguiente nomenclatura:

P: monto de la inversión inicial total; costo inicial total del equipo; costo ya instalado.

L: Valor de recuperación del activo, al final de la vida económica

n: vida económica del activo, expresada en años. (considerando una tasa de recuperación i anual)

I: Serie de ingresos (al final de cada año)

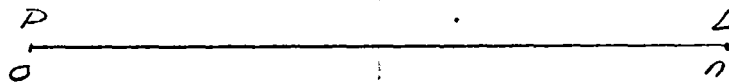
D: Serie de egresos (al final de cada año)

CA: Costo anual

BA: Beneficio anual.

El "costo o beneficio anual" es simplemente un modelo de costo o beneficio a una tasa mínima de recuperación. La alternativa con el costo anual más bajo o con el beneficio anual más alto, será la que deba seleccionarse.

a) Método de Recuperación del Capital



$$R = P \cdot \underset{i-n}{crf} - L \underset{i-n}{sfd} \quad \text{pero: } \underset{i-n}{sfd} = \underset{i-n}{crf} - i$$

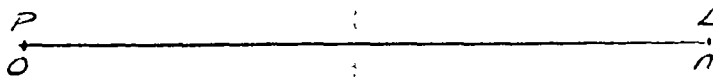
substituyendo:

$$R = P \underset{i-n}{crf} - L \left(\underset{i-n}{crf} - i \right)$$

$$R = (P-L) \underset{i-n}{crf} + Li$$

Representa: la recuperación del capital más intereses, de una fracción $(P-L)$, más los intereses de la porción faltante L , que será recuperada al final.

b) Método del fondo de amortización



$$R = P \underset{i-n}{crf} - L \underset{i-n}{sfd}$$

$$\text{pero: } \underset{i-n}{crf} = \underset{i-n}{sfd} + i$$

substituyendo:

$$R = P \underset{i-n}{sfd} + Pi - L \underset{i-n}{sfd}$$

$$R = (P-L) \underset{i-n}{sfd} + Pi$$

Observamos que el primer término es el importe anual del fondo de amortización que reintegrará la porción $(P-L)$ del capital, sin incluir los intereses. (la fracción L se recuperará al final con la recuperación o liquidación del activo), y al segundo término: Pi , es el interés anual de la inversión total.

Ejemplo:

El costo de un equipo ya instalado y funcionando es de \$35,000. con un valor estimado de recuperación, de \$5,000. al final de los 10 años de su vida útil. La tasa de recuperación considerado es de un 8% anual. Analice el costo de anual de la inversión por los dos procedimientos propuestos

La situación planteada queda representada: $P=35,000$, $L=5,000$
 $0 \quad i=8\% \quad 10$

a) Método de recuperación del capital con una tasa i :

$$R = (35,000 - 5,000)_{g-10} crf + 5,000 (0.08)$$

$$R = 30,000 \cdot 0.14903 + 400.00$$

$$R = 4,470.90 + 400.00 = \$4,870.90$$

b) Método del fondo de amortización:

$$R = (35,000 - 5,000)_{g-10} sfdf + 35,000 (0.08)$$

$$R = 30,000 \cdot 0.06903 + 2,800$$

$$R = 2,070.90 + 2,800 = \$4,870.90$$

Logicamente, en ambos casos el resultado es el mismo, ya que las dos fórmulas provienen de la misma expresión, sin embargo, en cada caso se muestra un distinto concepto en el manejo de los elementos integrantes del costo de la inversión.

En el primer caso, el comprador abona anualmente: una cantidad, \$4,470.90, para pagar la deuda entera menos lo que se espera recuperar al final, incluyendo intereses; y otra cantidad, \$400 para cubrir los intereses de la parte de la deuda, que se espera recobrar.

En el segundo caso, el comprador paga una cantidad \$2,070.90 para ir cubriendo anualmente la fracción $(P-L)$, sin intereses, más una segunda cantidad: \$2,800, que cubre los intereses anuales de la deuda completa.

Ejemplo.

Un activo representa una inversión inicial total de \$10,000. Se le suponen 5 años de vida económica y una recuperación final de \$2,000. Se considera una tasa de recuperación de $L=8\%$. La inversión implica una corriente anual de ingresos de \$5,000, y de gastos por \$2,200, durante los 5 años. Se desea determinar si el proyecto de inversión se justifica, teniendo en cuenta que la tasa atractiva mínima de inversión es de un 8%.

Accidentes: Son aquel conjunto de eventos, impredecibles en términos generales, y que originan una rápida o subita pérdida de valor en magnitudes tales que han motivado que en la práctica dichas eventualidades sean cubiertas por seguros, como es el caso de seguros contra incendio, inundación, tormenta, colisión, explosión, etc... La pérdida de valor que originan los accidentes y que puede ser cubierta mediante una poliza de seguro, normalmente no se considera como depreciación debido a su magnitud. Sin embargo, el daño menor causado por accidentes es inevitable y se considera como parte del riesgo del propietario. Los accidentes menores pueden clasificarse como parte del desgaste y deterioro causados por el uso y tratados como depreciación.

Depreciación Debida a Incremento en el nivel de Precios: El cambio en el nivel de precios es un fenómeno económico que constituye una causa de depreciación no muy objetiva y difícil de estimar y que por ser prácticamente imposible de predecir, rara vez se toma en consideración al llevar a cabo un análisis económico.

Si el nivel de precios se eleva durante la vida útil de la propiedad, aún en el caso de que la mayor parte del capital invertido en el activo, haya sido recuperado mediante un proceso adecuado de depreciación el capital recuperado será insuficiente para adquirir un reemplazo idéntico, ya que este, ahora resultará más caro, lo que significa que aunque ha habido una recuperación del capital invertido el capital ha decrecido en valor y en consecuencia ha disminuido su poder adquisitivo.

Por consiguiente ha sido de hecho el capital que representa al activo y no el activo en sí, el que se ha depreciado. Esta es una primera razón por la cual este tipo de depreciación, que constituye de hecho una depreciación monetaria, no se toma en consideración al hacer un análisis económico de dediciones entre alternativas.

Por otro lado, la práctica contable comunmente aceptada, relaciona la depreciación con el precio original de un activo y no con el de su reemplazo.

Con referencia a lo anterior, existe un argumento frecuentemente engrañado en el sentido de que el importe de los fondos recuperados mediante los cargos por depreciación, no es suficiente para adquirir el -

activo que ha de reemplazar al activo original una vez que este ha terminado su vida económica, aún tratándose de un activo idéntico, dado que normalmente, debido al proceso inflacionario de la economía en general una máquina idéntica a la actual costará mucho más dentro de un cierto número de años, de lo que cuesta ahora. A este respecto, y aún sin tomar en consideración la costumbre contable o la legislación vigente en materia fiscal, en el caso de un análisis comparativo de alternativas de inversión, una alternativa se encontraría en condiciones totalmente desventajosas, si al activo en el cual se propone invertir, se le exigiese la recuperación no de la inversión que por sí implica, sino la inversión que en un futuro va a representar su reemplazo y además reeditando una cierta tasa de recuperación atractiva para el inversionista.

Lo anterior justifica el criterio contable inicialmente planteado de considerar como base depreciable el monto de la inversión original en el activo y no el de su reemplazo, teniendo que analizarse el sobre costo del mismo, en su oportunidad, como una nueva inversión de capital.

Agotamiento: Hasta ahora, el término depreciación se ha aplicado a los bienes que constituyen un activo fijo depreciable según el término contable y que son además reemplazables. Cuando el concepto se refiere al consumo de bienes ireemplazables, que constituyen otro importante grupo de activos físicos, como es el caso de los recursos naturales, por ejemplo reservas de gas natural, yacimientos de carbón, petróleo, madera de un bosque, depósitos minerales de todo tipo, depósitos de materiales de construcción como grava, arena, roca de una cantera, etc..., se emplea el término "agotamiento" en lugar del de depreciación, para indicar el decrecimiento del valor de la propiedad con el consumo paulatino.

Todos los recursos enumerados anteriormente, no son reemplazables sino que van consumiéndose paulatinamente hasta su total agotamiento, sin que en este período estén sujetos normalmente a desgaste o deterioro físico, inadecuabilidad, obsolescencia, por lo menos en el sentido en que estos conceptos se aplican a otro tipo de activos físicos y así por ejemplo, al ir extrayendo y vendiendo la roca de una cantera, el valor de la propiedad va decreciendo debido casi exclusivamente a que las reservas van disminuyendo.

Los factores depreciación y agotamiento, se refieren al mismo con-

cepto, solo que el término agotamiento lo aplicamos unicamente para el caso de activos constituidos por recursos naturales no renovables. Como en los casos anteriormente analizados, el gasto anticipado como puede ser - por ejemplo, la inversión inicial para la adquisición de la propiedad, se aplica a los gastos de producción mediante cargos por agotamiento.

Ahora bien, una cantera tiene valor porque el material que de ella - se extrae puede venderse. De la misma manera, una máquina industrial debe su valor al hecho de que el producto que elabora genera un beneficio, por ejemplo, a través de su venta. Sin embargo, resulta más olaro el hecho de la pérdida de valor con el tiempo y con el consumo, en el caso de la cantera que en el de la máquina, ya que en el primer caso es evidente que en cada venta de roca se consume una porción de la propiedad disminuyendo en consecuencia su valor, en tanto que en el caso de la máquina, si bien es cierto que junto con la venta de cada artículo producido, no se vende una fracción de la máquina, si es cierto que cada artículo elaborado representa parte de la capacidad económica total de producción de la máquina y en consecuencia esta se disminuye en cada venta. En el primer caso, la disminución de valor se aplica a costos mediante los cargos por agotamiento y en el segundo caso con los cargos por depreciación.

Sin embargo, sí hay diferencia en cuanto al tratamiento que se dá a las recuperaciones obtenidas a través de los cargos por agotamiento o depreciación. En el caso de la depreciación, dado que un equipo normalmente es substituido por otro similar al término de su vida útil, las cantidades recuperadas a través de los cargos por depreciación se aplican a la reinversión en dicho equipo similar y de este modo sostener el principio del mantenimiento del capital constante. En el caso del agotamiento, la propiedad no es renovable, así, una vez extraído el petróleo de un pozo, o cortada la madera de un bosque, no se pueden reemplazar, y en estas condiciones las cantidades recuperadas mediante los cargos por agotamiento - no pueden aplicarse a la restitución del material vendido, pero pueden - constituirse en una reserva destinada a la compra de otra propiedad, otra cantera por ejemplo, una vez agotada la actual y recuperado el monto total de la inversión, o pueden entregarse paulatinamente a los propietarios o accionistas a medida que se hagan las recuperaciones, de tal manera que al agotarse la propiedad, los accionistas son propietarios de un bien ya sin valor, ya agotado, pero por otro lado, les habrá sido reintegrado ya

el monto total de su inversión.

El cargo teórico por agotamiento en un año será:

$$\frac{\text{Costo de la propiedad.}}{\text{num. de unidades en la propiedad.}} \times \text{núm. de unidades consumidas en un año}$$

O puede también evaluarse como un porcentaje del ingreso anual por concepto de ventas.

DEPRECIACION: Definiciones y Significados.- Dentro de la variada literatura existente relativa a la depreciación, de la cual, desgraciadamente muy poca se ha originado en nuestro medio ya que el altísimo porcentaje es de origen extranjero y en ocasiones los criterios planteados no responden o no son aplicables a nuestras necesidades y condiciones, podemos encontrar un buen número de definiciones de la depreciación, muy diversas entre sí por estar elaboradas con distintos criterios y finalidades como pueden ser el criterio de análisis económico, el ingenieril, el contable, el fiscal, o con diversos enfoques como pueden ser el de costos, o el de valor; o definiciones en las que se hace especial hincapié hacia las causas o hacia los efectos de la depreciación.

Sin embargo, todas ellas son válidas y verdaderas atendiendo al motivo específico que haya originado su formulación. Por otro lado, sería impráctico pretender elaborar una definición de depreciación tan amplia que englobara todos los diversos criterios y enfoques.

Y así por ejemplo, desde el punto de vista contable, podemos decir que "el fenómeno de la depreciación, es aquel que se considera a través de un sistema contable que permite distribuir de una manera sistemática y racional, el costo u otro valor base de activos de capital tangibles, deduciendo el valor de recuperación, (de existir este), sobre la vida útil estimada de cada unidad". Lo anterior constituye un proceso de distribución o asignación, no de valuación, que aunque toma en consideración la ocurrencia de los diversos factores que afecten a la depreciación durante un año, no intenta medir o cuantificar los efectos de cada factor en cada año en particular y aclarando por otro lado, que la depreciación anual, es la porción del cargo total que bajo ese determinado sistema contable, se asigna a cada año.

Otra definición nos dice que: "depreciación es la expiración o consumo

en todo o en parte, de la vida de servicio o utilidad de una propiedad, - como resultado de la acción de una o más de las fuerzas conducentes al re tiro de servicio de dicha propiedad". Esta definición tiene el mérito de que define la depreciación, no en términos de costo o de valor, sino en - términos de la característica fundamental de una propiedad: su capacidad para rendir un servicio útil.

Desde otro punto de vista, se define como depreciación: "ala pérdida causada por factores que finalmente originan el retiro de servicio de la propiedad, sin que esto pueda ser evitado por operaciones de mantenimiento. Estos factores incluyen el desgaste deterioro, inadecuabilidad y obsolescencia".

La finalidad de considerar la depreciación es la de permitir al poseedor de un activo, recuperar durante la vida útil de la propiedad, el - capital invertido en el.

A pesar de que hemos relacionado la depreciación con la pérdida del valor, en la práctica, su aplicación en contabilidad, estudios de ingeniería económica, estudios fiscales, etc.,, se expresa en función de costo, no de valor.

La validez o utilidad que en cada caso tenga cada una de las diversas definiciones, radica en el sentido específico que se quiera dar al - término depreciación, ya que puede tener los siguientes significados:

- 1º- Como pérdida, decremento o en general, variación del valor de un activo.
- 2º- Como costo, así como su asignación respectiva dentro del cuadro completo de los costos de operación.
- 3º- Como índice de la condición o estado físico de una propiedad.

Al respecto de este tercer significado, hay que reconocer que aunque la depreciación no se define en términos de la condición física de un activo, los valuadores la consideran frecuentemente como índice del valor - de una propiedad, lo cual se explica por el hecho de que es obvio que la depreciación del costo o la depreciación del valor de una propiedad, no puede "observarse" en la forma en que puede hacerse con el estado físico - de la propiedad, observación que suministra un índice de la depreciación

del costo o del valor actual de una propiedad. Estas observaciones directas se expresan a través de la "depreciación observada" o del "porcentaje de condición", términos empleados por los valuadores.

Sin embargo, debemos concluir que una estimación real de la asignación de costos por depreciación o del valor presente de una propiedad debe basarse en la edad inadecuabilidad, grado de obsolescencia, utilidad futura y otros factores, tanto como en el estado físico. El estado físico solo, no representa la depreciación, ni es la sola "medida" de la depreciación ni en cuanto a costo, ni en cuanto a valor.

DEPRECIACION Y REEMPLAZO: Desde el punto de vista de costo y dado que el principal propósito de contabilizar los costos por depreciación es el permitir recobrar la base depreciable o inversión depreciable de una propiedad mediante cargos a los costos de producción, es obvio que este objetivo no depende ni guarda relación con una cierta política de reemplazos ni con el costo del futuro reemplazo para la propiedad existente, ya que no es la finalidad de la depreciación ir acumulando un fondo para la futura adquisición de un reemplazo.

Por lo tanto, y en cuanto a costo se refiere, la depreciación no se ve afectada por la política de reemplazo, salvo en cuanto a que esta política controla y determina el período probable o promedio de vida de servicio de una propiedad.

Ahora bien, en cuanto a valor se refiere y precisamente para efectos de una valuación la depreciación si está afectada por el costo del reemplazo.

Dado que el valor de un activo lo hemos definido como el valor presente de los beneficios futuros que dicho activo aportará, si se eleva el costo de reemplazar un activo que en el futuro permita continuar las operaciones, la propiedad existente adquirirá mayor valor actual, (excepto en el caso de que su valor actual ya sea solo el de rescate o de desecho). En estas condiciones, una propiedad existente podrá ser valuada estimando el costo de su reemplazo y ajustando por el efecto de depreciación para compensar la diferencia en la utilidad que tenía la propiedad cuando nueva y la que tiene en la fecha de la valuación.

DEPRECIACION Y MANTENIMIENTO: Muchas veces, a través del tratamiento que se da a los conceptos de depreciación y mantenimiento se adivina una confusión respecto a la liga que guarda el efecto de el conjunto de operaciones que constituyen el mantenimiento con la depreciación.

En principio y por definición la depreciación es independiente del mantenimiento, ya que hemos establecido que la depreciación de un activo físico es la pérdida, no restituida por el mantenimiento de la capacidad de servicio, debido a los factores que finalmente causan el retiro de la propiedad, sin embargo, es claro que una buena política de mantenimiento tiene efecto indirecto en la depreciación, en cuanto a que puede prolongar la vida útil de una propiedad; aunque no obstante, de ninguna manera pueda decirse, por completas que sean las operaciones de conservación y mantenimiento, que contrarresten el efecto de los factores que a final de cuentas causan el retiro de una propiedad.

El término "mantenimiento" implica la idea de constancia en las operaciones orientadas a conservar en buenas condiciones de operación una propiedad. Los costos de mantenimiento constituyen por tanto un importante renglón de los costos de operación.

Las llamadas reparaciones menores forman parte del mantenimiento y su costo por tanto, se carga a la operación. Las reparaciones mayores también son directamente cargables a la operación, excepto en el caso de mejoras o adiciones que se consideran como nuevas inversiones.

Los costos de mantenimiento y los de conservación son en realidad diferentes en su esencia y en su tratamiento. Los costos de mantenimiento se van originando y cubriendo durante la operación rutinaria y a medida que se van originando, en tanto que los costos por depreciación emanan de la necesidad de amortizar una inversión ya realizada inicialmente, durante el período de vida útil de la propiedad. Los costos de depreciación representan el costo original del activo, prorrateado y cargado a la operación, independientemente del estado del mantenimiento. Pero entonces, y hasta cierto punto, el costo por depreciación anual (pero no el costo total por depreciación) puede estar controlado por la política de mantenimiento, ya que una propiedad sujeta a mantenimiento regular y adecuado durará un mayor número de años y estará en capacidad de prestar un mayor número de servicios que una propiedad similar sometida a insuficiente mante

nimiento y normalmente la asignación anual de costo por depreciación será menor en el primer caso debido a que prestará servicio útil un mayor número de años.

2.3 SELECCION DEL HORIZONTE ECONOMICO PARA EFECTOS DE COMPARACION ENTRE ALTERNATIVAS

Al inicio de este capítulo se plantearon las siguientes interrogantes: ¿qué importancia tiene el conocer el periodo de vida económica de un activo? ¿qué efectos tiene, desde el punto de vista económico, para una toma de decisiones, el considerar un periodo de análisis diferente al de la vida económica del activo en estudio?

Tratemos de responder a lo anterior, objetivamente, mediante un ejemplo:

Ejemplo

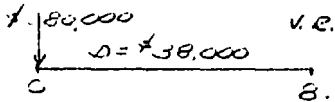
En una planta industrial se labora actualmente mediante un proceso manual de producción de un cierto artículo, con gastos anuales totales de \$61,000. por concepto de operación y mantenimiento (incluyendo obra de mano consumos, herramienta, seguros, reparaciones menores, etc...). Se presenta una alternativa consistente en adquirir una máquina, que para resultados equivalentes de producción, en cuanto a volumen, calidad, etc., implica una inversión inicial de \$80,000, estimándose además gastos anuales de operación y mantenimiento, en \$38,000.

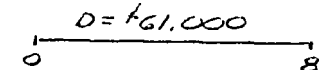
Supongamos, por otro lado, que un análisis de los factores: inversión inicial, valor de recuperación, gastos anuales de operación, tasa requerida de capital, etc..., revela que la vida económica de la máquina es de 8 años.

Considerando una tasa interna mínima de recuperación de la empresa de 10% y suponiendo que el valor de recuperación al cabo de 8 años, será nulo, se pregunta: ¿Cuál es la alternativa más económica: se invierte en la máquina o se conserva el proceso manual?

Comparemos las alternativas mediante el criterio del costo anual.

Considerando un horizonte económico de comparación de 8 años, se tiene:

Alt. A (máquina)  $v.r. = 0$ $C.A_A = 80,000 \cdot crf + 38,000 =$
 $= 80,000 \cdot 0.18744 + 38,000 =$
 $= 14,995.20 + 38,000 = \$52,995.20$

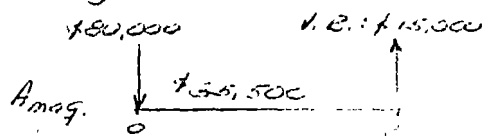
Alt. B (manual)  $C.A_B =$ $= \$61,000.$

dado que: $CA_A < CA_B$
se conviene comprar la máquina y substituir el proceso manual

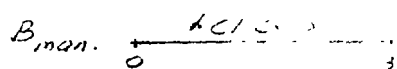
Pero supongamos ahora que la gerencia, arbitrariamente o mediante razones de otra índole que no toman en consideración la vida económica de la máquina, como pudiera ser

el querer recuperar más rápidamente la inversión que se realice en la máquina, fija como periodo de análisis, el de 3 años:

En estas condiciones, habría que hacer ciertas consideraciones como el que costo anual equivalente de la máquina, se reduce, y el considerar un cierto valor de recuperación:



$$C A_{11} = (80,000 - 15,000) \frac{r}{101 - r} + 15,000 (0.10) + 35,500 = 65,000 \cdot 0.40211 + 1,500 + 35,500 = \$63,137.15$$



$$C A_{12} =$$

$$= \$61,000.$$

dado que $C A_{11} > C A_{12}$

se usa la alternativa de comprar la máquina y se continúa con el proceso manual.

Es decir, al imponer un periodo de comparación de 3 años (que origina un costo anual muy alto para la alternativa de inversión en una máquina, debido al prorrateo de la inversión inicial entre un número tan corto de años), se toma la decisión de continuar con el proceso manual y desechar la alternativa de comprar una máquina.

Esto, de hecho estaría originando que la empresa rechace la oportunidad de ahorrar \$23,000 (\$61,000 - \$38,000) anualmente, lo cual pudiese lograrse mediante una inversión de \$80,000. Esta situación de "dejar de ahorrar" y por tanto, "dejar de ganar" prevalecerá hasta que el proceso manual sea substituido por un proceso mecánico, pero mientras prevalezca el criterio de querer la inversión en 3 años, esta substitución no tendrá lugar hasta que surja en el mercado una máquina tal cuyo costo anual equivalente sea menor que el del proceso manual en un periodo de comparación de 3 años, máquina que es improbable que aparezca en el mercado, por lo menos antes de 8 años, (ya que hemos supuesto como hipótesis que la máquina propuesta tiene una vida económica de 8 años, y esto implica que se haya contemplado la posibilidad de obsolescencia), lo cual indica que la situación de continuar con el proceso manual, y por tanto, de pérdida de oportunidad, se prolongará al menos 8 años; y entonces nos preguntamos: ¿Cuánto es lo que pierde la empresa, o por lo menos, lo que deja de ganar, por el hecho de rechazar la alternativa óptima?

Lo primero que se nos ocurre, es que lo que se pierde, es cuando menos, el capital acumulado de una inversión de \$80,000 a una tasa del 10%, (ya que hemos supuesto que esta es la tasa mínima de recuperación de la empresa, y esto significa que las oportunidades de invertir que se le presentan, son cuantitativamente menores con una recuperación del 10%), y esto durante 8 años, lo cual representa:

$$\$80,000 \cdot (1.10)^8 = 80,000 \cdot 2.1436 = \$171,488.$$

Lo cual representa el rechazo de una utilidad de:

$$\$171,488 - 80,000 = \$91,488$$

acumulada durante los 8 años, ya descontando la inversión original.

Sin embargo, la realidad es, que al comprar la máquina, la inversión de \$80,000 tendría una recuperación, no del 10%, sino de \$23,000 anuales (por ahorro), y el importe acumulado de esta recuperación al cabo de 8 años, dependerá de la tasa a la cual se invierten los \$23,000 a medida que se fueren generando cada año. Supongamos que esta cantidad anual, se invierte a la tasa mínima de 10%. Esto acumularia:

$$\$23,000 \cdot uscaf_{10\%-8} = 23,000 \times 11.436 = \$263,028$$

lo que representa una utilidad neta de: $\$263,028 - 80,000 = \$183,028$ después de descontar la inversión inicial; lo cual expresado en otras palabras, quiere decir, que la empresa está rechazando una oportunidad de invertir a una tasa de:

$$80,000 \cdot i_{t-8} \cdot crf = 23,000$$

$$i_{t-8} \cdot crf = \frac{23,000}{80,000} = 0.2875$$

interpolando en tablas financieras y dado que: $20\% \cdot i_{t-8} \cdot crf = 0.26061$

y que $25\% \cdot i_{t-8} \cdot crf = 0.30040$

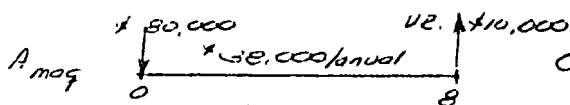
$$i = 20 + \left(\frac{0.2875 - 0.26061}{0.30040 - 0.26061} \right) 5 = 20 + 3.38 = 23.38\%$$

La pérdida neta de la empresa, depende de la inversión que se haga con los \$80,000 en caso de no invertirlos en la compra de la máquina.

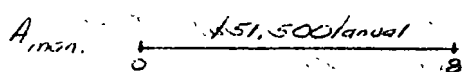
Supongamos ahora, el caso contrario, en el que se considera como horizonte económico de comparación de alternativas, un periodo mucho más largo que el de la vida económica de la maquinaria.

Ejemplo: Supongamos que ahora el proceso manual implica gastos totales anuales por \$51,500, y que para la máquina cuya inversión inicial es de \$80,000, y con vida económica de 8 años y gastos de operación por \$38,000, se estima un valor de recuperación de \$10,000 al término de ese periodo.

Considerando 8 años, se tendría:



$$CA_A = (80,000 - 10,000) \cdot crf_{10\%-8} + 10,000(0.10) + 38,000 = 70,000 \cdot 0.18744 + 1,000 + 38,000 = \$52,120.80$$

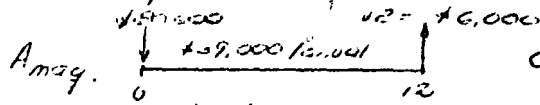


$$CA_B = \dots = \$51,500$$

dado que: $CA_A > CA_B$

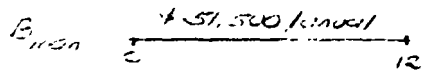
o No conviene comprar la máquina. Es más económico continuar con el proceso manual.

Esta sería la conclusión, en el caso de contemplarse el período correcto de comparación, correspondiente a la vida económica de la máquina. Pero supongamos que el analista, haciendo caso omiso de la vida económica de la máquina, considera adecuado, un período de comparación de 12 años. En estas condiciones, y haciendo ajustes al costo anual uniforme equivalente y al valor de recuperación, se tiene



$$CA_A = (80,000 - 6,000) \text{ crf}_{12, 12} + 6,000 (0.10) + 39,000 =$$

$$= 10,960.24 + 600 + 39,000 = \$50,460.24$$



$$CA_B = \$51,500$$

dado que $CA_A < CA_B$

se opta por la alternativa de mecanizar el proceso (cuando la realidad es, que si se analizara con el período correcto, que es el que corresponde a la vida económica, habría que desechar esa alternativa).

La inversión en la máquina, en el primer caso, (considerando 8 años), no es satisfactoria económicamente, pues solo reditúa al cabo de 8 años, mediante un ahorro anual de:

$$\$51,500 - 38,000 = \$13,500 \quad \text{tanto como:}$$

$$13,500 \text{ uscaf}_{10, 8} + 10,000 = 13,500 \cdot 11.436 + 10,000 = \$164,386.$$

cantidad que es menor, a la que se pudiera obtener invirtiendo los \$80,000 que exige la inversión inicial, a una tasa mínima del 10%.

$$80,000 \cdot \text{spcaf}_{10, 8} = 80,000 \cdot 2.1436 = \$171,488.$$

Veámoslo desde otro punto de vista: la inversión de los \$80,000 con un ahorro anual de \$13,500 durante 8 años y con un valor de recuperación de \$10,000 al cabo de ese período, tendría una tasa de recuperación de:

$$(P-L)_{n-8} \text{ crf} + L i + D = I$$

$$(80,000 - 10,000)_{i-8} \text{ crf} + 10,000 (i) + 38,000 = 51,500$$

$$70,000 \cdot_{i-8} \text{ crf} + 10,000 (i) = 13,500$$

Para calcular la tasa (i) de esta inversión, hagamos un primer tanteo con $i = 0\%$

$$70,000 \text{ crf}_{0, 8} + 10,000 (0) = 13,500$$

$$70,000 \cdot \frac{1}{8} + 0 \cong 13,500$$

$$8,750 \cong 13,500$$

$$0 < 4,750$$

haciendo una proporción se tiene

$$80,000 - 100$$

$$4,750 - x$$

$$x \cong 5.94\%$$

Hagamos un 2º tanteo con: $i = 8\%$

$$\begin{aligned}
 70,000 \cdot 8\% + 10,000 (0.08) &= 13,500 \\
 70,000 \cdot 0.17401 + 800 &\cong 13,500 \\
 12,180.70 + 800 &\cong 13,500 \\
 12,980.70 &\cong 13,500 \\
 0 &< 520
 \end{aligned}$$

Hagamos un 3º tanteo con: $i = 9\%$

$$\begin{aligned}
 70,000 \cdot 9\% + 10,000 (0.09) &= 13,500 \\
 70,000 \cdot 0.18067 + 900 &\cong 13,500 \\
 12,647 + 900 &\cong 13,500 \\
 13,547 &\cong 13,500 \\
 47 &> 0
 \end{aligned}$$

Interpolando:

$$\begin{array}{c}
 8\% \quad \quad \quad 9\% \\
 \hline
 + \quad -520 \quad + 47 + \\
 \end{array}
 \quad i = 8 + \frac{520}{520 + 47} (9 - 8) = 8 + 0.917 = 8.917\%$$

Vemos que la tasa de recuperación de la inversión en la máquina sería de: 8.917%, que es menor que la tasa de 10% fijada como mínima atractiva de recuperación de la empresa.

La conclusión final que se desprende de los ejemplos anteriores, es que el no considerar como horizonte económico de comparación de alternativas, la vida útil de los activos en estudio, puede originar que la decisión se oriente a aceptar de la alternativa que no es la óptima y que se rechace la que en realidad sería la más conveniente para la empresa. Esto sucedería, por ejemplo, en aquellos casos en que las diferencias entre 2 alternativas en comparación, fuesen muy pequeñas y que una variación relativamente pequeña en cuanto a la consideración del periodo de comparación, pudiese ser determinante en cuanto a cambiar el resultado respecto a la alternativa a seleccionar. En estas circunstancias es esencial el que se trabaje con un periodo igual al de la vida económica de la máquina, ya que es cuando por definición, su eficiencia financiera es máxima, por ser el periodo en que presenta sus costos anuales uniformes equivalentes mínimos. Este sería también el caso de alternativas que por las montos relativos entre inversión inicial, valor de recuperación, gastos totales de operación y mantenimiento y tasa mínima requerida de recuperación y por la interrelación entre estos factores, fuesen muy sensibles a pequeñas cambios en el periodo de comparación.

Cuando, por otro lado, una alternativa gana o pierde por amplio margen, la comparación económica a otra, o es muy poco "sensible" a las variaciones, aun con un cambio substancial en el criterio de determinación del periodo de análisis, es muy probable que siga ganando o perdiendo en la comparación.

Claro bien, es indudable que habrá ocasiones en que el periodo de utilización previsto para el equipo, será menor que su vida útil, ya sea por ejemplo, por que el artículo producido por el activo, solo se espera tenga demanda durante ese lapso, o que la concesión para operar un negocio en que se requiera el activo, sea a plazo limitado, etc... En estas condiciones habrá que analizar la posibilidad de inversión dentro de ese periodo, independientemente de la vida económica de la máquina, tomando en cuenta los valores reales de inversión inicial, costo anual durante ese periodo obligado y valor de recuperación real estimado al término del mismo; y calcular la tasa de recuperación real que pueda obtenerse de la inversión en el activo en esas condiciones (que será menor a la que se originaría si se llevase a cabo el análisis dentro del periodo óptimo), y determinar si con esa tasa el negocio propuesto es aun atractivo

En el caso de que las alternativas por comparar, presenten corrientes anuales de flujo, irregulares, habría que convertirlas en una corriente uniforme equivalente, lo cual puede lograrse actualizando la corriente a una fecha dada, y distribuir luego este costo a su costo anual equivalente.

SIGNIFICADO DE LA COMPARACION DE ALTERNATIVAS MEDIANTE EL CRITERIO DEL COSTO ANUAL

La comparación de dos alternativas mediante el criterio del costo anual, tiene más significado e interpretación que el solo hecho de concluir que la alternativa A tiene mayor o menor costo anual que la B. Otra mayor significación se refiere a la mayor inversión que implica una de las alternativas respecto a la otra.

Ejemplo:

Una máquina A cuesta \$1,600. Se estima tendrá un costo anual de operación de \$500. durante los 5 años calculados de vida económica. La máquina B cuesta \$1,200. y tiene gastos de \$650. Para ambas máquinas el valor de rescate se considera nulo. Se fija una tasa mínima de recuperación de 8%.

A:	1,600	500	500	500	500	500
	0	1	2	3	4	5
B:	1,200	650	650	650	650	650
	0	1	2	3	4	5

Analizando el costo anual.

$$CA_A = (1,600 - 0)_{8-5}^{cif} + 500 = 400 + 500 = \$900$$

$$CA_B = (1,200 - 0)_{8-5}^{cif} + 650 = 300 + 650 = \$950$$

Diferencia a favor de A (pues se trata de costos) = \$50 anuales.

Observamos que las diferencias relevantes entre A y B, es el hecho de que A implica una inversión adicional de \$400. inicialmente, con respecto a B; pero A representa también por otro lado, un ahorro anual de \$150. respecto a B. De aquí surge la pregunta de que si: ¿La inversión adicional de \$400. se justifica teniendo en cuenta que se requiere una tasa del 8%? Dicho de otra manera: ¿Los \$400. de inversión inicial, se alcanzan a recuperar con una tasa de 8% de interés, con los ahorros de \$150. anuales?

Esta situación se representa:

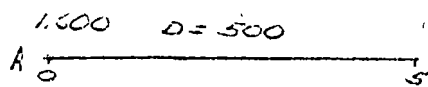
		Ahorros				
Inversión adicional	\$400	150	150	150	150	150
	0	1	2	3	4	5

$$\text{Ahorros} - \text{Costo (anuales)} = 150 - 400_{8-5}^{cif} = 150 - 100 = \$50$$

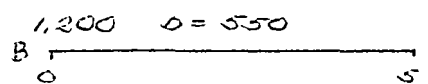
que es el mismo resultado obtenido anteriormente y que

significa que la inversión extra inicial en A si se recupera con una tasa de interés del 8% más una suma adicional de \$50 anuales durante 5 años.

Supongamos ahora que los gastos anuales de B son de \$550 en lugar de \$650.



$$CA_A = 1,600_{8\%} \text{ cif} + 500 = 400 + 500 = 900$$

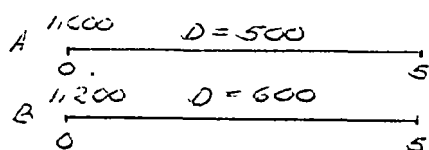


$$CA_B = 1,200_{8\%} \text{ cif} + 550 = 300 + 550 = 850$$

dif. a favor de B: \$50 año

Esto significa que la inversión adicional de \$400 en A no se alcanza a recuperar con los ahorros de \$50 anuales: hay un deficit de \$50 anuales durante los 5 años, por lo que dicha sobreinversión no se justifica y por tanto la alternativa por seleccionar es la B.

Consideremos ahora, que los gastos anuales de B son de \$600...



$$CA_A = 1,600_{8\%} \text{ cif} + 500 = 400 + 500 = 900$$

$$CA_B = 1,200_{8\%} \text{ cif} + 600 = 300 + 600 = 900$$

diferencia 0

En este caso, la inversión extra de \$400 de A, se recupera exactamente a una tasa de 8% y si hemos considerado que esta es la tasa mínima de recuperación fijada por el inversionista, la sobreinversión si se justifica y por tanto, habría que seguir la alternativa A.

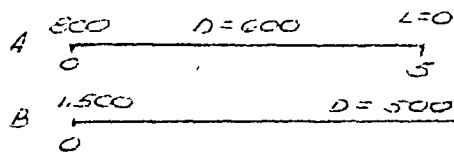
El hecho de que la selección entre dos alternativas se realice desde el punto de vista de la inversión inicial que una de ellas representa, no significa que se esté haciendo un análisis solo parcial del problema, ya que en última instancia, el fin último es determinar cual de las alternativas es la mejor.

COMPARACION DE ALTERNATIVAS CON DISTINTAS VIDAS ECONOMICAS

Hasta ahora nos hemos limitado a comparar alternativas con igual vida económica. ¿Cómo comparamos alternativas que tengan distinta vida económica?

Ejemplo

Supongamos una máquina A con \$800 de costo inicial, 5 años de vida económica y gastos anuales de operación de \$600. Otra máquina B, cuesta \$1,500; tiene vida económica de 10 años y \$500 de gastos anuales de operación. La tasa mínima de recuperación se considera de 8% y los valores de rescate, despreciables.



$$CA_A = 800_{8-5} \text{ crf} + 600 = 200 + 600 = 800$$

$$CA_B = 1,500_{8-10} \text{ crf} + 500 = 224 + 500 = 724$$

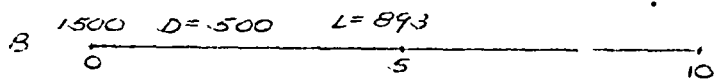
Si solo consideramos un horizonte de 5 años para ambas alternativas y hacemos caso omiso a la corriente de costos en la alternativa B a partir del 6° año en adelante, existe una diferencia a favor de B, de \$76 anuales.

Esto, en cierto aspecto, no es incorrecto, ya que se podría considerar que lo que ocurra en B después del 5° año, pertenece al análisis comparativo de alternativas que se vaya a hacer para dicho periodo, pero surge la duda de si la decisión actual no sería afectada por la decisión o curso de acción que se siguiese en la alternativa A a partir del 5° año. Analizaremos esto más adelante. Pero sigamos ahondando en el primer criterio de despreciar lo que ocurra en B a partir del 5° año.

Podría pensarse que de la corriente de costos que ocurren en B, la parte que no podemos ignorar, para efectos del análisis de los primeros 5 años, es la parte correspondiente a la amortización de la inversión inicial. Actualizando al año 5, la corriente de costos anuales correspondientes a este concepto, se tendría:

$$1,500_{8-10} \text{ crf}_{8-5} \text{ uspwf} = \$893$$

Esta cantidad vendría a representar el valor teórico de rescate que la máquina B. tendría al terminar el 5° año, y analizando el costo anual en estas condiciones, se tendría:



$$CA_B = (1,500 - 893)_{8-5} \text{ crf} + 893 (0.08) + 500 = 152 + 72 + 500 = \$724$$

que es mismo valor para el costo anual obtenido anteriormente. Esto puede explicarse de la siguiente manera:

El hecho de tratar de estimar e introducir en el análisis, un valor de recuperación de la máquina B al final del 5° año, tiene como finalidad tratar de eliminar los problemas que presenta la existencia de diferentes vidas económicas en las alternativas. Sin embargo, el considerar un valor de rescate a la máquina al final del 5° año y por otro lado establecer que la vida económica de la máquina es de 10 años, es inconsistente, a menos que el valor de rescate que se suponga sea precisamente el de \$893. Ahora bien, esto no es tan fácil de aceptar pues por un lado, si hemos supuesto que el periodo de vida económica es de 10 años para la máquina B, los \$724 será el costo anual mínimo (por definición de vida económica), por lo que sería lógico suponer que el análisis del costo anual en un periodo menor al de la vida económica, como lo es el de 5 años, fuese mayor al de \$724, lo cual implicaría que el valor de rescate al final del año 5 fuese menor a \$893, y por otro lado, si el valor de rescate fuese mayor que \$893, esto daría lugar a que el

costo anual durante los primeros 5 años fuese menor de \$724 la que destruiría la proposición de que la vida económica fuese de 10 años.

Todo lo anterior es por lo que respecta a la máquina B, pero, ¿cómo influirá en la decisión lo que pueda ocurrir en la alternativa A a partir del 5° año?

Supongamos que el analista tiene elementos para prever que en la alternativa A, al terminar la vida económica de la 1ª máquina, se substituirá al final del 5° año, por una máquina ya mejorada tecnológicamente, con mismo costo inicial de \$800, 5 años de vida económica, pero solo \$350 de gastos anuales:

A	800	D = 600	800	D = 350	L = 0
	0		5		10
B	1,500	D = 500			L = 0
	0				10

$$CA_A = [800 + 600_{8-5} uspwf + 800_{8-5} sppwf + 350_{8-5} uspwf_{8-5} sppwf]_{8-10} cif = \$ 700$$

$$CA_B = 1500_{8-10} cif + 500 = 224 + 500 = 724$$

Vemos que el considerar una suposición sobre el reemplazo de la primera máquina de A, ha provocado que A sea ahora la alternativa óptima.

De todo lo anterior, se podría concluir que:

el criterio de despreciar la corriente de gastos que se originan en la alternativa de mayor vida, a partir de la terminación de la vida económica de la alternativa más corta, solo es válido si:

- Se estime que en cada alternativa, si hay reemplazos futuros, estos plantearán condiciones totalmente similares a las condiciones del primer ciclo.
- El periodo total en el que sean necesarios los servicios de las alternativas A y B, se considere indefinido o represente un común múltiplo de las vidas económicas de las alternativas consideradas.

Sin embargo debe reconocerse que este criterio, normalmente se sigue "por defecto", es decir, porque no hay buenas bases para considerar que sucederá lo contrario a lo que establecen las condiciones (a) y (b). En todos aquellos casos en que se prevea que las condiciones van a cambiar en los siguientes ciclos, será necesario estimar la corriente de ingresos y egresos y tomarla en cuenta para el análisis de las alternativas.

Al respecto de la condición (b), podemos hacer notar que el último ejemplo ilustra el hecho de que una vez que se ha llegado, mediante la suposición de futuros reemplazos, a un horizonte económico común múltiplo para ambas alternativas, se puede proceder a la comparación numérica, ya que las decisiones que se tomen en este periodo en adelante en cualquiera o en ambas alternativas, serán idénticas a la decisión que se tome en el momento presente.

Ejemplo

Se proponen dos compresoras

Compresora I: costo inicial: \$3,000, vida económica: 6 años
valor de rescate: \$500, Gastos anuales de operación
\$2,000

Compresora II: costo inicial: \$4,000, vida económica: 9 años
valor de rescate: 0, gastos anuales de operación:
\$1,600

Tasa mínima atractiva de recuperación: 15%

$$CA_I = (3,000 - 500)_{15-6} \text{ crf} + 500 (0.15) + 2,000 = 2,735$$

$$CA_{II} = (4,000)_{15-9} \text{ crf} + 1,600 = 2,410$$

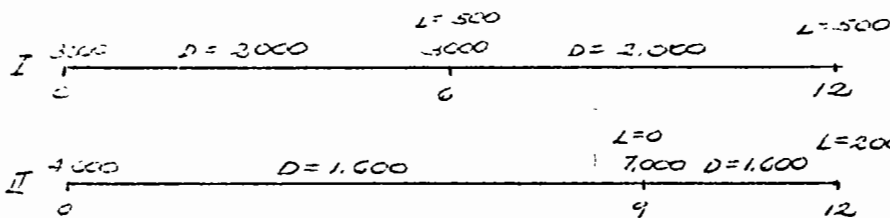
$$\therefore CA_{II} < CA_I$$

Supongamos ahora que:

1° para la empresa en cuestión, la compresora solo se requerirá durante 12 años

2° se prevé que mientras para la compresora I se podrá hacer el reemplazo a partir del año 6 con una compresora similar, para la compresora II, se estima que el reemplazo se llevaría cabo al año 9 con otra cuyo costo se estima en \$7,000 y que tendrá valor de rescate después de 3 años de uso, de \$200.

La situación puede sintetizarse:



$$CA_I = \$2,735$$

$$CA_{II} = [4,000 + 7,000_{15-9} \text{ ppwf} - 200_{15-12} \text{ ppwf}]_{15-12} \text{ crf} + 1,600$$

$$CA_{II} = [4,000 + 7,000 (0.2843) - 200 (0.1869)] (0.1845) + 1,600$$

$$CA_{II} = \$2,650$$

$$\therefore CA_{II} < CA_I$$

Lo que significa que aun con el cambio de condiciones, la compresora II, sigue siendo la más conveniente.

Desarrollo y Análisis de Fórmulas para el Cálculo de la Tasa de Recuperación

Para representar en forma objetiva el flujo de efectivo resultante de una inversión, resulta muy útil el empleo de una "escala de tiempo". En esta escala, las unidades de tiempo son los periodos de interés, que no necesariamente son meses o años. Cuando las erogaciones o los ingresos se llevan a cabo a lo largo de un periodo, en la escala de tiempo, se acostumbra representar el movimiento de caja, concentrado al final de dicho periodo.

Para el desarrollo de las fórmulas para el cálculo de la tasa de recuperación, utilizaremos la siguiente nomenclatura:

- P: representa la suma presente de dinero. En la escala de tiempo ocurre en el punto cero, es decir, al principio del periodo inicial.
- S: representa la suma de dinero a una fecha específica futura. En la escala de tiempo, ocurre en el punto n , al terminar el último periodo.
- R: representa el importe de cada pago, en una serie uniforme de pagos, que se efectúan al final de cada periodo.
- i : designa a la tasa de interés generada al final de cada periodo.
- n : representa al número de periodos de interés considerados.

El interés, es la tasa de recuperación, o la recuperación en sí, correspondiente a una inversión. La reinversión de intereses, y el pago de intereses sobre esos intereses, origina el proceso de interés compuesto. Se observa que este proceso refleja el concepto inherente del "valor del dinero con el tiempo", es decir, el hecho de que cada peso "crece" con el tiempo.

Para la determinación del interés por periodo, es necesario interpretar correctamente lo siguiente:

"10% computado trimestralmente", indica el que se consideran cuatro periodos de interés, de 3 meses de duración cada uno y en que se genera un 2.5% de interés al final de cada uno de ellos.

"10% de interes (sin más indicaciones), indica un interes de 10% anual.

En el primer caso, el interes de 10% es un "interes nominal", ya que el hecho de que se pague parcialmente por adelantado, da lugar a que el "interes efectivo" sea mayor.

En el segundo caso, el interes nominal y el efectivo, coinciden.

Interes Simple

El interes simple se calcula mediante la expresion:

$$I = P n i$$

por tanto:

$$S = P + I = P + P n i = P(1 + i)$$

Ordinariamente la unidad de tiempo para el periodo de interes se considera de 1 año. Cuando es necesario calcular el interes correspondiente a una fraccion de año, se considera por mera simplificacion, constituido el año por 12 meses, de 30 dias, con un total de 360 dias. Estas consideraciones dan lugar al interes simple ordinario. Si se calcula sobre la base de 365 se genera el interes simple exacto.

En la practica, el interes simple se emplea en préstamos a corto plazo, y cuando el periodo se mide en dias.

Ejemplo:

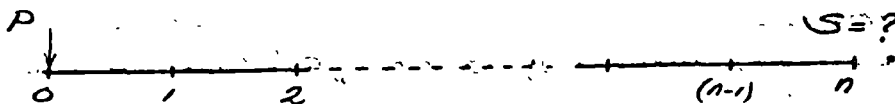
Calcular el interes simple que originan \$1,000, a una tasa de interes de 6% anual, durante 60 dias.

$$I = 1,000 \times \left(\frac{0.06}{365} \right) \cdot 60 = \$ 9.86$$

Factor del Pago Único con interes compuesto:

$$i-n \text{ spcaf}$$

¿Que monto final S origina un capital inicial P invertido durante n periodos, a una tasa de interes compuesto i ?



$$\text{datos: } P, n, i \\ S = ?$$

El valor de P con el tiempo será:

Al final del primer periodo $P + P i = P(1 + i)$

Al final del segundo periodo $P(1 + i) + P(1 + i) \cdot i = P(1 + i)^2$

Por induccion se puede concluir que al

final de n periodos, la cantidad acumulada S será:

$$S = P(1 + i)^n \\ S = P \cdot i-n \text{ spcaf}$$

Al factor: $(1+i)^n$ se le denomina "factor de pago único con interés compuesto", se representa: $(i-n)^{spcaf}$ (Single-Payment Compound-Amount Factor) y es el factor por el cual hay que multiplicar un pago único P para encontrar la cantidad acumulada S al final de n periodos a una tasa de interés i .

Ejemplo:
¿Cuál es la cantidad acumulada S por \$1,000 durante 10 años a una tasa de interés de 6% anual?

$$S = P \cdot (i-n)^{spcaf} = 1,000 \cdot (i-n)^{spcaf} = 1,000 \cdot (1+0.06)^{10} = 1,000 \cdot 1.7908 = \$1,790.80$$

Ejemplo:
Consideremos el mismo problema con el que se ejemplificó el interés simple: \$1,000 a una tasa de interés de 6% anual durante 60 días, solo que con interés compuesto

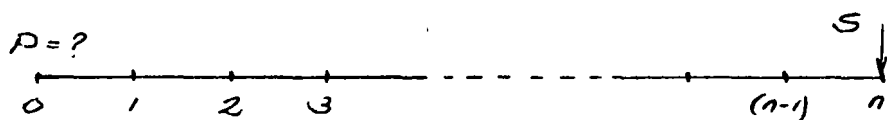
$$I = 1,000 \left(1 + \frac{0.06}{365}\right)^{60} - 1,000 = \$9.91$$

que es solo 1/2% mayor que el resultado obtenido con interés simple; lo que justifica que para préstamos a corto plazo sea práctico considerar interés simple.

Factor de actualización de un pago único

$i-n$ sppwf

¿Qué capital inicial P origina un capital final S , después de habersido invertido durante n periodos a una tasa i ?



datos: S, n, i
 $P = ?$

Mediante un proceso inverso podemos concluir que:

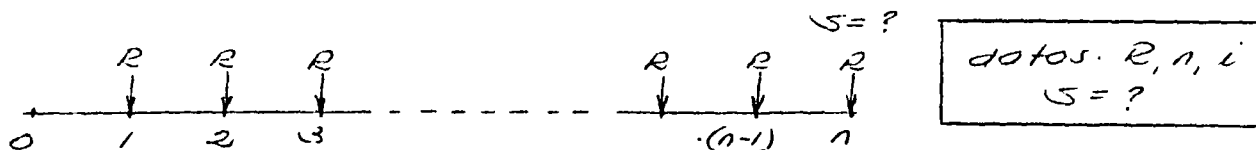
$$P = S \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$P = S \cdot (i-n)^{sppwf}$$

Al factor: $\frac{1}{(1+i)^n}$ se le denomina "factor de actualización de un pago único", se representa con: $(i-n)^{sppwf}$ (Single Payment Present Worth Factor) y es el factor por el cual se multiplica el valor futuro S , para obtener el valor presente P .

Factor de interes compuesto de una serie uniforme de pagos $i-n$ uscaf

¿Qué capital final S origina la inversión uniforme de una cantidad constante R , durante n periodos y a una tasa de interes i ?



Cada pago R origina distinto interes compuesto, pues cada uno de ellos se ve afectado por un distinto número de periodos; el primer R , a $(n-1)$ periodos, el segundo R , a $(n-2)$ periodos, etc..., el último R , ocurre en el punto n , y no origina interes. En estas condiciones, la suma S estará integrada:

$$S = R(1+i)^{n-1} + R(1+i)^{n-2} + R(1+i)^{n-3} + \dots + R(1+i)^2 + R(1+i) + R \quad \text{①}$$

multiplicando ambos miembros por $(1+i)$

$$S(1+i) = R(1+i)^n + R(1+i)^{n-1} + R(1+i)^{n-2} + \dots + R(1+i)^3 + R(1+i)^2 + R(1+i) \quad \text{②}$$

restando la ecuación ① de la ②:

$$S(1+i) - S = R(1+i)^n - R$$

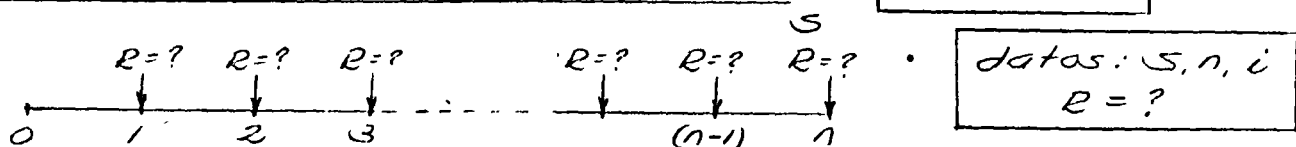
$$S(1+i-1) = R[(1+i)^n - 1]$$

$$S = R \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right]$$

$$S = R_{i-n} \text{ uscaf}$$

el factor $\frac{(1+i)^n - 1}{i}$ se le denomina "factor de interes compuesto, de una serie uniforme de pagos", se representa $(i-n \text{ uscaf})$ (Uniform series Compound Amount factor) y es el factor por el cual se multiplica el valor R de cada pago uniforme, para obtener el importe acumulado S , después de n periodos y a una tasa de interes i .

Factor del Fondo de Amortización



¿Qué capital constante R hay que invertir periódicamente durante n periodos, con una tasa de interes i , para alcanzar un capital final S ?

despejando R de la última expresión:

$$R = S \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$R = S \cdot i \cdot sfd$$

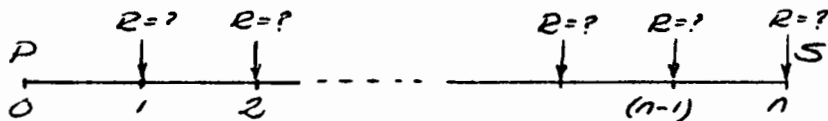
5

al factor: $\frac{i}{(1+i)^n - 1}$ se le denomina "factor del fondo de amortización", se representa $(i-n sfd)$ (Sinking Fund Deposit Factor) y es el factor por el que hay que multiplicar el monto final S , para encontrar el importe R de los pagos uniformes y constantes que lo originan.

Factor de Recuperación del Capital

$$i-n crf$$

¿Qué monto uniforme R se debe invertir con interés i , al final de cada periodo, durante n periodos, para obtener el mismo monto final S que se obtendría si se invirtiera una cantidad inicial P durante el mismo tiempo y a la misma tasa i ?



$$\text{datos: } P, i, n$$

$$R = ?$$

Habíamos encontrado que:

$$R = S \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right]$$

pero: $S = P(1+i)^n$
 substituyendo.

$$R = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$R = P \cdot i \cdot n \cdot crf$$

al factor: $\left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$ se le denomina: "factor de recuperación del capital", se representa: $(i-n crf)$ (Capital Recovery Factor) y es el factor por el cual se multiplica P para encontrar el valor de los pagos R que lo recuperan al final de n periodos con una tasa de interés i .

Factor de actualización de una serie uniforme de pagos

$$i-n uspwf$$



$$\text{datos: } R, i, n$$

$$P = ?$$

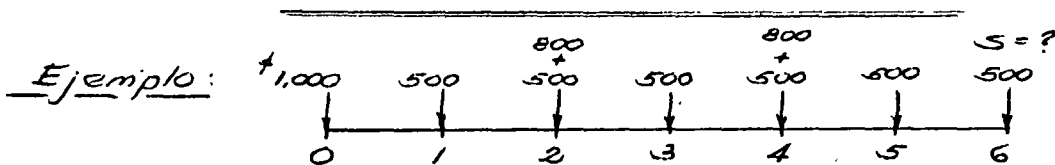
¿Cuál es el capital inicial P que invertido durante cierto tiempo a una tasa de interés i , produce el mismo capital final S , que una serie uniforme de pagos R al final de cada uno de n periodos, a la misma tasa i ?

Despejando de la expresión anterior:

$$P = R \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

$$P = R_{i-n} \text{ uspwf}$$

Al factor: $\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$ se le denomina "factor de actualización de una serie uniforme de pagos", se representa $(i-n \text{ uspwf})$ (uniform Series Present Worth Factor) y es el factor por el cual hay que multiplicar el valor del pago uniforme R , para encontrar el valor P que recuperan



Dada la anterior corriente de pagos, calcular la cantidad acumulada S al final de los 6 años, considerando una tasa de interés de 10%.

$$S = 1000 (1+0.10)^6 + 800 (1+0.10)^4 + 800 (1+0.10)^2 + 500 \left[\frac{(1+0.10)^6 - 1}{0.10} \right]$$

$$S = 1000 \underset{10-6}{\text{spcaf}} + 800 \underset{10-4}{\text{spcaf}} + 800 \underset{10-2}{\text{spcaf}} + 500 \underset{10-6}{\text{uscaf}}$$

$$S = \$ 1,772. + 1,171. + 968 + 3,858$$

$$S = \$ 7,769."$$

EFICIENCIA INGENIERIL CONTRA EFICIENCIA ECONOMICA:

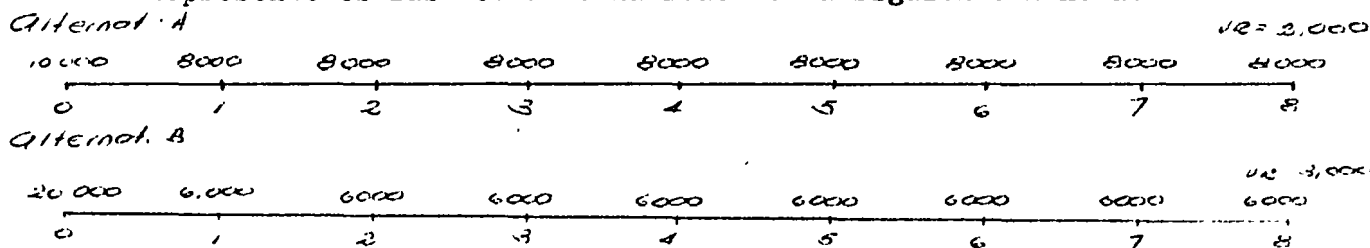
La meta de todo ingeniero y en general, de la actividad empresarial y gerencial es la de lograr una eficiencia económica dentro de rangos - aceptables y no la búsqueda de eficiencia ingenieril o mecánica.

Ejemplo: Supongamos que para resolver una necesidad y después de un estudio, se nos presentan dos alternativas:

Alternativa "A": adquirir una máquina por \$ 10,000.00 con costo — anual de operación (incluyendo obra de mano, combustibles, mantenimiento, etc...) de \$ 8,000.00 (el cual suponemos uniforme por simplificación). Vida económica de 8 años, con valor de recuperación de \$ 2,000.00 al término de ese período.

Alternativa "B": adquirir una máquina para el mismo trabajo por — \$ 20,000.00; gastos de operación de \$ 6,000.00 anuales. Vida económica - de 8 años y valor de recuperación de \$ 3,000.00.

Representemos las dos alternativas de la siguiente manera:



El monto total del desembolso para la alternativa "A" es de \$72,000.00 y para la alternativa "B" de \$ 65,000.00.

(Hacemos notar que no estamos considerando en estas sumas el factor tiempo, y como demostraremos posteriormente, la simple suma de costos es insuficiente para comparar dos alternativas).

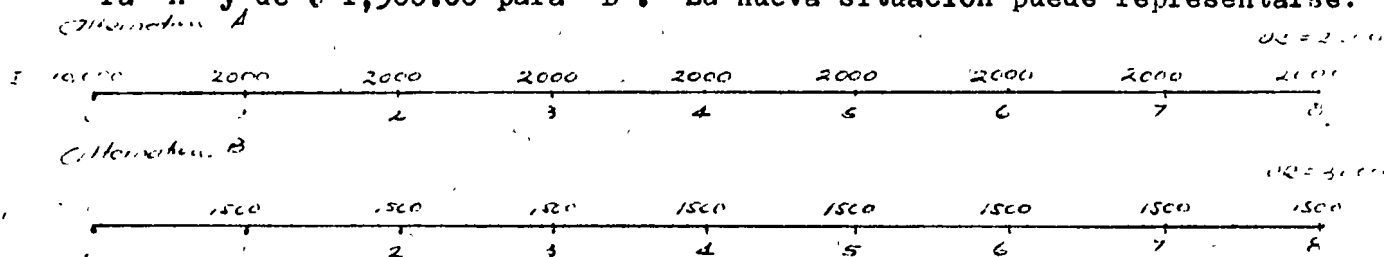
Observamos que "B" tiene mayor eficiencia ingenieril, dado que ambas máquinas tienen el mismo rendimiento en cuanto a producción de servicio se refiere pero, el insumo de "B", medido por su gasto de operación anual es de \$ 6,000.00 en tanto que el de "A" es de \$ 8,000.00. Esto es explicable ya que el sobrecosto inicial de la máquina "A" con respecto a la "B", sugiere mejoras en la construcción de "A" y por tanto una mayor eficiencia mecánica.

Conclusión: "B" realiza el mismo trabajo que "A" pero con menor cantidad total de pesos. "B" tiene mayor eficiencia económica.

En este caso "B" tiene la mayor eficiencia económica y también la mayor eficiencia mecánica o ingenieril, pero esto es mera coincidencia. La

búsqueda de alta eficiencia económica, no necesariamente coincide con la búsqueda de alta eficiencia ingenieril, ya que si esto fuera cierto, la elección de la alternativa más económica pudiera ser realizada en base - solo a la eficiencia mecánica.

Supongamos que se propone el empleo de las dos máquinas anteriores "A" y "B", en condiciones de menor ritmo de trabajo, y con esta menor - utilización los costos de operación anuales se calculan de \$ 2,000.00 pa - ra "A" y de \$ 1,500.00 para "B". La nueva situación puede representarse:



El desenvolvso total para "A" es ahora de \$ 24,000.00 y de \$ 29,000.00 para "B".

Observamos ahora que la máquina "B", con mayor eficiencia mecánica, tiene menor eficiencia económica que "A".

Lo anterior demuestra que no hay ninguna "receta" para la selección de la alternativa más económica; habrá que hacer un análisis en cada cir - cunstancia. La selección de la alternativa más económica cambió de "B" a "A"; de la máquina con mayor eficiencia mecánica, a la de menor efi - ciencia mecánica. La distinta selección fué originada en este caso por un cambio en la utilización del equipo; pero también pudieran afectar - factores como cambios en el costo horario de la obra de mano, en el cos - to unitario de la energía, en el valor de renta por metro cuadrado de pi - so, o cualquier otro factor de costo. El efecto combinado de todos es - tos elementos de costo, debe ser evaluado, para cada situación, por el - ejecutivo encargado de tomar una decisión.

El ejemplo también ilustra el hecho de que la máquina que se selec - cione en determinadas circunstancias, puede rechazarse en otras.

El análisis de alternativas con baja eficiencia ingenieril, es tan necesario como el de alternativas de alta eficiencia ingenieril.

La afirmación de que el objetivo primordial de la ingeniería es lo - grar una eficiencia económica satisfactoria, no va en contradicción con otros objetivos de la ingenierí, como son: la exactitud, la confiabili - dad, la seguridad, etc..., ya que, como veremos posteriormente, estas -

cuestiones son decididas por consideraciones económicas, ya que pudiera suceder que en determinadas circunstancias, no sea económicamente factible o conveniente, diseñar con absoluta exactitud, ciento por ciento de confiabilidad, o perfecta seguridad.

VALORES NO MONETARIOS

Pocas decisiones, de tipo personal o de negocios, son hechos sobre la base únicamente de consideraciones financieras. Aún más, las consideraciones sobre la eficiencia económica de un proyecto pueden verse influenciadas en gran parte por aspectos no monetarios.

Las decisiones y recomendaciones relativas a la factibilidad de proyectos ingenieriles deben tener en cuenta toda una serie de factores monetarios y no monetarios. Entre estos últimos podemos nombrar leyes y principios económicos., situación imperante de los negocios en un momento dado, valores sociales y humanos, objetivos personales y de grupo, gustos de consumidores, reglamentaciones gubernamentales, legislación de orden fiscal y económico.

DEFINICION DE INGENIERIA ECONOMICA

La ingeniería presenta dos enfoques: uno, concerniente al aprovechamiento de los recursos materiales y fuerzas de la naturaleza, y el otro, la satisfacción de las necesidades humanas; (y dado que los primeros son escasos respecto a las segundas, de aquí se desprende la esencial relación de la Ingeniería con la Economía).

El término Ingeniería económica puede definirse como: "el conjunto de conocimientos, técnicas y prácticas de análisis y síntesis, incluyendo consideraciones sobre factores humanos, necesarios para la evaluación del beneficio que reportan productos y servicios generados por la actividad ingenieril, en relación a su costo".

El término : "económica", implica "administración con desarrollo económico"; y unido al concepto de "ingeniería", engloba la idea de máximo servicio por unidad de costo, a través de la Ingeniería.

La primera función de la ingeniería económica, es la evaluación cuantitativa de los proyectos ingenieriles, en términos de beneficio y costo, antes de que estos sean ejecutados. En este aspecto, la ingeniería económica es similar a la ingeniería de diseño cuya función es la de pre

decir materiales, dimensiones y combinación de elementos estructurales de un proyecto, antes de que este sea realizado.

Un estudio económico presenta dos etapas:

- a).- recopilación de datos.
- b).- procesamiento matemático de los datos.

Ninguno de estos dos pasos constituye un fin en si mismo, sino medios de alcanzar el verdadero y último objetivo: la determinación de la bondad y factibilidad económica de una alternativa y su selección.

NATURALEZA DE LAS DECISIONES.

Las rachas de buena suerte o las noches de fortuna, atestiguan el hecho de que los jugadores y aventureros algunas veces ganan. Sin embargo, podemos también hablar de infinidad de ocasiones en las que en "volido" o "la inspiración del momento", han fallado rotundamente en cuanto a lograr un beneficio.

Por lo anterior, y debido a una sincera necesidad por parte de ingenieros, científicos y administradores en general, de contar con un sistemático y lógico proceso de análisis para la toma de decisiones es, por lo que se crearon diversos métodos de administración científica.

Sin embargo, tanto la intuición como los "métodos analíticos" son reconocidos y tienen su lugar dentro del proceso de la toma de decisiones, en cuanto que la intuición, aunque se ubica en el presente, de manera inconsciente e informal, involucra recuerdos y experiencias del pasado, en los cuales se basa para hacer ciertas predicciones en el futuro.

El implantar un método analítico, cuesta dinero, y algunas decisiones menores no ameritan esa erogación por lo que podemos afirmar que los métodos analíticos, serán empleados siempre que esto sea técnicamente factible y justificable económicamente. Fuera de estos límites, el buen juicio y la intuición, basados en la experiencia, son recursos necesarios y legítimos.

Al analizar una situación para efectos de una toma de decisiones, habrá que determinar su "grado de sensibilidad", esto es, el que tan vulnerable es con pequeños cambios en los factores condicionantes de esa situación. La consecuencia inmediata de la "alta sensibilidad" de una situación dada, será la de tener que garantizar, mediante estudio minucioso la validez de los datos que intervendrán en la toma de decisiones,

y dado que los factores que pueden influir en una decisión pueden ser - muy numerosos, habrá que dar primacia a aquellos más sensibles.

Cuando en una situación de decisión se presentan varios objetivos, es probable que, haya que reconocer, que no hay un curso de acción que optimice simultaneamente todos los objetivos. En esta circunstancia se rá necesarios seleccionar la alternativa que aquilibre de la mejor manera posible los objetivos en conflicto; es decir una alternativa que - "suboptimice".

Las tácticas basadas en un horizonte económico de 1 o 2 años, no ne cesariamente tendrán la misma eficiencia, que las que contemplen un hori zonte mayor.

Un horizonte de comparación muy corto, puede distorsionar seriamen te los valores. Un horizonte muy largo introduce incertidumbre. A medi da que se alarga el horizonte de comparación, sus predicciones sufren en su credibilidad.

GRADOS DE CERTEZA

Podemos clasificar las decisiones gerenciales, dentro de tres cate gorias generales que caracterizan las condiciones de la situación desi sional y que sugieren un método de análisis. Estas son:

- a).- Decisiones suponiendo certeza
- b).- Decisiones que reconocen riesgo
- c).- Decisiones adm ten incertidumbre.

En el primer caso se considera que todas las condiciones del proble ma se concen con seguridad al suponer certeza, estamos basando el análi sis en un conjunto de suposiciones que suponeremos tengan una alta espe ranza de ocurrencia.

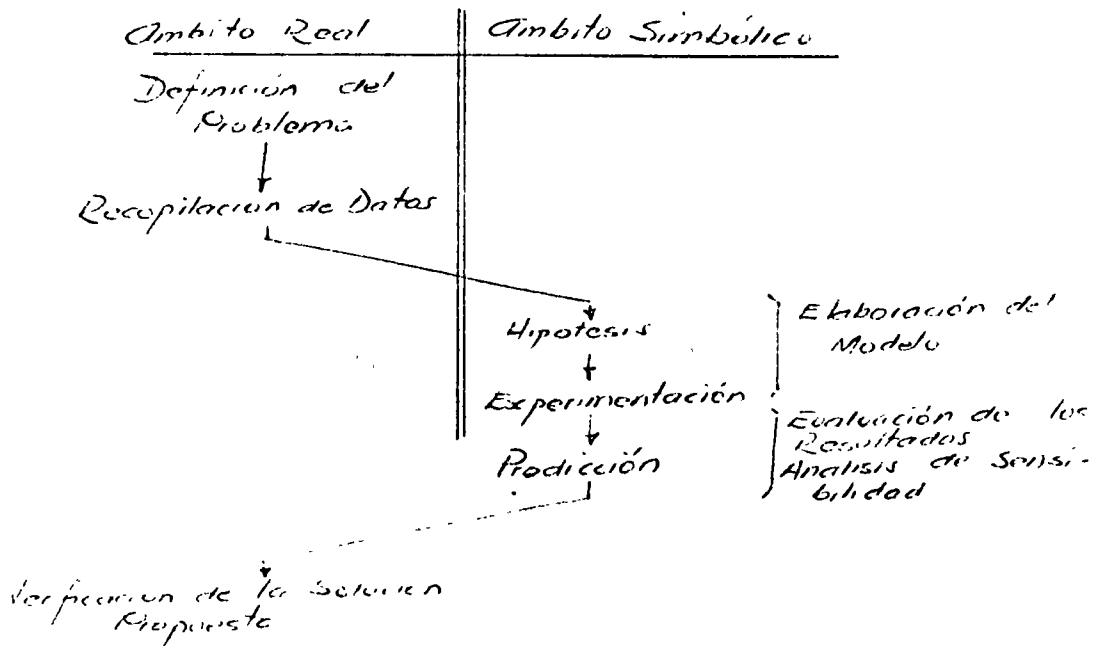
En el segundo caso, el analista considera poder obtener buenas esti maciones sobre la probabilidad de ocurrencia de las futuras condiciones y del efecto económico de dichas condiciones. Es frecuente que la deter minación del valor de dichas probabilidades implique erogaciones origina das por investigaciones y experimentaciones.

El considerar decisiones bajo condiciones de incertidumbre implica que el analista desea incluir los efectos de diferentes factores, pero - le resulta imposible hacer estimaciones sobre sus probabilidades de ocu rrencia.

PROCESO DE LA TOMA DE DECISIONES.

La toma de decisiones se desarrolla dentro de dos ámbitos: el real, en el que tienen lugar los problemas del diario, y el simbólico, en el que se trata de representar a los problemas del ámbito real para su estudio y resolución.

Esquemáticamente el proceso puede representarse:



DEFINICION DEL PROBLEMA Y RECOPIACION DE DATOS.

El problema se origina en el ámbito real, dentro de los diversos campos de la actividad humana.

Los datos son los que definen y clasifican a un problema.

El conjunto de datos permite al analista elaborar un modelo que presente en el ámbito simbólico al problema del ámbito real.

El lenguaje simbólico permite traducir la información del ámbito real, a una forma utilizable en el ámbito simbólico.

Se formulan hipótesis respecto al comportamiento del modelo y se someten a prueba experimentándolas para tratar de simular las reacciones del modelo.

De esta experimentación surge una predicción de comportamiento.

Esta predicción se convierte al ámbito real y trata de verificarse. Si la predicción resulta válida, el problema está resuelto. Si no, el ciclo se vuelve a repetir tratando de recopilar más información que amplie

la visión del problema.

Se dice que el proceso es sistemático en cuanto a que se procede paso a paso dentro de una secuela lógica.

La definición del problema se inicia con el establecimiento preciso de los objetivos y por la captación de información relativa al problema, en la mayor cantidad y de la mejor calidad posibles. Será necesario analizar el grado de sensibilidad de las alternativas e introducir el concepto de suboptimización. A medida que las ramificaciones e implicaciones de un problema son más amplias, la definición de las metas es más compleja.

Una preliminar búsqueda de soluciones, implica el enlistar todos los posibles cursos de acción.

La cantidad y calidad de los datos recopilados es fundamental, ya que todos los demás pasos del proceso, descansan en dichos datos, y ninguno de los pasos puede compensar la falta de ellos.

Ya se había comentado el que en toda decisión intervienen factores que no pueden traducirse a pesos y centavos; estos son los factores no monetarios o intangibles. La distinción entre los factores tangibles y los intangibles, radica en la mayor o menor facilidad y exactitud con que pueden ser expresados cuantitativamente. Otros ejemplos de intangibles pueden ser: consideraciones de seguridad, reputaciones, amistades, relaciones públicas, etc...

ELABORACION DEL MODELO:

Un modelo es la representación del ámbito real. Se inicia la formulación de un modelo desde el momento de fijar objetivos y alternativas. Un modelo muestra la relación de causa a efecto entre objetivos y restricciones. Se maneja de tal manera que muestre el resultado final de seguir un determinado curso de acción.

Dado que las situaciones de decisión varían muy ampliamente, son necesarios varios tipos de modelos. Consideraremos tres clases: físicos, esquemáticos y matemáticos. Especialmente nos interesan los modelos matemáticos para su uso en estudios económicos.

Los modelos físicos pueden ser menores, mayores o de igual tamaño que el objeto que representan. Ejemplos de estos modelos en el campo de la ingeniería los constituyen: modelos de canales, rompeolas, cortinas, -

sistemas de tuberías, etc...

Los modelos esquemáticos son representaciones gráficas de diversas situaciones. Ejemplos de estos modelos, son: Organigramas, que muestran la división y delegación de autoridades, gráficas de proceso de flujo de producción, redes econométricas, redes de camino crítico, gráficas de punto de equilibrio.

Los modelos matemáticos están constituidos por ecuaciones y fórmulas. Como ejemplos podemos nombrar a los modelos probabilísticos, a los modelos estadísticos, a los modelos de programación lineal, etc...

EVALUACION

El mérito de un modelo radica en que también represente al ámbito real. La prueba última y definitiva de un modelo, se presenta cuando las predicciones en cuanto al comportamiento del problema, se someten a la realidad.

Cada tipo de modelo se evalúa en forma diferente. Un buen modelo contribuye a completar el análisis de un problema en cuanto a que hacen más fácil y objetivo observar los resultados originados por diversos inputs.

Una vez que los procedimientos de toma de decisiones han sido seguidos, la autoridad final es el encargado de tomar las decisiones. El analista debe evaluar la exactitud y factibilidad de sus datos y de su modelo. Debe modular las predicciones del modelo mediante consideraciones sobre factores intangibles.

EJEMPLO DE UN TIPO DE DECISIONES ES: DECISIONES CONDICIONALES.

Cuando es una secuela de decisiones, cada decisión debe tomar en consideración la decisión tomada en una etapa previa se habla de decisiones condicionales.

Un árbol de decisiones es una herramienta muy útil para la toma de decisiones condicionales. Todas las alternativas consideradas se muestran gráficamente como ramas de un árbol. En cada etapa del proceso decisional se presentan varias alternativas, cuya preferencia depende de la decisión que se haya tomado en la etapa anterior.