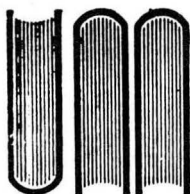


No. B.
18 Mayo 99
W. H. H.

UNIVERSIDAD DE MONTERREY
DIVISION DE
CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS



UNIVERSIDAD
DE MONTERREY

clarif
040.668
G934 m
1979

título

MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE
INVERSIONES DE CAPITAL EN ACTIVOS PERMANENTES

REPORTE DEL PROGRAMA DE EVALUACION FINAL
QUE PRESENTA

autor →

RODRIGO GUERRA PAEZ
EN OPCION AL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO ADMINISTRADOR

MONTERREY, N.L.

MAYO DE 1979.

folio 801058

BIBLIOTECA UNIVERSIDAD DE MONTERREY

I N D I C E

CAPITULO I

INTRODUCCION	1
IMPORTANCIA DE SU USO EN LA TOMA DE DECISIONES DE INGENIEROS Y ADMINISTRADORES	3

CAPITULO II

LA PROBLEMÁTICA DE LAS DECISIONES DE INVERSIÓN	6
METODOLOGÍA DE LOS ESTUDIOS DE PROYECTOS DE INVERSIÓN	7

CAPITULO III

CONCEPTOS ESENCIALES PARA MANEJAR INFORMACIÓN EN EL ANÁLISIS DE PROYECTOS	11
a) TASA MÍNIMA ATRACTIVA DE RENDIMIENTO	11
b) COSTO DE CAPITAL	12
c) FÓRMULAS DE INTERÉS COMPUESTO	13
d) FLUJOS DE EFECTIVO	18
e) MONTO DE LO INVERTIDO	20
f) FENÓMENO INFLACIONARIO	21
g) VIDA DEL PROYECTO	23

CAPITULO IV

MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DE CAPITAL	25
---	----

a) PERIODO DE PAGO (PAY BACK)	27
b) TASA DE RENDIMIENTO CONTABLE (ROI)	29
c) VALOR PRESENTE NETO (VPN)	30
d) TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR)	32
APLICACION	
CAPITULO V	
RIESGO E INCERTIDUMBRE	45
MEDICION DEL RIESGO	46
a) METODO INFORMAL	51
b) TASA DE DESCUENTO AJUSTADA POR RIESGO	51
c) ANALISIS DE SENSIBILIDAD	53
d) ANALISIS DE SIMULACION MONTE-CARLO	54
ANEXO	56
CONCLUSIONES	63
BIBLIOGRAFIA	77

QUIERO AGRADECER

A MIS PADRES

SR. HORACIO GUERRA GARCIA

SRA. IRMA PAEZ DE GUERRA

POR HABER HECHO POSIBLE
QUE MIS SUEÑOS FUERAN
UNA REALIDAD.

A MIS HERMANOS

HORACIO, ROSA MARIA, HERNANDO,
MATILDE MAGDALENA, BERNARDO
Y SONIA, POR EL APOYO QUE
SIEMPRE ME HAN BRINDADO.

A TODOS MIS MAESTROS
Y AMIGOS, CON
RESPECTO Y ESTIMACION

P R O L O G O

Actualmente, la humanidad se enfrenta a grandes problemas, tales como: la escasez de alimentos y energéticos, -- desempleo y otros. Las perspectivas son pesimistas; los expertos estiman que los problemas seguirán haciéndose mayores.

Considero que un incremento en la eficiencia empresarial contribuirá a solucionar o disminuir los problemas mencionados. Debido a eso, los profesionistas estamos obligados a ser "instrumentos" que ayuden a mejorar tal eficiencia. Una de las formas en que un profesionista contribuye a lo anterior, es ayudar a la empresa a efectuar la inversión óptima de los recursos con los que la misma pueda contar.

Con base en los conocimientos recibidos de mis maestros de la carrera de INGENIERO QUIMICO ADMINISTRADOR DE LA UNIVERSIDAD DE MONTERREY y en investigaciones que he efectuado, estoy presentando ante el H. Jurado, mi estudio sobre -- "Métodos de Evaluación de Proyectos de Inversión de Capital en Activos Permanentes", mismo que espero sea juzgado con benevolencia, considerando mi escasa experiencia profesional.

RODRIGO GUERRA PAEZ

C A P I T U L O I

I N T R O D U C C I O N

Reconocer la existencia de recursos escasos enfrentados a las múltiples necesidades de la empresa, conduce a esfuerzos de parte de los administradores de la misma al uso de herramientas que los ayuden en la toma de decisiones.

Los recursos con que las empresas de negocios operan en el logro de sus objetivos, pueden ser: físicos, humanos y económicos. Dado que el éxito de estas empresas se basa en el adecuado uso de sus recursos, podemos apreciar principalmente en las medianas y grandes empresas, algunas áreas que se especializan en su administración, como lo son: recursos humanos, mantenimiento y finanzas.

Al hablar del recurso económico en la empresa se está implicando con ello el área de finanzas. La función de finanzas tiene como objetivo general la consecución de fondos y la aplicación de éstos en la empresa.

El tema de este trabajo se relaciona con los métodos que se utilizan para decidir entre las alternativas del uso del dinero en la empresa, específicamente en lo que se refiere a las inversiones en activos permanentes o fijos. Las decisiones de inversión en activos circulantes como lo son los inventarios de productos en proceso y terminados, las cuentas por

cobrar, el efectivo disponible, etc. requieren de estudios -- especiales tales como inventario óptimo, análisis de crédito, etc. que aunque muy importantes resultaría muy ambicioso cubrir en este proyecto.

La importancia de las decisiones de inversiones en activos permanentes y por lo tanto de los métodos de valuación -- de las diferentes alternativas de inversión, se valida en los siguientes comentarios extractados de la bibliografía consultada.

En el libro "La Administración de las Inversiones de Capital" de Robert G. Murdich y Donald D. Deming, afirman: "El valor de los activos de capital descansa en su capacidad para generar rendimientos, no en el costo de los activos. Este -- concepto es tan fundamental para la índole de una empresa con éxito que es sorprendente que en la actualidad numerosos ejecutivos lo ignoren. La incapacidad para administrar adecuadamente la calidad, la cantidad y la mezcla de los activos de la compañía, sólo puede llevar a la degradación progresiva -- del valor total de la empresa". (1)

Por otra parte John R. Canadá explica lo siguiente: "La aplicación de tales métodos (de valuación de proyectos) tiene una consideración de primer orden porque puede ahorrarse o -- perderse mucho en virtud de la opción elegida en particular -

en las decisiones usuales relativas a los proyectos de inversión. Es más, las decisiones acerca de estos proyectos son el factor que, tomado aisladamente, tiene la mayor trascendencia para determinar el éxito o el fracaso de las empresas". (2)

"Independientemente de quién haya de formular los análisis económicos o de quién tome las decisiones definitivas - - acerca de las inversiones, el desempeño acertado de estas funciones es factor vital para el progreso económico de nuestro país y del mundo, así como para el bienestar económico y aún para la supervivencia de las empresas particulares". (2)

IMPORTANCIA DE SU USO EN LA TOMA DE DECISIONES DE INGENIEROS Y ADMINISTRADORES

Podemos decir que la toma de decisión es la culminación de un previo proceso de análisis de la información existente para decidir un curso de acción de varios posibles, y que en todo proceso para decidir por una acción, el factor económico será de consideración relevante. Por esto, el uso de los métodos de valuación de inversiones resulta conveniente, o tal vez necesario en Ingenieros, Administradores y demás especialistas de otras ciencias en cuyos proyectos habrá muy probablemente requerimientos de inversión.

Quiero incluir las notas que aparecen en el libro de -

"Economía del Proyecto de Ingeniería" de H. G. Thuesen. W" J" Fabrycky, G. J. Thuesen, en las que muy certeramente sugieren y aún más, advierten a los ingenieros y a los que pretendemos serlo, el uso de técnicas de valuación económica de proyectos de inversión.

"La función normal de la Ingeniería es el mensaje de los elementos de un medio, el físico, para crear utilidad en un segundo campo, el económico. No obstante, los ingenieros se ven algunas veces limitados por la tendencia a no tomar en cuenta la posibilidad económica y con frecuencia se atemorizan en la práctica ante la necesidad de enfrentarse a situaciones en las que la acción ha de estar basada en estimativos y en su propio juicio. Sin embargo, el ingeniero moderno se está encontrando cada vez más en situaciones en las que su responsabilidad también incluye factores económicos. El enfoque de la Ingeniería de la solución de problemas se ha extendido hasta tal punto, que su éxito puede depender tanto de la capacidad para tratar los aspectos económicos, cómo depende de los aspectos físicos del medio total. El Ingeniero puede extender con facilidad su inerte habilidad de análisis, al análisis de los aspectos económicos que debe enfrentar en su vida profesional. Además, el Ingeniero que aspire a una posición creativa dentro de su carrera, encontrará que la habili-

dad en el análisis económico es de gran ayuda; el alto porcentaje de Ingenieros que se verán comprometidos eventualmente en actividades administrativas, encontrará además que tal capacitación es una necesidad". (3)

Y advierten, "si el Ingeniero decide limitarse a lo físico, es posible que se encuentre con quienes tienen en cuenta los factores económicos y sociales y son quienes de ese momento en adelante toman la iniciativa para la aplicación de la Ingeniería". (3)

C A P I T U L O I I

LA PROBLEMATICA DE LAS DECISIONES DE INVERSION

En análisis de proyectos se define el concepto de inversión como una inmovilización de recursos con la esperanza de recibir utilidades que paguen esa inversión y generen beneficios posteriores.

Las inversiones de capital tienen características que las distinguen y que por el impacto que tienen en el éxito o en el fracaso de la empresa, generan grandes problemas de decisión, regularmente en el nivel más alto de la organización. Estas características son las siguientes:

Rigidez.- Una vez hecha la inversión, difícilmente puede darse marcha atrás.

Liquidez.- (Facilidad de convertir un activo en dinero). Las inversiones se derivan de un intento de la empresa de lograr rentabilidad, en contraposición de mantener ese recurso accesible (activos circulantes), lo cual le da liquidez.

Grandes montos.- Normalmente las inversiones implican grandes sumas de dinero.

Incertidumbre.- Ya que los beneficios se presentan a largo plazo.

Metodología de los estudios de proyectos de inversión.

Mencioné en el Capítulo anterior que el análisis de proyectos de inversión forma parte de un proceso de toma de decisión, Este proceso y la ubicación de los métodos de valuación que detallaré en los capítulos siguientes, puede explicarse como sigue:

1.- Se siente una necesidad.- Esta etapa es simplemente el estímulo para iniciar un proceso.

2.- Se identifica el problema.- En esta etapa se trata de definir el problema, es decir, distinguir exactamente cuál es la inquietud o interrogante.

3.- Enunciado de objetivos y limitaciones. Es la expresión de las preferencias del tomador de decisiones y el marco dentro del cual se debe trabajar para escoger una alternativa. La definición de un proyecto y el resultado de su valuación - vistos a la luz de estos principios determinarán su atractivo.

4.- Búsqueda de información.- La información mejorará el entendimiento y predicciones de los eventos futuros.

5.- Se evalúan las alternativas.- En esta etapa los métodos de valuación de proyectos representan la herramienta a usar, las cuales las veremos en el capítulo siguiente.

6.- Se escoge una alternativa.- La que esté más de - -
acuerdo con nuestros objetivos y limitaciones.

7.- Se revisa el resultado.- Se trata de ver si lo obten
nido está de acuerdo con lo esperado.

Dentro del contexto general, la Metodología de Estudio
de Proyectos de Inversión puede estructurarse como sigue:

- 1.- Definición de cada uno de los proyectos de inversión.
- 2.- Determinación del costo de la obtención de recursos.
(Limitaciones).
- 3.- Análisis cuantitativo a la luz de los siguientes mé
todos. (Búsqueda de información y análisis):
 - a).- Período de pago o recuperación.
 - b).- Tasa de rendimiento contable, ROI.
 - c).- Valor presente neto.
 - d).- Tasa interna de rendimiento. TIR.
- 4.- Selección de los proyectos a realizar en función de
su rendimiento, urgencia, riesgo, etc.
- 5.- Sistematización de los proyectos de inversión (revi
sión de resultados), representa el control y el seguimiento de
proyectos.

Como se aprecia, además de considerarse el resultado del análisis cuantitativo, la selección de proyectos está basada en las necesidades de la empresa.

Bierman y Smidt en su libro de "The Capital Budgeting Decision" mencionan que cualquier esquema de control de inversiones debe estar basado sobre una clasificación de los distintos tipos de inversión y que ésta es importante por la necesidad que puede tener la empresa hacia un objetivo o un recurso en un momento dado.

A continuación presento algunos factores que pueden ser usados para clasificar inversiones de capital:

- 1.- Por la clase de recursos escasos, usados en las alternativas de inversión. Por ejemplo, si la inversión requiere importantes sumas de dinero, de espacio de planta, de tiempo, de personal ejecutivo, etc.
- 2.- Por la suma de cada uno de los recursos requeridos. Por ejemplo, podemos clasificar inversiones que requerirán menos de \$1.000,000, entre \$1.000,000 y -- \$10.000,000 y mayores de \$10.000,000.
- 3.- Por la forma en que los beneficios de la inversión son afectados por otras posibles inversiones. Algunas serán independientes, otras complementarias y -

otras necesarias entre sí.

- 4.- Por la forma en que los beneficios son recibidos. Algunas generan mayores ingresos pero serán muy -- riesgosas, otras mejorarán la moral de los emplea-- dos o eliminarán contaminación, etc...
- 5.- Por la relación que tienen los proyectos con el gi ro actual de la empresa. Diversificación, expan- - sión, integración vertical, etc.

Y muchos otros factores que pudieran considerarse según cada empresa en particular.

C A P I T U L O I I I

CONCEPTOS ESENCIALES PARA MANEJAR INFORMACION EN LOS ANALISIS DE PROYECTOS

Al trabajar con la evaluación económica de proyectos de inversión, debemos manejar la información de tal forma que -- consideremos solo la relevante a nuestro análisis y además, - que le demos el tratamiento adecuado.

A continuación presento un bosquejo de los conceptos -- más importantes en el uso de los métodos de evaluación para - luego referirme a ellos en el estudio de éstos y en la aplicación práctica de ambos.

TASA MINIMA ATRACTIVA DE RENDIMIENTO

Antes de aprobar un proyecto de inversión se debe comprobar que producirá una tasa de rendimiento y que esta tasa no - será inferior a la tasa mínima atractiva de rendimiento esta-- blecida en la empresa. El cálculo de esta tasa se basa en la oferta y la demanda de fondos para invertir.

El punto de vista más acertado en la realidad es que la demanda superará a la oferta, esto es, que existen en la empresa proyectos de inversión que demandan más fondos que los disponibles. Dado lo anterior, la tasa mínima atractiva de rendimiento de la empresa, será la del proyecto siguiente en - - atractivo económico que no se pueda llevar a cabo por falta -

de fondos (tasa de costo de oportunidad). Por otro lado, a la empresa no le conviene dejar proyectos atractivos, es por esto que elabora un presupuesto de capital, que considera los proyectos a largo plazo y las fuentes de fondos necesarias para satisfacerlos, de tal forma que la tasa mínima atractiva de rendimiento tienda a ser la de su costo de capital.

COSTO DE CAPITAL

George A. Taylor en su libro de Ingeniería Económica, explica el concepto de costo de capital con las ideas siguientes: "El usuario del capital debe satisfacer los deseos de utilidad del que lo proporciona. Esta obligación del usuario debe considerarse como su costo por usar el capital". (7)

Las empresas tienen tres fuentes básicas que son:

- Capital de deuda.- Fondos que provienen de préstamos de las Instituciones de Crédito.

- Capital de Reinversión.- Este tipo de capital se obtiene de la retención de utilidades en lugar de pagarlas como dividendos; incluye fondos asignados para retención en el negocio, como resultado de contabilizar la depreciación, fondos procedentes de la venta de activos y fondos provenientes de exceso de capital en trabajo.

Capital de nuevas acciones.- Es el capital obtenido me-

diante la venta de acciones adicionales.

Los costos del capital de las fuentes anteriores se ponderan para obtener un costo de capital al que tiende la tasa mínima atractiva de rendimiento de la empresa.

FORMULAS DE INTERES COMPUESTO

El costo de capital que es el pago de un interés por el uso del capital, nos lleva a considerar el valor cronológico del dinero, esto es, "sumas de dinero diferentes aplicadas en tiempos distintos pueden ser equivalentes". (5)

Existen diferentes formas de cargar o capitalizar el interés como lo es el interés simple, "no interés sobre interés", interés compuesto, "interés sobre interés". e interés continuo, que se capitaliza en un tiempo que tiende a cero. Dado que en la práctica, y por lo tanto, en los métodos de evaluación de inversiones, se utiliza el interés compuesto, a continuación presento las relaciones más importantes para manejar el dinero en el tiempo bajo ese tipo de interés.

a).- Dada la cantidad presente P , determinar su valor futuro S , al final de n períodos a un interés i .

- Al final del primer período

$$P + P_i = P (1+i)$$

- Al final del segundo período

$$P(1+i) + P(1+i) i = (1+i)(P+Pi) = P(1+i)^2$$

- Al final del tercer período,

$$P(1+i)^2 + P(1+i)^2 i = (1+i)^2 (P+Pi) = P(1+i)^3$$

- Por inducción la suma S al final del período n, será:

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

Ejemplo: determinar el valor futuro de \$1,000 al final del año 5 a un interés de 12%.

$$S = 1000 (1+0.12)^5 = 1000 (1.12)^5$$

$$S = \$ 1,762.34.$$

b).- Dada una cantidad futura S, determinar su valor presente n períodos antes considerando un interés i.

Despejando de la fórmula anterior, tenemos:

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

Ejemplo: ¿Qué cantidad se requiere invertir al 10% para obtener \$50,000 dentro de 5 años?

$$P = \frac{50,000}{(1+0.10)^5} = 31,046.06$$

$$P = \$31,046.06$$

c).- Dada una serie uniforme de pagos al final de cada período hasta el período n, determinar la cantidad acumulada al final del período n considerando una tasa de interés i.

- Usando la fórmula para determinar valores futuros y llamando a cada pago uniforme A, tenemos:

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

Si multiplicamos esta ecuación por (1+i) tenemos

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

Y si restamos ambas ecuaciones, obtenemos lo siguiente:

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

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

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

$$S \quad 1-(1+i) \quad = \quad A \quad 1-(1+i)^n$$

$$- \quad S \quad = \quad A \quad \frac{1-(1+i)^n}{i}$$

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

Ejemplo: ¿Qué cantidad acumularía al cabo de 10 años con ahorros anuales al 6% de \$1,358.70?

$$S = 1,358.70 \frac{(1 + 0.06)^{10} - 1}{0.06}$$

$$S = \$17,908.75$$

d).- Qué serie uniforme de depósitos de fin de período deberá hacerse durante n períodos a un interés i para que -- proporcione una futura cantidad requerida S?

Despejando de la fórmula anterior, tenemos

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

EJEMPLO: Se desea capitalizar \$20,000 en un término de 7 años, con ahorros anuales invertidos al 5%. ¿Qué cantidad - uniforme se debe invertir anualmente?

$$A = 20,000 \frac{.05}{(1 + .05)^7 - 1}$$

$$A = \$2,456.40$$

c).- Determinar la serie futura de pagos de final de período que permita recuperar una cantidad actual P sobre n períodos a un interés i.

De desarrollos previos;

$$A = S \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad \text{y} \quad S = P (1+i)^n$$

De donde sustituyendo obtenemos:

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

Ejemplo: \$10,000 son facilitados por 10 años al 8% - - anual. Si se desea liquidarlos con 10 pagos anuales unifor-- mes, ¿cuál es el valor de la anualidad?

$$A = 10,000 \frac{0.08 (1+0.08)^{10}}{(1+0.08)^{10} - 1}$$

$$A = \$1,490.30$$

f).- Encontrar el valor actual P de una serie uniforme de pagos de final de período A durante n períodos a un inte-- rés i.

Despejando de la fórmula anterior.

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

Ejemplo: ¿Cuál es el valor actual de 3 documentos por - \$1,200 cada uno, pagaderos anualmente a un interés de 12% -- anual?

$$P = 1,200 \frac{(1 + .12)^3 - 1}{.12(1+.12)^3}$$

$$P = \$2,882.20$$

El constante uso de estas fórmulas ha motivado a la tabulación de los factores de conversión de valores de tal forma que su aplicación se facilita grandemente. Cualquier literatura de Ingeniería Económica las incluye. Ver Anexo.

DETERMINACION DE FLUJOS DE EFECTIVO

Por flujo de efectivo se entiende la corriente neta de fondos que se considera en un período del análisis de un proyecto.

Una forma de llegar a la obtención del flujo neto de efectivo es a través del estado de resultados comparativo de la situación del negocio anterior y posterior al proyecto, o bien, determinando directamente los incrementos o decrementos de ingresos y gastos generados por dicho proyecto.

Lo anterior se visualiza en el siguiente esquema general:

	Antes de Inversión	Después de Inversión	Incrementos
VENTAS	V_1	V_2	ΔV
- Costo de Operación	C_1	C_2	ΔC
- Depreciación	D_1	D_2	ΔD
UAFIR	V_1	V_2	ΔU
- ISR y RUT	I_1	I_2	ΔI
UAFDIR	S_1	S_2	ΔS
+ Depreciación	D_1	D_2	ΔD
Beneficio	R_1	R_2	ΔR
- Inc.en Cap.de Trabajo	T_1	T_2	ΔT
y/o+Dec.en Cap.de Trab.			
FLUJO DE EFECTIVO	F_1	F_2	ΔF

En donde:

UAFIR = Utilidad antes de financieros (pago de intereses)
impuesto y reparto.

ISR y RUT = Impuesto sobre la renta y Reparto de utilidades
a trabajadores.

UAFDIR = Utilidad antes de financieros y después de im-
puestos y reparto.

Cabe recordar que no aparecen los intereses pagados por el uso del dinero, ya que éstos se incluyen en la tasa mínima atractiva de rendimiento con que se manejan los flujos de efectivo.

Existen alternativas de inversión que no implican un incremento en ventas como es el caso de los proyectos de reemplazo de máquinas o de reducción de costos. En este tipo de evaluaciones es conveniente trabajar con los diferenciales de costo que representan los beneficios a considerar para la justificación de la inversión en estudio. Muy probablemente tampoco se impactará el capital en trabajo. Estos casos se ejemplifican en el Capítulo siguiente.

Del esquema presentado conviene aclarar el concepto de depreciación. El monto de depreciación que se debe considerar para este análisis es la que la Ley del Impuesto sobre la Renta nos permite utilizar.

Dado que la depreciación no es una erogación real como los demás conceptos del costo, sino que se incluye sólo para el reporte de utilidades gravables, posteriormente se debe sumar para determinar la corriente neta de efectivo que la inversión proporcionará.

Actualmente la Ley del Impuesto sobre la Renta permite únicamente la depreciación en línea recta, en los términos siguientes:

	<u>% anual</u>
Equipo y maquinaria.....	10
Edificios.....	3
Equipo de transporte.....	20

Otros métodos de depreciación tratados en textos de -- Ingeniería Económica, lo son: A).- Depreciación acelerada y b).- Suma de años dígitos.

MONTO DE LO INVERTIDO

Al evaluar una inversión, ésta puede ser en permanentes o fijos, la cual afecta los flujos de efectivo por su depreciación y/o en activos circulantes o de capital en trabajo.

Una inversión en capital en trabajo representa una congelación de fondos recuperables a corto plazo, pero que nor--malmente se requiere durante toda la vida del proyecto para -

que éste opere eficientemente. Esta inversión aparece junto con la inversión en activos permanentes al inicio del proyecto y no tiene efecto alguno en el flujo de efectivo; salvo -- por incrementos o decrementos que se requieran, tal como se ilustra en el esquema del punto anterior. El capital en trabajo se recupera al final del último período del proyecto.

FENOMENO INFLACIONARIO

La inflación puede o no considerarse al tomar una decisión de inversión. Los métodos de evaluación normalmente utilizan flujos de efectivo deflactados. La importancia de usarla depende de la calidad y cantidad de información que se tenga acerca del porcentaje de inflación de cada concepto que interviene en el cálculo del flujo neto de efectivo. Un ejemplo del cálculo de flujo de efectivo aclarará lo anterior.

1.- No considerando inflación.

	1	2	3
Ventas	100	100	100
- Costo de Operación	30	30	30
- Depreciación	20	20	20
UAFIR	50	50	50
ISR y RUT (50%)(*)	25	25	25
UAFDIR	25	25	25
+ Depreciación	20	20	20
<u>Flujo de efectivo</u>	<u>45</u>	<u>45</u>	<u>45</u>

(*)Este porcentaje es un aproximado al actual para las empresas de negocios.

2.- Considerando la tasa de inflación promedio del costo de la vida (supuesto: 10% anual)

	1	2	3
Ventas	100	110	121
- Costo Operación	30	33	36
- Depreciación	20	20	20
Ut. Gravable	50	57	65
ISR y RUT (50%)	25	28	32
Ut. desp. ISR y RUT.	25	29	33
+ Depreciación	20	20	20
Flujo de efectivo con inflación	45	49	53
Flujo deflactado	45	44	43

La reducción del flujo de efectivo se debe a que la depreciación no se afecta por inflación pero sí se deflacta. Entre menos importante sea la depreciación en relación al resto de las partidas, más irrelevante será la variación de este caso con el anterior.

3.- Considerando tasas de inflación para cada concepto para este caso: ventas 8%, costo de operación 15%, inflación general del costo de la vida 10%.

	1	2	3
Ventas	100	108	117
- Costo de Operación(1)	30	34	39
- Depreciación	<u>20</u>	<u>20</u>	<u>20</u>
Ut. Gravable	50	54	60
ISR y RUT (50%)	25	27	30
Ut. desp. ISR y RUT	25	27	30
+ Depreciación	<u>20</u>	<u>20</u>	<u>20</u>
Flujo de efectivo con inflación	45	47	50
Flujo Deflactado	45	43	40

(1) Cada partida de este concepto tendrá su propio indicador de inflación.

La variación de este flujo de efectivo deflactado con los anteriores depende de los índices inflacionarios considerados, índices que en un momento dado pueden estar muy "disparados" y resultar relevante la variación referida.

VIDA DE PROYECTO

Referente a inversiones en activos permanentes, un punto base para un buen estudio, además de una correcta asignación del monto, es su vida útil. Fallas en su cálculo harán posible una toma de decisión errada. Aún así, un procedimiento muy utilizado en la práctica es considerar a 10 años los proyectos cuya vida se estima larga e incierta. El libro de

C A P I T U L O I V

G. A. Taylor se refiere al procedimiento de valorar proyectos haciendo una selección intencional del período de estudio, -- mencionando las causas de su uso. Estas causas ajustadas a la práctica de muchas empresas de considerar 10 años como vida de proyectos, se resumen como sigue:

- 1.- Facilita el análisis.
- 2.- Flujos de efectivo posteriores a 10 años impactan muy poco al usar los métodos de valuación.
- 3.- En la mayoría de los casos resulta muy difícil de pronosticar a 10 años, más aún a períodos posteriores.
- 4.- Es un período representativo.
- 5.- El valor de recuperación del equipo es igual a cero al cabo de 10 años, según la depreciación fiscal del mismo.

METODOS DE EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION DE CAPITAL

Ya establecida la importancia y conceptos esenciales - en donde descansan los métodos de evaluación de inversiones - de capital, a continuación se describen éstos y se ejemplifica su uso.

Es muy importante la obtención de los datos base para el ejemplo del uso de los métodos.

Para referirme al uso de los métodos de evaluación de inversiones de capital, a continuación presento un Estado de Resultados supuesto para el análisis de un proyecto.

(DATOS EN MILES DE PESOS)

CONCEPTO	AÑO					
	0	1	2	3	4	5
Ventas	000	500	600	700	800	900
Costo Variable		<u>200</u>	<u>240</u>	<u>280</u>	<u>320</u>	<u>360</u>
Cont. Marginal		300	360	420	480	540
Costos Fijos		<u>200</u>	<u>200</u>	<u>200</u>	<u>200</u>	<u>200</u>
UAFIR		100	160	220	280	340
ISR y RUT (50%)		<u>50</u>	<u>80</u>	<u>110</u>	<u>140</u>	<u>170</u>
UAFDIR		50	80	110	140	170
Depreciación		<u>30</u>	<u>30</u>	<u>30</u>	<u>30</u>	<u>30</u>
Beneficio		80	110	140	170	200
Inc. en C. de T.		5	5	5	5	5
Dec. en C. de T.		-	-	-	-	45
Flujo neto de Efvo.		75	105	135	165	245
Inversión	<u>175</u>					
Fija	150					
C. de T.	25					

NOTAS:

- # 1.- No se consideró el efecto inflacionario.
- # 2.- Los costos fijos incluyen la depreciación de la inversión fija. Se consideró en línea recta a 5 años y cero de valor de recuperación.
- # 3.- El capital de trabajo se consideró como un porcentaje de la ventas (5%). Al final del proyecto se recupera totalmente.
- # 4.- La búsqueda de información para el estado anterior representa una etapa muy importante del proceso de estudio de proyectos. Este punto se trató brevemente en el Capítulo II.

PERIODO DE PAGO ("PAY BACK")

El período de pago es el más simple de los métodos y - aparentemente uno de los más frecuentemente usados en la evaluación económica de una inversión.

Su principal ventaja es precisamente su facilidad de cálculo y comprensión.

Se define como el tiempo requerido para que los flujos de efectivo generados por una inversión iguallen el monto total de dicha inversión.

Si se espera que una inversión genere flujos de efectivo constantes año con año, el período de pago puede ser determinado dividiendo el valor de la inversión entre el flujo neto de efectivo anual esperado. Para ejemplificar lo anterior, supongamos que una inversión requiere de \$300.00 y que se espera produzca un flujo de efectivo anual de \$100.00 durante 5 años.

$$\text{Período de pago} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Flujo neto de efectivo}} = \frac{300}{100} = 3 \text{ años}$$

Si el flujo de efectivo no es constante año con año, el período de pago debe ser determinado sumando los flujos anuales esperados sucesivamente hasta igualar la inversión total.

El período de pago bajo estas circunstancias y de acuerdo al estado de resultados indicado, sería:

Inversión total: \$175,000.00

SUMATORIA DE FLUJOS

AÑO	FLUJO	ACUMULADO
1	\$ 75,000	\$ 75,000
2	105,000	180,000
3	135,000	315,000
4	165,000	480,000
5	245,000	725,000

El período de pago se encuentra entre el primero y segundo año.

Interpolando tendremos:

1	75,000		
<u>2</u>	<u>180,000</u>	$\frac{100,000 \times 1}{105,000}$	= 0.95
1	105,000	105,000	
X	100,000		

Por lo que el período de pago será = 1.95 años.

Este método de evaluación presenta dos debilidades.

a).- No considera el comportamiento de los flujos posteriores a la fecha de pago.

- b).- No considera las diferencias en el tiempo de los flujos obtenidos antes de dicha fecha. (Valor del dinero en el tiempo).

Tasa de Rendimiento Contable (ROI)

Además de considerarse como método de evaluación de inversiones de capital, este indicador es muy utilizado para la medición de actuación de la administración de una empresa en un período determinado. Los dos enfoques anteriores generan diversas alternativas de cálculo. La particularidad principal de este método es que considera UAFDIR en lugar de flujo de efectivo. Para decidir el atractivo económico de una inversión, se utiliza el enfoque de utilidad contable anual promedio del proyecto, como sigue:

$$\text{Tasa de rendimiento Contable (ROI del proyecto)} = \frac{\text{Utilidad Neta anual después de ISR y RUT(Promedio)(1)}}{\text{Inversión total (2)}} \times 100$$

(1) O sea, UAFDIR promedio

(2) Se considera el total de activos fijos más un promedio de la inversión en capital del trabajo durante la vida del proyecto.

El ROI de nuestro ejemplo será el siguiente:

$$\text{ROI} = \frac{(50+80+110+140+170)/5}{175 + 35} = \frac{110}{210} \times 100 = 52\%$$

Las debilidades de este método son:

- a).- No considera el valor del dinero en el tiempo.
- b).- No se reflejan diferentes vidas esperadas de los proyectos.

Sus principales ventajas son:

- a).- Proporciona un rendimiento sobre la inversión.
- b).- Fácil de calcular.

VALOR PRESENTE NETO (VPN)

Este método de VPN consiste en descontar los flujos de efectivo a la tasa mínima atractiva, a fin de comparar su valor actual con el de la inversión. Si el valor actual de los flujos excede el monto de la inversión, entonces el proyecto será atractivo y deberá aceptarse. Si dos proyectos se excluyen mutuamente, deberá escogerse el de valor presente neto más alto.

Este método en forma de ecuación se expresa como sigue:

$$VPN = \left[\frac{F_1}{(1+i)} + \frac{F_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+i)^n} \right] - I$$
$$VPN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} - I$$

Donde:

F_t = Flujo de efectivo del año t

t = Número de años de proyecto

i = Tasa mínima atractiva de rendimiento

I = Monto de la inversión.

Aplicando el método al ejemplo, tenemos:

(Tasa mínima atractiva de rendimiento: 20%)

$$VPN = \frac{75}{(1.2)} + \frac{105}{(1.2)^2} + \frac{135}{(1.2)^3} + \frac{165}{(1.2)^4} + \frac{245}{(1.2)^5} - 175$$

Lo anterior resulta más práctico usando las tablas de conversión de valores mencionada en el Capítulo III.

(En adelante se usarán dichas tablas)

AÑO	FLUJO DE EFECTIVO	FACTOR DE CONVERSION VALOR FUTURO A PRESENTE (20%)	FLUJO DESCONTADO
1	\$ 75,000	0.8333	62,497
2	105,000	0.6944	72,912
3	135,000	0.5787	78,124
4	165,000	0.4823	79,579
5	245,000	0.4019	98,465
			391,577
		INVERSION	- 175,000
		VPN (20%)	216,577

Para el caso de tener flujos de efectivo constantes resulta más sencillo descontarlos con el factor de series uniformes. El factor de descuento de un flujo de efectivo uniforme durante 5 años a una tasa de 20% es igual a 2.9906 según lectura directa de las tablas.

Como desventaja de este método podemos citar lo complicado que resulta normalmente el cálculo de la tasa mínima atractiva de rendimiento (o costo de capital). La ventaja que implica considerar el valor del dinero en el tiempo y la cualidad de poder clasificar proyectos de todos tamaños (ya que se da en valor) lo hacen uno de los mejores métodos de evaluación.

TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR)

Lo que distingue al método TIR es que no supone ninguna tasa de interés. El objetivo es encontrar el porcentaje de rendimiento que justamente iguale los flujos de efectivo descontados al monto de la inversión.

La ecuación TIR se expresa como sigue:

$$\left[\frac{F_1}{(1+r)} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+r)^n} \right] - I = 0$$
$$\sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+r)^t} - I = 0$$

Donde:

- F_t = Flujo de efectivo en el año t.
- t = Número de años del proyecto
- I = Monto de la inversión
- r = Tasa de interés que hace a la ecuación igual a cero.

La comparación de la tasa interna de rendimiento con la mínima atractiva nos indicará si debe de aceptarse o rechazarse el proyecto. Cuando la TIR excede a la tasa mínima atractiva de rendimiento el proyecto es lucrativo y cuando es menor produce pérdidas.

Cuando se comparan alternativas mutuamente excluyentes es necesario restar una de otra para determinar el flujo de efectivo e inversión diferenciales. Solo así se podrá determinar una respuesta correcta.

Analicemos un ejemplo:

ALTERNATIVA DE INVERSION	FLUJO POR PERIODO (\$)		TIR %
	AÑO 0	AÑO 1	
A	- 5,000	10,000	100
B	-20,000	30,000	50

Según el resultado anterior es más atractiva la alternativa A, ya que su tasa interna de rendimiento es superior a la de B.

Pero si consideramos que la tasa de rendimiento mínima atractiva es 10%, obtenemos:

	VPN (10%)
A	\$ 4,091
B	7,273

En donde la mejor alternativa resulta ser la B.

Para decidir la mejor alternativa utilizando el método de tasa interna de rendimiento, requerimos calcular ésta para la inversión incremental de B sobre A, y si resulta mayor que la tasa mínima atractiva, entonces será conveniente, esto es:

	AÑO 0	AÑO 1
B - A	- 15,000	20,000

En donde la TIR resulta de 33% por lo que la inversión incremental que la alternativa B sugiere, es atractiva.

El cálculo de la TIR para nuestro proyecto ejemplo del punto inicial, resulta como sigue:

NOTA: Aun cuando en los cálculos anteriores no se ha presentado el proceso de obtención de la TIR, ésta se obtiene a base de tanteos. Aquí se explica este procedimiento.

AÑO	FLUJO DE EFECTIVO	VALOR ACTUAL SEGUN TASA DE		
		40%	55%	60%
1	\$ 75,000	53,571	48,387	46,875
2	105,000	53,571	43,704	41,016
3	135,000	49,128	36,252	32,959
4	165,000	42,951	28,586	25,177
5	245,000	45,554	27,385	23,365
		+ 244,775	+184,314	+168,392
		- 175,000	-175,000	-175,000
		+ 69,775	+ 9,314	- 6.608

De lo anterior se desprende que la tasa interna de rendimiento estará entre 55 y 60% interpolando tenemos:

$$\begin{array}{r}
 55 \quad + \quad 9,314 \\
 \hline
 60 \quad - \quad 6,608 \\
 \hline
 5 \quad 15922 \quad \frac{5 \times 9314}{15922} = 2.9 \\
 X \quad 9314
 \end{array}$$

$$TIR = 55 + 2.9 = \underline{57.9\%}$$

Entre las ventajas más importantes de este método tenemos:

- a).- Considera el valor del dinero en el tiempo.
- b).- Proporciona un rendimiento sobre la inversión.
- c).- No se requiere para su cálculo el uso de la tasa de rendimiento mínima atractiva (aunque sí se re

quiere para efecto de comparación).

Y sobre sus desventajas tenemos:

- a).- Requiere análisis diferencial cuando se comparan alternativas mutuamente excluyentes.
- b).- Su cálculo requiere de tanteos.
- c).- Cuando los flujos de efectivo/año presentan variaciones grandes, algunos positivos y otros negativos, puede haber más de un valor de i que satisfaga la ecuación de TIR o incluso puede no existir ninguno. (Estos casos son muy raros en la práctica).

Por ejemplo:

	AÑO	0	1	2	TIR
A	FLUJO	-72,127	+170,909	-100,000	10% y 25%
B	FLUJO	+ 100	- 200	+ 150	NO TIENE

Estos ejemplos aparecen en el libro de "The Capital Budgeting Decision" de H. Bierman y S. Smidt.

APLICACION

La división operativa de una gran compañía manufacturera, adquirió una máquina hace 5 años al costo de \$1,000,000. Se está depreciando por el método de línea recta a 10 años. El gerente de la División informa que puede adquirir una máquina nueva por \$1.200,000 incluyendo su instalación, con mejores resultados en la calidad del proyecto, lo que repercute en un incremento de las ventas anuales de \$1.000,000 a - - - \$1.250,000. Además, con la máquina nueva se obtienen ahorros en el costo de operación causados por una reducción de la mano de obra y mantenimiento necesarios en el proceso. Se estima lo siguiente:

	\$/AÑO	
	MAQ.ACTUAL	MAQ.NUEVA
Mano de obra	\$ 350,000	\$ 250,000
Energía	80,000	100,000
Mantenimiento	<u>210,000</u>	<u>120,000</u>
	\$ 640,000	\$ 470,000
Vida del proyecto	10 años	

Actualmente el precio unitario de el producto es \$20.00 y las materias primas requeridas en su producción suman - - \$4.00/unidad.

El aumento proyectado en las ventas se debe a un incre-

mento en el precio de venta del producto, de \$20.00 a \$25.00 gracias a la mejoría de calidad mencionada.

El capital de trabajo se espera no se alterará, excepto en lo relativo a cuentas por cobrar. La política actual es de treinta días. El capital de trabajo total actual es de \$250,000.

El impuesto sobre la renta y reparto de utilidad a los trabajadores es de 50%. La tasa mínima atractiva es de 20% - anual.. Si se sabe que no hay valor de rescate por la máquina actual, ¿qué tan atractivo resulta esta inversión a la empresa?

ESTADO DE RESULTADOS PARA CALCULO DE FLUJO DE EFECTIVO DEL
PROYECTO DE INVERSION EN MAQUINA NUEVA.

AÑO 1 AL 5

	<u>MAQ. ACTUAL</u>	<u>MAQ. NUEVA</u>	<u>DIFERENCIAL</u>
Ventas	\$1.000,000	\$1.250,000	\$250,000
Costo Variable	<u>200,000</u>	<u>200,000</u>	<u>-</u>
Cont. Marginal	\$ 800,000	\$1.050,000	\$250,000
Costos Fijos			
Mano de Obra	350,000	250,000	100,000
Energía	80,000	100,000	(20,000)
Mantenimiento	210,000	120,000	90,000
Depreciación	<u>100,000</u>	<u>125,000</u>	<u>(25,000)</u>
UAFIR	60,000	455,000	395,000
ISR y RUT (50%)	<u>30,000</u>	<u>227,500</u>	<u>197,500</u>
UAFDIR	30,000	227,500	197,500
Depreciación	<u>100,000</u>	<u>125,000</u>	<u>25,000</u>
Flujo de efectivo	130,000	352,500	222,500

AÑO 6 a 10

	<u>MAQ. ACTUAL</u>	<u>MAQ. NUEVA</u>	<u>DIFERENCIAL</u>
Ventas	\$1.000,000	\$1,250,000	\$250,000
Costo Variable	<u>200,000</u>	<u>200,000</u>	<u>-</u>
Cont. Marginal	800,000	1.050,000	250,000
Costos fijos			
Mano de Obra	350,000	250,000	100,000
Energía	80,000	100,000	(20,000)
Mantenimiento	210,000	120,000	90,000
Depreciación	<u>-</u>	<u>125,000</u>	<u>(125,000)</u>
UAFIR	160,000	455,000	295,000
ISR y RUT (50%)	<u>80,000</u>	<u>227,500</u>	<u>147,500</u>
UAFDIR	80,000	227,500	147,500
Depreciación	<u>-</u>	<u>125,000</u>	<u>125,000</u>
Flujo de efectivo	80,000	352,500	272,500

Egresos a considerarse en el año 0.

Inversión en máquina nueva		\$ 1.200,000
Capital de trabajo		
Máq. actual	\$ 250,000	
Máq. nueva	<u>270,835</u>	20,835
Venta de máquina actual		-
Efecto de ISR y RUT sobre la venta		
	(500,000) (0.5)	<u>(250,000)</u>
Egreso neto		\$ 970,835

Nota:

La recuperación del capital en trabajo se considera en el año 10 y es igual a $(20,835)(.5) = \$10,417$.

APLICACION DE LOS METODOS DE EVALUACION ECONOMICA DE PROYECTOS

- VALOR PRESENTE NETO

Considerando los flujos de efectivo diferenciales de los proyectos, tenemos:

<u>Año</u>	<u>Flujo de Efectivo \$</u>	<u>Valor presente de Flujos según una tasa de 20% anual</u>
0	(970,835)	(970,835)
1	222,500	193,486
2	222,500	163,255
3	222,500	146,294
4	222,500	127,226
5	222,500	110,627
6	272,500	117,801
7	272,500	102,433
8	272,500	89,080
9	272,500	77,472
10	282,917	69,937

El valor presente neto del proyecto resulta de la sumatoria de valores presentes, esto es:

$$\text{VPN (20\%)} = 1.202,611 - 970,835 = 231,776$$

- PERIODO DE PAGO

El período de pago para este caso es igual a la inver-

si3n entre el flujo de efectivo, o sea:

$$P. \text{ Pago} = \frac{\text{Inversi3n}}{\text{Flujo de Efvo.}} = \frac{970,835}{222,500} = 4.36 \text{ a\~nos}$$

- RENDIMIENTO CONTABLE SOBRE LA INVERSI3N (ROI)

El promedio de UAFDIR que arroja el proyecto es de - - \$173,542, por lo que el ROI resulta como sigue:

$$ROI = \frac{\text{UAFDIR}}{\text{Inversi3n}} = \frac{173,542}{970,835} = 17.8\%$$

- TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR)

Dado que al descontar los flujos al 20% el valor presente neto result3 positivo, debemos descontar a una tasa mayor, como sigue:

$$VPN (20\%) = + 231,776$$

$$VPN (25\%) = - 214,911$$

Interpolando tenemos:

20	+ 231,776
<u>25</u>	<u>- 214,911</u>
5	446,687
X	231,776

$$x = \frac{5 \times 231,776}{446,687} = 2.6$$

entonces la TIR es igual a $20 + 2.6$

$$\text{TIR} = 22.6\%$$

Resumiendo, tenemos los siguientes indicadores del Proyecto:

Inversión por máquina nueva \$ 1.200,000

Flujo neto de efectivo diferencial

<u>Año</u>	<u>\$</u>
0	970,835
1 - 5	222,500
6 - 9	272,500
10	282,917

VPN (20%) = \$231,776

TIR = 22.6%

ROI = 17.8%

Período de pago = 4.36 años

Lo anterior implica la aceptación del cambio de máquina.

C A P I T U L O V

RIESGO E INCERTIDUMBRE

En los análisis de los métodos de evaluación de proyectos y los ejemplos ilustrativos vistos en los capítulos anteriores "se daba por sentada la certidumbre", es decir, todos los elementos o parámetros que se trataron, se estimaban o se especificaban según una sola cifra. No obstante, todas las inversiones en activos presentan mayor o menor posibilidad de variabilidad de las utilidades esperadas de ellos.

Aun cuando aquí se tratarán indistintamente los términos de riesgo e incertidumbre, conviene distinguirlos:

Riesgo:

"Existe cuando puede estimarse una distribución de probabilidad del rendimiento de un proyecto".

Incetidumbre:

"Se asocia con aquellas situaciones en las que se dispone de insuficientes pruebas para estimar una distribución de probabilidad del rendimiento de un proyecto".

La diferencia anterior nos lleva a reconocer que las probabilidades de los rendimientos esperados de un activo pueden ser estimadas con mayor o menor precisión.

Cuando pueden usarse procedimientos estadísticos, se -

dice que el riesgo es medido por distribuciones objetivas de probabilidad, cuando no, la distribución de probabilidad que se determine será subjetiva y estará asignando en mayor o menor grado una calificación de riesgo a la incertidumbre.

MEDICION DEL RIESGO

Tal y como se mencionó en el punto anterior, podemos definir el riesgo en función de la distribución de probabilidades de las utilidades esperadas de la inversión. Cuanto más acertada sea la distribución de probabilidades, tanto menor será el riesgo de un proyecto.

La medida de estrechamiento de la distribución de probabilidades de la utilidad es la desviación estándar, cuyo símbolo es σ . Se determina como sigue:

1.- Se calcula el valor esperado de la distribución:

$$\bar{R} = \sum_{i=1}^n (R_i P_i)$$

En donde:

R_i = Rendimiento o utilidad esperada asociada con el resultado i -ésimo.

P_i = Probabilidad de ocurrencia del resultado i -ésimo.

\bar{R} = Valor esperado, es un promedio ponderado de los distintos resultados posibles, cada uno de ellos ponderado por la probabilidad de su ocurrencia.

- 2.- Se resta el valor esperado de cada resultado posible para obtener un conjunto de desviaciones del valor - esperado:

$$\text{Desviación } i = R_i - \bar{R}$$

- 3.- Se eleva al cuadrado cada desviación, se multiplica la desviación elevada al cuadrado por la probabili-- dad de ocurrencia de su resultado relacionado, y se suman para obtener la varianza de la distribución de probabilidades:

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^m (R_i - \bar{R})^2 P_i$$

- 4.- La desviación estándar resultad de obtener la raíz - cuadrada de la varianza.

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2 P_i}$$

Entre menor resulte la desviación estándar menor será el riesgo del proyecto.

El uso de la desviación estándar como medida de riesgo puede acarrear problemas de dimensión. Para ilustrar esto su pongamos que queremos comparar el riesgo de dos alternativas de inversión "A" y "B" cuyos rendimientos ascienden a \$1,000 y \$4,000 respectivamente.

Si la desviación estándar (σ) (sigma) resultara igual, digamos \$300, no podríamos inferir que su riesgo es similar, ya que el riesgo por peso de utilidad esperada es mucho mayor para \$1,000 que para \$4,000. El procedimiento común para eliminar este problema es dividir la desviación estándar (σ) - entre el valor presente neto esperado (\bar{R}) para obtener el coeeficiente de variación (v):

$$v = \frac{\sigma}{\bar{R}}$$

Si calculamos el coeficiente de variación para el ejemplo, resulta:

$$v(1,000) = \frac{300}{1000} = 0.30$$

$$v(4,000) = \frac{300}{4000} = 0.075$$

Lo cual nos refleja un valor del riesgo útil para decisiones de inversión.

Ejemplo de aplicación:

El proyecto A supone la sustitución de una máquina usada en operaciones actuales y el proyecto B la compra de una máquina para producir un producto nuevo.

El valor presente neto para ambos proyectos es de --- \$500,000. Sin embargo, el estado de la economía en el futuro se estima afectará en diferente forma a cada uno.

Se tiene la siguiente matriz de información:

ESTADO DE ECONOMIA	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA %	VPN ESPERADO	
		PROYECTO "A"	PROYECTO "B"
Recesión	20	\$ 400,000	\$ 0
Normal	60	500,000	500,000
Auge	20	600,000	1.000,000

Cálculo de los valores esperados

ESTADO DE ECONOMIA (1)	PROBABILIDAD (2)	VALOR PRESENTE NETO (3) A	(\$10 ³) B	MULTIPLICACION DE COLS. (2)x(3)	
				A	B
Recesión	0.2	400	0	80	0
Normal	0.6	500	500	300	300
Auge	0.2	600	1,000	120	200
	1	Valor presente neto esperado	=	500	500

CALCULO DEL COEFICIENTE DE VARIACION

PROYECTO A

$R_i - \bar{R}$	$(R_i - \bar{R})$	$(R_i - \bar{R})^2$	$(R_i - \bar{R})^2 P_i$
400-500	- 100	10,000	(10,000) (.2) = 2,000
500-500	0	0	(0) (.6) = 0
600-500	+ 100	10,000	(10,000) (.2) = 2,000

$$\sigma_A^2 = 4,000$$

$$\sigma_A = \sqrt{\sigma_A^2} = \sqrt{4,000} = \$63.25$$

$$V_A = \frac{63.25}{500} = 0.126$$

PROYECTO B

$(R_i - \bar{R})$	$(R_i - \bar{R})$	$(R_i - \bar{R})^2$	$(R_i - \bar{R})^2 P_i$
0 -500	- 500	250,000	(250,000) (.2) = 50,000
500-500	0	0	(0) (.6) = 0
1000-500	+ 500	250,000	(250,000) (.2) = 50,000

$$\sigma_B^2 = 100,000$$

$$\sigma_B = \sqrt{\sigma_B^2} = \sqrt{100,000} = \$316.20$$

$$V_B = \frac{316.20}{500} = 0.632$$

De donde se infiere que el riesgo del proyecto A es -- menor al de B.

MÉTODOS ALTERNATIVOS PARA TRATAR EL RIESGO

1.- Método Informal

El método más común de tratar el riesgo es sobre una - base estrictamente informal.

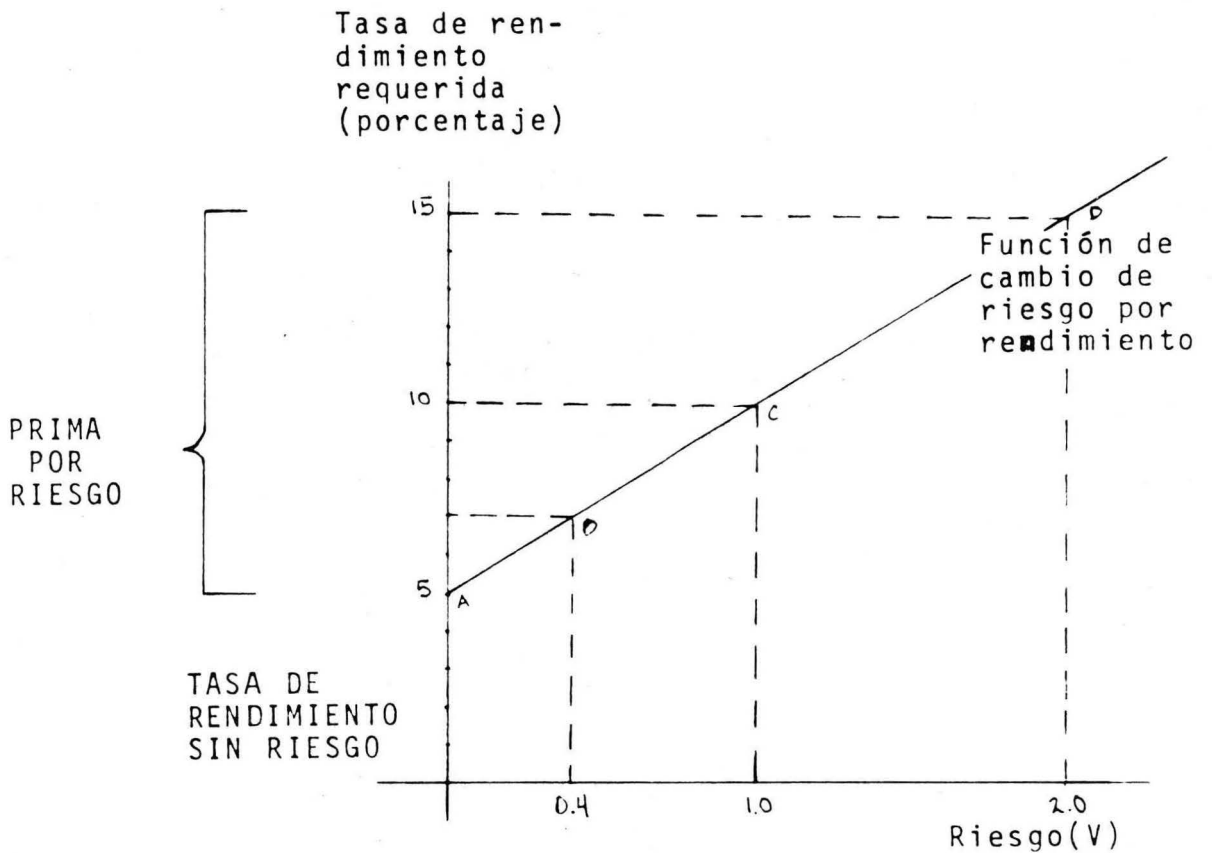
Si los valores actuales netos de dos proyectos mutuamente excluyentes son razonablemente parecidos, se escoge el me- nos arriesgado. El grado con que el valor presente neto del proyecto más arriesgado debe superar al menos arriesgado no - está especificado, las reglas sobre decisiones son estricta-- mente internas para el que toma las decisiones.

2.- Tasa de descuento ajustada por riesgo

Un procedimiento alternativo para tomar en cuenta el - riesgo requiere hacer ajustes a la tasa de rendimiento mínima atractiva. La prima de riesgo incremental a la tasa mínima - atractiva, se basa en la función de cambio entre riesgo y -- rendimiento de los inversionistas o responsables de la deci-- sión.

A medida que el riesgo aumenta, se exige un mayor ren- dimiento y viceversa.

La gráfica siguiente que presenta una relación hipotética entre el riesgo y la tasa mínima atractiva de rendimiento, ejemplifica este método.



Podemos observar que a medida que el riesgo de un proyecto crece, la tasa de rendimiento mínima atractiva es mayor. En la Gráfica se presentan cuatro casos como sigue:

COEFICIENTE DE VARIACION (V)	TASA DE RENDIMIENTO MINIMA ATRACTIVA (%)	PRIMA POR RIESGO (%)
0.0	5	0
0.4	7	2
1.0	10	5
2.0	15	10

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Este método es muy usado en la evaluación de proyectos de inversión. Consiste en determinar el atractivo económico de un proyecto bajo distintos supuestos alternativos clave, o sea, las variables de ingreso y costo más relevantes del mismo. Con esta información se procede a determinar la sensibilidad de los resultados ante las condiciones cambiantes. Este último procedimiento se aplicó en el desarrollo del ejemplo visto en el punto de medición de riesgo.

Otro ejemplo relativo a este método que aparece en el libro de Weston y Birgham de "Finanzas en Administración" es el de una compañía de fertilizantes que compara dos alternativas de combustibles para una planta de fosfatos.

Este combustible representa un costo de producción -- muy importante.

Una de las dos alternativas es el uso de carbón que --

puede ser obtenido por medio de un contrato de costo fijo a largo plazo, mientras que la otra alternativa es utilizar petróleo, el cual debe adquirirse a precios corrientes del mercado.

Considerando precios presentes y futuros proyectados, la planta impulsada con petróleo parece mejor, ya que resulta con un valor presente neto considerablemente más alto. Sin embargo, el análisis de sensibilidad demuestra que si se eleva el precio del petróleo más de lo esperado, la planta sería antieconómica. En cambio, la planta que utiliza carbón es menos atractiva pero no es sensible a cambios. Con esta información, la compañía de fertilizantes se decidió por la alternativa de carbón por ser menos arriesgada.

Una gran ventaja de este método resulta de dejar el cálculo del riesgo del proyecto como un segundo paso, lo cual puede efectuarse de una manera muy analítica, o bien, informalmente usando probabilidades. Muy frecuentemente se requiere el uso de la computadora para el cálculo de todas las posibilidades que resultan de interés al evaluar un determinado proyecto.

ANALISIS DE SIMULACION MONTE-CARLO

Como un refinamiento al uso de probabilidades en la evaluación de proyectos, se puede utilizar la técnica de simu

lación conocida con el nombre de Monte-Carlo, la cual requiere del conocimiento de las distribuciones de probabilidad de cada uno de los componentes del costo y del ingreso para que mediante un programa de computadora, se simule lo que es probable -- que suceda.

La computadora escoge un valor al azar de cada una de las distribuciones consideradas, las combina y calcula los indicadores económicos para esta situación. Se efectúa este procedimiento "n" veces utilizando cada vez valores sugeridos al azar, de tal forma que se obtiene una distribución de frecuencias del rendimiento esperado.

Sobre esta distribución se calcula la desviación estándar y el coeficiente de variación para determinar el riesgo -- del proyecto.

No siempre es factible este procedimiento en el análisis de riesgo.

Las principales desventajas que presenta lo son los recursos humanos y físicos necesarios para estimar las distribuciones de probabilidad y utilizar la computadora.

ANEXO

Factores de interés compuesto anual al 1 %

n	Pago simple		Series de pago igual			
	Factor de capital. compuesta	Factor del valor actual	Factor de capital. compuesta	Factor fondo de amort.	Factor del valor actual	Factor de recup. de capital
	Hallar F Dado P F/P i, n	Hallar P Dado F P/F i, n	Hallar F Dado A F/A i, n	Hallar A Dado F A/F i, n	Hallar P Dado A P/A i, n	Hallar A Dado P A/P i, n
1	1.010	0.9901	1.000	1.0000	0.9901	1.0100
2	1.020	0.9803	2.010	0.4975	1.9704	0.5075
3	1.030	0.9706	3.030	0.3300	2.9410	0.3400
4	1.041	0.9610	4.060	0.2463	3.9020	0.2563
5	1.051	0.9515	5.101	0.1960	4.8534	0.2060
6	1.062	0.9421	6.152	0.1626	5.7955	0.1726
7	1.072	0.9327	7.214	0.1386	6.7282	0.1486
8	1.083	0.9235	8.286	0.1207	7.6517	0.1307
9	1.094	0.9143	9.369	0.1068	8.5660	0.1168
10	1.105	0.9053	10.462	0.0956	9.4713	0.1056
11	1.116	0.8963	11.567	0.0865	10.3676	0.0965
12	1.127	0.8875	12.683	0.0789	11.2551	0.0889
13	1.138	0.8787	13.809	0.0724	12.1338	0.0824
14	1.149	0.8700	14.947	0.0669	13.0037	0.0769
15	1.161	0.8614	16.097	0.0621	13.8651	0.0721
16	1.173	0.8528	17.258	0.0580	14.7179	0.0680
17	1.184	0.8444	18.430	0.0543	15.5623	0.0643
18	1.196	0.8360	19.615	0.0510	16.3983	0.0610
19	1.208	0.8277	20.811	0.0481	17.2260	0.0581
20	1.220	0.8196	22.019	0.0454	18.0456	0.0554
21	1.232	0.8114	23.239	0.0430	18.8570	0.0530
22	1.245	0.8034	24.472	0.0409	19.6604	0.0509
23	1.257	0.7955	25.716	0.0389	20.4558	0.0489
24	1.270	0.7876	26.973	0.0371	21.2434	0.0471
25	1.282	0.7798	28.243	0.0354	22.0232	0.0454
26	1.295	0.7721	29.526	0.0339	22.7952	0.0439
27	1.307	0.7644	30.821	0.0325	23.5596	0.0425
28	1.321	0.7568	32.129	0.0311	24.3165	0.0411
29	1.333	0.7494	33.450	0.0299	25.0658	0.0399
30	1.346	0.7419	34.785	0.0288	25.8077	0.0388
31	1.361	0.7346	36.133	0.0277	26.5423	0.0377
32	1.373	0.7273	37.494	0.0267	27.2696	0.0367
33	1.386	0.7201	38.869	0.0257	27.9897	0.0357
34	1.400	0.7130	40.258	0.0248	28.7027	0.0348
35	1.412	0.7059	41.660	0.0240	29.4086	0.0340
40	1.489	0.6717	48.886	0.0205	32.8347	0.0305
45	1.565	0.6391	56.481	0.0177	36.0945	0.0277
50	1.645	0.6080	64.463	0.0155	39.1961	0.0255
55	1.729	0.5785	72.852	0.0137	42.1472	0.0237
60	1.817	0.5505	81.670	0.0123	44.9550	0.0223
65	1.909	0.5237	90.937	0.0110	47.6266	0.0210
70	2.007	0.4983	100.676	0.0099	50.1685	0.0199
75	2.109	0.4741	110.913	0.0090	52.5871	0.0190
80	2.217	0.4511	121.672	0.0082	54.8882	0.0182
85	2.330	0.4292	132.979	0.0075	57.0777	0.0175
90	2.449	0.4084	144.863	0.0069	59.1609	0.0169
95	2.574	0.3886	157.354	0.0064	61.1430	0.0164
100	2.705	0.3697	170.481	0.0059	63.0289	0.0159

Factores de interés compuesto anual al 5 %.

n	Pago simple		Series de pago igual			
	Factor de capital. compuesta	Factor del valor actual	Factor de capital. compuesta	Factor fondo de amort.	Factor del valor actual	Factor de recup. de capital
	Hallar F Dado P F/P i, n	Hallar P Dado F P/F i, n	Hallar F Dado A F/A i, n	Hallar A Dado F A/F i, n	Hallar P Dado A P/A i, n	Hallar A Dado P A/P i, n
1	1.050	0.9524	1.000	1.0000	0.9524	1.0500
2	1.103	0.9070	2.050	0.4878	1.8594	0.5378
3	1.158	0.8638	3.153	0.3172	2.7233	0.3672
4	1.216	0.8227	4.310	0.2320	3.5460	0.2720
5	1.276	0.7835	5.526	0.1810	4.3295	0.2110
6	1.340	0.7462	6.802	0.1470	5.0757	0.1770
7	1.407	0.7107	8.142	0.1228	5.7864	0.1528
8	1.477	0.6768	9.549	0.1047	6.4632	0.1347
9	1.551	0.6446	11.027	0.0907	7.1078	0.1207
10	1.629	0.6139	12.587	0.0795	7.7217	0.1105
11	1.710	0.5847	14.207	0.0704	8.3064	0.1034
12	1.796	0.5568	15.917	0.0628	8.8633	0.0978
13	1.886	0.5303	17.713	0.0565	9.3936	0.0935
14	1.980	0.5051	19.599	0.0510	9.8987	0.0900
15	2.079	0.4810	21.579	0.0464	10.3797	0.0874
16	2.183	0.4581	23.658	0.0423	10.8378	0.0853
17	2.292	0.4363	25.840	0.0387	11.2741	0.0837
18	2.407	0.4155	28.132	0.0356	11.6896	0.0825
19	2.527	0.3957	30.539	0.0328	12.0853	0.0813
20	2.653	0.3769	33.066	0.0303	12.4622	0.0803
21	2.786	0.3590	35.719	0.0280	12.8212	0.0796
22	2.925	0.3419	38.505	0.0260	13.1630	0.0790
23	3.072	0.3256	41.430	0.0241	13.4886	0.0784
24	3.225	0.3101	44.502	0.0225	13.7987	0.0778
25	3.386	0.2953	47.727	0.0210	14.0940	0.0771
26	3.556	0.2813	51.113	0.0196	14.3752	0.0766
27	3.733	0.2679	54.669	0.0183	14.6430	0.0761
28	3.920	0.2551	58.403	0.0171	14.8981	0.0757
29	4.116	0.2430	62.323	0.0161	15.1411	0.0753
30	4.322	0.2314	66.439	0.0151	15.3725	0.0750
31	4.538	0.2204	70.761	0.0141	15.5928	0.0747
32	4.765	0.2099	75.299	0.0133	15.8027	0.0744
33	5.003	0.1999	80.064	0.0125	16.0026	0.0741
34	5.253	0.1904	85.067	0.0118	16.1929	0.0738
35	5.516	0.1813	90.320	0.0111	16.3742	0.0735
40	7.040	0.1421	120.800	0.0083	17.1591	0.0711
45	8.985	0.1113	159.700	0.0063	17.7741	0.0683
50	11.467	0.0872	209.348	0.0048	18.2559	0.0654
55	14.636	0.0683	272.713	0.0037	18.6335	0.0627
60	18.679	0.0535	354.94	0.0028	18.9293	0.0602
65	23.840	0.0420	456.798	0.0022	19.1611	0.0577
70	30.426	0.0329	588.529	0.0017	19.3427	0.0553
75	38.833	0.0258	756.654	0.0013	19.4850	0.0531
80	49.561	0.0202	971.229	0.0010	19.5965	0.0510
85	63.254	0.0158	1245.087	0.0008	19.6838	0.0491
90	80.730	0.0124	1594.607	0.0006	19.7523	0.0473
95	103.035	0.0097	2040.694	0.0005	19.8059	0.0456
100	131.501	0.0076	2610.025	0.0004	19.8479	0.0440

Factores de interés compuesto anual al 10 %.

n	Pago simple		Series de pago igual			
	Factor de capital. compuesta	Factor del valor actual	Factor de capital. compuesta	Factor fondo de amort.	Factor del valor actual	Factor de recup. de capital
	Hallar F Dado P $F/P i, n$	Hallar P Dado F $P/F i, n$	Hallar F Dado A $F/A i, n$	Hallar A Dado F $A/F i, n$	Hallar P Dado A $P/A i, n$	Hallar A Dado P $A/P i, n$
1	1.100	0.9091	1.000	1.0000	0.9091	1.1000
2	1.210	0.8265	2.100	0.4762	1.7355	0.5762
3	1.331	0.7513	3.310	0.3021	2.4869	0.4021
4	1.464	0.6830	4.641	0.2155	3.1699	0.3155
5	1.611	0.6209	6.105	0.1638	3.7908	0.2638
6	1.772	0.5645	7.716	0.1296	4.3553	0.2296
7	1.949	0.5132	9.487	0.1054	4.8684	0.2054
8	2.144	0.4665	11.436	0.0875	5.3349	0.1875
9	2.358	0.4241	13.579	0.0737	5.7590	0.1737
10	2.594	0.3856	15.937	0.0628	6.1446	0.1628
11	2.853	0.3505	18.531	0.0540	6.4951	0.1540
12	3.138	0.3186	21.384	0.0468	6.8137	0.1468
13	3.452	0.2897	24.523	0.0408	7.1034	0.1408
14	3.798	0.2633	27.975	0.0358	7.3667	0.1358
15	4.177	0.2394	31.772	0.0315	7.6061	0.1315
16	4.595	0.2176	35.950	0.0278	7.8237	0.1278
17	5.054	0.1979	40.545	0.0247	8.0216	0.1247
18	5.560	0.1799	45.599	0.0219	8.2014	0.1219
19	6.116	0.1635	51.159	0.0196	8.3649	0.1196
20	6.728	0.1487	57.275	0.0175	8.5136	0.1175
21	7.400	0.1351	64.003	0.0156	8.6487	0.1156
22	8.140	0.1229	71.403	0.0140	8.7716	0.1140
23	8.954	0.1117	79.543	0.0126	8.8832	0.1126
24	9.850	0.1015	88.497	0.0113	8.9848	0.1113
25	10.835	0.0923	98.347	0.0102	9.0771	0.1102
26	11.918	0.0839	109.182	0.0092	9.1610	0.1092
27	13.110	0.0763	121.100	0.0083	9.2372	0.1083
28	14.421	0.0694	134.210	0.0075	9.3066	0.1075
29	15.863	0.0630	148.631	0.0067	9.3696	0.1067
30	17.449	0.0573	164.494	0.0061	9.4269	0.1061
31	19.194	0.0521	181.943	0.0055	9.4790	0.1055
32	21.114	0.0474	201.138	0.0050	9.5264	0.1050
33	23.225	0.0431	222.252	0.0045	9.5694	0.1045
34	25.548	0.0392	245.477	0.0041	9.6086	0.1041
35	28.102	0.0356	271.024	0.0037	9.6442	0.1037
40	45.259	0.0221	442.593	0.0023	9.7791	0.1023
45	72.890	0.0137	718.905	0.0014	9.8628	0.1014
50	117.391	0.0085	1163.909	0.0009	9.9148	0.1009
55	189.059	0.0053	1880.591	0.0005	9.9471	0.1005
60	304.482	0.0033	3034.816	0.0003	9.9672	0.1003
65	490.371	0.0020	4893.707	0.0002	9.9796	0.1002
70	789.747	0.0013	7887.470	0.0001	9.9873	0.1001
75	1271.895	0.0008	12708.954	0.0001	9.9921	0.1001
80	2048.400	0.0005	20474.002	0.0001	9.9951	0.1001
85	3298.969	0.0003	32979.690	0.0000	9.9970	0.1000
90	5313.023	0.0002	53120.226	0.0000	9.9981	0.1000
95	8556.676	0.0001	85556.760	0.0000	9.9988	0.1000
100	13780.612	0.0001	137796.123	0.0000	9.9993	0.1000

Factores de interés compuesto anual al 15 %.

<i>n</i>	Pago simple		Series de pago igual			
	Factor de capital. compuesta	Factor del valor actual	Factor de capital. compuesta	Factor fondo de amort.	Factor del valor actual	Factor de recup. de capital
	Hallar <i>F</i> Dado <i>P</i> <i>F/P</i> <i>i, n</i>	Hallar <i>P</i> Dado <i>F</i> <i>P/F</i> <i>i, n</i>	Hallar <i>F</i> Dado <i>A</i> <i>F/A</i> <i>i, n</i>	Hallar <i>A</i> Dado <i>F</i> <i>A/F</i> <i>i, n</i>	Hallar <i>P</i> Dado <i>A</i> <i>P/A</i> <i>i, n</i>	Hallar <i>A</i> Dado <i>P</i> <i>A/P</i> <i>i, n</i>
1	1 150	0 8696	1 000	1 0000	0 8696	1 1500
2	1 323	0 7562	2 150	0 4651	1 6257	0 6151
3	1 521	0 6575	3 473	0 2880	2 2832	0 4380
4	1 749	0 5718	4 993	0 2003	2 8550	0 3503
5	2 011	0 4972	6 742	0 1483	3 3522	0 2983
6	2 313	0 4323	8 754	0 1142	3 7845	0 2642
7	2 660	0 3759	11 067	0 0904	4 1604	0 2404
8	3 059	0 3269	13 727	0 0729	4 4873	0 2229
9	3 518	0 2843	16 786	0 0596	4 7716	0 2096
10	4 046	0 2472	20 304	0 0493	5 0188	0 1993
11	4 652	0 2150	24 349	0 0411	5 2337	0 1911
12	5 350	0 1869	29 002	0 0345	5 4206	0 1845
13	6 153	0 1625	34 352	0 0291	5 5832	0 1791
14	7 076	0 1413	40 505	0 0247	5 7245	0 1747
15	8 137	0 1229	47 580	0 0210	5 8474	0 1710
16	9 358	0 1069	55 717	0 0180	5 9542	0 1680
17	10 761	0 0929	65 075	0 0154	6 0472	0 1654
18	12 375	0 0808	75 836	0 0132	6 1280	0 1632
19	14 232	0 0703	88 212	0 0113	6 1982	0 1613
20	16 367	0 0611	102 444	0 0098	6 2593	0 1598
21	18 822	0 0531	118 810	0 0084	6 3125	0 1584
22	21 645	0 0462	137 632	0 0073	6 3587	0 1573
23	24 891	0 0402	159 276	0 0063	6 3988	0 1563
24	28 615	0 0349	184 168	0 0054	6 4338	0 1554
25	32 913	0 0304	212 793	0 0047	6 4642	0 1547
26	37 897	0 0264	245 712	0 0041	6 4906	0 1541
27	43 575	0 0230	283 569	0 0035	6 5135	0 1535
28	50 063	0 0200	327 104	0 0031	6 5335	0 1531
29	57 575	0 0174	377 170	0 0027	6 5509	0 1527
30	66 212	0 0151	434 745	0 0023	6 5660	0 1523
31	76 144	0 0131	500 957	0 0020	6 5791	0 1520
32	87 505	0 0114	577 100	0 0017	6 5905	0 1517
33	100 711	0 0099	664 666	0 0015	6 6005	0 1515
34	115 875	0 0086	765 365	0 0013	6 6091	0 1513
35	133 176	0 0075	881 170	0 0011	6 6166	0 1511
40	267 864	0 0037	1779 090	0 0006	6 6418	0 1506
45	538 769	0 0019	3585 128	0 0003	6 6543	0 1503
50	1083 657	0 0009	7217 716	0 0002	6 6605	0 1501

Factores de interés compuesto anual al 20%.

n	Pago simple		Series de pago igual			
	Factor de capital. compuesta	Factor del valor actual	Factor de capital. compuesta	Factor fondo de amort.	Factor del valor actual	Factor de recup. de capital
	Hallar F Dado P F/P i, n	Hallar P Dado F P/F i, n	Hallar F Dado A F/A i, n	Hallar A Dado F A/F i, n	Hallar P Dado A P/A i, n	Hallar A Dado P A/P i, n
1	1.200	0.8333	1.000	1.0000	0.8333	1.2000
2	1.440	0.6945	2.200	0.4546	1.5278	0.6546
3	1.728	0.5787	3.640	0.2747	2.1065	0.4747
4	2.074	0.4823	5.368	0.1863	2.5887	0.3863
5	2.488	0.4019	7.442	0.1344	2.9906	0.3344
6	2.986	0.3349	9.930	0.1007	3.3255	0.3007
7	3.583	0.2791	12.916	0.0774	3.6046	0.2774
8	4.300	0.2326	16.499	0.0606	3.8372	0.2606
9	5.160	0.1938	20.799	0.0481	4.0310	0.2481
10	6.192	0.1615	25.959	0.0385	4.1925	0.2385
11	7.430	0.1346	32.150	0.0311	4.3271	0.2311
12	8.916	0.1122	39.581	0.0253	4.4392	0.2253
13	10.699	0.0935	48.497	0.0206	4.5327	0.2206
14	12.839	0.0779	59.196	0.0169	4.6106	0.2169
15	15.407	0.0649	72.035	0.0139	4.6755	0.2139
16	18.488	0.0541	87.442	0.0114	4.7296	0.2114
17	22.186	0.0451	105.931	0.0095	4.7746	0.2095
18	26.623	0.0376	128.117	0.0078	4.8122	0.2078
19	31.948	0.0313	154.740	0.0065	4.8435	0.2065
20	38.338	0.0261	186.688	0.0054	4.8696	0.2054
21	46.005	0.0217	225.026	0.0045	4.8913	0.2045
22	55.206	0.0181	271.031	0.0037	4.9094	0.2037
23	66.247	0.0151	326.237	0.0031	4.9245	0.2031
24	79.497	0.0126	392.484	0.0026	4.9371	0.2026
25	95.396	0.0105	471.981	0.0021	4.9476	0.2021
26	114.475	0.0087	567.377	0.0018	4.9563	0.2018
27	137.371	0.0073	681.853	0.0015	4.9636	0.2015
28	164.845	0.0061	819.223	0.0012	4.9697	0.2012
29	197.814	0.0051	984.068	0.0010	4.9747	0.2010
30	237.376	0.0042	1181.882	0.0009	4.9789	0.2009
31	284.852	0.0035	1419.258	0.0007	4.9825	0.2007
32	341.822	0.0029	1704.109	0.0006	4.9854	0.2006
33	410.186	0.0024	2045.931	0.0005	4.9878	0.2005
34	492.224	0.0020	2456.118	0.0004	4.9899	0.2004
35	590.668	0.0017	2948.341	0.0003	4.9915	0.2003
40	1469.772	0.0007	7343.858	0.0002	4.9966	0.2001
45	3657.262	0.0003	18281.310	0.0001	4.9986	0.2001
50	9100.438	0.0001	45497.191	0.0000	4.9995	0.2000

Factores de interés compuesto anual al 25 %.

n	Pago simple		Series de pago igual			
	Factor de capital compuesta	Factor del valor actual	Factor de capital compuesta	Factor fondo de amort.	Factor del valor actual	Factor de recup. de capital
	Hallar <i>F</i> Dado <i>P</i> <i>F/P</i> <i>i, n</i>	Hallar <i>P</i> Dado <i>F</i> <i>P/F</i> <i>i, n</i>	Hallar <i>F</i> Dado <i>A</i> <i>F/A</i> <i>i, n</i>	Hallar <i>A</i> Dado <i>F</i> <i>A/F</i> <i>i, n</i>	Hallar <i>P</i> Dado <i>A</i> <i>P/A</i> <i>i, n</i>	Hallar <i>A</i> Dado <i>P</i> <i>A/P</i> <i>i, n</i>
1	1 250	0.8000	1 000	1 0000	0 8000	1 2500
2	1 563	0 6400	2 250	0 4445	1 4400	0 6945
3	1 953	0 5120	3 813	0 2623	1 9520	0 5123
4	2 441	0 4096	5 766	0 1735	2 3616	0 4235
5	3 052	0 3277	8 207	0 1219	2 6893	0 3719
6	3 815	0 2622	11 259	0 0888	2 9514	0 3388
7	4 768	0 2097	15 073	0 0664	3 1611	0 3164
8	5 960	0 1678	19 842	0 0504	3 3289	0 3004
9	7 451	0 1342	25 802	0 0388	3 4631	0 2888
10	9 313	0 1074	33 253	0 0301	3 5705	0 2801
11	11 642	0 0859	42 566	0 0235	3 6564	0 2735
12	14 552	0 0687	54 208	0 0185	3 7251	0 2685
13	18 190	0 0550	68 760	0 0146	3 7801	0 2646
14	22 737	0 0440	86 949	0 0115	3 8241	0 2615
15	28 422	0 0352	109 687	0 0091	3 8593	0 2591
16	35 527	0 0282	138 109	0 0073	3 8874	0 2573
17	44 409	0 0225	173 636	0 0058	3 9099	0 2568
18	55 511	0 0180	218 045	0 0046	3 9280	0 2564
19	69 389	0 0144	273 556	0 0037	3 9424	0 2567
20	86 736	0 0115	342 945	0 0029	3 9539	0 2569
21	109 420	0 0092	429 681	0 0023	3 9631	0 2563
22	135 525	0 0074	538 101	0 0019	3 9705	0 2569
23	169 407	0 0059	673 626	0 0015	3 9764	0 2565
24	211 758	0 0047	843 033	0 0012	3 9811	0 2562
25	264 698	0 0038	1054 791	0 0010	3 9849	0 2560
26	330 872	0 0030	1319 489	0 0008	3 9879	0 2508
27	413 540	0 0024	1650 361	0 0006	3 9903	0 2506
28	516 948	0 0019	2063 952	0 0005	3 9923	0 2505
29	646 235	0 0016	2580 939	0 0004	3 9938	0 2504
30	807 764	0 0012	3227 174	0 0003	3 9951	0 2503
31	1009 712	0 0010	4034 968	0 0003	3 9960	0 2503
32	1262 177	0 0008	5044 710	0 0002	3 9968	0 2502
33	1577 712	0 0006	6306 867	0 0002	3 9975	0 2502
34	1972 152	0 0005	7884 609	0 0001	3 9980	0 2501
35	2465 110	0 0004	9856 761	0 0001	3 9984	0 2501

Factores de interés compuesto anual al 30 %.

n	Pago simple		Series de pago igual			
	Factor de capital. compuesta	Factor del valor actual	Factor de capital. compuesta	Factor fondo de amort.	Factor del valor actual	Factor de recup. de capital
	Hallar F Dado P F/P i, n	Hallar P Dado F P/F i, n	Hallar F Dado A F/A i, n	Hallar A Dado F A/F i, n	Hallar P Dado A P/A i, n	Hallar A Dado P A/P i, n
1	1 300	0 7692	1 000	1 0000	0 7692	1 3000
2	1 690	0 5917	2 300	0 4348	1 3610	0 7348
3	2 197	0 4552	3 990	0 2506	1 8161	0 5506
4	2 856	0 3501	6 187	0 1616	2 1663	0 4616
5	3 713	0 2693	9 043	0 1106	2 4356	0 4106
6	4 827	0 2072	12 756	0 0784	2 6428	0 3734
7	6 275	0 1594	17 583	0 0569	2 8021	0 3509
8	8 157	0 1226	23 858	0 0419	2 9247	0 3419
9	10 605	0 0943	32 015	0 0312	3 0190	0 3312
10	13 786	0 0725	42 620	0 0235	3 0915	0 3235
11	17 922	0 0558	56 405	0 0177	3 1473	0 3177
12	23 298	0 0429	74 327	0 0135	3 1903	0 3135
13	30 288	0 0330	97 625	0 0103	3 2233	0 3103
14	39 374	0 0254	127 913	0 0078	3 2487	0 3078
15	51 186	0 0195	167 286	0 0060	3 2682	0 3060
16	66 542	0 0150	218 472	0 0046	3 2832	0 3046
17	86 504	0 0116	285 014	0 0035	3 2948	0 3035
18	112 455	0 0089	371 518	0 0027	3 3037	0 3027
19	146 192	0 0069	483 973	0 0021	3 3105	0 3021
20	190 050	0 0053	630 165	0 0016	3 3158	0 3015
21	247 065	0 0041	820 215	0 0012	3 3199	0 3012
22	321 184	0 0031	1067 280	0 0009	3 3230	0 3009
23	417 539	0 0024	1388 464	0 0007	3 3254	0 3007
24	542 801	0 0019	1806 003	0 0006	3 3272	0 3006
25	705 641	0 0014	2348 803	0 0004	3 3286	0 3004
26	917 333	0 0011	3054 444	0 0003	3 3297	0 3003
27	1192 533	0 0008	3971 778	0 0003	3 3305	0 3003
28	1550 293	0 0007	5164 311	0 0002	3 3312	0 3002
29	2015 381	0 0005	6714 604	0 0002	3 3317	0 3002
30	2619 996	0 0004	8729 985	0 0001	3 3321	0 3001
31	3405 994	0 0003	11349 981	0 0001	3 3324	0 3001
32	4427 793	0 0002	14755 975	0 0001	3 3326	0 3001
33	5756 130	0 0002	19183 768	0 0001	3 3328	0 3001
34	7482 970	0 0001	24939 899	0 0001	3 3329	0 3001
35	9727 860	0 0001	32422 868	0 0000	3 3330	0 3000

CONCLUSIONES

- 1.- No podemos separar el factor económico del campo del Ingeniero, ya que la realización de cualquier proyecto dependerá grandemente de su previa evaluación en términos de su inversión y flujo de efectivo resultante.
- 2.- Existen técnicas que nos permiten encausar y optimizar -- los proyectos de ingeniería hacia su mayor venta en términos económicos, estas técnicas son las referidas en este trabajo como "métodos de evaluación de proyectos de inversión de capital en activos permanentes".
- 3.- La calidad de información es la clave de los métodos y por lo tanto de las decisiones sugeridas. Los esfuerzos encaminados hacia la consideración de todas las alternativas posibles y a la calificación de su probabilidad que se -- ilustran en el Capítulo # 5 representan la importancia de ello.
- 4.- Además de proporcionarnos un lenguaje común a los administradores financieros nos representa la puerta de entrada a una área de gran interés, como lo es la contabilidad administrativa.
- 5.- El buen uso de los métodos de evaluación económica por --

parte de nosotros, los graduados de Ingeniería, se compensará plenamente con la calidad de las decisiones que tomemos con nuestro desempeño laboral.

BIBLIOGRAFIA

- 1 "La Administración de Inversiones de Capital"
Robert G. Murdich y Donald D. Deming
Primera Edición. Editorial Diana
México.

- 2 "Técnicas de Análisis Económico para
Administradores e Ingenieros"
John R. Canada
Primera Edición. Editorial Diana
México.

- 3 "Economía del Proyecto de Ingeniería"
H. G. Thuesen, W. J. Fabrycky, G. J. Thuesen.
Cuarta Edición. Editorial Prentice-Hall Internacional
México.

- 4 "The Capital Budgeting Decision"
Harold Bierman, Jr., Seymour Smidt.
Cuarta Edición. Editorial Collier MacMillan
International. U.S.A.

- 5 "Finanzas en Administración"
J. Fred Weston, Eugene F. Brigham

Editorial Interamericana, Quinta Edición
México.

6 "Administración Financiera"
Robert W. Johnson
Tercera Edición. Editorial Continental
México.

7 "Ingeniería Económica"
George A. Taylor
México.

801058