

Nº 25
REV.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CIENCIAS

DECISIONES DE INVERSION

TESIS PROFESIONAL QUE PRESENTA PARA
OBTENER EL TITULO DE:
ACTUARIO

GOMEZ SALAS GUZMAN, MARIA DEL CARMEN

NECESO RE-ATIVAR

1992
ELABORO: MARIA DEL CARMEN GOMEZ SALAS GUZMAN

1992



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

0. Introducción.....	1
1. Decisiones de inversión.....	3
2. Métodos cuantitativos para la toma de decisiones de inversión....	8
2.1. Método del periodo de recuperación.....	9
2.2. Método del valor presente neto.....	13
2.2.1. Valor presente neto con flujos de efectivo iguales....	20
2.2.2. Método de matrices.....	23
2.3. Tasa Interna de retorno.....	25
2.3.1. Caso particular flujos de efectivo constantes.....	31
2.4 Índice de rentabilidad.....	34
2.5 Método para proyectos con vida desigual.....	36
2.6 Comparación de los diferentes métodos.....	41
3. Cálculo de los flujos de efectivo.....	52
3.1. Flujos de efectivo de entrada.....	52
3.2. Flujos de efectivo de salida.....	54
3.2.1. Influencia del impuesto al activo fijo en las decisiones de inversión	58

4. Presupuesto de capital.....	62
4.1. Elaboración del presupuesto de capital.....	63
4.2. Aplicación a un proyecto de una empresa de prensas de metal..	70
5. El riesgo en el presupuesto de capital.....	93
5.1. Analisis del riesgo en inversiones aisladas.....	94
5.1.1. Distribución Discreta.....	94
5.1.1.1. Valor Esperado.....	96
5.1.1.2. Desviación Estandar.....	98
5.1.1.3. Coeficiente de variación.....	99
5.1.1.4. Aplicación a las decisiones de inversion.....	102
5.1.2. Distribución continua.....	103
5.1.2.1. Valor Esperado.....	103
5.1.2.2. Desviación Estandar.....	103
5.1.2.3. Coeficiente de variación.....	103
5.1.2.4. Caso particular distribución normal.....	104
5.1.2.4.1. Algunas probabilidades importantes en la toma de decisiones de inver- sión.....	110
5.2. Analisis del riesgo en carteras de inversión.....	116
5.2.1. Valor esperado de una cartera de inversión.....	120
5.2.2. Desviación estandar de una cartera de inversión.....	120
6. Anexo 1. Presupuestos de capital (Empresa de prensas de metal)..	122

INTRODUCCION

Generalmente se acostumbra concebir a las matemáticas como una materia completamente dissociada de la realidad, sin embargo nos proporciona las bases para resolver muchos problemas cotidianos; a veces aunque no nos demos cuenta van implícitas en muchas áreas, por lo que se pretenderá presentar una aplicación en el campo de las finanzas, en particular, en la elaboración del presupuesto de capital.

El objetivo de esta tesis es la utilización de métodos " matemáticos " muy sencillos en la toma de decisiones de inversión, aunque sabemos que éstos sólo nos servirán de apoyo, las decisiones serán tomadas de acuerdo a las necesidades de la empresa y dependiendo del criterio del administrador financiero.

Se intentará siempre establecer la relación entre los métodos, su aplicación y sus fundamentos matemáticos y probabilísticos, incluyendo algunas demostraciones, por lo que se supondrá un conocimiento al menos superficial de estas materias, aunque se tratará de presentar de la manera más sencilla.

Además el área de las decisiones de inversión es muy interesante, pues de ellas depende en gran parte el buen funcionamiento de la empresa.

La tesis consta de cinco capítulos, todos interrelacionados, cada uno de los cuales nos dará elementos para llegar al objetivo del análisis del presupuesto de capital.

En el primer capítulo se definirán las decisiones de inversión y se presentarán algunas características importantes de ellas.

En el segundo se analizarán cada uno de los métodos de decisiones de inversión y se efectuará una comparación entre los más importantes. Dichos métodos utilizan los flujos de efectivo de entrada y salida; su cálculo desde el punto de vista contable será el tema a tratar del tercer capítulo.

Se utilizarán en el cuarto capítulo todos los elementos aprendidos anteriormente para presentar el presupuesto de capital, tema central de esta tesis.

Y finalmente en el quinto y último capítulo simplemente se incluirá el riesgo en las decisiones de inversión mediante el uso de algunas medidas estadísticas elementales.

DECISIONES DE INVERSION

En la vida diaria, a veces sin darnos cuenta, todos nos enfrentamos al problema de tener que tomar una decisión, en muchas ocasiones esta elección puede ser intrascendente, si tenemos que escoger entre comprar o no un libro, tomar el metro o un camión, sin embargo, en otros casos la selección puede representarnos pérdidas o ganancias económicas significativas, por ejemplo, si pretendemos comprar un condominio o un carro, etc., por lo que es aconsejable conocer métodos que nos permitan clasificar nuestras decisiones y de esta manera elegir la mejor opción

En una empresa las decisiones son de vital importancia, de ellas puede depender el éxito o la quiebra. Un buen administrador financiero debe desarrollarse en la toma de decisiones; debe buscar las oportunidades, identificar las alternativas posibles, reflexionar sobre ellas y finalmente proponer soluciones. Para él, el empleo de métodos que le permitan cuantificar sus alternativas es indispensable, aunque la decisión sea tomada subjetivamente.

En esta tesis nos limitaremos a las decisiones de inversión, es decir, las decisiones relativas al activo, principalmente al activo fijo. Activo fijo son los bienes del negocio que se adquieren para utilizarlos en el desarrollo de sus actividades y no para venderlos regularmente, por ejemplo: terrenos, edificios, mobiliario y equipo, equipos de entrega o reparto, maquinaria, etc.

A pesar de que los agrupamientos pueden variar ligeramente de una empresa a otra, podemos clasificar las propuestas de inversión de la siguiente forma:

1. - Reemplazos

2. - Expansión { Misma línea de productos
 { Otras líneas de productos

3. - Otros

DECISION DE REEMPLAZO

Algunos activos son de naturaleza temporal, por ejemplo, la maquinaria y el equipo de transporte tienen una vida útil determinada lo que hace que las decisiones de reemplazo sean las más sencillas, pues el mismo activo nos va haciendo ver la necesidad de sustitución, sin embargo no siempre es conveniente dejar llegar al activo al final de su vida, pues puede volverse obsoleto e irse desgastando y es aconsejable su cambio para conservar la eficiencia de la producción.

La pregunta que debe plantearse el administrador financiero es: ¿Qué ahorros representaría la sustitución de una determinada maquinaria? La respuesta es fácil de encontrar, pues un reemplazo no cambia considerablemente las condiciones de la empresa con respecto al mercado y es posible calcular con exactitud los rendimientos futuros y encontrar con ayuda de métodos cuantitativos las ventajas o desventajas de la operación.

DECISIONES DE EXPANSION

La decisión de expansión tiene un poco más de riesgo que la decisión de reemplazo, pues en la primera no sólo influyen las características de la empresa sino las del mercado en general.

Una decisión de esta tipo puede ir desde la simple adquisición de una máquina nueva hasta la compra de edificios, maquinaria y todo lo que se requiere para una o varias plantas nuevas o la creación de sucursales.

Si una compañía crece demasiado y no en el momento oportuno puede por ejemplo enfrentarse al problema de no tener compradores para su producción y fallar sus cálculos de rendimientos esperados.

Sin embargo su experiencia en la fabricación de la línea de productos puede ser una garantía para pensar que las estimaciones serán bastante aproximadas; lo que no sucede con la expansión de otras líneas de productos, pues la falta de conocimiento en el ramo provoca un alto riesgo en la inversión.

OTRAS DECISIONES

Dentro de esta categoría están consideradas las inversiones cuyo rendimientos no son fáciles de cuantificar y muchas veces ni siquiera producen ganancias.

Por ejemplo: la creación del departamento de ayuda psicológica para los empleados, un equipo anticontaminante o una donación.

La primera no produce rendimientos tangibles, sin embargo puede quizá

contribuir a elevar la productividad del trabajador, las otras dos inversiones sabemos de antemano que no producirán utilidades.

Por otra parte, de acuerdo a la cantidad de información poseída y a la posibilidad de predecir los datos faltantes de los resultados de una inversión podemos englobar en tres categorías la toma de decisiones de inversión :

- Toma de decisiones bajo certidumbre.
- Toma de decisiones bajo riesgo.
- Toma de decisiones bajo incertidumbre.

Consideramos una toma de decisión bajo certidumbre cuando se pueden predecir con certeza las consecuencias de cada alternativa.

En el ramo de las finanzas este tipo de decisión es difícil de encontrar, puede decirse que es tan sólo un caso teórico, pues es muy raro que no exista riesgo alguno en una inversión, pero como ejemplo podemos suponer que la empresa x tiene prevendida la producción de todo el año, y comprado todo su material, no considerando la posibilidad de una catástrofe, se podrían conocer con bastante exactitud los flujos de efectivo futuros, y en estas condiciones se podría estudiar fácilmente cualquier alternativa de inversión.

Desgraciadamente, como hemos mencionado, en las decisiones de inversión en la vida real no siempre se puede conocer cercanamente los resultados, sin embargo si una empresa tiene la experiencia en el ramo puede estimar de acuerdo a sus estadísticas pasadas y a las condiciones del mercado sus rendimientos futuros. Las decisiones en

este ambiente se designarán bajo riesgo pues estamos considerando probabilidades de ocurrencia, no es posible tener la completa seguridad de que se obtendrán los resultados estimados.

Muchas veces se confunden las decisiones bajo riesgo con las decisiones bajo incertidumbre, estas últimas se presentan cuando no se tiene una idea clara de lo que sucederá, tal es el caso de muchos negocios nuevos.

En esta tesis se supondrá en los primeros capítulos que las decisiones serán tomadas bajo certidumbre, después en el capítulo cinco se calculará el riesgo.

Y se prefirió presentar de esta manera aunque parezca en principio un poco irreal, por que los métodos cuantitativos de decisión utilizados son los mismos con o sin riesgo, tan solo bajo este último se incluirán probabilidades y algunas medidas estadísticas, además es más sencillo comprender el razonamiento de los procedimientos utilizados en la toma de decisiones bajo riesgo cuando se han analizado bajo certidumbre.

2. METODOS CUANTITATIVOS PARA EL ANALISIS DE DECISIONES DE INVERSION

El uso de los métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración se ha ido generalizando en las empresas ya que permiten analizar en forma ordenada y racional las decisiones y visualizar los resultados futuros.

Muchas veces no existirá un modelo matemático para llegar a una solución, sin embargo podemos quizá obtener cuantitativamente información útil que permita a los ejecutivos y expertos resolver el problema.

El caso particular de las decisiones de inversión no es una excepción, existen métodos que nos ayudan a detectar las buenas inversiones y también encontrar entre varios proyectos el mejor.

En este capítulo se desarrollará un análisis de los métodos que nos auxilian en casos de inversión por expansión o reemplazo, se planteará la similitud entre ellos y su utilización.

En realidad si nuestra intención es tan solo averiguar si un proyecto es rentable o no, casi cualquiera de los métodos que se expondrán en el capítulo podría ser usado, sin embargo si queremos elegir un proyecto entre varios mutuamente excluyentes podríamos preguntarnos cuál es el método indicado a seguir.

Primeramente se supondrá que el costo y la vida de los proyectos alternativos es igual y se expondrán los siguientes métodos.

- Método del período de recuperación
- Valor presente neto
- Tasa interna de retorno.

Posteriormente se presentarán métodos especiales para el caso de costo y vida diferentes, y finalmente se elaborará una comparación de los diferentes métodos.

2.1. METODO DEL PERIODO DE RECUPERACION

El cálculo del período de recuperación (PR) es muy simple pues como su nombre lo dice, no es más que el número de años necesarios para recuperar la inversión original. desafortunadamente dicho método no nos aporta gran información para el análisis, pues el hecho de disponer rápidamente del dinero no implica forzosamente una buena inversión, inclusive utilizándolo constantemente limitaríamos las inversiones a largo plazo ya que siempre escogeríamos la alternativa a menor plazo, a pesar de tener posiblemente opciones más favorables. Solo se justificaría este método en el caso de que la empresa tuviera problemas de efectivo.

Otra de las desventajas es que no toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo, ni los flujos de efectivo posteriores a la fecha de recuperación.

Ejemplo 2.1.1.

El administrador financiero de una fábrica de hielo piensa adquirir una nueva máquina, pero tiene varias opciones y está decidiendo cuál es la mejor.

El costo de cualquiera de las máquinas es de \$ 25,000,000.00 . sus alternativas son las siguientes:

Primera opción:

Una máquina con una capacidad muy alta, pero por su velocidad sus piezas se desgastan y se espera que solo dure tres años, durante cada uno de ellos los flujos de efectivo calculados son:

1° año - \$ 15,000,000.00

2° año - \$ 10,000,000.00

3° año - \$ 5,000,000.00

Segunda opción:

Una máquina que por sus características se espera dure cien años y los flujos de efectivo esperados son de \$ 5,000,000.00 anuales.

Tercera opción:

Otra máquina cuyos flujos esperados son los siguientes:

1° año - \$ 10,000,000.00

2° año - \$ 15,000,000.00

3° año - \$ 5,000,000.00

Utilizando el método de recuperación obtendremos:

Primera opción

año	flujo de efectivo	
1	15,000,000.00	
2	10,000,000.00	PR=2
3	5,000,000.00	

Segunda opción

año	flujo de efectivo	
1	5,000,000.00	
2	5,000,000.00	
3	5,000,000.00	
4	5,000,000.00	
5	5,000,000.00	PR= 5
6	5,000,000.00	
7	5,000,000.00	
8	5,000,000.00	
9	5,000,000.00	
10	5,000,000.00	
:		
100	5,000,000.00	

Tercera opción

año	flujo de efectivo	
1	10,000,000.00	
2	15,000,000.00	PR= 2
3	5,000,000.00	

Podemos observar que el método del período de recuperación no detecta la diferencia entre la primera y tercera opción, ambas nos reportan el mismo resultado.

Sin embargo los flujos de efectivo no entran a la compañía de la misma manera, mientras que en la opción uno, el flujo de efectivo es de 15,000,000.00 en el primer año, en la opción tres es de 10,000,000.00 y en el segundo año son de 10,000,000.00 y 15,000,000.00 respectivamente, este ejemplo nos permite deducir que este método no considera el valor del dinero en el tiempo.

Además tampoco toma en cuenta los flujos de efectivo posteriores a la fecha de recuperación, lo que podemos ilustrar con la comparación extrema de la opción uno y la dos.

El total de los flujos de efectivo esperados de la primera opción es de 30,000,000.00 distribuidos de diferente manera en tres años y el total de los de la segunda opción es de 500,000,000.00 repartidos en cien años, el método no toma en cuenta la diferencia de los totales, sin embargo por simple intuición podríamos darnos cuenta que la segunda opción es mejor, pues aunque no recuperemos rápidamente la inversión, los rendimientos futuros son mucho mayores.

Este método sólo se presenta para el conocimiento de su existencia, sin embargo por sus deficiencias se considera innecesaria su inclusión en análisis posteriores.

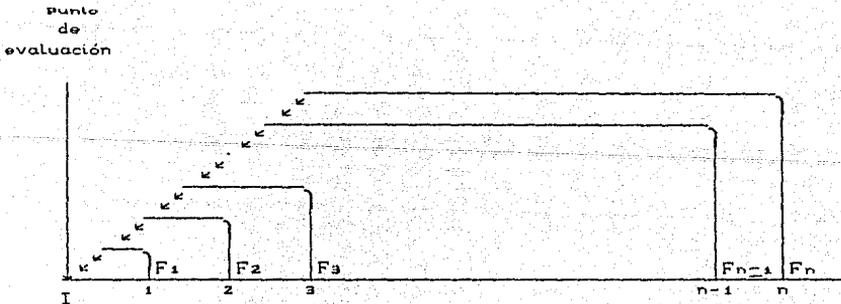
2.2 METODO DEL VALOR PRESENTE NETO

Uno de los métodos más frecuentemente utilizados en las empresas para las decisiones de inversión es el método del valor presente neto (VAN), ya que además de ser sencillo, la información que nos proporciona permite evaluar lógicamente la inversión.

METODO

El método del valor presente neto representa la contribución del activo al valor presente de la empresa, consiste en traer a valor presente los flujos de efectivo esperados considerando como tasa de retorno el costo de capital y sustrerles el costo inicial del proyecto. (fig. 2.2.1)

FIGURA 2.2.1



Posteriormente se analiza; si el valor presente neto es positivo, la inversión se acepta; y si es negativo se rechaza. En el caso de dos inversiones alternativas mutuamente excluyentes se acepta la de mayor VAN.

FORMULA

Sea VAN: valor presente neto

F_t : flujo de efectivo esperado en el tiempo t .

I : costo inicial

K : costo de capital

$$VAN = \frac{F_1}{(1+k)^1} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \frac{F_3}{(1+k)^3} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n} - I$$

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} - I$$

FORMA DE EVALUACION

$VAN > 0 \Leftrightarrow$ La inversión se acepta

$VAN < 0 \Leftrightarrow$ La inversión se rechaza

La lógica de este método es bastante sencilla, equivale a preguntarnos: ¿Cuáles serán las utilidades reales esperadas del proyecto?, es decir: el VAN es la diferencia entre las entradas de efectivo que se piensan obtener y la inversión inicial y representa el valor presente de las ganancias obtenidas en el movimiento.

Utilizamos el término de "utilidad real" para diferenciarlo de la palabra "Utilidad" empleada contablemente, pues en el Estado de pérdidas y ganancias en el cálculo de la utilidad no se considera el costo inicial del activo como un gasto, ya que va a permanecer por varios años en la empresa, sin embargo el método del valor presente lo repercute como tal, dado que toma en cuenta todo el periodo de vida del activo y a fin de cuentas será una salida de dinero.

Podríamos también considerar el cálculo del VAN como la estimación del aumento o disminución que provocaría el proyecto al capital contable de la empresa, recordando que el capital contable está definido como la diferencia de los activos menos los pasivos.

$$C=A-P$$

Los flujos de efectivo de entrada formarán en su momento parte del activo y el Costo inicial de la máquina un pasivo.

Aunque como sabemos el dinero no tiene el mismo valor en el tiempo por lo cual debemos traer todos los flujos de efectivo y el costo del proyecto a un mismo punto de evaluación, en particular el VAN tiene elegido como punto focal el momento de inicio, ya que representa el incremento o disminución del valor de la empresa.

Es normal cuestionarnos porque el método emplea como tasa de retorno el costo de capital, inclusive se considera en el cálculo, en el caso que la empresa posea los fondos pues podría invertir los de otra manera, u obtener los beneficios de prestar su capital.

Dada la naturaleza del cálculo del Valor Presente Neto, es

transparente la forma de evaluación, pues el hecho de que éste sea positivo nos implicaría una "utilidad real" por lo que el proyecto se aceptaría y siendo negativo una pérdida y por supuesto se rechazaría la inversión.

También resulta obvio que entre varias alternativas se escoje la de mayor VAN pues representa la mayor "utilidad real".

Ejemplo 2.2.1.

La empresa "Chemise Line" fabrica camisas y tiene la posibilidad de comprar una máquina de coser usada que se espera produzca los siguientes flujos de efectivo:

Año	Flujos
1	5,000,000.00
2	4,000,000.00
3	3,000,000.00
4	2,000,000.00
5	1,000,000.00

El costo de dicha máquina es de \$5,000,000.00 y la obtención de este capital le representa a la empresa un 5% mensual de interés. La decisión a tomar es comprar o no la máquina.

Calculemos el valor presente neto.

$$I=5,000,000.00$$

$$k=5\%$$

$$VAN = \frac{F_1}{(1+k)^1} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \frac{F_3}{(1+k)^3} + \frac{F_4}{(1+k)^4} + \frac{F_5}{(1+k)^5} - I$$

$$VAN = \frac{5,000,000}{(1+.05)^1} + \frac{4,000,000}{(1+.05)^2} + \frac{3,000,000}{(1+.05)^3} + \frac{2,000,000}{(1+.05)^4} + \frac{1,000,000}{(1+.05)^5} - 5,000,000$$

$$VAN = \frac{5,000,000}{1.05} + \frac{4,000,000}{1.1025} + \frac{3,000,000}{1.1576250} + \frac{2,000,000}{1.2167082} + \frac{1,000,000}{1.2762815} - 5,000,000$$

$$VAN = 4,761,904.7 + 3,628,117.9 + 2,591,512.8 + 1,645,405 + 783,526.2 - 5,000,000$$

$$VAN=8,410,466.6$$

El VAN es positivo por lo que el proyecto se acepta.

Ejemplo 2.2.2

“Chemise Line” también tiene la oportunidad de comprar una máquina nueva con valor de \$25,000,000.00 y espera tener flujos de efectivo de \$5,000,000.00 de pesos durante cinco años ¿Deberá la empresa adquirir esta máquina?

$$VAN = \frac{5,000,000}{(1+.05)^1} + \frac{5,000,000}{(1+.05)^2} + \frac{5,000,000}{(1+.05)^3} + \frac{5,000,000}{(1+.05)^4} + \frac{5,000,000}{(1+.05)^5} - 25,000,000$$

$$\text{VAN} = \frac{5.000,000}{1.05} + \frac{5.000,000}{1.1025} + \frac{5.000,000}{1.157625} + \frac{5.000,000}{1.2155062} + \frac{5.000,000}{1.2762816} -$$

- 25,000,000

$$\text{VAN} = 4,761,904.8 + 4,535,147.4 + 4,319,188 + 4,113,512.5 + 3,917,630.7$$

- 25,000,000.00

$$\text{VAN} = -3,352,616.6$$

El proyecto debe rechazarse ya que su valor presente neto es negativo y el aceptarlo implicaría una disminución al valor presente neto de la empresa.

Ejemplo 2.2.3

Si la misma compañía Chemise Line tuviera la opción de comprar también "La turbo máquina de coser" con un costo de \$50,000,000.00 la "Facilita" con un valor de \$10,000,000.00 y los flujos de efectivo esperados de ambas fueran los siguientes:

TURBO		FACILITA	
Año	Flujo de efectivo	Año	Flujo de efectivo
1	20,000,000	1	4,000,000
2	15,000,000	2	3,000,000
3	10,000,000	3	2,000,000
4	10,000,000		
5	5,000,000		

Con el mismo costo de capital de 5% anual

a) ¿Qué máquina conviene adquirir a Chemise Line, "La turbo" o "La facilita"?

Primeramente calculamos el VAN de ambos proyectos:

$$\begin{aligned} \text{VAN}_{\text{Turbo}} &= \frac{20,000,000}{(1+.05)^1} + \frac{15,000,000}{(1+.05)^2} + \frac{10,000,000}{(1+.05)^3} + \frac{10,000,000}{(1+.05)^4} + \\ &+ \frac{5,000,000}{(1+.05)^5} - 50,000,000 \\ &= \frac{20,000,000}{1.05} + \frac{15,000,000}{1.1025} + \frac{10,000,000}{1.1576} + \frac{10,000,000}{1.2155} \\ &+ \frac{5,000,000}{1.2762} - 50,000,000 \\ &= 19,047,619 + 13,605,442 + 8,638,562.5 + 8,227,067.1 \\ &+ 3,917,881.2 - 50,000,000.00 \\ \text{VAN}_{\text{Turbo}} &= 3,436,571.8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{VAN}_{\text{Facilita}} &= \frac{4,000,000}{(1+.05)^1} + \frac{3,000,000}{(1+.05)^2} + \frac{2,000,000}{(1+.05)^3} - 10,000,000 + \\ &= 3,809,523.8 + 2,721,088.4 + 1,727,712.5 - 10,000,000 \\ &= -1,741,675.3 \end{aligned}$$

Podemos observar facilmente que la máquina que conviene comprar es la

Turbo dado que el VAN es mayor.

b) ¿Es preferible comprar la máquina del ejemplo 2.2.1 o la Turbo?

$$\text{VAN}_{\text{Ejem. 2.2.1}} = 8.410.486.6$$

$$\text{VAN}_{\text{Turbo}} = 3.436.571.8$$

Es menor el VAN de la Turbo máquina de coser que el del ejemplo 2.2.1 por lo que se debería adquirir ésta última.

c) Si tuvieramos la alternativa de comprar la máquina del ejemplo 2.2.2 o la "Facilita" por cuál nos deberíamos inclinar?

El VAN del Ejemplo 2.2.2. es de - 3.352.616.6 y el de la Facilita es de - 1,741,675.3 por lo que una decisión acertada sería no adquirir ninguna de las dos máquinas ya que ambas tienen un VAN negativo.

2.2.1 VALOR PRESENTE NETO CON FLUJOS DE EFECTIVO IGUALES

Quando los flujos de efectivo son iguales el cálculo del VAN se simplifica considerablemente, como se demuestra a continuación:

La fórmula original es:

$$\text{VAN} = \frac{F_1}{(1+k)^1} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \frac{F_3}{(1+k)^3} + \frac{F_4}{(1+k)^4} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n} - I$$

Pero los flujos de efectivo son iguales es decir:

$$F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = \dots = F_n$$

Por lo que:

$$VAN = \frac{F_1}{(1+k)^1} + \frac{F_1}{(1+k)^2} + \frac{F_1}{(1+k)^3} + \dots + \frac{F_1}{(1+k)^n} - I$$

Factorizando

$$VAN = F_1 \left[\frac{1}{(1+k)^1} + \frac{1}{(1+k)^2} + \frac{1}{(1+k)^3} + \dots + \frac{1}{(1+k)^n} \right] - I$$

Podemos observar que:

$$\left[\frac{1}{(1+k)^1} + \frac{1}{(1+k)^2} + \frac{1}{(1+k)^3} + \dots + \frac{1}{(1+k)^n} \right]$$

Forma una progresión geométrica de razón $\frac{1}{(1+k)}$ por lo cual sustituyendo:

$$VAN = F_1 \left[\frac{\frac{1}{(1+k)} \left[1 - \frac{1}{(1+k)^n} \right]}{1 - \frac{1}{(1+k)}} \right] - I$$

$$VAN = F_1 \left[\frac{\frac{(1+k)}{(1+k)} \left[1 - \frac{1}{(1+k)^n} \right]}{1 - \frac{1}{1+k} + \frac{k}{k} - \frac{1}{1+k}} \right] - I$$

$$VAN = F_1 \left[\frac{1 - \frac{1}{(1+k)^n}}{\frac{1+k - 1 + k(1+k) - k}{1+k}} \right] - I$$

$$VAN = F_1 \left[\frac{1 - \frac{1}{(1+k)^n}}{k} \right] - I$$

1^{ERA} FORMULA

En el caso de flujos de efectivo iguales podemos utilizar la fórmula anterior o como también podemos observar, la cantidad entre corchetes representa una anualidad que podemos buscar en tablas y entonces:

$$VAN = F_1 a_{\overline{k}|n} - I$$

2^{DA} FORMULA

Por ejemplo si calculamos el VAN del ejemplo 2.2.2 con la primera fórmula:

$$\begin{aligned} VAN &= 5,000,000 \left[\frac{1 - \frac{1}{(1+0.05)^5}}{0.05} \right] - 25,000,000 \\ &= 5,000,000 \left[\frac{0.2164738}{0.05} \right] - 25,000,000 \\ &= -3,352,616.7 \end{aligned}$$

Y después la segunda

$$VAN = F_1 a_{\overline{k}|n} - I$$

Buscamos en tablas el valor presente de una anualidad de cinco periodos a una tasa del 0.05% de interés

$$a_{\overline{5}|0.05} = 4.32948$$

Sustituimos

$$VAN = 5,000,000 (4.32948) - 25,000,000 = -3,352,600$$

Con ambas fórmulas obtenemos el mismo resultado que en el ejemplo 2.2.2 pero más rápidamente, la pequeña diferencia se debe al redondeo.

2.2.2 METODO DE MATRICES

Este es un método especial para la comparación de varios proyectos y solo puede emplearse cuando los flujos de efectivo de las diferentes opciones se distribuyen en el tiempo de la misma manera (mensualmente, trimestralmente, anualmente) o se pueden convertir a un mismo periodo de reinversión, no necesariamente deberá existir un flujo en cada periodo, éste puede ser nulo

$$\text{Sea } [F_t] = \begin{bmatrix} F_{tA} \\ F_{tB} \\ \vdots \\ F_{tZ} \end{bmatrix}$$

$$[I] = \begin{bmatrix} I_A \\ I_B \\ \vdots \\ I_Z \end{bmatrix}$$

Todas las matrices deben ser del mismo tamaño, se rellenan con ceros los flujos que no existan, entonces la matriz VAN es igual a:

$$VAN = \sum_{t=1}^n [F_t] (1+i)^{-t} - I$$

es decir

$$VAN = [F_1] (1+i)^{-1} + [F_2] (1+i)^{-2} + \dots + [F_n] (1+i)^{-n} - I$$

En la matriz VAN observamos cuál es la cantidad mayor y elegimos el proyecto. Respetando las características del VAN simple.

Ejemplo 2.2.2.1.

Retomemos el ejemplo 2.2.3. a) pero efectuemos los cálculos con el método de matrices. (en millones)

$$VAN = \begin{pmatrix} 20 \\ 4 \end{pmatrix} (1+.05)^{-1} + \begin{pmatrix} 15 \\ 3 \end{pmatrix} (1+.05)^{-2} + \begin{pmatrix} 10 \\ 2 \end{pmatrix} (1+.05)^{-3} + \begin{pmatrix} 10 \\ 0 \end{pmatrix} (1+.05)^{-4}$$

$$+ \begin{pmatrix} 5 \\ 0 \end{pmatrix} (1+.05)^{-5} - \begin{pmatrix} 50 \\ 10 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 19.047619 \\ 3.809523.8 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 13.605442 \\ 2.721086.4 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 8.638562.5 \\ 1.727712.5 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 8.227067.1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$+ \begin{pmatrix} 3.917881.2 \\ 0 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 50.000000 \\ 10.000000 \end{pmatrix}$$

$$VAN = \begin{pmatrix} 3.436571.8 \\ -1.741643.3 \end{pmatrix}$$

Analizando la matriz VAN podemos ver que 3.436.571.8 es el mayor además es positivo, por lo que será la mejor solución.

2.3 TASA INTERNA DE RETORNO

Otro de los métodos usados por las empresas para la toma de decisiones de inversión de activos es la tasa interna de retorno.

METODO:

La tasa interna de retorno (TIR) se define como la tasa de interés que iguala el valor presente de los flujos de efectivo esperados con la inversión inicial. Se presenta como una ecuación (Flujos - inversión = 0) y se acepta una inversión sólo si la tasa interna de retorno es mayor al costo de capital.

FORMULA:

$$\frac{F_1}{(1+r)^1} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \frac{F_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{F_n}{(1+r)^n} - I = 0$$

$$\sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+r)^t} - I = 0$$

Donde:

F_t : Flujos de efectivo en el momento t

I : Costo inicial

r : TIR (incognita)

k : Costo de capital

FORMA DE EVALUACION

Si $r > k$ se acepta la inversión

Si $r < k$ se rechaza la inversión

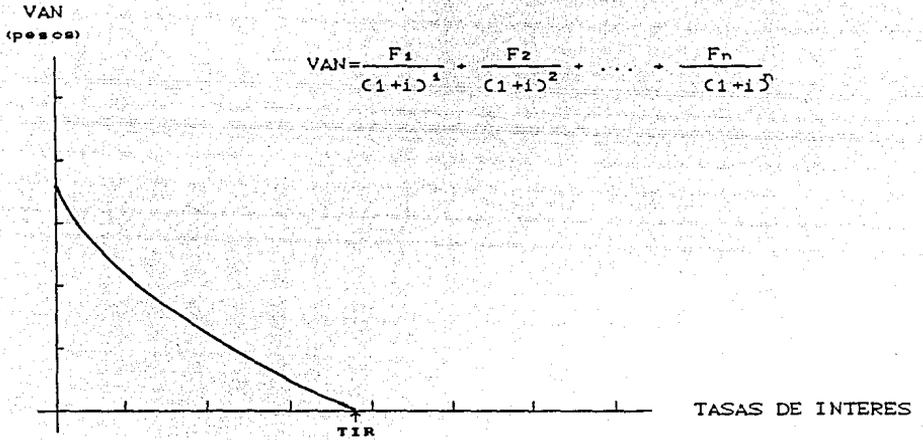
El problema que presenta este método es el cálculo de la TIR, pues no existe manera de despejar r de la ecuación por lo que es preciso, calcularla por tanteo, no es difícil pero puede ser tardado, ya que hay que elegir una tasa cualquiera y hacer el cálculo del VAN, si éste es mayor a cero se toma otra tasa de interés más alta y se vuelve a calcular el VAN, en caso de ser más baja, se repite el cálculo con una tasa de interés menor, y de esta manera se continua acercándonos hasta que la tasa elegida nos resuelva la ecuación.

La tasa interna de retorno también se puede calcular graficamente, se calcula el VAN para varias tasas de interés y la tasa interna de retorno se busca en el punto donde la función del VAN cruza el eje de las abscisas. (fig. 2.3.1)

Podríamos preguntarnos por qué esta tasa de interés particular puede servirnos para decidir si una inversión debe o no ser aceptada.

Como hablamos definido la TIR es la tasa de interés que iguala el Valor Presente Neto de los flujos de efectivo esperados con la inversión inicial, por lo tanto representa un punto muy especial de cambio, todas las tasas de interés mayores nos implicarían una ganancia para la empresa, las menores una pérdida, es por esto que este método utiliza una tasa particular como referencia, si esta tasa

FIGURA 2.3.1



es mayor al costo de capital el valor de la empresa aumenta, si es menor disminuye.

Ejemplo 2.3.1.

La compañía " Cristal" fabrica artículos de vidrio grabado. su máquina sopladora ya está muy desgastada y va a ser necesario adquirir una nueva. Después de haber realizado un estudio de los precios actuales del mercado se elaboró un cuadro comparativo de las posibles opciones.

	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3
Flujos			
F ₁	5,000,000	3,000,000	1,000,000
F ₂	4,000,000	3,000,000	2,000,000
F ₃	3,000,000	3,000,000	3,000,000
F ₄	2,000,000	3,000,000	4,000,000
F ₅	1,000,000	3,000,000	5,000,000
Costo inicial	10,000,000	10,000,000	10,000,000
Costo Capital	5%	5%	5%
TIR	≈ 20.03%	≈ 15.25%	≈ 12%

El cálculo de la TIR de las tres máquinas es similar. se desarrollará únicamente como ejemplo el caso de la máquina 2.

$$VAN_2 = \frac{3,000,000}{(1+r)^1} + \frac{3,000,000}{(1+r)^2} + \frac{3,000,000}{(1+r)^3} + \frac{3,000,000}{(1+r)^4} + \frac{3,000,000}{(1+r)^5} - 10,000,000$$

Como ya hemos mencionado este cálculo es por tanteo. Elegimos una tasa r cualquiera y efectuamos el cálculo del VAN para esa r . Tomaremos 10% para iniciar.

$$VAN_{.10} = 1,372,360.3$$

Como $VAN_{.10}$ es mayor que cero buscamos una r mayor que la anterior.

$$VAN_{.20} = -1,028,163.6$$

Como es menor que cero podemos darnos cuenta que la TIR se encuentra entre 0.10 y 0.20.

$$VAN_{.15} = 56,465.4$$

Nos vamos acercando a la r que cumple la ecuación pero aún es un poco mayor.

$$VAN_{.16} = -177,119.1$$

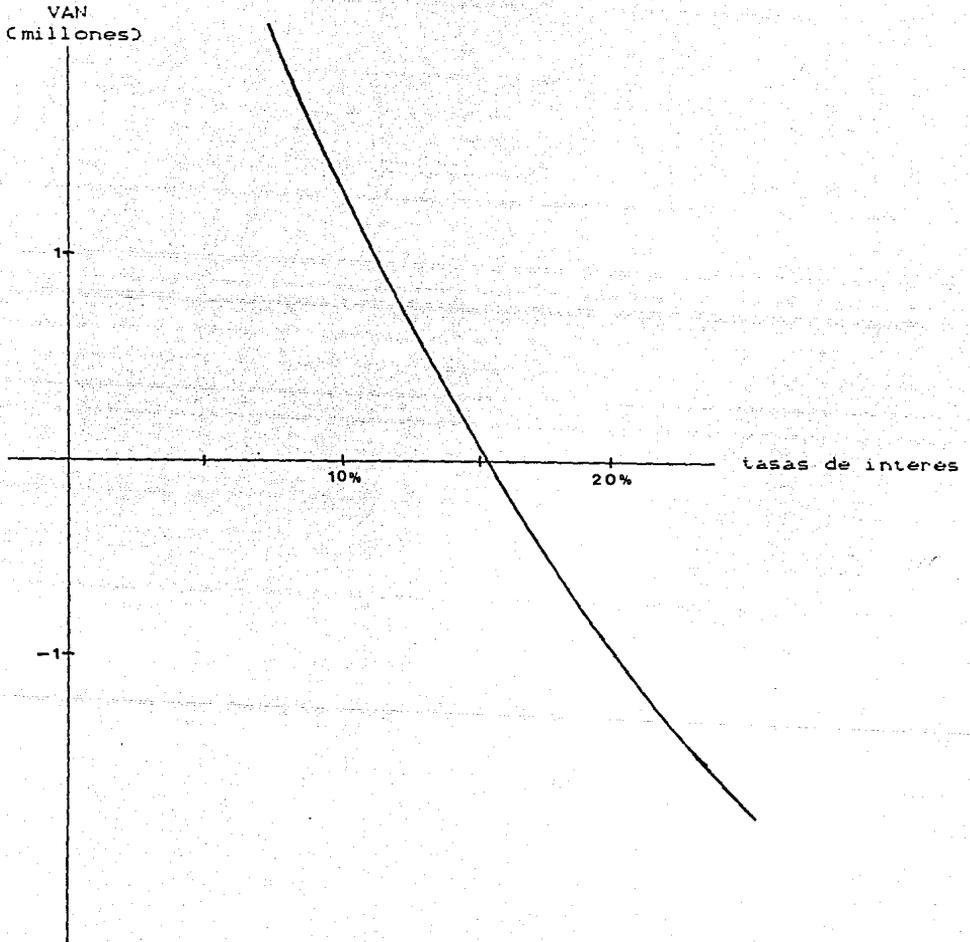
La solución se encuentra entre 15% y 16%.

$$VAN_{.1525} = -2,774.5$$

$$VAN_{.1520} = 9027.8$$

La r que resuelve la ecuación es aproximadamente 15.25% y como es mayor que el costo del capital (5%) si fuera el único proyecto debería aceptarse. (fig. 2.3.2)

FIGURA 2.3.2



Podemos observar que la tasa interna de retorno de cada uno de los tres proyectos es mayor a su costo de capital correspondiente por lo que si fueran proyectos individuales podríamos escogerlos todos, sin embargo, como son proyectos mutuamente excluyentes escogeremos el de la TIR más alta, es decir: La compañía Cristal debe adquirir la máquina 1.

2.3.1. CASO PARTICULAR FLUJOS DE EFECTIVO CONSTANTES

En la situación específica de tener flujos de efectivo esperados iguales el cálculo de la TIR se simplifica considerablemente pues solo así puede resolverse la ecuación directamente como demostraremos a continuación.

$$\frac{F_1}{(1+r)^1} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \frac{F_3}{(1+r)^3} + \frac{F_4}{(1+r)^4} + \dots + \frac{F_n}{(1+r)^n} - I = 0$$

Si $F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = \dots = F_n$ tenemos:

$$\frac{F_1}{(1+r)^1} + \frac{F_1}{(1+r)^2} + \frac{F_1}{(1+r)^3} + \dots + \frac{F_1}{(1+r)^n} - I = 0$$

Factorizando

$$F_1 \left(\frac{1}{(1+r)^1} + \frac{1}{(1+r)^2} + \frac{1}{(1+r)^3} + \dots + \frac{1}{(1+r)^n} \right) - I = 0$$

Podemos observar que:

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

Forma una progresión geométrica de razón $\frac{1}{(1+r)}$ por lo cual

sustituyendo:

$$F_1 \left[\frac{\frac{1}{(1+r)}}{1} - \frac{\left(1 - \frac{1}{(1+r)^n} \right)}{\frac{1}{(1+r)}} \right] - I = 0$$

$$F_1 \left[\frac{(1+r)}{(1+r)} - \frac{\left(1 - \frac{1}{(1+r)^n} \right)}{\frac{1}{1+r} + r - \frac{r}{1+r}} \right] - I = 0$$

$$F_1 \left[\frac{1 - \frac{1}{(1+r)^n}}{\frac{1+r}{1+r} - \frac{1+r(1+r) - r}{1+r}} \right] - I = 0$$

$$F_1 \left[\frac{1 - \frac{1}{(1+r)^n}}{r} \right] = I$$

$$\left[\frac{1 - \frac{1}{(1+r)^n}}{r} \right] = \frac{I}{F_1}$$

La expresión del lado izquierdo al igual representa una anualidad de n pagos a una tasa de r de interés es decir:

$$a_{\overline{n}|r} = \frac{I}{F_1}$$

Conocemos I y F₁ por lo que podemos inspeccionar en las tablas de anualidades para encontrar cuál es la r que satisface la ecuación.

Ejemplo 2.3.1.1

Calculemos la TIR de la máquina 2 del ejemplo 2.3.1

$$\text{TIR}_2: \sum_{t=1}^n \frac{F_1}{(1+r)^t} - I = 0$$

$$\rightarrow F_1 \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+r)^t} - I = 0$$

$$\rightarrow \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+r)^t} = \frac{I}{F_1}$$

$$a_{\overline{n}|r} = \frac{10,000,000}{3,000,000}$$

$$a_{\overline{5}|r} = 3.333333333$$

Como el valor de 3.33333 no existe en tablas busquemos el valor superior y el valor inferior más cercanos e interpolamos.

$$a_{\overline{5}|.15} = 3.35216$$

$$a_{\overline{5}|.1} = 3.33333$$

$$a_{\overline{5}|.10} = 3.27429$$

$$i = 0.16 + \frac{(3.33333 - 3.27429)(0.15 - 0.16)}{3.35216 - 3.27429}$$

$$i = 0.16 + \frac{(-.05904)(-.01)}{.07787}$$

$$= 0.16 - 0.0075818$$

$$= 0.1524181$$

Podemos observar que el resultado es similar al ejercicio 2.3.1. pero lo calculamos más rápido con la fórmula, e inclusive es más exacto porque con el método de tanteo no llegamos al cero absoluto.

2.4 INDICE DE RENTABILIDAD

El método del índice de rentabilidad está diseñado especialmente para la comparación de proyectos de escalas diferentes, ya que toma en cuenta el desembolso inicial.

METODO

El Valor Presente de los flujos de efectivo esperados entre el costo del proyecto nos da el índice de rentabilidad.

Solo los proyectos con índice de rentabilidad (IR) mayor a uno serán aceptados, y entre dos proyectos alternativos se escogerá el de mayor IR.

FORMULA:

$$IR = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}}{I}$$

Sea F_t : Flujos de efectivo esperados

k : Costo de capital

I : Inversión inicial

FORMA DE EVALUACION

$IR > 1$ se acepta

$IR < 1$ se rechaza

Existen diversas opiniones con respecto a este método, hay quienes dicen que no supera al método del valor presente, sin embargo es muy interesante el hecho de involucrar la diferencia del costo inicial de los proyectos pues para una empresa es relevante el monto de la

inversión, principalmente en casos de racionamiento de capital, aunque en casos normales también es importante medir de alguna manera el capital necesario para el proyecto contra la estimación de los resultados esperados, porque no solo es suficiente tener un VAN positivo, lo que nos implicaría una ganancia, sino que tan positivo es con respecto a la inversión; no es lo mismo invertir 1,000,000 y ganar 100 que invertir 10,000 y ganar los mismos 100.

Debemos sin embargo hacer notar que un proyecto pequeño no necesariamente tiene menor riesgo pues el nivel de riesgo no es proporcional al volumen de la inversión, el cálculo de éste se estudiará en capítulos posteriores.

Ejemplo 2.4.1.

Retomemos el ejemplo 2.2.3 de la sección anterior.

$$IR_{\text{turbo}} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+r)^t}}{I} = \frac{53,436,572}{50,000,000} = 1.0687314$$

$$IR_{\text{facilita}} = \frac{8,258,324}{10,000,000} = 0.8258324$$

Por el resultado del índice de rentabilidad se escogería la máquina turbo, como hicimos en el ejemplo 2.2.3. sin embargo, no siempre de da el caso de que ambos métodos nos lleven al mismo resultado.

2.5 METODO PARA PROYECTOS CON VIDA DESIGUAL

Hasta el momento, en los métodos de decisión de inversión hemos supuesto que todos los proyectos posibles tienen la misma duración y hemos considerado los beneficios obtenidos en un solo remplazo, sin embargo, una empresa estable en el mercado sustituirá su maquinaria tantas veces como sea necesario, por lo que es importante tomar en cuenta el tiempo de vida de los activos en la toma de decisiones.

Es decir, podríamos preguntarnos ¿ Convendrá comprar una maquinaria más cara pero que durará un mayor tiempo o una barata que habrá que sustituir más rápidamente? Tal vez el tiempo de vida no compense su costo o quizá sea la mejor opción.

Por lo que es conveniente el empleo de un método especial para la comparación de proyectos con vida desigual.

METODO DE IGUALACION DE PERIODO.

El nombre de este método se debe a que asumimos que los activos se van reemplazando conforme su vida va acabando hasta un punto especial en el que la necesidad de reemplazo vuelve a coincidir y consideramos a éste como el período de ambos.

Suponemos que los flujos de efectivo y los costos se comportan en cada reemplazo de la misma manera que la sustitución original, y calculamos el Valor Presente Neto* de cada proyecto en todo el periodo.

Finalmente comparamos las opciones.

METODO (CASO PARA DOS PROYECTOS)

Sean A y B dos proyectos con vida diferente

Sean $F_{A t}$: El flujo de efectivo del proyecto A en el tiempo t

$F_{B t}$: El flujo de efectivo del proyecto B en el tiempo t

I_A : El costo del proyecto A

I_B : El costo del proyecto B

n : el tiempo de vida del proyecto A

m : el tiempo de vida del proyecto B

1.- Multiplíquese n por m. Este punto en el que vuelven a coincidir los reemplazos marcará el final de nuestro nuevo periodo.

Además m será el número de reemplazos de A y n de B (fig.2.S.1.)

2.- Calcúlese el valor presente neto del primer reemplazo de ambos proyectos

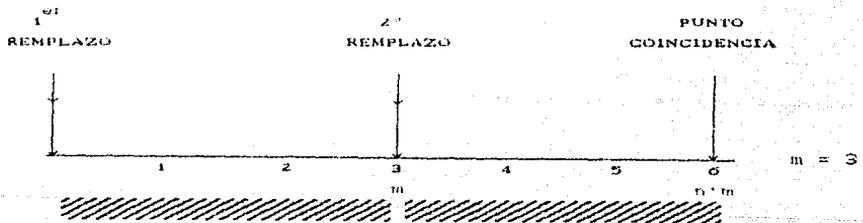
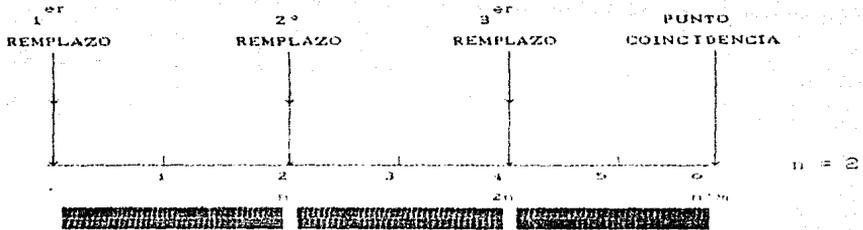
$$VAN_A = \sum \frac{F_{A t}}{(1+i)^t} - I_A$$

$$VAN_B = \sum \frac{F_{B t}}{(1+i)^t} - I_B$$

3.- Después con las siguientes fórmulas obtengase el VALOR PRESENTE NETO * del nuevo periodo.

$$VAN_A^* = \sum_{l=0}^{m-1} V^{l n} VAN_A$$

FIGURA 2.5.1.



$$= VANA + V^1 VANA + V^{21} VANA + \dots + V^{(n-1)m} VANA$$

$$VANB^x = \sum_{i=0}^{n-1} V^{im} VANB$$

$$= VANB + V^m VANB + V^{2m} VANB + \dots + V^{(n-1)m} VANB$$

4.- Comparese el VANA y el VANB y el proyecto que posea al mayor VAN será la mejor opción.

Ejemplo 2.5.1.

La fábrica de dulces "La Colmena" tiene la intención de sustituir sus batidoras industriales. necesita que éstas sean de buena calidad porque están en constante uso y suelen quemarse rápido.

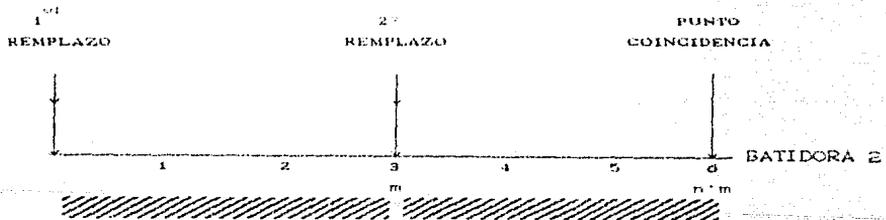
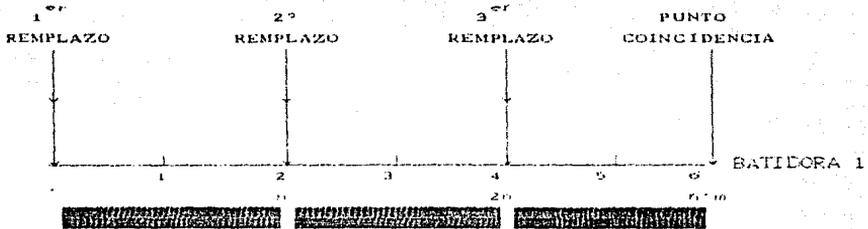
Las opciones de compra están resumidas en el siguiente cuadro comparativo.

	Batidora 1	Batidora 2
Flujos de efectivo anuales	50.000.000	35.000.000
Costo	3.000.000	2.000.000
Vida útil (años)	2	3

El costo de capital es de 45% anual. Aplicaremos el método de igualación de periodo para comparar los proyectos (fig 2.5.2).

$$1.- \quad n \cdot m = 2 \cdot 3 = 6$$

FIGURA 2.5.2.



2.-

$$\begin{aligned} VAN_A &= \frac{50,000,000}{(1+.45)^1} + \frac{50,000,000}{(1+.45)^2} - 3,000,000 \\ &= 34,482,758.62 + 23,781,212.64 - 3,000,000 \\ &= 55,263,971.46 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} VAN_B &= \frac{35,000,000}{(1+.45)^1} + \frac{35,000,000}{(1+.45)^2} + \frac{35,000,000}{(1+.45)^3} - 10,000,000 \\ &= 24,137,931.03 + 16,646,848.99 + 11,480,585.51 - 10,000,000 \\ &= 42,265,365.53 \end{aligned}$$

3.-

$$\begin{aligned} VAN_A^+ &= 55,263,971.46 + \frac{1}{(1.45)^2}(55,263,971.46) + \frac{1}{(1.45)^4}(55,263,971.46) \\ &= 55,263,971.46 + 26,284,885.36 + 12,501,729.06 \\ &= 94,050,585.87 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} VAN_B^* &= 42,265,365.53 + \frac{1}{(1.45)^3} 42,265,365.53 \\ &= 42,265,365.53 + 13,863,748.94 \\ &= 56,129,112.47 \end{aligned}$$

4.- Podemos darnos cuenta que es mejor adquirir la batidora 1

2.6 COMPARACION DE LOS MAS IMPORTANTES METODOS

En algun momento, las siguientes preguntas siempre surgen: ¿ Puede existir contradicción entre los métodos ? y de existir ¿Cuál de los

métodos debemos elegir?

Primeramente debemos definir si vamos a estudiar uno o varios proyectos.

Los métodos factibles para un sólo proyecto son VAN, TIR e IR. y para comparar más de uno pueden ser varios dependiendo de las características del problema en cuanto a vida y costo.

Si éstas últimas son iguales en los presupuestos a seleccionar se puede utilizar el VAN o la TIR de lo contrario se deberá usar el método de vidas diferentes o el IR según el caso.

En el análisis de un solo proyecto cualquier método (VAN, TIR, IR) nos conducirá a la misma elección.

Demostración:

Sean $F_1, F_2, \dots, F_n \in \mathbb{R}$ (Flujos de efectivo de entrada)

$r \in \mathbb{R}^+$ (tasa de interés)

$k \in \mathbb{R}^+$ (costo de capital)

$I \in \mathbb{R}^+$ (desembolso inicial)

El método de la tasa interna de retorno se define matemáticamente como

$$r \rightarrow \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+r)^t} - I = 0$$

Y se evalúa de la siguiente manera:

si $r > k$ se acepta la inversión

si $r < k$ se rechaza la inversión

Y el valor presente neto se denota:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+r)^t} - I$$

Si $VAN > 0$ se acepta la inversión

Si $VAN < 0$ se rechaza la inversión

Por lo que si demostramos que siempre $r > k$ el VAN es positivo y siempre que $r < k$ el VAN es negativo, podremos concluir que ambos métodos son equivalentes.

Partamos de que la tasa interna de retorno (r) es conocida y por definición cumple

$$\frac{F_t}{(1+r)^t} - I = 0$$

Caso 1 : $r < k$

$$r < k \Rightarrow \exists 1 \in \mathbb{R}^+ \rightarrow k = r+1$$

$$a) \quad 1+r < 1+r+1$$

$$\Rightarrow \frac{1+r}{F_1} < \frac{1+r+1}{F_1} \quad F_1 \in \mathbb{R}^+$$

$$\Rightarrow \frac{F_1}{1+r} > \frac{F_1}{1+r+1}$$

Cierto para 1

$$b) \quad 1+r < 1+r+1$$

$$\Rightarrow (1+r)(1+r) < (1+r+1)(1+r+1)$$

$$\frac{F_2}{(1+r)^2} > \frac{F_2}{(1+r+1)^2}$$

c) Suponemos válido para $n-1$

$$(1+r)^{n-1} < (1+r+1)^{n-1} \quad **$$

$$\rightarrow \frac{F_{n-1}}{(1+r)^{n-1}} > \frac{F_{n-1}}{(1+r+1)^{n-1}}$$

Sabemos:

$$1+r < 1+r+1 \quad **$$

$$(1+r)^{n-1}(1+r) < (1+r+1)^{n-1}(1+r+1)$$

$$\frac{(1+r)^n}{F_n} < \frac{(1+r+1)^n}{F_n}$$

$$\frac{F_n}{(1+r)^n} > \frac{F_n}{(1+r+1)^n} \quad \text{Vale para } n \text{ . } \text{LQD}$$

por otro lado:

$$\frac{F_1}{(1+r)^1} > \frac{F_1}{(1+r+1)^1}$$

$$\frac{F_2}{(1+r)^2} > \frac{F_2}{(1+r+1)^2}$$

⋮

$$\frac{F_n}{(1+r)^n} > \frac{F_n}{(1+r+1)^n}$$

$$\therefore \frac{F_1}{1+r} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+r)^n} > \frac{F_1}{1+r+1} + \frac{F_2}{(1+r+1)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+r+1)^n}$$

Como

$$\frac{F_1}{(1+r)^1} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+r)^n} = I$$

$$\frac{F_1}{(1+r+1)^1} + \frac{F_2}{(1+r+1)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+r+1)^n} < I$$

$$\frac{F_1}{(1+k)^1} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n} - I < 0$$

VAN < 0

Caso 2: $r > k$

$$r > k \Rightarrow \exists l \in \mathbb{R}^+ \rightarrow r = k+1 \rightarrow k=r-1$$

a) $1+r > 1+r-1$

$$\Rightarrow \frac{1+r}{F_1} > \frac{1+r-1}{F_1} \quad F_1 \in \mathbb{R}^+$$

$$\Rightarrow \frac{F_1}{1+r} < \frac{F_1}{1+r-1}$$

Cierto para 1

b) $1+r > 1+r-1$

$$\Rightarrow (1+r)(1+r) > (1+r-1)(1+r-1)$$

$$\frac{F_2}{(1+r)^2} < \frac{F_2}{(1+r-1)^2}$$

c) Suponemos válido para $n-1$

$$(1+r)^{n-1} > (1+r-1)^{n-1} \quad *$$

$$\Rightarrow \frac{F_{n-1}}{(1+r)^{n-1}} < \frac{F_{n-1}}{(1+r-1)^{n-1}}$$

Sabemos:

$$1+r > 1+r-1 \quad **$$

$$(1+r)^{n-1}(1+r) > (1+r-1)^{n-1}(1+r-1)$$

$$\frac{(1+r)^n}{F_n} > \frac{(1+r-1)^n}{F_n}$$

$$\frac{F_n}{(1+r)^n} < \frac{F_n}{(1+r-1)^n}$$

Vale para n . LQD

por otro lado:

$$\frac{F_1}{(1+r)^1} < \frac{F_1}{(1+r-1)^1}$$

$$\frac{F_2}{(1+r)^2} < \frac{F_2}{(1+r-1)^2}$$

⋮

$$\frac{F_n}{(1+r)^n} < \frac{F_n}{(1+r-1)^n}$$

$$\therefore \frac{F_1}{1+r} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+r)^n} < \frac{F_1}{1+r-1} + \frac{F_2}{(1+r-1)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+r-1)^n}$$

Como

$$\frac{F_1}{(1+r)^1} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+r)^n} = I$$

$$\frac{F_1}{(1+r-1)^1} + \frac{F_2}{(1+r-1)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+r-1)^n} > I$$

$$\frac{F_1}{(1+k)^1} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n} - I > 0$$

VAN > 0

De manera que podemos concluir que los dos métodos utilizados (VAN y IRR) en un solo proyecto nos conducirán a los mismos resultados. La demostración para comparar el VAN y el IRR es más sencilla

$$P.D. \quad VAN < 0 \Rightarrow IRR < 1$$

$$VAN > 0 \Rightarrow IRR > 1$$

Caso 1

$$VAN < 0$$

$$\Rightarrow \sum \frac{F_t}{(1+i)^n} - I < 0$$

$$\Rightarrow \sum \frac{F_t}{(1+i)^n} < I$$

$$\Rightarrow \frac{\sum \frac{F_t}{(1+i)^n}}{I} < 1$$

$$\Rightarrow IRR < 1 \quad \text{LOD}$$

Caso 2

$$VAN > 0$$

$$\Rightarrow \sum \frac{F_t}{(1+i)^n} - I > 0$$

$$\Rightarrow \sum \frac{F_t}{(1+i)^n} > I$$

$$\Rightarrow \frac{\sum \frac{F_t}{(1+i)^n}}{I} > 1$$

$$\Rightarrow IRR > 1 \quad \text{LOD}$$

Las contradicciones pueden presentarse cuando comparamos varios proyectos con métodos diferentes.

Estas contradicciones podemos observarlas si analizamos dos proyectos mutuamente excluyentes por los diferentes métodos

Primeramente haremos el estudio del VAN y la TIR

Sean P_1, P_2 dos proyectos diferentes.

Sea V_1 la función VAN del proyecto 1

$$V_1 = \frac{F_{11}}{(1+k_1)^1} + \frac{F_{12}}{(1+k_1)^2} + \dots + \frac{F_{1n}}{(1+k_1)^n} - I_1$$

Donde F_{1t} : Flujo de efectivo número t del proyecto 1

k_1 : tasa de interés.

I_1 : Costo de capital del proyecto 1

La función V_1 representa el VAN para los diferentes valores que pudiera presentar k_1 . Aunque en realidad el valor k_1 es fijo y conocido para el proyecto 1, estudiamos la función para analizar como se comporta el VAN para diversos costos de capital.

La tasa interna de retorno TIR_1 es el valor k_1 para el cual $V_1=0$

De la misma manera . Sea V_2 la función VAN del proyecto 2

$$V_2 = \frac{F_{21}}{(1+k_2)^1} + \frac{F_{22}}{(1+k_2)^2} + \dots + \frac{F_{2n}}{(1+k_2)^n} - I_2$$

Podemos observar que tanto V_1 como V_2 dependen de varios componentes:

Flujos de efectivo, costo de capital y costo del proyecto correspondiente.

Además también podemos percibir que ambas son funciones decrecientes (Entre menor sea el costo de capital mayor será el VAN), sin embargo pueden descender de diferente manera dependiendo de sus componentes, más rápido o más lentamente. Representemoslas gráficamente (fig.2.6.1) En el eje de las abscisas serán representados los diferentes valores que puede tener el costo de capital (k_1, k_2) y en el eje de las ordenadas el VAN correspondiente.

Únicamente graficamos un cuadrante porque por un lado el costo de capital siempre es positivo y por otro lado los valores que nos interesan son los que nos representan un VAN positivo pues solo así podrían ser aceptados los proyectos.

Las dos funciones V_1 y V_2 pueden cruzarse y mientras que para algunos valores de k_1 , V_1 es mayor que V_2 ($V_1 > V_2$ para $k=0$), para otros V_2 es mayor que V_1 (a partir del cruce), sin embargo las tasas internas no cambian en función del costo de capital, por lo que podrían encontrarse resultados contradictorios utilizando el método VAN y la TIR si el cruce es en el cuadrante I y el costo de capital real es menor al punto del cruce. (mismo razonamiento si $V_2 > V_1$ para $k=0$)

Esto se debe a que los proyectos tienen involucrados diferentes escalas, y diferente periodicidad de los flujos.

Ahora comparemos VAN e IR

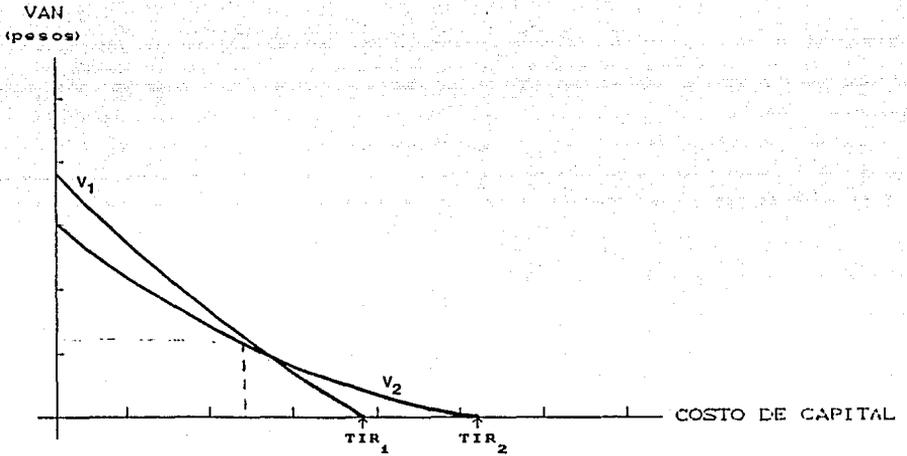
Supongamos que ambos métodos nos reportan los mismos resultados y

$$VAN_1 >> VAN_2$$

$$\text{Pero } I_1 = \frac{VAN_1}{2}$$

$$I_2 = \frac{VAN_2}{3}$$

FIGURA 2.6.1



Recordemos

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} = I$$

$$\rightarrow \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} = VAN + I$$

De donde

$$IR_1 = \frac{VAN_1 + \frac{VAN_1}{2}}{\frac{VAN_1}{2}} = \frac{2VAN_1 + VAN_1}{2} = \frac{3VAN_1}{VAN_1} = 3$$

$$IR_2 = \frac{VAN_2 + \frac{VAN_2}{8}}{\frac{VAN_2}{8}} = \frac{8VAN_2 + VAN_2}{8} = \frac{9VAN_2}{VAN_2} = 9$$

como contraejemplo podemos observar que mientras $VAN_1 > VAN_2$, $IR_1 < IR_2$ por lo que los métodos también pueden darnos resultados contradictorios para escalas diferentes.

Es aconsejable, entonces, utilizar cualquier método para el análisis de un solo proyecto, pero para comparar varios, podrán usarse indistintamente si el costo y la vida son semejantes en ambos, de lo contrario deberá emplearse un método especial para el caso.

3. CALCULO DE LOS FLUJOS DE EFECTIVO

En el capitulo anterior hemos hablado mucho de los flujos de efectivo en el cálculo de los métodos para el análisis de decisiones de inversión. sin embargo no nos hemos detenido a medirlos, nos hemos limitado a aceptarlos.

3.1 FLUJOS DE EFECTIVO DE ENTRADA.

La estimación de los beneficios futuros es bastante complicada sobre todo por la inestabilidad del país y es quizá el factor más importante en la toma de decisiones de inversión, pues resultaría inútil la aplicación correcta de alguno de los métodos utilizados si partieramos de flujos de efectivo irreales.

Sin embargo en este capitulo suponemos que conocemos con bastante exactitud los beneficios futuros, para lo cual debemos tener una estimación bastante cercana de nuestros costos y ventas futuras, y nos concretaremos al cálculo contable de los flujos de efectivo partiendo de beneficios esperados conocidos.

La fórmula para el calculo de los flujos de efectivo esperados que se describirá a continuación puede ser utilizada en la toma de decisiones de expansión o sustitución, nos referiremos primeramente a este último caso ya que el primero resulta ser solo un caso particular.

Para tomar la decisión de sustituir un activo en realidad calcularemos el incremento en los flujos de efectivo esperados en caso de efectuar

la operación y ésta será la cantidad a utilizar en métodos anteriormente expuestos.

La fórmula es la siguiente:

Sea: V: Ventas
 C: Costos
 T: Tasa de impuestos
 D: Depreciación
 F: Flujo de efectivo

$$\begin{aligned} \Delta F &= (\Delta V - \Delta C)(1 - T) + \Delta D T \\ &= [(V_2 - V_1) - (C_2 - C_1)](1 - T) + T(D_2 - D_1) \end{aligned}$$

El incremento en las ventas menos el incremento en los costos nos representan el flujo de efectivo antes de impuestos, multiplicamos por $(1 - T)$ para restar al total la parte correspondiente al porcentaje (T) de impuesto y sumamos el beneficio fiscal que nos representa la depreciación.

El cálculo efectuado nos indica el flujo de efectivo de un año x , si se esperan cambios en el tiempo se deberá hacer un estudio para cada año, no debemos olvidar que el valor de recuperación de la máquina nueva también puede representarnos un flujo de efectivo de entrada en el año que su vida útil termine.

Hemos mencionado anteriormente que la fórmula para el cálculo del

flujo de efectivo de proyectos de expansión es un caso particular de la de sustitución.

Partamos de la fórmula general:

$$\begin{aligned} \Delta F &= (\Delta V - \Delta C)(1-T) + \Delta DDT \\ &= [(V_2 - V_1) - (C_2 - C_1)](1-T) + T(D_2 - D_1) \end{aligned}$$

Si pensamos en un proyecto de expansión no existe una máquina uno contra la cual comparar, por lo que el incremento del flujo de efectivo será el que produzca la máquina en caso de adquirirse y:

$$V_1 = 0$$

$$C_1 = 0$$

$$D_1 = 0$$

$$\text{entonces: } F = (V_2 - C_2)(1-T) + TD_2$$

Y de esta manera podemos manejar una sola fórmula general para ambos casos, aunque resulta más comprensible el caso de expansión directamente, pues para el cálculo de los flujos solo se restan los costos a las ventas y se suma al beneficio fiscal.

3.2 FLUJOS DE EFECTIVO DE SALIDA:

En lo que respecta a los activos el flujo de efectivo de salida es el

desembolso inicial y su cálculo es muchísimo más confiable que el de los flujos de entrada ya que para adquirirlo forzosamente conocemos el costo del activo, solo tenemos que aplicar la siguiente fórmula y los resultados serán reales. no estimados.

Sea: F_s : Flujo de efectivo de salida
 C : Costo máquina nueva
 E : Efectos fiscales
 V_r : Valor estimado de recuperación máquina vieja
 V_m : Valor de mercado máquina vieja
 V_c : Valor contable máquina vieja
 T : Tasa fiscal

$$F_s = C + E - V_m$$

$$\text{Donde } E = (V_m - V_c) T$$

Cabe mencionar que cuando hablamos de flujo de efectivo simplemente nos referimos a flujos de entrada, si se habla de flujos de efectivo de salida se especificará.

Ejemplo 3.1

La mueblería " el ropero " ha presentado en sus últimos años un déficit en su capacidad de producción con respecto a la demanda de sus artículos, por lo que su departamento de planeación ha decidido hacer algunas reformas.

Primeramente piensa sustituir sus cepillos que son muy viejos y su proceso es lento por otros automáticos, programables y con una velocidad sorprendente de producción.

Cada uno de estos cepillos aumentaría la capacidad de ventas en un 400% y reduciría los costos en un 1%.

El precio de cada nueva máquina es de \$ 50'000,000.00 su vida esperada es de 10 años y su valor de recuperación estimado al término de estos 10 años es de \$ 10'000,000.00.

Los cepillos antiguos fueron comprados hace 5 años, su vida esperada era de 10 años, su costo fué de \$ 10'000,000.00 cada uno.

Actualmente tiene un valor en libros de \$ 5'000,000.00 cada uno, sin embargo su valor de mercado es de \$ 2'000,000.00 dado que se volvieron obsoletos.

Las ventas anuales de " EL ROPERO " son de \$ 5,000'000,000.00 y su costo es de \$ 300'000,000.00.

Además " EL ROPERO " contempla la posibilidad de expandirse, para lograr mayor capacidad de producción.

¿ Cuáles son los flujos de efectivo de entrada y salida en el caso de sustituir las máquinas y en el caso de expandirse?

La tasa fiscal es del 50% y el costo de capital es de 10%.

SUSTITUCION:

Calculemos los flujos de efectivo de salida en caso de sustitución.

$$\Delta F_s = E - V_m + C$$

$$E = (C V_m - V_c) T$$

$$\text{entonces: } \Delta F_s = C + (C V_m - V_c) T - V_m$$

$$\begin{aligned} \text{sustituyendo: } \Delta F_s &= 50'000,000 + (2'000,000 - 5'000,000) \cdot 5 - \\ &- 2'000,000 \\ &= 50'000,000 - 1'500,000 - 2'000,000 \\ &= 46'500,000 \end{aligned}$$

El desembolso inicial de cada maquina será de \$ 46'500,000.00

Ahora calcularemos los flujos de efectivo de entrada.

$$\Delta F = [(C V_2 - V_1) - (C_2 - C_1)(1-T)] + T(C D_2 - D_1)$$

$$\Delta F = [(25'000'000,000 - 5'000'000,000) - (297'000,000 - 300'000,000)](0.5)$$

$$+ \left[\left(\frac{50'000,000 - 10'000,000}{10} \right) - \left(\frac{10'000,000}{10} \right) \right] (0.5)$$

$$= 10,003'000,000.$$

De la misma manera, si en vez de sustituir una de las máquinas quiriéramos adquirir una nueva, la fórmula se aplicaría de la forma que sigue:

Flujo de salida

$$F_s = 50'000,000$$

Flujo de entrada

$$\begin{aligned}\Delta F &= (25.000'000,000 - 297'000,000) (C.S) + \\ &+ \left(\frac{50'000,000 - 10'000,000}{10} \right) (C.O.S) \\ &= 12.355'500,000\end{aligned}$$

Ya tenemos listos los flujos de efectivo de entrada y de salida solo faltaria aplicar algún metodo de toma de decisión de inversión para detectar la conveniencia de un proyecto.

También cabe mencionar que los cálculos anteriormente efectuados corresponden a un año x determinado, en un caso real debe realizarse el cálculo de cada año, a menos que sean iguales.

3.3 INFLUENCIA DEL IMPUESTO SOBRE ACTIVOS DE LA EMPRESA EN LOS METODOS DE DECISIONES DE INVERSION.

La medida del gobierno de cobrar el 2% anual de impuestos sobre el activo fijo de la empresa dió lugar a controvertidas opiniones.

Sin embargo este impuesto se estableció, y podriamos preguntarnos como afecta esta medida en la toma de decisiones de inversión.

En realidad, los metodos no sufren cambio alguno, este impuesto tiene repercusión directa en los flujos de efectivo de salida, es decir, al costo del proyecto debemos adicionar el desembolso causado por el 2%. en esta sección se presentará una forma de calcular este último.

Realmente la fórmula que utilizaremos es sólo una buena aproximación

pero nos permite de manera no muy complicada medir este factor.

Pues contablemente se calcula un promedio mensual y el tiempo en meses de utilización, lo cual solo complicaría el método. También suponemos que el pago se hace al principio del periodo.

Hemos denominado I al costo del proyecto. Solo en el primer año se pagará el impuesto sobre el costo total del activo, los siguientes años se hará sobre el valor en libros, es decir, el costo menos la depreciación anual y cada pago se traerá a valor presente.

FORMULA:

N : Tiempo de vida del activo (años)

D : Depreciación

$$D = \frac{I}{N}$$

El primer año se pagará $0.2CI$

El segundo año $0.2CI - ID$

El tercer año $0.2CI - 2ID$

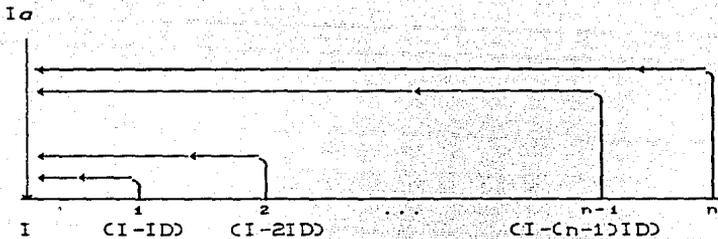
El enésimo año $0.2CI - (n-1)ID$

Y entonces podemos llegar al calculo del factor del impuesto aplicando

$$I_a = 0.02 [I + V_1CI - ID + V_2CI - 2ID + \dots + V_{n-1}CI - (n-1)ID]$$

$$= 0.02 \sum_{t=0}^{n-1} (I - tID) V_t$$

FIGURA 3.3.1



Ia deberá sumarse al costo del proyecto para el cálculo del desembolso inicial.

4. PRESUPUESTO DE CAPITAL

Uno de los aspectos más importantes para el buen funcionamiento de la empresa es su planeación, pues de esta depende una toma de decisión correcta y en el momento preciso.

Dependiendo del periodo de duración del proyecto podemos clasificarla en planeación a corto y a largo plazo, y ésta última será el tema a tratar en este capítulo.

A la planeación de proyectos a más de un año se le llama presupuesto de capital.

El tomar como límite un año es un poco arbitrario, pero es un buen parámetro.

El presupuesto de capital presenta algunas dificultades, pero quizá la mayor de ellas es la incertidumbre provocada por el tiempo requerido para finalizar un proyecto, ya que en un lapso mayor pierde fuerza nuestra decisión pues la posibilidad de que surjan imprevistos crece sin embargo en este capítulo se supondrá que no existe tal incertidumbre.

Dentro de una empresa el presupuesto de capital desempeña un papel muy importante, pues no debemos olvidar que la empresa no está aislada sino que pertenece a un mercado en el que existe la competencia, por lo que las decisiones deben ser tomadas en el momento justo, de lo contrario se pueden presentar serios problemas, por ejemplo, si en vez de planear, invertimos en activos hasta que la demanda de nuestro producto sobrepasa por mucho nuestros límites, es muy probable que

cuando estemos listos. las empresas competidoras hayan ganado parte de nuestros clientes potenciales y no tengamos a quien vender el excedente, pues debemos tomar en cuenta que la inversión en activos requiere tiempo, no podemos construir un edificio de un dia para otro, y tal vez necesitemos algún tipo de financiamiento que el obtenerlo seguramente será tardado.

4.1 ELABORACION DEL PRESUPUESTO DE CAPITAL

El objetivo del presupuesto de capital de una empresa es aceptar los proyectos que contribuyan a elevar el valor de la empresa.

Para la elaboración de un presupuesto de capital podemos seguir los siguientes pasos:

- 1.- Recopilar todas las posibilidades de inversión
- 2.- Clasificarlas
- 3.- Analizar el proyecto
- 4.- Comparar y seleccionar los proyectos

Primeramente debemos detectar las necesidades y las posibilidades de inversión de la empresa.

En seguida hay que clasificarlas según el tipo de inversión de que se trata, es decir, si es una sustitución, expansión o algún otro tipo de inversión y formar grandes grupos, dentro de estos es aconsejable de una vez colocarlos en orden de importancia provisional aparente (Cuadro 4.1), y se marcan los diferentes planes que podían seguirse para obtener el proyecto, por ejemplo en una carpintería el proyecto

puede ser la sustitución de sierras, un plan de ese proyecto podría ser la sustitución por sierras eléctricas, otro por sierras manuales o simplemente dos tipos diferentes de sierras.

Una vez clasificadas podemos analizar cada uno de los proyectos

ANALISIS DE UN PROYECTO

En realidad el aspecto técnico de este punto ya se ha cubierto, pues para analizar un proyecto emplearemos los métodos cuantitativos para la toma de decisiones de inversión expuestos en el capítulo dos, empleando el cálculo de los flujos de efectivo vista en el capítulo tres, por lo que en este inciso solo se presentará la concentración de los términos expuestos anteriormente (Utilizamos el VAN)

Los pasos a seguir en el analisis son:

- 1.- Cálculo del desembolso inicial (Flujos de salida)
- 2.- Estimación del incremento de los flujos de efectivo para cada período
- 3.- Empleo del método de decisión

Para facilidad podemos utilizar una hoja de trabajo para la evaluación de cada proyecto como la del cuadro 4.2, es utilizada cuando los flujos de efectivo son iguales, en caso de no serlo, se puede usar con una ligera variante, repitiendo el punto 2 cuantas veces sea necesario para el cálculo de los flujos de efectivo de cada periodo.

Utilizaremos el ejemplo 3.1 del capítulo anterior para ejemplificar un analisis (Caso sustitución) (Cuadro 4.3.)

CUADRO 4.1

CLASIFICACION DE LOS PROYECTOS

1. PROYECTOS DE SUSTITUCION

Proyecto 1.1

Plan 1.1.1

Plan 1.1.2

Plan 1.1.3

Proyecto 1.2

Plan 1.2.1

Plan 1.2.2

Proyecto 1.3

Plan 1.3.1

2. PROYECTOS DE EXPANSION

Proyecto 2.1

Plan 2.1.1

Plan 2.1.2

Proyecto 2.2

Plan 2.2.1

Proyecto 2.3

Plan 2.3.1

Plan 2.3.2

3. OTROS

Proyecto 3.1

Plan 3.1.1

CUADRO 4.2

PRESUPUESTO DE CAPITAL

Proyecto:

1 Costo del proyecto

Inversión en el nuevo equipo	---	---	---	---
Menos ingresos por la máquina antigua	---	---	---	---
Efectos fiscales	---	---	---	---
Costo del proyecto	---	---	---	---

2 Cálculo de los beneficios anuales

Ventas	---	---	---	---
Menos Costos	---	---	---	---
Ingreso Neto de efectivo de la operación	---	---	---	---
Menos Impuestos T=	---	---	---	---
Ingreso de operación después de impuestos	---	---	---	---
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación (T.DEP)	---	---	---	---
Flujos Netos de efectivo	---	---	---	---

3. Utilización del método (VAN)

Valor Presente de los flujos de efectivo	---	---	---	---
Valor Presente esperado de recuperación	---	---	---	---
Valor Presente de los beneficios	---	---	---	---
Menos Costo del proyecto	---	---	---	---
Valor Presente Neto	---	---	---	---

CUADRO 4.3

PRESUPUESTO DE CAPITAL

Proyecto:

1 Costo del proyecto

Inversión en el nuevo equipo	50.000.000.00
Menos ingresos por la máquina antigua	(2.000.000.00)
Efectos fiscales	<u>(1.500.000.00)</u>
Costo del proyecto	<u>46.500.000.00</u>

2 Cálculo de los beneficios anuales

Ventas	20.000.000.000.00
Menos Costos	<u>3.000.000.00</u>
Ingreso neto de efectivo de la operación	20.003.000.000.00
Menos Impuestos T=0.50	<u>10.001.500.000.00</u>
Ingreso de operación después del impuesto	10.001.500.000.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación (T.DEP)	1.500.000.00
Flujos Netos de efectivo	<u>10.003.000.000.00</u>

3.Utilización del metodo(VAN)

Valor Presente de los flujos de efectivo	61.464.104.760.00
Valor Presente esperado de recuperación	<u>3.855.432.00</u>
Valor presente neto de los beneficios	61.467.960.192.00
Menos Costo del proyecto	<u>46.500.000.00</u>
Valor Presente Neto	<u>61.421.460.192.00</u>

CUADRO 4.4

CUADRO COMPARATIVO

<u>1. PROYECTOS DE SUSTITUCION</u>	PRUEBA	OBSERVACIONES
Proyecto 1.1		
Plan 1.1.1		
Plan 1.1.2		
Plan 1.1.3		
Proyecto 1.2		
Plan 1.2.1		
Plan 1.2.2		
Proyecto 1.3		
Plan 1.3.1		
<u>2) PROYECTOS DE EXPANSION</u>		
Proyecto 2.1		
Plan 2.1.1		
Plan 2.1.2		
Proyecto 2.2		
Plan 2.2.1		
Proyecto 2.3		
Plan 2.3.1		
Plan 2.3.2		
<u>3. OTROS</u>		
Proyecto 3.1		
Plan 3.3.1		

Podemos notar que hasta el punto 2 ya estaba calculado por formulas en el ejemplo 3.1 solo que en la hoja de trabajo es más fácil visualizar los resultados.

En el punto tres se aplica algún método de decisión de inversión elegido, en este caso el VAN

COMPARACION

Una vez analizado cada proyecto se procede a la comparación de los proyectos existentes para elegir las mejores opciones, no debemos olvidar que en una empresa frecuentemente está racionado su presupuesto por varias razones: su capacidad de crédito, su deseo de endeudamiento y debe tomarse en cuenta en el presupuesto de capital.

Para la elección podemos elaborar un cuadro comparativo. (Cuadro 4.4)

Ya tenemos clasificadas las opciones y colocadas en orden de mayor a menor importancia aparente, como se muestra en el cuadro y a un costado coloquemos el resultado de la prueba de decisión.

(VAN, TIR, etc)

De esta manera podemos tener un panorama general de las opciones y decidir la mejor, siguiendo el criterio del método elegido, por ejemplo si utilizamos el VAN los proyectos de mayor VAN serán los mejores, aunque debemos estar conscientes que muchas decisiones deben tomarse dejando un poco de lado los métodos cuantitativos y tomando en cuenta las necesidades inmediatas de la empresa

4.2 APLICACION A UNA FABRICA DE PRENSAS DE METAL

Ejemplo 4.2.1

Como ejemplo se presentará un presupuesto de capital para una fábrica de prensas de metal. El trabajo es realizado en serie, para cada prensa se tienen que elaborar 17 piezas, el diseño se presenta a continuación (fig.4.2.1)

Para su fabricación se utilizan las siguientes máquinas: fresa, taladro, machueladora, segueta, cepillo, torno y tarraja, el proceso de cada pieza y el tiempo de fabricación actual se exponen en el cuadro 4.2.2

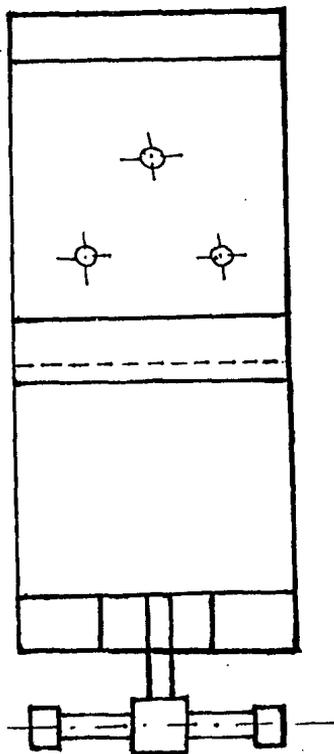
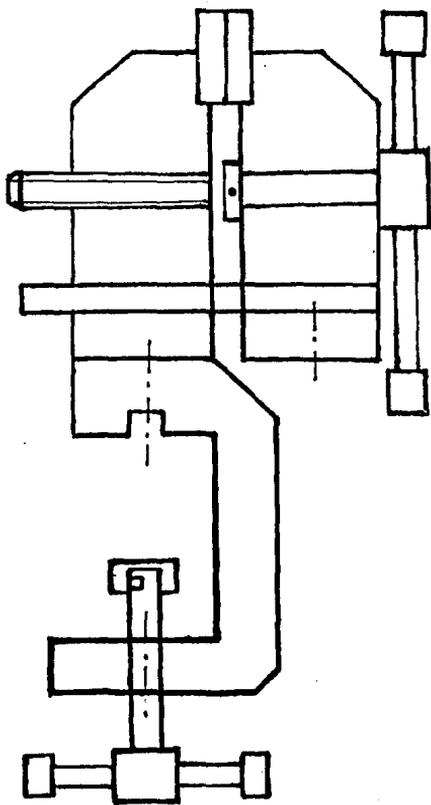
Su producción es de 100 prensas diarias aproximadamente utilizando casi toda su maquinaria al 100% de su capacidad (16 hrs .diarias c\ máquina).

El año pasado vendió 30,000 prensas a un precio de 150,000.00 pesos por unidad. El estado del flujo neto de efectivo de operación se presenta en el cuadro 4.2.3

El departamento de planeación financiera ha pensado en la opción de crecer dado que sus prensas tienen mucha demanda, considerando conservadoramente un crecimiento de 10% anual sobre ventas, sin descartar la posibilidad de sustituir parte de su maquinaria en caso de ser conveniente.

Las características principales de las máquinas existentes están resumidas en el cuadro 4.2.4.

El último año se a dedicado este departamento a obtener créditos y



buscar las mejores ofertas.

El capital que tiene disponible para invertir es de 5,000,000,000.00 de pesos y el costo de su capital es de 50% anual.

El estudio de la maquinaria tradicionalmente utilizada en la elaboración de las piezas irá enfocado al costo de éstas ya que cualquier máquina que cumpla con los requisitos técnicos puede ser empleada y la velocidad de producción no cambiará, pues ésta depende del buril y del material de la pieza que se fabrica, y es independiente de la máquina usada, sin embargo si es importante considerar el tiempo de vida de cada una de ellas.

Tiene la posibilidad de adquirir: fresadoras H200 y H400 de fabricación nacional y la F590 de importación (francesas), tornos T100 de marca nacional desconocida y cepillos japoneses (C45,C10),americanos (1100 y 520) y nacionales (C100-1) cuyas características se pueden observar en el cuadro 4.5

Las machueladoras y las tarrajas se adquirirán como aditamentos del torno ya incluidos en el precio.

Además por una mala planeación la fábrica cuenta con taladros y seguetas que no alcanza a utilizar por lo que no será necesaria su adquisición.

También contempla la opción de introducir tecnología moderna con la inclusión de un centro de maquinado de control numérico, el cual es capaz de realizar la función de todas las máquinas utilizadas en el proceso (fresa,torno, machueladora,tarraja,cepillo, taladro). Es

programable y su forma de funcionamiento, permite reducir de manera sorprendente la velocidad de producción, como habíamos dicho, el tiempo de modelado de la pieza es imposible de minimizar. sin embargo, esta maquinaria permite reducir los tiempos fuera (máquina tradicional). es decir, no necesita ser montada la pieza. ni realizar ningún cambio de maquina. y como es programable tampoco se tiene que calcular el corte. lo que provoca un alza considerable en la producción su capacidad es de 150 prensas diarias (15.000 promedio anuales)

Se ha realizado un estudio de factibilidad. y ya que un centro tiene la capacidad de memoria para programar las 17 piezas y el número que se fabrica de cada una de ellas es bastante grande es posible su utilización.

Por otro lado su implantación nos daría por consecuencia la reducción de costos de operación. pues como el cepillo viene integrado ya no necesitaremos maquilar las piezas. y no tendríamos necesidad de tantos operadores. El costo de operación de cada prensa se reduciría de 90,000 a 57.600

Su costo es de 2,000,000,000.00 tiene una vida útil de 25 años y su valor estimado de recuperación es de 1,000,000,000.00

CUADRO 4.2.

PROCESO Y TIEMPO DE FABRICACION DE LAS PIEZAS DE LA PRENSA

PIEZA	PROCESO	TIEMPO (min)
1 = 2	fresa taladro machueladora segueta	120 60 30 20
3 = 4	cepillo segueta	60 15
5	segueta fresa	20 240
6	torno taladro	60 15
7	torno	30
8	tarraja	30
9 = 10	machueladora torno	20
11 = 12	torno	15
13	torno taladro	60 15
14	torno tarraja	30
15 = 16	torno machueladora	20
17	torno taladro	15 10

* 2 pernos, 6 tornillos.

* El tiempo de armado es una hora y las piezas van de acuerdo a la fig. 4.1.

CUADRO 4.2.3

ESTADO DEL FLUJO NETO DE EFECTIVO

DE OPERACION

DE LA EMPRESA

1988

Ventas.....	4.500,000,000.00
Costos de operación.....	<u>2,700,000,000.00</u>
Ingreso Neto de efectivo de operación.....	1,800,000,000.00
Impuestos (T=0.42%).....	<u>756,000,000.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos.....	1,044,000,000.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación.....	<u>58,235,332.00</u>
Flujos netos de efectivo.....	1,102,235,332.00

CUADRO 4.2.4

MAQUINARIA EXISTENTE

(Las características son unitarias)

U	MAQUINA	COSTO	Tu	Vu	Vr	Vm	Vc	DEP
10	Torno(1000)	1000000	15	15	0	1000000	0	0
6	Torno(1250)	5000000	10	15	500000	4000000	2000000	300000
18	Torno(1250)	10000000	5	15	1000000	8000000	7000000	600000
8	Torno(1225)	20000000	3	18	0	15000000	15566667	1111111
30	Fresa H200	14000000	5	10	1000000	13000000	7500000	1300000
20	Fresa H200	27000000	2	10	2000000	20000000	22000000	2500000
15	Seguetas	5000000	0	10	0	10000000	5000000	500000
20	Taladros	10000000	0	10	0	15000000	10000000	1000000

U: Unidades existentes. Tu: Tiempo de uso(años), Vu: Vida útil(años)
 Las piezas que utilizan cepillo se envían a maquilar

CUADRO 4.2.5

CARACTERISTICAS DE OPCIONES DE INVERSION

MAQUINA	INGRESOS NETOS DE OPERACION ANUALES	Vu	COSTO	VALOR RECUPERACION
FRESAS				
H200	18000000	10	40000000	10000000
H400	18000000	12	45000000	0
F500	18000000	20	25000000	10000000
TORNOS				
T100	14580000	10	35000000	5000000
T500	14580000	10	25000000	5000000
CEPILLOS				
C45	13800000	10	20000000	10000000
C100	13800000	10	15000000	0
C1100	13800000	10	15000000	2000000
C520	13800000	10	18000000	0
C100-1	13800000	10	16000000	0

Los ingresos netos de operación están calculados por año

ELABORACION DEL PRESUPUESTO DE CAPITAL DE LA FABRICA DE PRENSAS DE METAL

Seguiremos los pasos vistos en el capitulo, como ya se tienen definidas las opciones. primeramente colocaremos nuestros proyectos de acuerdo a su tipo y en orden de importancia aparente.

1 PROYECTOS DE SUSTITUCION

1.1 Sustitución Fresas H200

(5 años antigüedad)

1.1.1. Fresas H200

1.1.2. Fresas H400

1.1.3. Fresas F5900

1.2 Sustitución Fresas H200

(2 Años de antigüedad)

1.2.1. Fresas H200

1.2.2. Fresas H400

1.2.3. Fresas F5900

1.3 Sustitución Tornos (tour)

1.3.1. Tornos T100

1.3.2. Tornos T500

1.4. Sustutución Tornos 1250

(10 años de antigüedad)

1.4.1. Tornos T100

1.4.2. Tornos T500

1.5. Sustitución Tornos 1250

(5 años de antigüedad)

1.5.1 Tornos T100

1.5.2 Tornos T500

1.6 Sustitución Tornos T225

1.6.1. Tornos T100

1.6.2 Tornos T500

1.7. Sustitución equipo por

Centro de maquinado C.N.

2. PROYECTOS DE EXPANSION

2.1. Fresas

2.1.1 Fresa H200

2.1.2.Fresa H400

2.1.3.Fresa F5900

2.2 Tornos

2.2.1 Torno T100

2.2.2 Torno T500

2.3 Cepillos

2.3.1 Cepillo C45

2.3.2 Cepillo C10

2.3.3. Cepillo C1100

2.3.4 Cepillo C520

2.3.5 Cepillo C100-1

2.4 Centro de maquinado de control numérico

En el ejemplo no existe un orden de importancia marcado solo podría observarse una prioridad de sustitución de las máquinas más antiguas sin embargo en otros casos si puede existir un orden de necesidades. Después procederemos al analisis.

El siguiente paso consiste en elaborar una hoja de presupuesto de capital para cada una de las opciones. Dado que todas las hojas de trabajo son muy similares se decidió incluirlas en el anexo 4.1. y en esta sección solo se presentarán las opciones que involucran la inclusión del centro de maquinado de control numérico ya que es un poco más interesante.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

PRESUPUESTO DE CAPITAL

Proyecto: Sustitución toda la maquinaria por C. M. C. N.

1 Costo del proyecto

Inversión en el nuevo proyecto	2,000,000,000.00
Menos ingresos por la máquina antigua	(1,546,000,000.00)
Efectos Fiscales	<u>140,559,998.88</u>
Costo del proyecto	<u><u>594,559,998.88</u></u>

2. Cálculo de los beneficios anuales

2.1 Beneficios anuales 1er año

Ventas	450,000,000.00
Menos costos	<u>799,200,000.00*</u>
Ingreso Neto de efectivo de la operación	1,249,200,000.00
Menos Impuestos (T= .42)	<u>524,664,000.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	724,536,000.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	<u>(41,155,332.96)</u>
Flujos Netos de Efectivo	<u><u>683,380,667.04</u></u>

2.2. Beneficios anuales 2º año

Ventas	945,000,000.00
Menos costos	<u>609,120,000.00*</u>
Ingreso Neto de efectivo de la operación	1,554,120,000.00
Menos Impuestos (T=.42)	<u>652,730,400.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	901,389,600.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	<u>(41,155,332.96)</u>
Flujos Netos de Efectivo	<u>860,234,267.04</u>

2.3 Beneficios anuales 3er año

Ventas	1,489,500,000.00
Menos costos	<u>400,032,000.00*</u>
Ingreso Neto de efectivo de la operación	1,889,532,000.00
Menos Impuestos (T=.42)	<u>793,603,440.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	1,095,928,560.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	<u>(41,155,332.96)</u>
Flujos Netos de Efectivo	<u>1,054,773,227.04</u>

2.4 Beneficios anuales 4º año

Ventas	2.086.450.000.00
Menos costos	<u>170.035.200.00*</u>
Ingreso Neto de efectivo de la operación	2.256.485.200.00
Menos Impuestos (T= .42)	<u>948.563.784.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	1.309.921.416.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	<u>(41.155.332.96)</u>
Flujos Netos de Efectivo	<u><u>1.268.766.083.04</u></u>

2.5 Beneficios anuales del 5º al 25avo año

Ventas	2.250.000.000.00
Menos costos	<u>108.200.000.00*</u>
Ingreso Neto de efectivo de la operación	2.353.000.000.00
Menos Impuestos (T= .42)	<u>990.360.000.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	1.367.640.000.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	<u>(41.155.332.96)</u>
Flujos Netos de Efectivo	<u><u>1.326.484.667.04</u></u>

3. Utilización del método (VAN)

Valor presente de los flujos de efectivo	1,924,997,236.64
Valor presente esperado de recuperación	<u>39,602.12</u>
Valor presente de los beneficios	1,925,036,838.76
Menos costo del proyecto	<u>594,559,998.88</u>
Valor Presente Neto	<u>1,330,476,839.88</u>

El presupuesto de capital anteriormente expuesto es un poquito especial ya que involucra la sustitución de toda la maquinaria por una sola (C.M.C.N.) pero generalmente es más sencillo.

La única dificultad radica en el cálculo de los renglones que llevan involucrados valores correspondientes a la máquina antigua (Vm, Vc, E, etc.), pues para su cómputo es necesario sumar los valores de cada una de las máquinas existentes. Hay que recordar que dado que el C.M.C.N. cumple con todas las funciones éste sustituye a todas.

Detallaremos más algunos renglones.

Primeramente se calculó el costo del proyecto, también llamado Flujo de efectivo de salida (I) sustrayendo a la inversión en equipo nuevo los ingresos por la máquina antigua.

$$F_a = C_m - V_m + E$$

Por inversión en equipo se entiende el costo de la máquina que se piensa adquirir (Centro de maquinado de control numérico), los ingresos por la máquina antigua son el valor de mercado que ésta tenga, en este caso particular son la suma de los valores de mercado de cada una de las máquinas existentes.

$$\begin{aligned} V_m &= 10(1,000,000) + 6(4,000,000) + 18(8,000,000) + 8(16,000,000) + \\ &+ 30(13,000,000) + 20(20,000,000) + 15(10,000,000) + \\ &+ 20(15,000,000) \\ &= 1,546,000,000 \end{aligned}$$

De la misma manera calculamos los efectos fiscales restando al valor de mercado el valor real de la máquina antigua.

$$E = (V_m - V_c)T$$

$$= [1,546,000,000 - [6(2,000,000) + 18(7,000,000) + 8(16,666,667) + \\ + 30(7,500,000) + 20(22,000,000) + 15(5,000,000) + \\ + 20(10,000,000)]](0.42) \\ = 140,559,999.98$$

En el 2º punto calculamos los beneficios anuales utilizando la siguiente fórmula:

$$\Delta F = [(V_2 - V_1) - (C_2 - C_1)](1 - T) + (D_2 - D_1)T$$

El subíndice 2 corresponde al caso de adquirir la máquina nueva y el subíndice 1 al caso de utilizar la máquina antigua.

Del primero al quinto año los flujos de efectivo serán diferentes ya que la producción y por lo tanto las ventas se irían incrementando en un 10% anual hasta llegar a la capacidad máxima de la máquina (45000 prensas anuales), los siguientes flujos serán iguales a quinto.

Estudieemos el primer año. Las ventas sin el nuevo equipo eran de 30,000 piezas dando como resultado 4,500,000,000 de facturación a la empresa. Al aumentar un 10% anual, la producción sería de 33,000 prensas dando un total de 4,950,000,000.00 pesos por lo que el incremento en ventas sería de 450,000,000.00 de pesos anuales.

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 4,950,000,000 - 4,500,000,000 = 450,000,000.$$

Por otra parte, el costo de cada prensa se redujo a 57,600 pesos, si se elaboraran las 33,000 daría un total de 1,900,800,000 pesos y

$$\Delta C = C_2 - C_1 = 1,900,800,000 - 2,700,000,000 = -799,200,000.$$

Entonces:

$$\Delta F = \Delta V - \Delta C = 450,000,000 - (-799,200,000) = 1,249,200,000.$$

Después de aplicar el impuesto los flujos se reducen a 724,536,000.

Sólo falta sumar el beneficio fiscal $(C_2 - D_1)T$ para obtener el flujo neto de efectivo del primer año.

De la misma manera, calculamos hasta el quinto año, del sexto al 25º son iguales a éste último.

Finalmente en el punto tres utilizaremos el método de decisión de inversión escogido, en este caso, el valor presente neto.

Para calcular el VAN de los flujos de efectivo no podremos utilizar la fórmula directamente por que no todos son iguales, tendremos que hacer unas pequeñas modificaciones. (fig 4.2.2)

$$V = F_1V_1 + F_2V_2 + F_3V_3 + F_4V_4 + F_5V_4 \text{ a } \frac{1}{21}^t$$

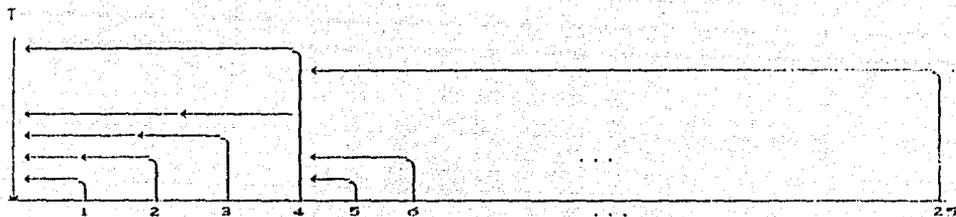
$$V = 683,380,667.04 \frac{1}{(1.5)^1} + 860,234,267.04 \frac{1}{(1.5)^2} + 1,054,773,227.04 \frac{1}{1.5^3}$$

$$+ 1,268,766,083.04 \frac{1}{(1.5)^4} + 1,326,484,667 \left[\frac{1}{(1.5)^4} \right] \left[\frac{1 - \frac{1}{(1.5)^{21}}}{0.5} \right]$$

$$= 1,924,997,236.64$$

Después calcularemos el valor presente esperado de recuperación

FIGURA 4.2.2



$$V_r = \frac{1}{(1.03)^{25}} (1.000.000.000) = 39.602.1234$$

Sumando ambos y restando el costo del proyecto obtendremos el VAN

$$\text{VAN} = 1.924.997.236.64 + 39.602.12 - 594.559.998.88 = 1.330.476.839.88$$

Como el VAN es mayor que cero si fuera el único proyecto se aceptaría

Y por último rellenaremos el cuadro comparativo para facilitarnos la decisión

VAN

1) Proyectos de sustitución

1.1 Sustitución Fresas H200
(5 años de antigüedad)

1.1.1 Fresas H200	-7,215.439.36
1.1.2 Fresas H400	-11,548.791.12
1.1.3 Fresas F5900	6,104.867.00

1.2 Sustitución Fresas H200
(2 años de antigüedad)

1.2.1. Fresas H200	1,944.040.70
1.2.2. Fresas H400	-2,399,022.11
1.2.3. Fresas F5900	15,247.170.14

1.3 Sustitución Tornos Tour

1.3.1 Tornos T100	-15,237,486.83
1.3.2 Tornos T500	-6,062,919.96

1.4 Sustitución Tornos 1250 (10 años de antigüedad)	
1.4.1. Tornos T100	-12,905,116.78
1.4.2 Tornos T500	-3,730,550.26
1.5. Sustitución Tornos 1250 (5 años de antigüedad)	
1.5.1 Tornos T100	-8,732,747.09
1.5.2. Tornos T500	441,819.81
1.6 Sustitución Tornos T225	
1.6.1 Tornos T100	-454,634.88
1.6.2 Tornos T500	8,719,932.01
1.7 Sustitución equipo por C. M. C. N.	1,330,476,839.88

2. Proyectos de expansión

2.1. Fresas	
2.1.1 Fresas H200	-16,832,376.98
2.1.2 Fresas H400	-21,155,207.54
2.1.3 Fresas F5900	-3,493,461.38
2.2 Tornos	
2.2.1 Torno T100	-15,817,487.23
2.2.2 Torno T500	-6,642,920.33

2.3 Cepillos	
2.3.1. Cepillo C45	-3,270.755.13
2.3.2. Cepillo C10	1,968.546.11
2.3.3. Cepillo C1100	1,838.143.00
2.3.4. Cepillo C520	-783,823.95
2.3.5 Cepillo C100-1	1,051,089.42
2.4 Centro de maquinado	-822,916,574.00

Para poder ejemplificar más casos en un principio vamos a eliminar la posibilidad de incluir el Centro de Maquinado de control Numérico, es necesario ir analizando paso a paso cada uno de los proyectos.

Primeramente observemos las sustituciones. En el caso de las fresas podemos ver que la sustitución por fresas F5900 es la mejor opción pues nos representa el mayor VAN (6,104,867 y 15,247,170.14 respectivamente).

El caso de los tornos es diferente pues solamente encontramos un VAN positivo si sustituimos los tornos 1250 (5 años de antigüedad) y T225 por Tornos T500, por lo que serían la única opción.

Ahora si nos detenemos a analizar los proyectos de expansión, podemos vislumbrar que para todas las fresas y los tornos el VAN es negativo por lo que no es conveniente adquirir ninguno, sin embargo el cepillo C10 es el de mayor VAN positivo y su inclusión sería favorable.

Una vez analizado cada caso la pregunta que pudiera surgir es: ¿Cuántas

máquinas de cada una compro?

Después de elegir la mejor opción de cada máquina es importante no mezclar porque independientemente de su VAN son necesarias todas las máquinas, y la cantidad de ellas dependerá del tiempo necesario de cada una de ellas en la fabricación de las prensas.

Calculemos el tiempo máquina-hombre de cada prensa

	minutos		minutos
Torno	215	Torno	395
Fresa	480	Fresa	480
Taladro	180	Taladro	160
Machuela	120	Segueta	90
Segueta	90	Cepillo	120
Cepillo	120		
Tarraja	60		
	<u>1245=20hrs 45min</u>		

En el cuadro de la derecha se considera a la machuela y la tarraja como aditamentos del torno.

Tenemos disponibles 5,000,000.000 para comprar el siguiente equipo

máquina	Hrs máquina	% de maquina
Tornos	395	39.69
Fresas	480	48.24
Cepillo	<u>120</u>	<u>12.06</u>
	995	100%

Siendo X el número total de máquinas

.3969X El número de tornos

.4824X El número de fresas

.1206X El número de cepillos

Entonces el número de cada uno lo podemos conocer resolviendola

siguiente ecuación

$$250000000(.3969)X + 250000000(.4824)X + 150000000(.1206)X = 5000000000$$

$$X = \frac{5000000000}{250000000(.3969) + 250000000(.4824) + 150000000(.1206)}$$

$$X = 210.15$$

Entonces el número de máquinas que deberíamos adquirir es:

$$\text{tornos} = (210.15)(.3969) = 83$$

$$\text{fresas} = (210.15)(.4824) = 101$$

$$\text{cepillos} = (210.15)(.1206) = 25$$

Ahora si consideramos la sustitución de toda la maquinaria por un

C.M.C.N. indudablemente seria la mejor opción pues su VAN es muchísimo mayor.

5. EL RIESGO EN EL PRESUPUESTO DE CAPITAL

En el capítulo anterior calculamos el presupuesto de capital, pero hemos supuesto que podemos conocer con exactitud los rendimientos futuros de la empresa, sin embargo en la vida real generalmente no es posible, el riesgo es un factor determinante para la elección de inversiones, entendiéndolo por riesgo la posibilidad de obtener resultados alternativos.

Los proyectos pueden presentar diferentes grados de riesgo y la aceptación de éste depende de los rendimientos, es decir un mayor riesgo exige rendimientos mayores, aunque la elección es muy subjetiva pues dependerá de la actitud del administrador financiero hacia el riesgo, algunos prefieren correr un mayor riesgo a cambio de la posibilidad de mayores utilidades, otros más conservadores presentan aversión al riesgo, etc.

Es muy importante para la empresa mantener el equilibrio entre riesgo y rendimiento.

Pero podríamos preguntarnos ¿Es posible medir el riesgo?

Existen métodos cuantitativos. Todos ellos son estadísticos y se basan en las probabilidades de ocurrencia, sin embargo para su empleo es necesario tener datos acerca del comportamiento de la inversión tales como estadísticas de años anteriores, condiciones de mercado, etc.

Las estimaciones serán tan cercanas a la realidad como experiencia en el ramo tenga la empresa, es decir, una empresa puede saber con

bastante exactitud los rendimientos futuros de sus mercancías a través de las estadísticas pasadas, lo que no sucede con las empresas o productos nuevos.

El objetivo de este capítulo es presentar un presupuesto de capital que contemple la existencia del riesgo.

Primeramente nos referiremos al estudio de una inversión aislada y posteriormente analizaremos su comportamiento en una cartera.

5.1 ANALISIS DEL RIESGO EN INVERSIONES AISLADAS

Como se especificó anteriormente entendemos por riesgo en este contexto la posibilidad de que los rendimientos esperados presenten resultados alternativos.

5.1.1 DISTRIBUCIONES DISCRETAS.

Primeramente supondremos que la economía del país solo puede presentar un número determinado de estados, digamos tres (recesión, normal, auge).

Se presentará una estimación de los rendimientos en cada caso y asociaremos la probabilidad de ocurrencia que juzguemos conveniente de acuerdo a estadísticas anteriores y condiciones de mercado.

Como ejemplo observemos el cuadro siguiente:

CUADRO 5.1

Estados de la economía	Rendimientos Esperados	Probabilidad de ocurrencia
Recesión	1,000,000.00	0.2
Auge	5,000,000.00	0.6
Normal	10,000,000.00	0.2

La relación que existe entre los rendimientos de los diferentes estados y su frecuencia relativa da lugar a una distribución de probabilidad, recordando que cualquier función puede ser una función de densidad si satisface:

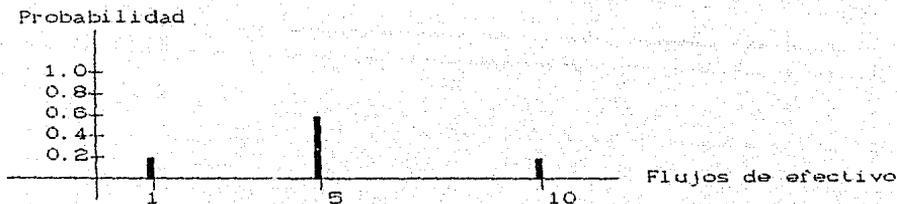
$$f(x_i) \geq 0 \quad i=1,2,\dots$$

$$\sum f(x_i) = 1$$

Es de esperarse que las probabilidades asociadas sean positivas y su sumatoria sea la unidad.

También podemos observar que el supuesto de considerar un número determinado de estados de la economía nos propicia una distribución discreta:

La gráfica de distribución de probabilidad del cuadro anterior es:



Ahora bien para la medición del rendimiento y del riesgo en un proyecto aislado se utilizan métodos muy tradicionales:

5.1.1 El Valor Esperado

5.1.2 La desviación estandar

5.1.3 El coeficiente de variación

5.1.1.1 VALOR ESPERADO

El valor esperado de una función se obtiene encontrando el valor medio de la función para todos los valores posibles, es una media teorica ideal. no es razonable pensar que un ensayo determinado x tome su valor esperado, sin embargo si repitieramos muchas veces la situación es de esperarse que gran parte de las veces lo hiciera.

Definición: Sea x una variable aleatoria discreta con densidad $f(x)$. El valor esperado de x . $E(x)$ es:

$$E(x) = \sum x f(x)$$

En el caso de una variable aleatoria discreta el valor esperado es equivalente al promedio aritmético. Es decir, sean X_1, X_2, \dots, X_n un conjunto de n cantidades. Su promedio se calcularía como la suma de las cantidades divididas entre n .

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Si existieran cantidades repetidas

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k X_i n_i$$

Pero siendo

$$f(X_i) = \frac{n_i}{n}$$

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^k X_i f(X_i)$$

donde $f(X_i)$ es la distribución de probabilidad

Volviendo al caso particular de las decisiones de inversión, calculamos el valor esperado de los rendimientos multiplicando el flujo de efectivo esperado en cada uno de los estados de la economía por la probabilidad de ocurrencia correspondiente y efectuando la sumatoria de ellas.

Ejemplo:

Tomemos los datos del cuadro 5.1 y calculemos los rendimientos esperados.

$$\begin{aligned} E(X) &= \sum_{i=1}^k f(X_i) X_i = 1,000,000(0.2) + 5,000,000(0.6) + 10,000,000(0.2) \\ &= 5,200,000 \end{aligned}$$

5.1.1.2. DESVIACION ESTANDAR

La desviación estandar es una medida de dispersión con respecto a la media.

Su simbolo es el signo griego sigma (σ)

Entre más cerrada sea la distribución de probabilidad más pequeña será la desviación estandar.

Definición: Sea X una variable aleatoria discreta con densidad $f(X)$.

La desviación estandar de X (σ) es:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^k (X_i - \bar{X})^2 f(X_i)}$$

Para su cálculo se estiman los productos de las desviaciones con respecto a la media, elevadas al cuadrado, por la probabilidad de ocurrencia y se suman entre si.

$$\sigma^2 = (X_1 - \bar{X})^2 f_1 + (X_2 - \bar{X})^2 f_2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2 f_n$$

a esta medida se le llama varianza, después se le saca la raíz cuadrada y se obtiene la desviación estandar

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

Podemos observar que $\sigma > 0$ pues las desviaciones se elevan al cuadrado y $0 < f(X_i) < 1$.

Esta medida estadística nos permite medir el riesgo en una inversión, ya que esta mide la dispersión con respecto a la media y entre menor diferencia exista entre los rendimientos esperados en los distintos

estados de la economía menor será la desviación estandar y menor será el riesgo en la inversión.

Ejemplo 5.2

Calculemos la desviación estandar del cuadro 5.1

$$\begin{aligned}\sigma^2 &= (1,000,000-5,200,000)^2(0.2) + (5,000,000-5,200,000)^2(0.6) + \\ &+ (10,000,000-5,200,000)^2(0.2) \\ &= 816 \cdot 10^{10} \\ \sigma &= 28.565713 \cdot 10^5 \\ &= 2,856,571.3\end{aligned}$$

σ es bastante grande lo que implicaría un riesgo alto, podríamos preguntarnos cuando considerar una desviación estandar alta, en realidad esta medida nos sirve para comparar el riesgo de un proyecto contra otro, el proyecto con desviación estandar mayor será el más riesgoso.

5.1.1.3 COEFICIENTE DE VARIACION

Dada la preocupación de minimizar el riesgo pero al mismo tiempo maximizar los rendimientos es necesaria una medida que refleje esta necesidad, una buena opción es el coeficiente de variación ya que estandariza el riesgo por unidad de rendimiento.

Definición: Sea X una variable aleatoria discreta con densidad $f(x)$ el coeficiente de variación se define como:

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

El coeficiente de variación no es más que la desviación estandar entre el valor esperado de los flujos netos de efectivo.

Ejemplo 5.3

Siguiendo el mismo ejemplo del cuadro 5.1

$$Cv = \frac{\sigma}{E(X)} = \frac{2.856.751.3}{5.200.000} = 0.5493406$$

$$Cv = 0.5493406$$

Para mayor facilidad en el cálculo de las medidas anteriores podemos utilizar un cuadro. (mismo ejemplo)

Estado de la economía (1)	Probabilidad de ocurrencia (2)	Resultado si ocurre el estado (3)	Valor Esperado (4) $\Sigma 2 \cdot 3$	Desviación (5)	Cuadrado de la desviación (6) S^2	Varianza (7) $2 \cdot 6$
Recesión	0.2	1.000000	200000	-4.200000	1764.10	352.8.10
Normal	0.6	5.000000	3000000	-200000	4.10	2.4.10
Auge	0.2	10.000000	2000000	+4.800000	2304.10	460.8.10
		VALOR ESPERADO	=5200000		VARIANZA	=816.10 ¹⁰
					DES. EST.	=2856571.3
					Cv	=0.5493406

En la primera columna se colocan los estados de la economía considerados, en la segunda la probabilidad de ocurrencia y en la tercera el resultado si ocurre el estado.

Para calcular la cuarta columna multiplicamos cada renglón de la columna (2) por la (3) y después sumamos todos los resultados obtenidos lo que nos da el valor esperado.

En la columna (5) calculamos la desviación $((X_i - \bar{X}))$ es decir efectuamos la diferencia de cada renglón de la columna (3) menos el valor esperado obtenido.

En la columna (6) solo elevamos al cuadrado (5) y en la siete multiplicamos los resultados calculados en (6) por la probabilidad de ocurrencia (2).

Por último sumamos cada renglón de la columna (7) y obtenemos la varianza, sacamos la raíz cuadrada de ésta y tenemos la desviación estandar, el coeficiente de variación se calcula dividiendo la desviación estandar entre el valor esperado.

Hasta el momento en este capítulo hemos trabajado con el riesgo pero hemos dejado de un lado los métodos aprendidos para las decisiones de inversión a largo plazo.

Es complicada la utilización de un método ya que a través del tiempo el riesgo va siendo mayor por desconocimiento del futuro, sin embargo, si suponemos que es constante podemos generalizar el cuadro anterior, además como es un método de comparación de varios proyectos, la economía influiría de la misma manera en todos por lo que no afectaría el hecho de suponer riesgo constante.

También suponemos que durante todo el periodo las probabilidades de ocurrencia de los estados de la economía son constantes.

Como ejemplo se presenta el cuadro 5.2 . suponemos que ya están calculados los valores presentes de los flujos de efectivo como aprendimos anteriormente, de acuerdo a los rendimientos que se presentarían si ocurriera cada uno de los estados de la economía considerados.

CUADRO 5.2
MEDICION DEL RIESGO EN PROYECTOS DE INVERSION

Estado de la economía (1)	Probabilidad (2)	Valor presente de los flujos de efectivo (3)	Costo inicial (4)	Valor presente Neto posible (5)
PROYECTO A				
Auge	0.2	20,000,000.00	5,000,000.00	15,000,000.00
Normal	0.6	15,000,000.00	5,000,000.00	10,000,000.00
Recesión	0.2	10,000,000.00	5,000,000.00	5,000,000.00
PROYECTO B				
Auge	0.2	16,000,000.00	5,000,000.00	13,000,000.00
Normal	0.6	16,000,000.00	5,000,000.00	11,000,000.00
Recesión	0.2	14,000,000.00	5,000,000.00	9,000,000.00

Valor presente Neto probabl (6)	Desviación (7)	Cuadrado de la desviación (8)	Varianza (9)
3,000,000.00	5,000,000.00	$25 \cdot 10^{12}$	5,000,000,000,000.00
6,000,000.00	0	0	0
1,000,000.00	-5,000,000.00	$25 \cdot 10^{12}$	5,000,000,000,000.00
ECX = 10,000,000.00			$\sigma^2 = 10,000,000,000,000.00$
2,600,000.00	2,000,000.00	$4 \cdot 10^{12}$	800,000,000,000.00
6,600,000.00	0	0	0
1,800,000.00	-2,000,000.00	$4 \cdot 10^{12}$	800,000,000,000.00
ECX = 11,000,000.00			$\sigma^2 = 1,600,000,000,000.00$

$\sigma_a = 3,162,277.6$

$\sigma_b = 1,264,911$

$Cva = 0.3162277$

$Cvb = 0.1149919$

Para el proyecto A y el proyecto B el costo es de 3.000.000.00 .

Podemos observar que los rendimientos esperados son mayores en el proyecto B y además su desviación estandar es menor por lo que no existe duda en que el mejor proyecto es éste.

5.1.2 DISTRIBUCIONES CONTINUAS

Hemos supuesto que la economía solo podía tener un número determinado de estados, sin embargo ésta puede presentar muchísimas variantes, puede ir desde una depresión hasta un auge sorprendente pasando por un sin número de estados, cada uno de los cuales teniendo asociada su probabilidad de ocurrencia, lo que podría dar origen a una función de densidad de probabilidad continua, cabe recordar que la suma de las probabilidades debe ser igual a uno.

En realidad este hecho no altera mucho los métodos aprendidos hasta el momento, solo haremos notar algunas variantes en las definiciones de las medidas estadísticas

5.1.2.1. VALOR ESPERADO

$$E(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} X f(X)$$

5.1.2.2. VARIANZA

$$\sigma^2 = E[(X - \mu)^2]$$

5.1.2.3 COEFICIENTE DE VARIACION

$$C_v = \frac{\sigma^2}{E(X)}$$

Existen tablas con las fórmulas de medias y varianzas de las principales funciones de probabilidad, y ya no sería necesario saber si nuestro problema a resolver tuviera la forma de alguna de ellas.

En general la función más utilizada es la normal, ya que esta clase de comportamiento presentan o nos aproximan muchos fenómenos probabilísticos. En particular, a la función de densidad de los eventos de la economía la podemos concebir de esta forma.

5.1.2.4. CASO PARTICULAR DISTRIBUCION NORMAL

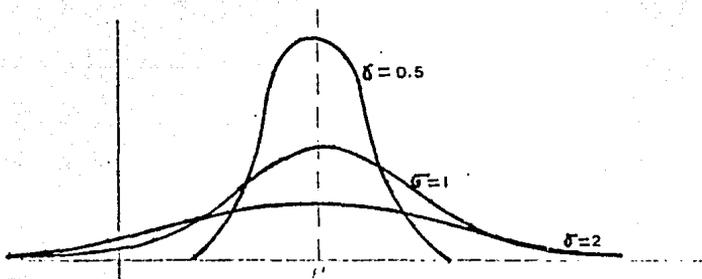
ALGUNAS CARACTERISTICAS DE LA DISTRIBUCION NORMAL

Suponemos que tenemos una distribución normal. Para tener caracterizada a la función de densidad normal debemos conocer sus parámetros (μ, σ^2) pues ésta puede ser más o menos angosta, más alta o más bajita.

Pero conociéndolos podemos concebir con exactitud a la función completa, como podemos observar en la figura 5.1.2, la función está representada para varios valores de σ . Valores diferentes de μ solo trasladarían la curva a la derecha o a la izquierda sin alterar la forma.

Definición: Una Variable aleatoria se distribuye normalmente si su función de densidad está dada por:

FIGURE 5.1.1.



$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-[(x-\mu)^2 / 2\sigma^2]} \quad -\infty < x < \infty$$

Cuya función de distribución acumulada está definida por:

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^x e^{-[(t-\mu)^2 / 2\sigma^2]} dt$$

Esta última va a ser de gran importancia para nosotros porque nos ayudará a calcular fácilmente las probabilidades relativas a fenómenos aleatorios que obedecen a una ley de probabilidad normal.

Podemos observar que la función de densidad normal es simétrica y tiene forma de campana y la función de distribución tiene forma de S, además cumplen con las siguientes características:

$$f(-x) = f(x) \quad (\text{par})$$

$$F(-x) = 1 - F(x) \quad (\text{impar})$$

$$F(\mu - \sigma) = F(\mu + \sigma)$$

También podemos conocer la media y la varianza pues están expresadas en función de ellos. Podemos observar que éstas coinciden exactamente con sus parámetros, motivo por el cual se usan los mismos símbolos.

$$\text{MEDIA}_{\text{Normal}} = \mu$$

$$\text{VARIANZA}_{\text{Normal}} = \sigma^2$$

Podemos demostrarlo a través de las fórmulas de media y varianza para funciones continuas que mencionamos anteriormente.

MEDIA

$$E[X] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^{\infty} x e^{-[(x-\mu)^2 / 2\sigma^2]} dx$$

$$E[X] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^{\infty} X e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

Haciendo un cambio de variable $y = \frac{x-\mu}{\sigma}$

$$E[X] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^{\infty} (\mu + \sigma y) e^{-\frac{1}{2} y^2} dy$$

$$E[X] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^{\infty} \left(\mu e^{-\frac{1}{2} y^2} + \sigma y e^{-\frac{1}{2} y^2} \right) dy$$

$$E[X] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^{\infty} \mu e^{-\frac{1}{2} y^2} dy + \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^{\infty} \sigma y e^{-\frac{1}{2} y^2} dy$$

Por otro lado

$$\int_{-\infty}^{\infty} y e^{-\frac{1}{2} y^2} dy = 0$$

Entonces

$$E[X] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^{\infty} \mu e^{-\frac{1}{2} y^2} dy$$

$$E[X] = \mu \left[\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{1}{2} y^2} dy \right]$$

$$= \mu$$

Pues la expresión dentro del paréntesis es igual a 1, pues recordemos que la normal cumple el ser una función de densidad de probabilidad.

VARIANZA

$$E[(X-\mu)^2] = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \int_{-\infty}^{\infty} (X-\mu)^2 e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{X-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

$$E[(X-\mu)^2] = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\sigma^2 (X-\mu)^2}{\sigma^2} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{X-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

$$E[(X-\mu)^2] = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \int_{-\infty}^{\infty} \sigma^2 y^2 e^{-\frac{1}{2}y^2} dx$$

$$E[(X-\mu)^2] = \frac{\sigma^2}{\sqrt{2\pi\sigma}} \int_{-\infty}^{\infty} y^2 e^{-\frac{1}{2}y^2} dx$$

$$E[(X-\mu)^2] = \sigma^2 \left[\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \int_{-\infty}^{\infty} y^2 e^{-\frac{1}{2}y^2} dx \right]$$

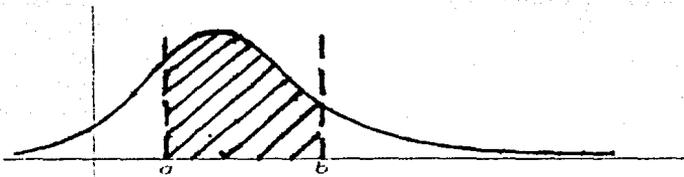
$$= \sigma^2$$

Ahora bien, si quisieramos calcular la probabilidad de que los resultados de nuestro fenómeno probabilístico distribuido normalmente se encuentre en algún intervalo. Nuestro objetivo se concretaría a medir el área bajo la curva entre los puntos escogidos a y b .

Siendo a, b el principio y el final del intervalo y representan cualquier unidad. (fig. 5.1.3)

FIGURA 5.1.3

$f(x)$



Conocemos la función de densidad de probabilidad normal

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^x e^{-[(t-\mu)^2/2\sigma^2]} dt$$

Hacemos un cambio de variable $y = \frac{t-\mu}{\sigma}$

A lo que llamamos normalizar o estandarizar la función

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^{(x-\mu)/\sigma} e^{-\frac{1}{2}y^2} dy$$

Existen tablas donde encontramos los resultados de esta integral, pero en ellas debemos tomar en cuenta que la función es simétrica con respecto a μ por lo que $F(x)$ para valores negativos de $\frac{x-\mu}{\sigma}$ es igual a $1 - F(x)$.

$$\text{Donde } \frac{x'-\mu}{\sigma} = -\frac{x-\mu}{\sigma}$$

Entonces :

$$P[a \leq x \leq b] = F(b) - F(a)$$

5.1.2.4.1 ALGUNAS PROBABILIDADES IMPORTANTES EN LA TOMA DE DECISIONES DE INVERSION

a) Probabilidad de que los rendimientos esperados sea mayores o iguales a α

La probabilidad de que los rendimientos esperados sean mayores a α , donde α podría ser por ejemplo el punto de equilibrio o simplemente

alguna cifra que por alguna razón nos interese. (fig. 5.1.4. a)

Es igual a la unidad menos la función de distribución hasta el punto α

$$P[\alpha \leq x] = 1 - F(\alpha)$$

Por ejemplo:

Suponemos que los rendimientos del proyecto C de la compañía FYG se distribuye normalmente, con media $\mu=30$ (en millones de pesos) y varianza $\sigma^2=25$

¿Cuál es la probabilidad de que los rendimientos esperados sean mayores a 25 millones?

Primeramente normalicemos

$$z = \frac{x-\mu}{\sigma} = \frac{25-30}{5} = -\frac{5}{5} = -1$$

$$z = -1$$

Buscamos en tablas de distribución acumulativa $F(X)$ recordando que para valores negativos empleamos $1-F(X)$

$$F_N(1) = 0.7734$$

$$F_N(-1) = 1 - 0.7734 = 0.2266$$

$$P[25 \leq x] = 1 - F(25) = 1 - 0.2266 = 0.7734$$

La probabilidad de que los resultados del proyecto C sean mayores a 25 millones de pesos es de 0.7734

b) La probabilidad de que los rendimientos esperados se encuentren en un intervalo $[a,b]$ (fig 5.1.4. b)

$$P[a \leq x \leq b] = F(b) - F(a)$$

Ejemplo:

¿Cual es la probabilidad de que los rendimientos esperados se

encuentren entre 25 y 50 (millones de pesos), $\mu=35, \sigma^2=100$.

$$Z_1 = \frac{25-35}{10} = -\frac{10}{10} = -1$$

$$Z_2 = \frac{50-35}{10} = \frac{15}{10} = 1.5$$

Buscando en tablas

$$F_N(-1) = 1 - F_N(1) = 1 - 0.7734 = 0.2266$$

$$F_N(1.5) = 0.9332$$

$$P\{25 \leq X \leq 50\} = F(50) - F(25) = F_N(1.5) - F_N(-1) = 0.9332 - 0.2266 = 0.7066$$

c) La probabilidad de que los rendimientos sean por lo menos a , por lo menos b , por lo menos c ... (fig 5.1.4. c)

$$P\{a \geq x\} = 1 - F(a)$$

$$P\{b \geq x\} = 1 - F(b)$$

$$P\{c \geq x\} = 1 - F(c)$$

Puede crearse una función que refleje este comportamiento

Por ejemplo:

¿Cual es la probabilidad de que los rendimientos esperados sean mayores a? Si se distribuye normalmente con parámetros $\mu=20$ y

$$\sigma^2=100$$

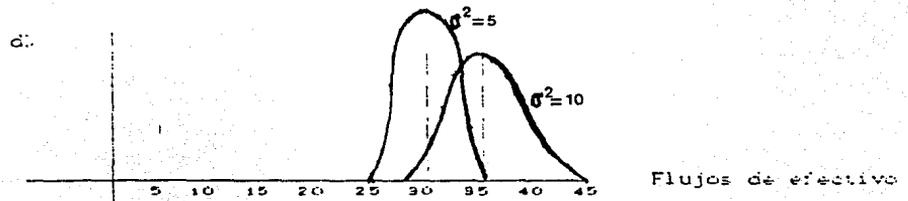
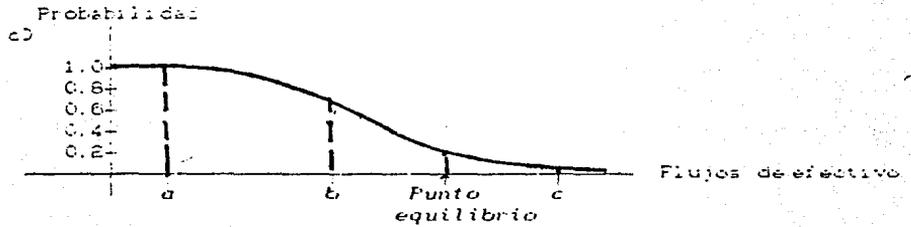
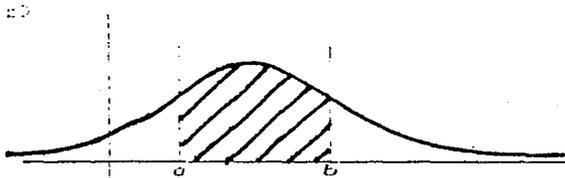
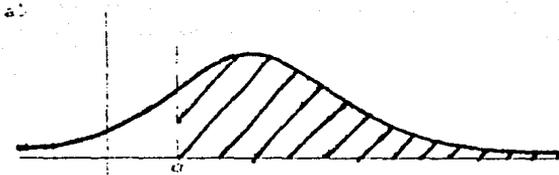
Calculemos algunos valores

$$P\{5 \geq x\} = 1 - P\{x < 5\} = 1 - F_N\left\{\frac{5-20}{10}\right\} = 1 - F_N(-1.5) = 1 - (1 - 0.9332) = 0.9332$$

$$P\{10 \geq x\} = 1 - P\{x < 10\} = 1 - F_N\left\{\frac{10-20}{10}\right\} = 1 - F_N(-1) = 1 - (1 - 0.8413) = 0.8413$$

$$P\{20 \geq x\} = 1 - P\{x < 20\} = 1 - F_N\left\{\frac{20-20}{10}\right\} = 1 - F_N(0) = (1 - 0.5) = 0.5000$$

FIGURA E.1.4



$$P[30 \geq x] = 1 - P[x < 30] = 1 - FN\left(\frac{30-20}{10}\right) = 1 - FN(1) = (1 - 0.8413) = 0.1587$$

$$P[40 \geq x] = 1 - P[x < 40] = 1 - FN\left(\frac{40-20}{10}\right) = 1 - FN(2) = (1 - 0.9772) = 0.0228$$

y podemos entonces representar la función acumulativa (fig 5.1.5)

d) Comparación de proyectos para decisiones de inversión de acuerdo al riesgo (fig 5.1.4. d)

Hemos visto ya algunas probabilidades y medidas interesantes para ayudarnos a la toma de decisiones de inversión, son de gran utilidad en la comparación de proyectos mutuamente excluyentes.

Por ejemplo supongamos que tenemos dos proyectos A y B que se distribuyen normalmente con parámetros $\mu=30$, $\sigma^2=5$ y $\mu=35$, $\sigma^2=10$ respectivamente, ambos tienen un costo de 30 (en millones) ¿Cuál es más conveniente ?

Si analizamos primeramente los rendimientos esperados y la desviación estandar.

$$E_A(X) = 30$$

$$E_B(X) = 35$$

$$E_A(X) < E_B(X)$$

$$\sigma_A = \sqrt{5}$$

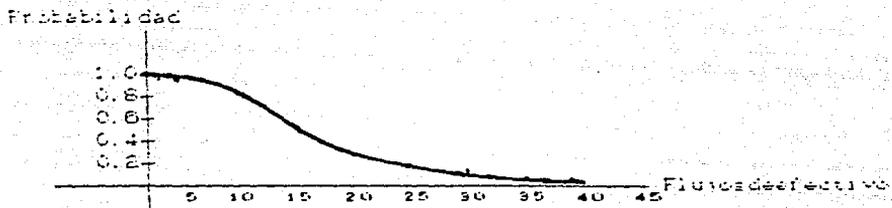
$$\sigma_B = \sqrt{10}$$

$$\sigma_A < \sigma_B$$

Podemos constatar que los rendimientos esperados son mayores para el proyecto B que para el proyecto A, sin embargo, la desviación estandar también es mayor lo que implicaría un mayor riesgo.

Podemos calcular también algunas probabilidades interesantes, por ejemplo, la probabilidad de que los proyectos sean mayores al punto de equilibrio.

FIGURA E.1.5



$$P_A[30 \geq X] = 1 - F_N\left(\frac{30-30}{\sqrt{5}}\right) = 1 - F_N(0) = 1 - 0.5 = 0.5$$

$$P_B[30 \geq X] = 1 - F_N\left(\frac{30-35}{\sqrt{10}}\right) = 1 - F_N(-1.58) = 1 - [1 - F_N(1.58)] = 0.1145$$

La probabilidad de que el proyecto A sea mayor a su punto de equilibrio es mayor que la del proyecto B.

Podríamos quizá calcular la probabilidad de que los rendimientos esperados se encuentren en un determinado intervalo interesante para la empresa, también la gráfica acumulativa, pero debemos estar conscientes de que todos estos cálculos solo nos ayudan a la toma de decisión, no nos resuelven el problema, la elección dependerá también de las necesidades de la empresa, de la aversión al riesgo del administrador financiero, etc., sin embargo, con los datos obtenidos del problema anterior quizá sería mejor optar por el proyecto A, pues a pesar de que el proyecto B tiene mayores rendimientos esperados, el proyecto A presenta una desviación estandar menor y además la probabilidad de llegar al punto de equilibrio es mayor.

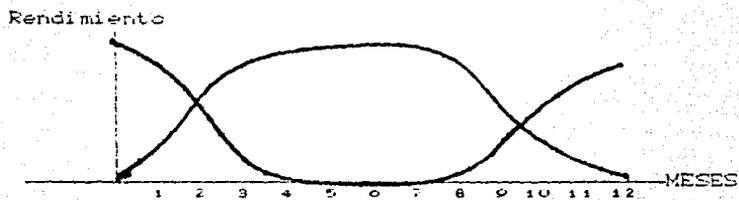
ANALISIS DEL RIESGO EN CARTERAS DE INVERSION

Normalmente en una empresa, no se emprenden inversiones aisladas, sino que se invierten varios activos al mismo tiempo, a este conjunto se le llama cartera de inversión, dependiendo como se comporten unos con relación a los otros el riesgo puede disminuir.

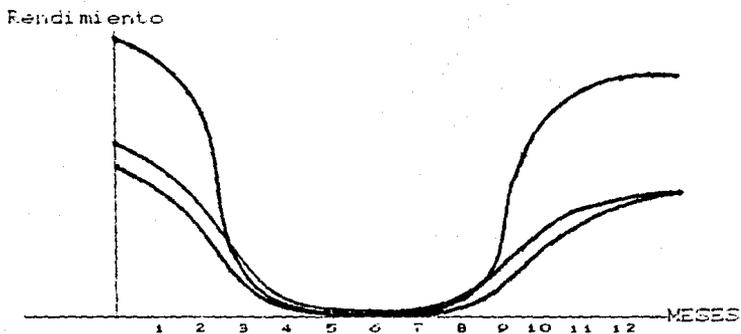
Es decir, imaginemos un caso muy simple, una fábrica que produce

FIGURA 5.2.1

a)



b)



solamente sweaters tiene sus temporadas altas cuando hace frío, pero en tiempo de calor el riesgo será alto. Sin embargo si esta misma fábrica decide también elaborar blusas de hilasa el riesgo de la cartera disminuirá pues justamente estas se venderán cuando hace calor. La empresa tendrá de esta manera rendimientos más estables, pues mientras hace calor venderá blusas y mientras hace frío venderá sweaters. (fig. 5.2.1 a) además se protege de eventualidades, por ejemplo, de que por alguna razón climatologica no hiciera frío en los periodos acostumbrados etc.

Ahora bien, supongamos que la empresa en vez de dedicarse a blusas decide extender la marca fabricando chamarras de piel, podemos ver que la diversificación no disminuirá el riesgo, pues las distribuciones de ambos rendimientos se comportan de la misma manera. (fig 5.2.1. b)

Otro ejemplo podría ser la cartera de una agencia de viajes, ésta se dedica a viajes tanto nacionales como internacionales, mientras la economía del país está en auge los viajes internacionales tienen gran demanda pero si entra en crisis, la empresa se dedica más a la promoción de paquetes baratos.

Ya hemos analizado el riesgo de una inversión aislada ahora simplemente extenderemos los conceptos vistos anteriormente para varias inversiones.

Antes de dedicarnos a medir el riesgo nos vamos a detener un poquito en la relación que existe entre las diferentes inversiones de la cartera.

Necesitamos alguna medida que nos indique que tan independientes son unas de otras .

Limitémonos a dos inversiones .

Podemos utilizar la propiedad de la covarianza.

$$\text{Cov}(x,y) = E[(x-E(x))(y-E(y))]$$

Propiedad: X, Y son independientes $\Rightarrow \text{cov}(X, Y) = 0$

pero no nos da una medida de la relación, podemos entonces emplear el coeficiente de correlación.

$$\rho = \frac{\text{cov}(x,y)}{\sqrt{\sigma_x^2 \cdot \sigma_y^2}}$$

Este se define como la covarianza entre el producto de las desviaciones estandares de ambos proyectos

Además

1) x, y independientes $\Rightarrow \rho_{xy} = 0$

2) $-1 \leq \rho_{xy} \leq 1$

3) $\rho_{xy} = 1$ ó $-1 \Rightarrow x, y$ están linealmente relacionados

ie. $\exists a \neq 0$ y $b \rightarrow x = ay + b$

Si existe una correlación negativa el riesgo disminuirá por el efecto de cartera, y entre más se acerque a -1 existirá una mayor estabilidad en los rendimientos .

Si es igual a 0, simplemente no están correlacionados los proyectos, sin embargo para la empresa también es aconsejable tener proyectos totalmente independientes, pero si se tiene una correlación positiva la diversificación no reduce el riesgo.

VALOR ESPERADO EN UNA CARTERA

Conociendo el valor esperado de cada inversión aislada es muy sencillo encontrar el valor de la cartera. Pues gracias a la propiedad de linealidad de la esperanza.

$$EC \sum_{k=1}^n X_k = \sum_{k=1}^n EC X_k$$

En el caso particular de las inversiones ponderamos rendimientos esperados de acuerdo a la proporción invertida en cada uno de ellos del total de los fondos.

$$E(R_p) = \sum_{j=1}^n W_j \cdot R_j$$

Si $n=2$

$$E(R_p) = W_1 R_1 + W_2 R_2$$

DESVIACION ESTANDAR

De la misma manera la linealidad de la esperanza nos sirve para obtener la fórmula de las desviación estandar para una cartera.

$$Var \left[\sum_{k=1}^n X_k \right] = \sum_{k=1}^n Var[X_k] + 2 \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n Cov[X_k, X_j]$$

En específico analizaremos el caso de 2 variables

$$\begin{aligned}\text{Var}(X_1+X_2) &= E[(X_1+X_2+E(X_1+X_2))]^2 = E[(X_1+E(X_1)) + (X_2+E(X_2))]^2 \\ &= E[(X_1+E(X_1))^2 + 2(X_1+E(X_1))(X_2+E(X_2)) + (X_2+E(X_2))^2] \\ &= E(X_1+E(X_1))^2 + 2E(X_1+E(X_1))(X_2+E(X_2)) + E(X_2+E(X_2))^2 \\ &= \text{Var}X_1 + 2\text{Cov}X_1X_2 + \text{Var}X_2\end{aligned}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{X_1}^2 + \sigma_{X_2}^2 + 2\text{Cov}_{X_1X_2}}$$

Para el caso de decisiones de inversión utilizamos las proporciones en que se distribuyen los fondos.

$$\sigma = \sqrt{w^2 \sigma_{X_1}^2 + (1-w)^2 \sigma_{X_2}^2 + 2w(1-w)\rho_{X_1X_2} \sigma_{X_1} \sigma_{X_2}}$$

ANEXO 1

PRESUPUESTOS DE CAPITAL DE LA EMPRESA DE PRENSAS DE METAL

PRESUPUESTO DE CAPITAL

Proyecto: Sustitución Fresa H200 (5 Años de antigüedad) por fresa H200

1 Costo del proyecto

Inversión en el nuevo proyecto	40,000,000.00
Menos ingresos por la máquina antigua	(13,000,000.00)
Efectos Fiscales	<u>2,310,000.00</u>
Costo del proyecto	<u><u>29,310,000.00</u></u>

2. Cálculo de los beneficios anuales

Ventas

Menos costos	
Ingreso Neto de efectivo de la operación	<u>18,000,000.00</u>
Menos Impuestos (T=.42)	<u>7,560,000.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	10,440,000.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	<u>714,000.00</u>
Flujos Netos de Efectivo	<u><u>11,154,000.00</u></u>

3. Utilización del método (VAN)

Valor presente de los flujos de efectivo	21,921,145.15
Valor presente esperado de recuperación	<u>173,415.29</u>
Valor presente de los beneficios	22,094,560.44
Menos costo del proyecto	<u>29,310,000.00</u>
Valor Presente Neto	<u><u>(7,215,439.56)</u></u>

PRESUPUESTO DE CAPITAL

Proyecto: Sustitución Torno Tour por Torno T-100

1 Costo del proyecto

Inversión en el nuevo proyecto	35,000,000.00
Menos ingresos por la máquina antigua	C 1,000,000.00
Efectos Fiscales	<u>420,000.00</u>
Costo del proyecto	<u><u>34,420,000.00</u></u>

2. Cálculo de los beneficios anuales

Ventas	
Menos costos	
Ingreso Neto de efectivo de la operación	14,580,000.00
Menos Impuestos (T=.42)	<u>6,123,600.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	8,456,400.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	<u>1,260,000.00</u>
Flujos Netos de Efectivo	<u><u>9,716,400.00</u></u>

3. Utilización del método (VAN)

Valor presente de los flujos de efectivo	19,095,805.52
Valor presente esperado de recuperación	<u>86,707.64</u>
Valor presente de los beneficios	19,182,513.17
Menos costo del proyecto	<u>34,420,000.00</u>
Valor Presente Neto	<u><u>(15,237,486.83)</u></u>

PRESUPUESTO DE CAPITAL

Proyecto: Sustitución Torno Tour por Torno T-500

1 Costo del proyecto

Inversión en el nuevo proyecto	25,000,000.00
Menos ingresos por la máquina antigua	(1,000,000.00)
Efectos Fiscales	<u>420,000.00</u>
Costo del proyecto	<u><u>24,420,000.00</u></u>

2. Cálculo de los beneficios anuales

Ventas

Menos costos

Ingreso Neto de efectivo de la operación	14,580,000.00
Menos Impuestos (T=.42)	<u>6,123,600.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	8,456,400.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(TD)(DEP)]	<u>840,000.00</u>
Flujos Netos de Efectivo	<u><u>9,296,400.00</u></u>

3. Utilización del método (VAN)

Valor presente de los flujos de efectivo	18,270,372.40
Valor presente esperado de recuperación	<u>86,707.64</u>
Valor presente de los beneficios	18,357,080.04
Menos costo del proyecto	<u>24,420,000.00</u>
Valor Presente Neto	<u><u>(6,062,919.96)</u></u>

PRESUPUESTO DE CAPITAL

Proyecto: Sustitución Torno 1250 por (10 años anti.) por Torno 1500

1 Costo del proyecto

Inversión en el nuevo proyecto	25,000,000.00
Menos ingresos por la máquina antigua	C 4,000,000.00
Efectos Fiscales	<u>840,000.00</u>
Costo del proyecto	<u><u>21,840,000.00</u></u>

2. Cálculo de los beneficios anuales

Ventas

Menos costos	
Ingreso Neto de efectivo de la operación	14,580,000.00
Menos Impuestos (T=.42)	<u>6,123,600.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	8,456,400.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	<u>714,000.00</u>
Flujos Netos de Efectivo	<u><u>9,170,400.00</u></u>

3. Utilización del método (VAND)

Valor presente de los flujos de efectivo	18,022,742.10
Valor presente esperado de recuperación	<u>86,707.64</u>
Valor presente de los beneficios	18,109,449.74
Menos costo del proyecto	<u>21,840,000.00</u>
Valor Presente Neto	<u><u>C 3,730,550.26</u></u>

PRESUPUESTO DE CAPITAL

Proyecto: Sustitución Torno 1250 por (5 años anti.) por Torno T100

1 Costo del proyecto

Inversión en el nuevo proyecto	35,000,000.00
Menos ingresos por la máquina antigua	(8,000,000.00)
Efectos Fiscales	<u>420,000.00</u>
Costo del proyecto	<u><u>27,420,000.00</u></u>

2. Cálculo de los beneficios anuales

Ventas

Menos costos

Ingreso Neto de efectivo de la operación	14,580,000.00
Menos Impuestos (T=.42)	<u>5,123,600.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	8,456,400.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	<u>1,008,000.00</u>
Flujos Netos de Efectivo	<u><u>9,464,400.00</u></u>

3. Utilización del método (VAND)

Valor presente de los flujos de efectivo	18,600,545.27
Valor presente esperado de recuperación	<u>86,707.64</u>
Valor presente de los beneficios	18,687,252.91
Menos costo del proyecto	<u>27,420,000.00</u>
Valor Presente Neto	<u><u>(8,732,747.09)</u></u>

PRESUPUESTO DE CAPITAL

Proyecto: Sustitución Torno 1250por (5 años anti.) por Torno T500

1 Costo del proyecto

Inversión en el nuevo proyecto	25,000,000.00
Menos ingresos por la máquina antigua	(8,000,000.00)
Efectos Fiscales	<u>420,000.00</u>
Costo del proyecto	<u><u>17,420,000.00</u></u>

2. Cálculo de los beneficios anuales

Ventas

Menos costos	
Ingreso Neto de efectivo de la operación	14,580,000.00
Menos Impuestos (T=.42)	<u>6,123,600.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	8,456,400.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(TD)(DEP)]	<u>588,000.00</u>
Flujos Netos de Efectivo	<u><u>9,044,400.00</u></u>

3. Utilización del método (VAN)

Valor presente de los flujos de efectivo	17,775,112.17
Valor presente esperado de recuperación	<u>86,707.64</u>
Valor presente de los beneficios	17,861,819.81
Menos costo del proyecto	<u>17,420,000.00</u>
Valor Presente Neto	<u><u>441,819.81</u></u>

PRESUPUESTO DE CAPITAL

Proyecto: Sustitución Torno 225 por Torno T100

1 Costo del proyecto

Inversión en el nuevo proyecto	35,000,000.00
Menos ingresos por la máquina antigua	(16,000,000.00)
Efectos Fiscales	<u> (280,000.14)</u>
Costo del proyecto	<u><u>18,719,999.86</u></u>

2.Cálculo de los beneficios anuales

Ventas

Menos costos

Ingreso Neto de efectivo de la operación	14,580,000.00
Menos Impuestos (T=.42)	<u> 6,123,600.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	8,456,400.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	<u> 793,333.38</u>
Flujos Netos de Efectivo	<u><u>9,249,733.38</u></u>

3. Utilización del método (VAND)

Valor presente de los flujos de efectivo	18,178,657.33
Valor presente esperado de recuperación	<u> 86,707.64</u>
Valor presente de los beneficios	18,265,364.97
Menos costo del proyecto	<u> 18,719,999.86</u>
Valor Presente Neto	<u><u>(454,634.88)</u></u>

PRESUPUESTO DE CAPITAL

Proyecto: Expansión Fresa H200

1 Costo del proyecto

Inversión en el nuevo proyecto	40,000,000.00
Menos ingresos por la máquina antigua	0
Efectos Fiscales	0
Costo del proyecto	40,000,000.00

2. Cálculo de los beneficios anuales

Ventas	
Menos costos	
Ingreso Neto de efectivo de la operación	18,000,000.00
Menos Impuestos (T= .42)	7,560,000.00
Ingreso de operación después de impuestos	10,440,000.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(TD)(DEP)]	1,260,000.00
Flujos Netos de Efectivo	11,700,000.00

3. Utilización del método (VAN)

Valor presente de los flujos de efectivo	22,994,207.73
Valor presente esperado de recuperación	173,415.29
Valor presente de los beneficios	23,167,623.02
Menos costo del proyecto	40,000,000.00
Valor Presente Neto	(16,832,376.98)

PRESUPUESTO DE CAPITAL

Proyecto: Expansión Fresa H400

1 Costo del proyecto

Inversión en el nuevo proyecto	45,000,000.00
Menos ingresos por la máquina antigua	0
Efectos Fiscales	<u>0</u>
Costo del proyecto	<u><u>45,000,000.00</u></u>

2. Cálculo de los beneficios anuales

Ventas

Menos costos

Ingreso Neto de efectivo de la operación	18,000,000.00
Menos Impuestos (T=.42)	<u>7,560,000.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	10,440,000.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	<u>1,575,000.00</u>
Flujos Netos de Efectivo	<u><u>12,015,000.00</u></u>

3. Utilización del método (VAN)

Valor presente de los flujos de efectivo	23,844,792.46
Valor presente esperado de recuperación	<u>0</u>
Valor presente de los beneficios	23,844,792.46
Menos costo del proyecto	<u>45,000,000.00</u>
Valor Presente Neto	<u><u>(21,155,207.54)</u></u>

PRESUPUESTO DE CAPITAL

Proyecto: Expansión Fresa H5900

1 Costo del proyecto

Inversión en el nuevo proyecto	25,000,000.00
Menos ingresos por la máquina antigua	0
Efectos Fiscales	0
Costo del proyecto	<u>25,000,000.00</u>

2. Cálculo de los beneficios anuales

Ventas

Menos costos	<u> </u>
Ingreso Neto de efectivo de la operación	18,000,000.00
Menos Impuestos (T=.42)	<u>7,560,000.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	10,440,000.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	<u>315,000.00</u>
Flujos Netos de Efectivo	<u>10,755,000.00</u>

3. Utilización del método (VAN)

Valor presente de los flujos de efectivo	21,503,531.33
Valor presente esperado de recuperación	<u>3,007.28</u>
Valor presente de los beneficios	21,506,538.62
Menos costo del proyecto	<u>25,000,000.00</u>
Valor Presente Neto	<u>(3,493,461.38)</u>

PRESUPUESTO DE CAPITAL

Proyecto: Expansión Torno T100

1 Costo del proyecto

Inversión en el nuevo proyecto	35,000,000.00
Menos ingresos por la máquina antigua	0
Efectos Fiscales	0
	0
Costo del proyecto	35,000,000.00

2. Cálculo de los beneficios anuales

Ventas

Menos costos

Ingreso Neto de efectivo de la operación	14,580,000.00
Menos Impuestos (T=.42)	6,123,500.00
	8,456,400.00
Ingreso de operación después de impuestos	8,456,400.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	1,260,000.00
	9,716,400.00
Flujos Netos de Efectivo	9,716,400.00

3. Utilización del método (VAN)

Valor presente de los flujos de efectivo	19,095,805.13
Valor presente esperado de recuperación	86,707.64
	19,182,512.77
Valor presente de los beneficios	19,182,512.77
Menos costo del proyecto	35,000,000.00
	(15,817,487.23)
Valor Presente Neto	(15,817,487.23)

PRESUPUESTO DE CAPITAL

Proyecto: Expansión tornos T500

1 Costo del proyecto

Inversión en el nuevo proyecto	25,000,000.00
Menos ingresos por la máquina antigua	0
Efectos Fiscales	0
Costo del proyecto	<u>25,000,000.00</u>

2. Cálculo de los beneficios anuales

Ventas

Menos costos

Ingreso Neto de efectivo de la operación	14,580,000.00
Menos Impuestos (T= .42)	<u>6,123,500.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	8,456,400.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	<u>840,000.00</u>
Flujos Netos de Efectivo	<u>9,296,400.00</u>

3. Utilización del método (VAN)

Valor presente de los flujos de efectivo	18,270,372.03
Valor presente esperado de recuperación	<u>86,707.64</u>
Valor presente de los beneficios	18,357,079.67
Menos costo del proyecto	<u>25,000,000.00</u>
Valor Presente Neto	<u>(6,642,920.33)</u>

PRESUPUESTO DE CAPITAL

Proyecto: Expansión Cepillo C10

1 Costo del proyecto

Inversión en el nuevo proyecto	15,000,000.00
Menos ingresos por la máquina antigua	0
Efectos Fiscales	0
Costo del proyecto	15,000,000.00

2. Cálculo de los beneficios anuales

Ventas	
Menos costos	
Ingreso Neto de efectivo de la operación	13,800,000.00
Menos Impuestos (T= .42)	5,796,000.00
Ingreso de operación después de impuestos	8,004,000.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(D)(DEP)]	630,000.00
Flujos Netos de Efectivo	8,634,000.00

3. Utilización del método (VAN)

Valor presente de los flujos de efectivo	16,968,546.11
Valor presente esperado de recuperación	0
Valor presente de los beneficios	16,968,546.11
Menos costo del proyecto	15,000,000.00
Valor Presente Neto	1,968,546.11

PRESUPUESTO DE CAPITAL

Proyecto: Expansión Cepillo C1100

1 Costo del proyecto

Inversión en el nuevo proyecto	15,000,000.00
Menos ingresos por la máquina antigua	0
Efectos Fiscales	0
Costo del proyecto	15,000,000.00

2. Cálculo de los beneficios anuales

Ventas

Menos costos	
Ingreso Neto de efectivo de la operación	13,800,000.00
Menos Impuestos (T=.42)	5,796,000.00
Ingreso de operación después de impuestos	8,004,000.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	546,000.00
Flujos Netos de Efectivo	8,550,000.00

3. Utilización del método (VAN)

Valor presente de los flujos de efectivo	16,803,459.50
Valor presente esperado de recuperación	34,683.50
Valor presente de los beneficios	16,838,143.00
Menos costo del proyecto	15,000,000.00
Valor Presente Neto	1,838,143.00

PRESUPUESTO DE CAPITAL

Proyecto: Expansión Cepillo CS20

1 Costo del proyecto

Inversión en el nuevo proyecto	18,000,000.00
Menos ingresos por la máquina antigua	0
Efectos Fiscales	0
Costo del proyecto	18,000,000.00

2. Cálculo de los beneficios anuales

Ventas

Menos costos

Ingreso Neto de efectivo de la operación	13,800,000.00
Menos Impuestos (T= .42)	5,796,000.00
Ingreso de operación después de impuestos	8,004,000.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(TD)(DEP)]	756,000.00
Flujos Netos de Efectivo	8,760,000.00

3. Utilización del método (VAN)

Valor presente de los flujos de efectivo	17,216,176.04
Valor presente esperado de recuperación	0
Valor presente de los beneficios	17,216,176.04
Menos costo del proyecto	18,000,000.00
Valor Presente Neto	(783,823.95)

PRESUPUESTO DE CAPITAL

Proyecto: Expansión Cepillo C100-1

1 Costo del proyecto

Inversión en el nuevo proyecto	16,000,000.00
Menos ingresos por la máquina antigua	0
Efectos Fiscales	0
Costo del proyecto	16,000,000.00

2. Cálculo de los beneficios anuales

Ventas

Menos costos	
Ingreso Neto de efectivo de la operación	13,800,000.00
Menos Impuestos (T= .42)	5,796,000.00
Ingreso de operación después de impuestos	8,004,000.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	672,000.00
Flujos Netos de Efectivo	8,676,000.00

3. Utilización del método (VAN)

Valor presente de los flujos de efectivo	17,051,089.42
Valor presente esperado de recuperación	0
Valor presente de los beneficios	17,051,089.42
Menos costo del proyecto	16,000,000.00
Valor Presente Neto	1,051,089.42

PRESUPUESTO DE CAPITAL

Proyecto: Sustitución toda la maquinaria por centro de maquinado de control numérico.

1 Costo del proyecto

Inversión en el nuevo proyecto	2,000,000,000.00
Menos ingresos por la máquina antigua	0
Efectos Fiscales	0
Costo del proyecto	<u>2,000,000,000.00</u>

2. Cálculo de los beneficios anuales

2.1 Beneficios anuales 1er año

Ventas	450,000,000.00
Menos costos	<u>172,800,000.00</u>
Ingreso Neto de efectivo de la operación	277,200,000.00
Menos Impuestos (T=.42)	<u>116,424,000.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	160,776,000.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	<u>16,800,000.00</u>
Flujos Netos de Efectivo	<u>177,576,000.00</u>

2.2 Beneficios anuales 2º año

Ventas	945,000,000.00
Menos costos	<u>362,880,000.00</u>
Ingreso Neto de efectivo de la operación	582,120,000.00
Menos Impuestos (T=.42)	<u>244,490,400.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	337,629,600.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	<u>16,800,000.00</u>
Flujos Netos de Efectivo	<u><u>354,429,600.00</u></u>

2.3 Beneficios anuales 3er año

Ventas	1,489,500,000.00
Menos costos	<u>571,968,000.00</u>
Ingreso Neto de efectivo de la operación	917,532,000.00
Menos Impuestos (T=.42)	<u>385,363,440.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	532,168,560.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	<u>16,800,000.00</u>
Flujos Netos de Efectivo	<u><u>548,968,560.00</u></u>

2.4 Beneficios anuales 4° año

Ventas	2,088,450,000.00
Menos costos	<u>801,964,800.00</u>
Ingreso Neto de efectivo de la operación	1,286,485,200.00
Menos impuestos (T=0.42)	<u>540,323,784.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	746,161,416.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	<u>16,800,000.00</u>
Flujos Neto de Efectivo	<u>762,961,416.00</u>

2.5 Beneficios anuales 5° año

Ventas	2,747,250,000.00
Menos costos	<u>1,054,944,000.00</u>
Ingreso Neto de efectivo de la operación	1,692,306,000.00
Menos impuestos (T=0.42)	<u>710,768,520.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	981,537,480.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	<u>16,800,000.00</u>
Flujos Neto de Efectivo	<u>998,337,480.00</u>

2.6 Beneficios anuales 6° año

Ventas	3,471,900.000.00
Menos costos	<u>1,333,209.600.00</u>
Ingreso Neto de efectivo de la operación	2,138,690.400.00
Menos impuestos (T=0.42)	<u>898,249.968.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	1,240,440.432.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	<u>16,800.000.00</u>
Flujos Neto de Efectivo	<u>1,257,240.432.00</u>

2.7 Beneficios anuales 7° año

Ventas	4,269,150.000.00
Menos costos	<u>1,639,353.600.00</u>
Ingreso Neto de efectivo de la operación	2,629,796.400.00
Menos impuestos (T=0.42)	<u>1,104,514.488.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	1,525,281.912.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	<u>16,800.000.00</u>
Flujos Neto de Efectivo	<u>1,542,081.912.00</u>

2.2 Beneficios anuales 8º año

Ventas	5,146,050,000.00
Menos costos	<u>1,976,083,200.00</u>
Ingreso Neto de efectivo de la operación	3,169,966,800.00
Menos impuestos (T=0.42)	<u>1,331,386,056.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	1,838,580,744.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	<u>16,000,000.00</u>
Flujos Neto de Efectivo	<u>1,855,380,744.00</u>

2.2 Beneficios anuales 9º año

Ventas	6,110,700,000.00
Menos costos	<u>2,346,508,800.00</u>
Ingreso Neto de efectivo de la operación	3,764,191,200.00
Menos impuestos (T=0.42)	<u>1,580,960,304.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	2,183,230,896.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(T)(DEP)]	<u>16,000,000.00</u>
Flujos Neto de Efectivo	<u>2,200,030,896.00</u>

2.10 Beneficios anuales 10º año

Ventas	6,750,000,000.00
Menos costos	<u>2,592,000,000.00</u>
Ingreso Neto de efectivo de la operación	4,158,000,000.00
Menos impuestos (T=0.42)	<u>1,746,360,000.00</u>
Ingreso de operación después de impuestos	2,211,640,000.00
Beneficio fiscal proveniente de la depreciación [(TD)(DEP)]	<u>15,800,000.00</u>
Flujos Neto de Efectivo	<u>2,428,440,000.00</u>

3. Utilización del método (VAN)

Valor presente de los flujos de efectivo	1,177,043,824.00
Valor esperado de recuperación	<u>39,602.00</u>
Valor presente de los beneficios	1,177,083,426.00
Menos costo del proyecto	<u>2,000,000,000.00</u>
Valor presente Neto	(822,916,574.00)