



Manual de Dirección Financiera I Inversiones

Yolanda Blasco Tomás

**MANUAL DE
DIRECCIÓN FINANCIERA I
INVERSIONES**

MATERIAL DIDÁCTICO
Economía y Empresa
nº 1

Yolanda Blasco Tomás

**MANUAL DE
DIRECCIÓN FINANCIERA I
INVERSIONES**

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA
Servicio de Publicaciones
2023



Manual de dirección financiera I. Inversiones

de Yolanda Blasco Tomás (publicado por la Universidad de La Rioja) se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.

Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.

© La autora

© Universidad de La Rioja, Servicio de Publicaciones, 2023

publicaciones.unirioja.es

E-mail: publicaciones@unirioja.es

ISBN: 978-84-09-51597-4

A mis hijos: Manuel y Rebeca.

ÍNDICE

PRÓLOGO	13
----------------------	----

PRIMERA PARTE: INTRODUCCIÓN

Tema 1. La empresa	17
1.1. Concepto de empresa	17
1.2. Elementos de la empresa	18
1.3. Funcionamiento económico de la empresa	20
1.4. Clases de empresas	21
1.5. El empresario	22
1.6. Los objetivos de la empresa	23
Tema 2. La empresa como sistema	25
2.1. Concepto de sistema	25
2.2. La empresa como sistema	26
2.3. El subsistema físico	27
2.4. El subsistema financiero	29
2.5. El subsistema de administración	30
Tema 3. La estructura económico-financiera de la empresa	31
3.1. Introducción	31
3.2. La estructura económica de la empresa	31
3.3. Las necesidades de capital en la empresa	33
3.4. Los medios o recursos financieros de la empresa	33
3.5. El equilibrio entre inversiones y financiaciones. Concepto del fondo de rotación	34
Tema 4. Las decisiones en la empresa	39
4.1. Introducción	39
4.2. Criterios de decisión	40
4.2.1. Situación de certeza.	40
4.2.2. Situación de riesgo	40
4.2.3. Situación de incertidumbre	42
4.3. Las etapas en la toma de decisiones	45

SEGUNDA PARTE: LAS DECISIONES DE INVERSIÓN EN LA EMPRESA

Tema 5. La inversión en la empresa	49
5.1. Concepto de inversión	49
5.2. La dimensión financiera de la inversión productiva	52
5.3. Clases de inversiones	53
5.4. El proceso temporal de la inversión. Cálculo de los flujos de caja	56
5.5. Instrumentación de la política de inversiones	60
5.6. Métodos de valoración y selección de inversiones	60
5.6.1. Criterios aproximados	61
5.6.1.1. Criterio del flujo neto de caja total por u.m.c.	61
5.6.1.2. Criterio del flujo de caja medio anual por u.m.c.	62
5.6.1.3. Criterio de la tasa de rendimiento contable	62
5.6.1.4. Método de la comparación de los costes	64
5.6.1.5. Criterio del plazo de recuperación	65
5.6.2. Criterios clásicos	68
5.6.2.1. Criterio del Valor Capital o Valor Actual Neto	68
5.6.2.2. Criterio de la Tasa Interna de Rentabilidad	71
5.6.3. Relación entre la tasa de retorno y el plazo de recuperación	75
5.6.4. Analogías y diferencias entre el criterio del VAN y el criterio del TIR ...	75
5.6.5. Comparación de inversiones por el criterio del VAN	77
5.6.6. Criterio del índice de rentabilidad	82
5.6.7. La inconsistencia del criterio del tanto interno de rentabilidad	83
5.6.8. Efecto de la inflación en los métodos clásicos de valoración y selección de inversiones	93
5.6.9. Efecto de los impuestos en los métodos clásicos de valoración y selec- ción de inversiones	96
5.6.10. El problema de la renovación de los bienes de equipo	97
Ejercicios de aplicación	100
Tema 6. Introducción del riesgo en las decisiones de inversión de la empresa	119
6.1. Introducción	119
6.2. La adopción de decisiones de inversión en base al criterio de la $E(VC)$ y la $\sigma(VC)$	120
6.3. Otras formas de introducir el riesgo de las inversiones	123
6.4. Comportamiento aleatorio de los flujos de caja	126
Ejercicios de aplicación	131
Tema 7. Las decisiones de inversión secuenciales	133
7.1. Introducción	133
7.2. Análisis Bayesiano	133
7.3. Árboles de decisión	136
7.4. Ejercicios de aplicación	137

Tema 8. La inversión en activo fijo	153
8.1. Introducción	153
8.2. La inversión en bienes de equipo	153
8.3. Determinación de la vida óptima de los equipos	155
EJERCICIOS GENERALES	159
BIBLIOGRAFÍA	191

PRÓLOGO

Este texto aúna la experiencia del autor, con mas de veinte años dedicado a la enseñanza de la asignatura de Dirección Financiera, a los alumnos de las facultades de Ciencias Empresariales; y a ellos esta especialmente dirigido.

La asignatura de Dirección Financiera (Inversiones) centra su estudio en la descripción, análisis y resolución de los problemas vinculados al proceso de toma de decisiones en la empresa, en concreto las decisiones de inversión. Se exponen los métodos clásicos de valoración de proyectos, sin olvidar las correcciones que se deben realizar al tener en cuenta la inflación y los impuestos.

El libro se descompone en dos partes; en la primera, de manera introductoria se explica que es una empresa, se expone la aplicación de la Teoría General de Sistemas al campo empresarial, se analiza la estructura económico-financiera de la empresa y su relación entre ellas, y por último se estudia el proceso de toma de decisiones en la empresa.

La segunda parte, se centra principalmente en las decisiones de inversión de la empresa, el riesgo en dichas decisiones, y se estudian las decisiones de inversión secuenciales y en activo fijo.

Con el objeto de facilitar la comprensión y estudio, en todos los temas, se han incluido una colección de problemas, algunos resueltos y otros no, que muestran la vertiente practica y su aplicabilidad a situaciones muy próximas a la realidad de la toma de decisiones en la empresa.

Al final del libro se plantean casos prácticos de forma más general y que abarcan estudios de viabilidad más completos y más próximos al realidad empresarial.

Es conveniente indicar que esta obra es útil no solo para la docencia, si no para cualquier persona que tenga que tomar decisiones sobre inversiones en el ámbito empresarial.

PRIMERA PARTE
INTRODUCCIÓN

TEMA 1

La empresa

1.1. Concepto de empresa

La empresa hoy en día es un concepto que cualquier ciudadano de un país con economía de mercado comprende, en un sentido muy amplio, cuál es su significado y función en dicho sistema económico; pero dar una definición rigurosa y completa del concepto empresa resulta muy difícil y más si el objeto a definir está sujeto a constante evolución.

Primero, decir que empresa proviene del latín pretenderá: “emprender una cosa (acometer) que implica trabajo o presenta dificultades”.

Por otra parte el Diccionario de la Lengua Española da las siguientes acepciones:

- Acción ardua y dificultosa que valerosamente se comienza.
- Intento o designio de hacer una cosa.
- Casa o sociedad mercantil o industrial fundada para emprender o llevar a cabo construcciones, negocios o proyectos de importancia.
- Organización mercantil o industrial dedicada a la explotación de la cosa que se expresa.
- Entidad integrada por capital y trabajo como factores de producción dedicados a actividades industriales, comerciales o de prestación de servicios con ánimo de lucro y bajo su responsabilidad.

Respecto a cuál ha sido la evolución de la empresa como órgano del sistema capitalista o de mercado comentaremos lo siguiente:

El sistema económico capitalista pasa por cuatro modelos de organización económica conocidos como: feudalismo, capitalismo mercantil o mercantilismo, capitalismo industrial y capitalismo financiero. En cada uno de ellos la empresa ha tenido sus orígenes y su correspondiente evolución como órgano básico del citado sistema, pasando de un modelo y configuración simple a la actual situación de complejidad que expresa el modelo de empresa como organización.

Se pueden establecer por lo tanto cuatro etapas del modelo de empresa:

- **Primera etapa:** Empresa primitiva: se caracteriza por el énfasis en la dimensión técnica y como unidad simple, es decir, muy orientada a una transformación primaria y artesanal de los factores productivos y dotada de una organización sencilla, réplica en cierta medida de la estructura familiar de su propietario: el artesano o empresario individual e industrial de la época.
- **Segunda etapa:** Empresa comercial: La empresa sigue conceptuándose como unidad simple, en cuanto a su estructura productiva, aunque como consecuencia del incremento del comercio internacional y colonial y del desarrollo político-económico de las ciudades y de los Estados surgen nuevas formas societarias (de las sociedades personalistas-colectivas y en comandita a las sociedades anónimas) y nuevos planteamientos organizativos para lograr los objetivos comerciales. Es por todo ello por lo que se comienza a definir a la empresa como unidad comercial o técnico-económica.
- **Tercera etapa:** Empresa industrial; el gran desarrollo de la empresa se produce con el modelo de capitalismo industrial, el cuál surge con la primera Revolución Industrial, la apa-

rición de las primeras maquinas para llevar a cabo tareas industriales, transformó el panorama económico del siglo XIX, dando origen al surgimiento de la industria pesada, la industria del carbón que definen el comienzo del capitalismo industrial. En él la empresa ya se configura como una unidad compleja, tanto en los aspectos productivos, como por los restantes aspectos económicos y sociales, razón de que se la defina como unidad económica de producción.

- **Cuarta etapa:** Empresa como organización; finalmente, el capitalismo industrial, dado su crecimiento patrimonial, requirió de un importante crecimiento financiero. Esta circunstancia y el logro de importantes beneficios por las grandes empresas industriales, desarrollaron la economía financiera, sus instituciones, mercados y operaciones. En esta etapa se produce la separación o ruptura de la propiedad y de la administración de la gran empresa industrial y los fenómenos de la concentración y de la internacionalización del capital; cuestiones que determinan una nueva concepción de empresa como unidad financiera, como unidad de decisión o de dirección.

Por último, hay que intentar distinguir la empresa de conceptos como sociedad mercantil, explotación y planta o establecimiento industrial. El primero muestra la dimensión jurídica de la empresa, el segundo es la manifestación de su carácter técnico y el tercero refleja su aspecto espacial o de localización física.

- Sociedad mercantil: “Unidad jurídica que regula el conjunto de relaciones que produce el patrimonio del que son titulares dos o más personas” o “contrato de compañía por el que dos o más personas se obligan a aportar al fondo común bienes, industria o alguna de estas cosas para obtener un lucro”.
- Explotación: “Unidad física o conjunto de procesos tecnológicos por los que un conjunto de factores pueden ser transformados en un conjunto de productos o resultados”.
- Planta o establecimiento industrial: “Unidad espacial o física: lugar en donde se localiza y desarrolla la actividad económica de un negocio, de una industria o también de una explotación”.

De esta distinción conceptual se deduce que una empresa puede estar compuesta por una o varias sociedades (grupo), por una o más explotaciones, por una o más plantas. La clave que caracteriza a la empresa radica en que ésta es un centro de decisión a nivel global y, por tanto, posee capacidad de gestión y de formulación de objetivos, marcando las pautas a seguir por la organización.

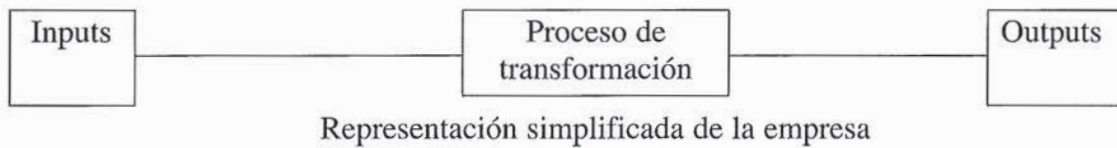
1.2. Elementos de la empresa

La empresa es el órgano básico de la economía de mercado o el agente que organiza con eficiencia los factores económicos para producir bienes y servicios para el mercado con el ánimo de alcanzar ciertos objetivos.

La función general de cualquier empresa es llevar a cabo una **actividad productiva**, a fin de crear o aumentar la utilidad de los bienes para satisfacer las necesidades de los hombres; ello exige el empleo de una serie de elementos (inputs), tales como materias primas, instalaciones, maquinaria, almacenes, recursos técnicos, humanos y financieros, etc.

La utilización de todos ellos debe estar coordinada a través de una estructura organizativa. A partir de los inputs, y mediante un proceso de transformación, la empresa obtendrá una serie de bienes y servicios (outputs) que servirán para satisfacer las necesidades de la sociedad, de manera directa o indirecta, según vayan destinados al consumo final o sirvan de inputs a otros proce-

tos productivos. En base a este razonamiento la empresa se ha representado a través del siguiente esquema:



Hemos definido **producción** como aquella operación que tiene como finalidad incrementar la utilidad de los bienes. Ahora bien, este incremento de utilidad no ha de entenderse de forma estricta, sino en toda su amplitud. En consecuencia, son operaciones productivas:

- Las actividades de transformación. A través de la combinación de determinados inputs se obtiene un output de naturaleza o características diferentes a las de aquellos.
- Las actividades extractivas. Ponen los minerales que estaban en el interior de las canteras a disposición de los usuarios.
- Las actividades de almacenamiento. A través de las mismas se regula la posible falta de sincronía entre el momento en que los productos son elaborados por las empresas y el momento en que son demandados por el sector consumo.
- Las actividades de transporte. Permiten trasladar los inputs y los outputs desde su lugar de producción hasta el de su utilización.
- Las actividades comerciales. Tienen por función poner los productos a disposición de los potenciales compradores en el lugar y momento adecuados.
- Las diversas prestaciones de servicios, en todas sus vertientes (servicios médicos, bancarios, de aseguramiento, agencias de viajes).

Para llevar a cabo una actividad productiva se debe de disponer de una serie de factores productivos (recursos o medios), estos se pueden clasificar en dos grandes grupos: los factores pasivos o bienes económicos, y los factores activos o las personas.

Los factores pasivos representan los recursos económicos clásicos (tierra y capital), sujetos a la característica de la escasez o de su disposición limitada. En la actualidad estos factores se pueden clasificar:

- Capital financiero o recursos financieros líquidos.
- Capital técnico:
 - Tangible:
 - Inversiones técnicas o bienes de equipo o informáticos.
 - Materiales y mercancías.
 - Intangible:
 - Tecnología y software informático.

En cuanto a los factores activos, representan el concepto clásico de la fuerza del trabajo o capital humano, dentro de este se pueden diferenciar grupos de personas diferenciados por sus intereses, papel y relaciones con la empresa:

- Propietarios del capital de la empresa.

- Empleados o trabajadores.
- Directores o administradores.

Hay que añadir un tercer tipo de factor para completar la concepción moderna de la empresa, como es el empresario, que es quien asume el riesgo del negocio, y quien realiza los trabajos de coordinación y dirección.

1.3. Funcionamiento económico de la empresa

El funcionamiento de la empresa no es ajeno al entorno que le rodea ni al tipo de economía del que forma parte. Según cuál sea éste, las respuestas que deberán darse a las grandes preguntas acerca de qué producir, cómo producir y para quién producir serán distintas.

Existen diversos tipos de sistemas económicos, pero todos ellos se encuentran entre estos dos extremos:

- 1- El sistema de libre mercado, en el cual las empresas se someten a la competencia, toman sus propias decisiones y tienen sus propios objetivos.
- 2- El sistema de economía centralizada, en el que todas las empresas se encuentran sometidas a la autoridad del Estado, el cual interviene en sus decisiones, y tienen como objetivo cumplir el plan previsto por las autoridades estatales.

En España, como en toda Europa Occidental, la mayor parte de las empresas se encuentran sometidas a un sistema de libre mercado, economía capitalista; partiendo de estos supuestos, podemos definir a la empresa como un agente que organiza con eficiencia los factores económicos para producir bienes y servicios para el mercado con el ánimo de alcanzar ciertos objetivos, o también podemos decir que la empresa es el agente económico que sustituye al mercado para reducir los costes de transacción que él origina y para asumir el riesgo.

Las funciones principales que desempeña una empresa en el sistema capitalista son, entre otras las siguientes:

- 1- Función de descuento o anticipación del producto social. Los servicios prestados por los trabajadores de una empresa suponen un coste para la misma, y su importe se transmitirá a los consumidores a través del precio de los bienes. Sin embargo, generalmente, los trabajadores cobran sus sueldos y salarios mensualmente, cuando todavía no se ha producido la venta de la producción. En estos casos la empresa adelanta o descuenta el valor del trabajo incorporado a la producción, corriendo el riesgo de que nunca se llegue a producir la venta. Este fenómeno ocurre con todos los factores de producción. Por otra parte en ocasiones puede suceder lo contrario, en los casos de que los procesos de producción y venta sean de muy corta duración.
- 2- Función de asunción de riesgo económico y técnico. La empresa capitalista, a priori, desconoce cuál será el grado de aceptación de su producción; en consecuencia, corre el riesgo de no recuperar nunca el valor de los recursos incorporados a sus productos.
- 3- Función de coordinación, organización y control de los factores productivos. Las empresas adquieren o contratan factores productivos, coordinándolos de la forma más adecuada posible, a fin de alcanzar los objetivos propuestos; por otra parte, realizan una función de control, de verificación de los logros alcanzados y de comparación de éstos con los objetivos propuestos.
- 4- Función de producción. Las empresas proporcionan bienes y servicios orientados a la satisfacción de necesidades de la sociedad.

- 5- Función de intérprete de los deseos de los consumidores. Las empresas, en la medida en que deseen sobrevivir y obtener altos beneficios, deberán estar constantemente atentas a descubrir qué es aquello que los consumidores demandan.
- 6- Función de generación de capacidad de pago. Las empresas, al llevar a cabo su actividad, ponen en circulación grandes masas de dinero (remuneran los factores que contratan, invierten parte de sus beneficios...), que, entre otras cosas, servirán para que las unidades de consumo dispongan de recursos con los que adquirir los bienes que precisen.

1.4. Clases de empresas

Existen múltiples criterios para clasificar las empresas, entre los mas importantes podemos citar los siguientes:

- 1- Según el sector productivo al que pertenezca. Según la actividad de las empresas, estas pueden clasificarse por sectores económicos :
 - Sector primario: agrícolas, ganaderas y pesqueras.
 - Sector secundario: las industriales.
 - Sector terciario: las de servicios.
- 2- Según su tamaño. Se distingue entre empresas pequeñas, medianas y grandes, sin que exista acuerdo sobre el criterio para la medición del tamaño (volumen de activos, cifra de capital propio, número de trabajadores...) ni sobre las dimensiones que han de tener las empresas para pertenecer a una u otra clase.
- 3- Según la titularidad de la propiedad. Se distingue entre empresas privadas (en las que el capital es propiedad de particulares), empresas públicas (cuyo capital es propiedad del Estado), y empresas cooperativas o sociales (en las que los trabajadores de las mismas son, además, sus propietarios).

Las razones por las cuales han aparecido las empresas públicas son de muy diversa índole, entre las que destacan las siguientes:

- Suplir la iniciativa privada en sectores de baja rentabilidad, pero importantes desde el punto de vista social.
 - Evitar los elevados precios que alcanzarían determinados servicios básicos si fuesen proporcionados por empresas privadas.
 - Realizar actividades de tipo estratégico (la defensa del país).
- 4- Según la forma de propiedad y responsabilidad de los socios. Pueden ser individuales o de carácter societario. Si la totalidad del capital pertenece a una única persona, se dice que la empresa es individual; tales empresas suelen ser de reducida dimensión y estar dirigidas y gestionadas directamente por su propietario, recayendo sobre el mismo un riesgo de carácter ilimitado que abarca tanto su patrimonio empresarial como particular. Sin embargo si el capital es aportado por dos o más personas, la empresa es de carácter societario y podrá adoptar diferentes formas jurídicas en función del contrato que regule los derechos y obligaciones de los socios; las empresas societarias pueden ser fundamentalmente de cinco tipos:
 - Sociedad Colectiva.
 - Sociedad Comanditaria.
 - Sociedad de Responsabilidad Limitada.

- Sociedad Anónima.
- Sociedad Cooperativa.

1.5. El empresario

La idea del empresario está íntimamente vinculada a la de empresa, no puede existir empresario sin empresa, ni empresa sin empresario. A lo largo del tiempo la figura del empresario se ha entendido de una u otra forma, en función de los cambios experimentados por la empresa. Así, se ha caracterizado al empresario, fundamentalmente, bien por ser quien asume el riesgo del negocio, o bien por ser quien coordina, dirige y controla la actividad empresarial.

Las empresas en la etapa medieval y de comienzos de la Revolución Industrial se caracterizaban por su pequeña dimensión. En ellas quien aportaba el capital era quien dirigía, planificaba, coordinaba y controlaba todo el proceso de producción: sobre la misma persona recaían las dos funciones señaladas anteriormente, siendo este individuo el empresario; esta conjunción de funciones también recae en una misma persona en la mayoría de las pequeñas y medianas empresas actuales.

En cambio, en la actualidad, con la aparición de las grandes sociedades anónimas, se observa una escisión total y absoluta entre las personas que asumen el riesgo de capital y las que organizan el proceso de producción; los propietarios de las sociedades anónimas son los accionistas, cuya responsabilidad se limita únicamente a los fondos aportados, no extendiéndose a su patrimonio particular.

Sin embargo, en la práctica, quienes coordinan, organizan, dirigen y controlan la empresa son, en general, terceras personas nombradas por la Junta General, órgano que teóricamente es el que detenta el poder sobre la sociedad. Por lo tanto, en las grandes sociedades anónimas no hay, generalmente, ningún agente sobre el que recaigan las dos funciones básicas atribuidas al empresario clásico.

No existe un concepto unánime de empresario, pero las aportaciones principales respecto a la teoría del empresario son las siguientes:

- 1- Teoría del empresario como capitalista (A. Smith, 1776).

Concepto de empresario como propietario de los medios de producción y patrón o maestro de trabajo.

- 2- Teoría del empresario como agente u hombre de negocios (R. Cantillon, 1730, y J. B. Say, 1830).

Concepto de empresario como agente u hombre de negocios que compra los medios de producción a ciertos precios y los combina en un producto que venderá a un precio incierto en el momento del compromiso de sus costes.

- 3- Teoría del empresario como cuarto factor de la producción: factor de organización (A. Marshall, 1890).

Concepto de empresario como cuarto factor productivo, con el que se aporta el conocimiento a través de la organización y cuya función es la dirección de los negocios.

- 4- Teoría del empresario riesgo (F. H. Knight, 1921).

Concepto de empresario como figura que asume el riesgo de la actividad económica al anticipar el producto nacional, creando y asegurando las rentas, por lo que el beneficio empresarial o renta residual es la remuneración de dicho riesgo.

5- Teoría del empresario innovador (J. A. Schumpeter, 1911 y 1942).

Concepto de empresario como innovador o agente principal del desarrollo económico capitalista, consecuencia del cambio tecnológico. Liderazgo innovador que justifica su beneficio como renta residual de la economía.

6- Teoría del empresario control o tomador de decisiones (H. A. Simon, 1947).

Concepto de empresario como hombre administrativo que toma decisiones para llevar el control del proceso económico.

7- Teoría del empresario como tecnoestructura (basada en la separación de la propiedad y el control) (J. K. Galbraith, 1967).

Concepto de empresario como función directiva, normalmente compuesta por un grupo de expertos en la elaboración de decisiones, consecuencia de la separación de la propiedad y el control en la gran empresa.

8- Teoría del empresario líder o función de liderazgo (W. G. Bennis y E. H. Schein, 1965-1983).

Concepto de empresario como visionario, motivando y conexionando el grupo humano, creando y buscando nuevos caminos y desarrollando una cultura para lograr con éxito los objetivos.

1.6. Los objetivos de la empresa

Las teorías acerca de los objetivos de la empresa han evolucionado de forma paralela a la del concepto de empresa y a la figura del empresario. A tal efecto se distinguen cuatro fases, cada una de las cuales muestra distintas concepciones de los objetivos, en reflejo de los distintos conceptos de empresa.

1ª Fase: La teoría clásica señala como único objetivo empresarial la obtención del máximo beneficio; esta afirmación adolece de una serie de limitaciones como son:

- Relatividad del propio concepto de beneficio (¿Qué indicador utilizar para medir el beneficio?).
- En las sociedades anónimas los accionistas no tienen como principal objetivo el maximizar el beneficio, sino que lo que a ellos les importa es el dividendo percibido y la plusvalía de sus acciones.
- Las empresas de carácter público rara vez están orientadas hacia esta finalidad.

2ª Fase: La aparición de la gran empresa llevó consigo la separación de la propiedad y el control, surgiendo por tanto dos grupos con intereses claramente diferenciados: los propietarios y los directivos; y respecto a estos últimos cabe preguntarnos si persiguen objetivos distintos a la maximización del beneficio, pretendiendo maximizar su utilidad, tales como maximizar las ventas, crecimiento de la empresa, etc.

3ª Fase: La teoría de la Organización señala que los objetivos son el resultado de un proceso de negociación entre los diferentes grupos con intereses en la empresa: propietarios, Estado, banca y otros agentes financieros, trabajadores, dirección, consumidores, clientes y proveedores. Caso de no llegar a un acuerdo, el objetivo de supervivencia de la empresa ha de prevalecer por encima de los intereses individuales. Esta perspectiva hace que hablar de los objetivos de la empresa sea engañoso, pues la empresa, en sí misma, no tiene objetivos, son las personas que la configuran quienes tienen objetivos.

4ª Fase: Finalmente, la estructura de las modernas empresas nos lleva a definir el objetivo de la empresa, en un intento globalizador, al tiempo que operativo, en términos de maximización del valor de la empresa. Esta definición, no sólo permite incluir los intereses de todos los grupos de la empresa, sino que además nos facilita la consideración de la existencia de múltiples objetivos por niveles y funciones.

TEMA 2

La empresa como sistema

2.1. Concepto de sistema

La teoría de sistemas aplicada a la empresa permite describir el funcionamiento y los problemas de las mismas, destacando como rasgo sustantivo las interrelaciones entre sus partes. Un sistema está constituido por una serie de dos o más elementos de cualquier clase, cumpliéndose que cada parte influye sobre el todo, pero no de forma aislada respecto a los demás componentes del sistema. Además, cada posible subsistema tiene las mismas propiedades que el sistema que lo contiene.

Por lo tanto, la Teoría de Sistemas proporciona un marco conceptual adecuado para entender la empresa como un todo unitario, al que denomina sistema, integrado por diversas partes que están en constante interacción, denominadas subsistemas.

La Teoría General de Sistemas se apoya en el concepto de sistema, que se define como un conjunto de elementos, materiales, humanos e inmateriales, interdependientes, relacionados mediante una estructura organizativa para la consecución de un fin.

Las características del concepto sistema son tres:

- Globalidad. Un sistema es un conjunto en constante interacción, de forma que cualquier estímulo que afecte a alguno de sus elementos repercutirá sobre el resto.
- Homeostasis. El propio sistema se adapta y controla para mantener el equilibrio.
- Finalidad. Todo sistema está orientado a la consecución de un fin u objetivo.

Los sistemas pueden clasificarse atendiendo a diferentes criterios:

a) En función de su interacción con el entorno:

- Sistema abierto. Es aquel que está en constante intercambio con el exterior.
- Sistema cerrado. Es aquel que se halla aislado del medio exterior.

b) Según la naturaleza de los elementos con que se trate:

- Sistema físico. Es aquel compuesto por objetos reales.
- Sistema abstracto. Es aquel que trata con objetos no reales.

c) Atendiendo a su origen:

- Sistemas naturales. Son aquellos que existen en base a un proceso natural.
- Sistemas artificiales. Son aquellos que existen como consecuencia de la acción del hombre.

Un sistema no siempre conduce automáticamente a los fines que le son propios, por ello es necesario la existencia de mecanismos de control que permitan reconducir el proceso hacia los objetivos deseados. Dicho mecanismo de control también se conoce como retroalimentación, regulación o feed-back.

Todo sistema puede dividirse en partes denominadas subsistemas, que a su vez pueden considerarse como sistemas de ámbito inferior. La Teoría General de Sistemas defiende el análisis integrado de todos los subsistemas; cada uno de éstos responde a un área específica, de forma que su integración en un sistema propugna o facilita la globalización del conocimiento científico.

2.2. La empresa como sistema

La empresa puede conceptuarse como un sistema, ya que se caracteriza por ser un conjunto de elementos, humanos, materiales e inmateriales, que, mediante un proceso de transformación, y gracias a cierta estructura organizativa, tiende a la consecución de una serie de objetivos.

La empresa cumple todas las características de un sistema: sus elementos o partes están en constante interrelación, cualquier influencia sobre uno de sus elementos o subsistemas repercute sobre los demás y sobre el conjunto del sistema (globalidad); la empresa es un sistema autorregulado, un sistema autocontrolado, cualquier estímulo sobre cualquiera de sus elementos incide inmediatamente sobre el resto, tendiéndose a alcanzar el equilibrio (homeostasis); y por último, está orientada a alcanzar unos objetivos determinados (finalidad).

La empresa es un sistema artificial, físico y abierto. La unidad económica es obra de la actividad y esfuerzo humano, y está constituida fundamentalmente por elementos reales, aunque no podemos olvidar sus componentes no tangibles, tales como el fondo de comercio, capacidad organizativa, etc. Es un sistema abierto, ya que mantiene constantes intercambios de elementos y de información con el exterior. Influye en su entorno y recibe influencias de él.

Ya sea a consecuencia de la dinámica del entorno o a causas internas de la empresa, en muchas ocasiones se producen desviaciones entre las previsiones del plan y las realizaciones, siendo necesario disponer de un mecanismo de control, retroalimentación, que permita, tras conocer aquellas, emprender las acciones correctivas necesarias para reconducir y adaptar el proceso empresarial hacia la consecución de los objetivos deseados, o incluso para modificar éstos.

La descomposición del sistema empresa en subsistemas se puede efectuar siguiendo diferentes criterios. Para ello, nos vamos a centrar tanto en la naturaleza de los procesos que se llevan a cabo para alcanzar los fines y objetivos propuestos, como en las distintas áreas funcionales de la unidad económica.

En la empresa nos encontramos con dos tipos de procesos íntimamente relacionados: el proceso logístico y el proceso directivo. Cada uno de éstos puede identificarse con un subsistema: el físico y el administrativo.

El subsistema físico va asociado al proceso logístico. En él se producen todas las transformaciones necesarias para la obtención y venta de los bienes y servicios que contribuirán a la satisfacción de las necesidades de la sociedad. Dentro del proceso logístico se distinguen dos tipos de operaciones y procesos paralelos, aunque de distinta naturaleza: el real y el monetario o financiero, los cuales se asocian, respectivamente, con los subsistemas físico-económico y financiero.

En el subsistema físico-económico se agrupan todas las operaciones asociadas a las tareas de aprovisionamiento, tanto de bienes de equipo como de materias primas, producción y venta de bienes y servicios, pudiéndose asociar un subsistema funcional específico a cada una de dichas áreas.

El subsistema físico-financiero contempla los flujos monetarios asociados a las operaciones anteriores. Dentro del mismo se encuadran el subsistema funcional de financiación y el de inversión.

El subsistema administrativo se ocupa del proceso de fijación de objetivos, así como de todas las actividades necesarias para alcanzar los mismos; es el coordinador del resto de subsistemas. Tradicionalmente, en el proceso administrativo se han distinguido tres fases o funciones específicas: la planificación, la organización y el control.

2.3. El subsistema físico

Una vez el subsistema de administración haya establecido los objetivos generales, así como los planes y estrategias en que se concretarán aquéllos, será necesario proceder a su puesta en marcha; es precisamente el subsistema físico el que se ocupará de ello. Para ello cuenta con los siguientes subsistemas funcionales:

- Subsistema físico-económico.
 - Subsistema de aprovisionamiento.
 - Subsistema de producción.
 - Subsistema comercial.
 - Subsistema de Investigación y Desarrollo.
- Subsistema financiero.
 - Subsistema de financiación.
 - Subsistema de inversión.

Seguidamente vamos a analizar las funciones primordiales de cada uno de ellos.

El subsistema de aprovisionamiento

Toda empresa, para llevar a cabo la actividad que le caracteriza, necesita disponer de un conjunto de inputs a los que incorporará utilidad mediante un proceso productivo. El subsistema de aprovisionamiento debe ocuparse de las cuestiones relacionadas con la previsión, materialización y gestión de las inversiones de naturaleza física. En consecuencia, algunas de las funciones típicas de dicho subsistema son:

- Determinar si conviene adquirir en el exterior los elementos que precisan, o si es preferible producirlos en la propia empresa.
- Seleccionar a los proveedores que suministrarán los bienes que se vayan a adquirir del exterior.
- Definir la gestión de compras y de almacenes.
- Concretar los procedimientos de recepción, los medios de almacenamiento, mantenimiento del mismo, etc.
- Llevar a cabo el control de calidad de los inputs.
- Determinar la política de pedidos y el criterio de reposición, esto supone dar respuesta a preguntas tales como “con qué frecuencia hay que hacer un pedido”, “qué cantidad demandar”, etc. Toda empresa debe conocer el nivel mínimo de inputs que ha de mantener, a fin de evitar rupturas en el proceso de producción debidas a la falta de aquéllos. Por ruptura se entiende la paralización del proceso de producción, que supondría una mala gestión empresarial, es por ello que las empresas deben mantener un nivel mínimo de existencias, llamado stock de seguridad; lo mismo se podía decir respecto a los productos terminados y mercancías.

El subsistema de producción

La producción, función que caracteriza e identifica a la empresa, consiste en el desarrollo de una actividad creadora de bienes y servicios encaminada a satisfacer necesidades humanas, de forma que la utilidad de los elementos obtenidos sea superior a la de los empleados para su eje-

cución. El concepto de producción puede contemplarse desde una doble vertiente: una técnica y una económica. Desde el punto de vista técnico, se define producción como el proceso físico de transformación de ciertos elementos en bienes y servicios. Desde la perspectiva económica, es todo proceso orientado a la obtención de bienes y servicios aptos para satisfacer necesidades humanas.

El objetivo de este subsistema se centra en la coordinación de los medios de producción, con la finalidad de obtener unos productos según el plan establecido por el órgano directivo de la empresa. Para su consecución se dispone de dos herramientas: la ingeniería de proyectos y la administración del proceso productivo. La primera se encarga de los aspectos de naturaleza técnica, mientras que la segunda coordina las funciones del subsistema productivo con el resto de la empresa.

Algunas de las funciones propias de este subsistema son:

- Definición de las características técnicas del producto a fabricar.
- Diseño del sistema de producción.
- Determinación del diseño de la planta, es decir ordenación de todos los medios físicos de producción (flujo de materiales y equilibrio de la cadena de producción).
- Organización del factor trabajo.
- Mantenimiento y conservación de las instalaciones y de la capacidad productiva.
- Ejecución del producto en base al diseño realizado.
- Control del proceso técnico y de producción.
- Análisis de la programación temporal de tareas.

El subsistema comercial

Desde un punto de vista tradicional, el subsistema comercial es aquel encargado de colocar los elementos previamente adquiridos o la producción en el mercado. Sin embargo, el concepto moderno extiende su cometido a otras tareas, tales como: investigar qué desean o necesitan los consumidores; diseñar un producto que satisfaga esos deseos o necesidades; determinar su precio de venta; concretar la promoción y publicidad que convenga realizar, así como los canales de distribución más adecuados, etc.

El marketing se encarga de conocer a fondo el mercado, a partir de ello, planificar el modo de actuación que permita alcanzar los objetivos establecidos.

Otra faceta del subsistema comercial es la relativa a la investigación de mercados, a través de la cual se pretende recoger y analizar información sobre: los deseos y necesidades de los consumidores, la acogida del producto ofertado, el nivel de éxito de las campañas de publicidad, las actividades comerciales de la competencia, etc.

El subsistema de investigación y desarrollo

El subsistema de investigación y desarrollo posee unas características muy peculiares. Esta función cobra sentido en la medida en que se ve a la empresa como una organización cuya vida esta continuamente amenazada por la actuación de otras empresas competidoras.

Al hablar de investigación y desarrollo no sólo se hace referencia a las acciones efectuadas en el campo de la tecnología, sino también a cualquier otra innovación empresarial que contribuya a afianzar a la empresa en el mercado.

Sólo un pequeño porcentaje de empresas disponen de departamento de investigación y desarrollo, debido fundamentalmente a su elevado coste y el riesgo de esta actividad. Ahora bien, hay unidades económicas que, preocupadas por no perder cuota de mercado o con la pretensión de ampliarla, en vez de invertir recursos en una actividad tan arriesgada prefieren adquirir una patente, en vez de explotar ella misma la innovación, y arrendarla.

2.4. El subsistema financiero

En el subsistema financiero se encuadran todos los flujos de naturaleza monetaria que se producen en la unidad económica. Este subsistema, en estrecha interdependencia con el subsistema físico, se encarga de la captación, administración y control de los recursos financieros.

Para iniciar un negocio se requiere disponer de recursos financieros; la misión del subsistema financiero consiste en buscar los fondos necesarios para financiar las actividades empresariales y distribuirlos entre las distintas áreas de la unidad económica o alternativas de inversión.

Por lo tanto, el subsistema financiero tiene asignadas dos funciones específicas:

- La función de financiación o captación de fondos.
- La función de inversión o asignación de los fondos obtenidos.

El subsistema financiero es el sustento del resto de áreas funcionales, puesto que sin los fondos obtenidos por el mismo sería imposible la realización de cualquier tarea productiva.

Aunque no existe unanimidad a la hora de definir el término inversión, entendemos que tal función abarca toda inmovilización o colocación de recursos con la finalidad de conseguir unos resultados en el futuro. Las inversiones se pueden agrupar en dos grandes categorías:

- Inversiones en activos fijos: Son aquellas que representan bienes que permanecen en la empresa durante varios ejercicios económicos, recuperándose a largo plazo el dinero invertido a través del proceso de amortización. Al quedar vinculadas a la empresa durante un período largo de tiempo, las decisiones asociadas a las mismas se adoptan mediante un proceso de gran envergadura, en el que se efectúan análisis profundos sobre el mercado actual y previsto; un error en este tipo de decisiones puede ser catastrófico para la empresa.
- Inversiones en activos circulantes: Son aquellas que se materializan en bienes que permanecen durante un período inferior al ejercicio económico.

El subsistema financiero debe preocuparse, básicamente, de los siguientes aspectos:

- Captar los fondos externos que menor coste supongan.
- Determinar la estructura financiera. Por estructura financiera se entiende el conjunto de fondos o pasivos de que se dispone; convendrá que la misma conduzca a maximizar el valor de la empresa, lo cual equivale a minimizar el coste de capital (coste medio ponderado de las fuentes financieras de la empresa)
- Concretar la política de dividendos y la de autofinanciación.
- Gestionar la liquidez.
- Proporcionar información sobre la posible evolución de la dimensión de la empresa y sobre la estructura económica (composición de activos).
- Distribuir los fondos totales de que dispone la empresa entre los distintos departamentos, subsistemas funcionales o alternativas de inversión.
- Investigar cada una de las alternativas de inversión en cuanto se refiere al desembolso inicial que exigen, riesgo que conllevan, rentabilidad que proporcionan, plazo de recuperación del capital invertido, incremento de la riqueza, etc.

- Jerarquizar las inversiones por orden de preferencia para la empresa.
- Analizar las decisiones de inversión secuenciales.
- Asignar un presupuesto escaso entre distintas alternativas de inversión rentables.

Todas las decisiones empresariales importantes (en producción, márketing, personal, investigación y desarrollo) acaban por tener repercusión en las competencias del director financiero.

En resumen, el director financiero es el ejecutivo que lleva a cabo las cinco grandes políticas que determinan el éxito o fracaso empresarial:

- Política de rentabilidad y selección de inversiones.
- Política de endeudamiento.
- Política de autofinanciación.
- Política de ampliaciones de capital.
- Política de dividendos.

La primera política se refiere al activo de la empresa; las otras cuatro se refieren al pasivo a largo plazo y a su retribución.

2.5. El subsistema de administración

El subsistema de administración hace referencia a la planificación, coordinación y dirección de los subsistemas funcionales. Su objetivo es alcanzar un equilibrio y una armonía permanente entre las distintas áreas de la organización empresarial.

El proceso de administración se ocupa de todas las actividades que se llevan a cabo con la finalidad de fijar y alcanzar los objetivos de la empresa. Dicho proceso consta de tres fases o funciones básicas:

1.- La planificación

Planificar consiste en proyectar el futuro deseado y los medios efectivos para guiar a la empresa hacia el mismo. La planificación comienza con la fijación de objetivos y subobjetivos empresariales, para a continuación, tras analizar las estrategias alternativas, elegir la más conveniente y establecer las directrices generales de actuación que conducirán a su consecución; posteriormente éstas se concretarán en programas y presupuestos. Los programas recogen las normas de actuación, descendiendo al detalle y señalando fechas para su aplicación, para cada una de las áreas o departamentos de la empresa. Los presupuestos recogen de forma pormenorizada y a través de cuantías concretas las operaciones señaladas en el programa.

2.- La organización

Una vez establecidos los objetivos y elaborados los planes, programas y presupuestos, se deberá ordenar los medios materiales, coordinar el grupo humano y establecer una red de relaciones que hagan posible la ejecución de la estrategia formulada.

3.- El control

La función de control es aquella fase del proceso administrativo que compara los logros alcanzados con los objetivos, metas o proyectos planificados, poniendo de relieve las desviaciones existentes e introduciendo a continuación las acciones correctivas pertinentes, con el fin de asegurar que los resultados se encuadren dentro de unos límites prefijados.

TEMA 3

La estructura económico-financiera de la empresa

3.1. Introducción

La empresa necesita recursos financieros para poder llevar a cabo su actividad de producción y distribución, necesita recursos financieros con los que poder financiar las inversiones necesarias para la realización de su actividad productiva, así como para hacer frente al pago de los gastos corrientes originados por esta actividad productiva. En el balance se recogen en el Pasivo los diferentes tipos de recursos financieros que la empresa utiliza o emplea, y al cual se le llama “**capital de financiamiento**”. En el Activo se relacionan las materializaciones o usos de esos recursos financieros, se le llama “**capital de funcionamiento**” y son los empleos o inversiones de la empresa.

El activo y el pasivo del balance son dos aspectos de una misma cosa, dos caras de la misma moneda. En el activo se recoge el capital en funcionamiento, los elementos del capital productivo de la empresa, y en el pasivo el capital de financiamiento, es decir la naturaleza de los recursos financieros que la empresa ha utilizado para la adquisición de los elementos del activo.

BALANCE

Capital de Funcionamiento

Activo Fijo
Activo Circulante

Capital de Financiamiento

Fondos Propios: Capital y Reser.
Créditos a corto plazo
Créditos a medio y largo plazo

3.2. La estructura económica de la empresa

El capital en funcionamiento (empleos e inversiones) de la empresa se divide en activo fijo y activo circulante, según que las inversiones sean a largo o a corto plazo.

La inversión en activo fijo viene determinada por la capacidad de absorción del mercado, es decir por la demanda. Una demanda insatisfecha es condición necesaria, aunque, no suficiente, para que una empresa crezca o nazca, la condición suficiente es que **la tasa de retorno o tipo de rendimiento interno de la inversión sea superior al coste de los recursos financieros**, en este caso es rentable invertir.

La inversión en activo circulante es la que se realiza en la empresa para asegurar el funcionamiento del ciclo “dinero-mercancías-dinero” o el ciclo de explotación. Esta inversión depende principalmente de la dimensión o tamaño del activo fijo y del llamado “período medio de maduración de la empresa”, que es la duración media del ciclo de explotación. La inversión en activo circulante es pues una inversión derivada o complementaria de la inversión en activo fijo.

En la empresa se dan dos tipos de ciclos fundamentales (un ciclo en economía es toda sucesión de hechos económicos que se repiten regularmente):

- 1- **Ciclo a largo plazo**, que se refiere a la renovación del inmovilizado; los elementos del activo fijo se dividen en dos grupos: activos amortizables y activos no amortizables. Los activos amortizables son aquellos que se deprecian al prestar la función productiva que les es propia, o por el transcurso del tiempo y también otras partidas que recogen gastos plurianuales, como gastos de constitución, de primer establecimiento, etc. Los no amortizables, son los complementarios de los activos amortizables, como por ejemplo los solares, terrenos, que no son susceptibles de amortización; los activos fijos amortizables tienen un período medio de vida o permanencia, luego se puede hablar de un período medio de renovación del inmovilizado, que se obtendrá promediando los períodos de renovación de los distintos activos renovables, de esta forma se obtiene una estimación de la duración del ciclo a largo de la empresa.
- 2- **Ciclo a corto plazo**, o ciclo de explotación o ciclo “dinero-mercancías-dinero”. La duración media de este ciclo se denomina período medio o de maduración o también período medio de maduración, y es el tiempo que por término medio tarda en volver a caja el dinero que ha salido de la misma para hacer frente a las exigencias del proceso productivo; es el tiempo que por término medio tarda en dar una vuelta el activo circulante.

Las fases del ciclo de explotación son:

- +1- Período medio de aprovisionamiento o de almacenamiento de las materias primas.
- +2- Período medio de fabricación, es decir el tiempo que por término medio tardan en fabricarse los productos.
- +3- Período medio de venta, tiempo que por término medio tardan en venderse los productos una vez fabricados.
- +4- Período medio de cobro, es decir el tiempo que por término medio tardan en pagar los clientes.
- +5- Período medio de pago, tiempo que tardamos en pagar a los proveedores.

Con carácter general podemos decir que en el activo fijo se incluyen aquellas inversiones a largo plazo vinculadas al ciclo a largo plazo, o de renovación del inmovilizado. En el activo circulante, se incluyen las inversiones a corto plazo, vinculadas al ciclo de explotación.

En la práctica, suele hablarse de inversión al referirse a los distintos elementos del capital en funcionamiento de la empresa, el activo. Pero habría que hablar de capital no de inversión, porque desde el punto de vista económico se entiende por capital el conjunto de bienes productivos que sirven para producir otros bienes (stock o fondo) y por inversión el incremento neto de capital (flujo). Así por ejemplo, la inversión empresarial de un año determinado vendrá dada por la diferencia entre el stock de capital (valor del activo) al final y al comienzo de ese año, es decir la formación de capital de ese año.

3.3. Las necesidades de capital de la empresa

Las necesidades o empleos de capital, Activo, se pueden dividir en:

- 1) **Inmovilizado:** Esta constituido por las inversiones permanentes o a largo plazo de la empresa y los gastos plurianuales. Se necesitan unos fondos financieros para financiar dichas inversiones.
- 2) **Activos de explotación o existencias.** Se incluyen bienes o imputs adquiridos por la empresa, bien para vender directamente (mercaderías), como para transformarlos (materias primas), también se incluyen los productos en curso, productos terminados, embalajes, envases.
- 3) **Activo realizable a corto plazo y disponible.** Son aquellos valores que bien son ya disponibles o pueden ser transformados rápidamente en disponibilidades. Pueden ser prestamos a corto plazo concedidos por la empresa, valores mobiliarios, créditos a clientes, esto como realizable y como disponible: dinero en efectivo en caja y bancos.

Dado que el activo representa el capital en funcionamiento, da igual hablar de capital circulante y capital fijo que activo fijo y activo circulante.

Otra clasificación utilizando el término de “empleos” es la siguiente.

1- Empleos cíclicos.

2- Empleos acíclicos.

Los empleos cíclicos son los que hacen posible el ciclo” dinero-mercancias-dinero”, son empleos que vamos realizando regularmente en la empresa.

Los empleos acíclicos tienen por objeto dar vida y asegurar la supervivencia de la empresa en el mercado. Son empleos que se hacen esporádicamente.

Por lo tanto:

Activo Circulante = Empleos cíclicos = Inversiones a corto plazo.

Activo Fijo = Empleos acíclicos = Inversiones a largo plazo.

Estas igualdades son correctas salvo en algunas partidas de activo circulante que no son empleos cíclicos sino acíclicos, como por ejemplo las inversiones en valores mobiliarios o los préstamos concedidos por la empresa, que se hacen esporádicamente y no tienen nada que ver con la actividad de la empresa.

3.4. Los medios o recursos financieros de la empresa

Están recogidos en el Pasivo del balance, es el capital de financiamiento o la estructura financiera de la empresa. Se pueden agrupar en:

1. **Capital y reservas:** Constituyen los fondos y recursos propios de la empresa. El capital representa el valor de las acciones o participaciones sociales; las reservas son retención de beneficios (autofinanciación). Los recursos propios son las fuentes de financiación mas estables y permanentes, ya que no tienen vencimiento, pero son las que tienen mayor riesgo.
2. **Créditos a medio y largo plazo.**
3. **Créditos a corto plazo.**
4. **Resultados:** beneficios obtenidos durante el ejercicio. Si son positivos aparecen en el pasivo, y si son negativos en el activo. Parte de este beneficio se destinara al reparto de dividendos.

dos, pago de impuestos, pagos al consejo, al personal, atenciones estatutarias, etc, el resto ira a reservas. Son fondos internos.

Otra clasificación de las partidas del pasivo es atendiendo a su grado de exigibilidad:

a. **Exigible o deudas a corto plazo.** Pasivo Circulante.

b. **Capitales permanentes** o exigible a largo plazo.

Exigible a corto plazo: Son las deudas a corto plazo de la empresa. Desde el punto de vista financiero, la liquidez de los activos circulantes debe ser suficiente para hacer frente a las exigibilidades de las deudas a corto. Consta fundamentalmente de dos partidas:

- Créditos de provisión: son pagos que debería haber hecho la empresa, pero que se les ha dado un plazo de tiempo para hacerlo, las partidas mas importantes son: Proveedores, mano de obra a pagar, otros gastos de producción a pagar, Hacienda Pública y Seguridad Social a pagar, etc.
- Créditos bancarios; son créditos que se piden a los bancos a corto plazo, que se realizan normalmente por desajustes de tesorería.

Capitales permanentes: Son los fondos puestos a disposición de la empresa de una forma duradera. Comprende los capitales propios (capital y reservas) mas las deudas a medio y largo plazo. Se incluyen también las provisiones, al menos en la parte que no se prevé su aplicación a corto plazo.

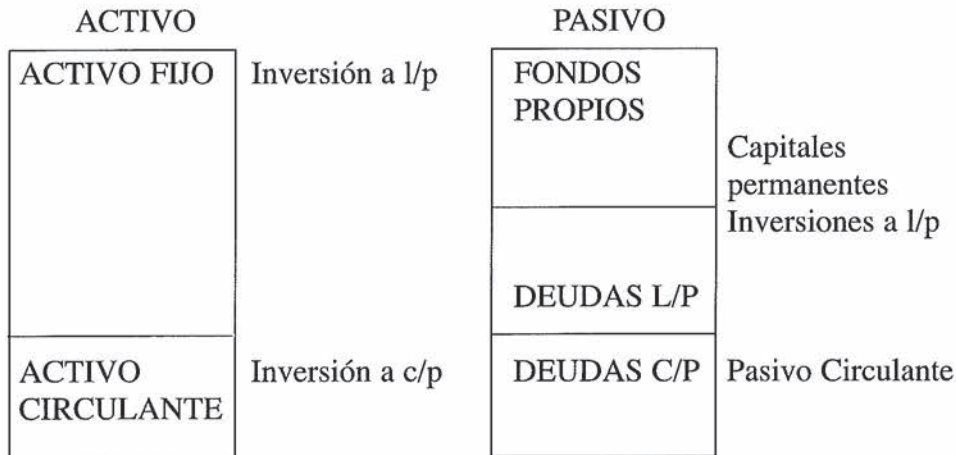
3.5. El equilibrio entre inversiones y financiaciones. El concepto de fondo de rotación o maniobra

Existen una serie de reglas o principios financieros que dicen que tiene que existir una correspondencia entre la naturaleza de la inversión y la naturaleza de la fuente financiera, es decir el activo fijo debe ser financiado con capitales permanentes y el activo circulante con créditos a corto plazo; esto último puede ser peligroso, si existe un desfase entre la corriente de cobros y pagos, ya que puede ocasionar una suspensión de pagos, cuando los pagos son mayores que los cobros, es decir, cuando la exigibilidad del pasivo es superior a la liquidez del activo, por lo tanto diremos que la empresa está en peligro de suspensión de pagos.

Se denomina **fondo de rotación o maniobra, capital de trabajo o working capital** al exceso de capitales permanentes sobre el activo fijo y es una especie de fondo de solvencia o stock financiero que permite hacer frente o compensar los eventuales desfases entre la corriente de cobros y la de pagos, es decir que pretende evitar que la empresa se encuentre en peligro de suspensión de pagos. El fondo de rotación es la parte de los capitales permanentes que financia el activo circulante. La cuantía del Fondo de Rotación es una garantía de la solvencia financiera a largo plazo de la empresa.

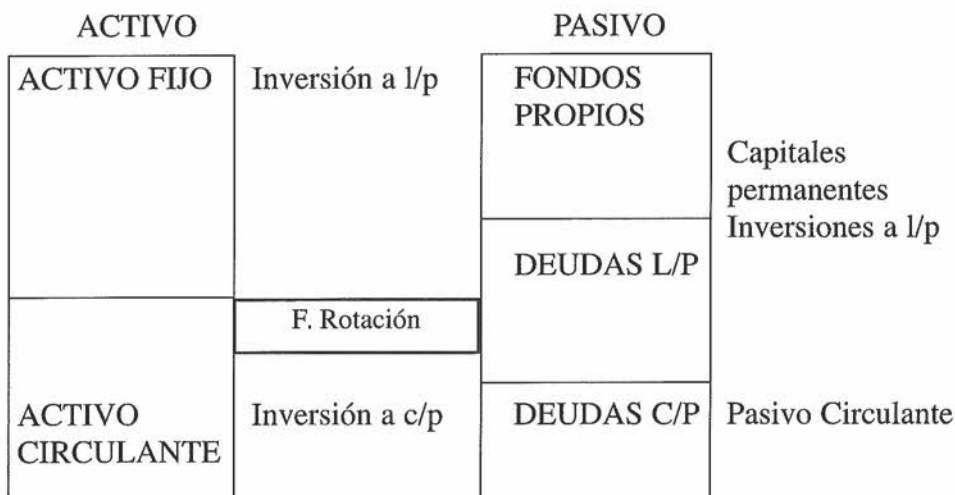
Cuando el fondo de rotación es positivo significa que la empresa está financieramente saneada y que es solvente a largo plazo, no corre peligro de suspensión de pagos.

Si el fondo de rotación es negativo, los capitales permanentes no alcanzan a financiar el activo fijo, entonces las deudas a corto plazo están financiando todo el activo circulante y parte del activo fijo, por lo tanto, la empresa para pagar sus deudas a corto plazo tendrá que desinmovilizarse, vender activo fijo, para tener liquidez, y no podrá seguir realizando sus actividades productivas normalmente. La empresa se encuentra en una situación de suspensión de pagos de hecho. También hay que tener en cuenta que hay partidas de activo circulante que no son fácilmente liquidables, como las existencias.



Ejemplo de Fondo de Rotación igual a cero. No existe fondo de rotación.

Ejemplo de fondo de rotación positivo:



Para calcular el fondo de rotación según balance, partimos de un balance de situación y lo desglosamos en masas patrimoniales (Activo fijo, Activo Circulante, Capitales permanentes y Pasivo Circulante).

El fondo de rotación se puede definir de 4 formas diferentes:

1. Diferencia entre el activo circulante y el pasivo circulante o deudas a corto plazo.
2. Parte de los capitales permanentes que financian el activo circulante.
3. Diferencia entre capitales permanentes y activo fijo.
4. Parte de los capitales propios que financian el activo circulante. Es aconsejable que de las fuentes financieras que forman parte de los capitales permanentes (fondos propios y deudas a medio y largo plazo), sean las deudas a medio y largo plazo las que financien el activo fijo y los fondos propios el resto del activo fijo y parte del activo circulante. Las deudas a largo plazo nunca deben financiar el activo circulante, ya que entonces no habría correspondencia entre la naturaleza de la inversión y de la fuente financiera.

Recordar que los capitales permanentes están formados por capital, más reservas, más fondos de amortización, más provisiones (no susceptibles de aplicación a corto plazo), más créditos o deudas a medio y largo plazo.

El fondo de rotación es un concepto financiero: exceso de capitales permanentes sobre el activo fijo y es un fondo de solvencia o de garantía.

Otra forma de entender la necesidad de que exista fondo de rotación positivo es la siguiente:

El activo circulante se puede descomponer en dos partes: una **parte estable**, formada por los saldos mínimos de las cuentas de activo circulante, los cuales hay que financiar durante todo el año, y otra **parte que fluctúa**, debido a la coyuntura, que está formada por el exceso de los saldos mínimos de las cuentas de activo circulante. La parte estable, aunque es técnicamente líquida, desde el punto de vista financiero constituye una inmovilización y requiere recursos financieros de la misma naturaleza que el activo fijo, luego esta parte debe financiarse con el fondo de rotación. La parte variable o fluctuante debe financiarse con recursos a corto plazo, con el exigible a corto plazo, ya que no es lógico financiar por ejemplo una necesidad transitoria de tesorería con capitales permanentes, ya que al desaparecer dicha necesidad se quedarían fondos ociosos en la empresa y habría una disminución de la rentabilidad.

Hasta aquí hemos analizado el fondo de rotación según balance, si este sale positivo, decimos que la empresa está saneada y es solvente a largo plazo; pero ahora cabe preguntarnos, si este fondo de rotación es suficiente, es excesivo o es deficitario. Para estudiar si ese fondo de rotación según balance es el adecuado tendremos que calcular lo que se denomina **el fondo de rotación necesario**. Este fondo de rotación necesario lo calculamos analizando las cuentas de activo circulante, viendo la parte de esas cuentas que en realidad son estables y las que son fluctuantes; esto se estudia calculando los saldos mínimos de las cuentas de circulante, está será la parte estable y deberá ser financiada con el fondo de rotación, y este será el fondo de rotación necesario, y el exceso de las mismas cuentas será la parte fluctuante, que será financiado con exigible a corto plazo.

Cuando el fondo de rotación real o según balance es mayor que el necesario, hay un exceso de capitales permanentes que financian activo circulante, en este caso la empresa esta obteniendo poca rentabilidad, pierde rentabilidad.

Cuando el fondo de rotación real es menor que el necesario, se deberían reducir las deudas a corto plazo o aumentar los capitales permanentes, ya que las deudas a corto plazo están financiando parte de la parte estable del activo circulante, y aunque en principio al ser el fondo de rotación positivo no pasa nada, pero puede aparecer peligro de suspensión de pagos mas adelante.

Existen, por otra parte, dos ratios para analizar el fondo de rotación según balance:

$$1) \frac{\text{Capitales permanentes}}{\text{Activo fijo}}$$

Este ratio tiene que ser mayor que 1 para que el fondo de rotación sea positivo.

$$2) \frac{\text{Pasivo Circulante}}{\text{Activo circulante}}$$

Este ratio tiene que ser menor que 1 para que el fondo de rotación sea positivo.

El fondo de rotación constituye una medida de la solvencia financiera de la empresa a largo plazo. Pero la **solvencia a corto plazo** de la empresa, que es la actitud de la empresa para hacer frente a sus compromisos inmediatos (pago de proveedores, etc.), depende del cash-flow o tesorería \Rightarrow Flujo de Caja.

Desde un punto de vista estático, el flujo de caja o cash-flow es el saldo de las cuentas de tesorería (caja y bancos) en un momento determinado del tiempo, y desde un punto de vista dinámico, es la variación de los saldos de tesorería, entre dos fechas, inicio y terminación del período, diferencia entre cobros y pagos de un período determinado de tiempo.

Los presupuestos de tesorería forman parte de los presupuestos generales de la empresa, pero el presupuesto de tesorería condiciona el resto de presupuestos, ya que una insuficiente tesorería puede provocar una suspensión de pagos y una tesorería elevada puede disminuir la rentabilidad de la empresa.

Concepto erróneo de Cash-Flow, desde el punto de vista financiero:

Un concepto erróneo que se ha utilizado mucho, es decir que el cash-flow son los recursos generados por la empresa de un período determinado; los recursos generados por la empresa son los resultados o beneficios que ha obtenido la empresa durante ese período más las cuotas de amortización de ese período; esto es verdad desde un punto de vista económico pero falso desde el punto de vista financiero, ya que tanto el beneficio como las amortizaciones pueden estar materializados en cualquier cuenta como clientes o efectos y no en caja o bancos, luego tanto las amortizaciones, como el beneficio no son entradas ni salidas de dinero.

El concepto de Cash-Flow o Flujo de Caja que vamos a utilizar siempre, es desde el punto de vista financiero y que es: Diferencia entre cobros y pagos o diferencia entre entradas y salidas de dinero en un periodo determinado de tiempo.

TEMA 4

Las decisiones en la empresa

4.1. Introducción

Tomar decisiones es uno de los aspectos fundamentales de la gestión empresarial.

Decisión: Conjunto de acciones tomadas en un momento específico, como resultado de la aplicación de ciertas reglas y políticas.

Para que exista decisión se tienen que dar dos supuestos:

- Que no haya previsión perfecta, ya que si la hubiese no existiría incertidumbre, ni alternativas a elegir, la historia no tiene que estar determinada.
- El decisor debe enfrentarse a alternativas excluyentes y distintas.

Starr considera que la decisión esta formada por 5 elementos básicos:

- 1- **Estrategias:** Cursos de acción o planes condicionales, compuestas por variables controlables (que conocemos y son ciertas).
- 2- **Estados de la naturaleza**, compuestas por variables no controlables (horizonte económico incierto).
- 3- **Desenlaces** u observaciones de los resultados que se ocasionan empleando cada estrategia, dado un estado de la naturaleza concreto.
- 4- **Predicciones de la probabilidad** de que se produzca cada uno de los estados de la naturaleza (No siempre vamos a conocer dicha información).
- 5- **Criterios de decisión**, que muestran el modo de utilizar la información anterior para seleccionar el plan a seguir, o la estrategia más conveniente.

Tenemos “n” estados de la naturaleza: $N_1, N_2, N_3, N_j, \dots, N_n$ $j = 1 \dots \dots \dots n$

Para cada estado de la naturaleza conocemos su probabilidad de ocurrencia:

$$P_1, P_2, P_3, \dots, P_j, \dots, P_n \quad \sum_{j=1}^n P_j = 1$$

Por otra parte tenemos “m” estrategias o alternativas ($i = 1 \dots \dots \dots m$), y conocemos para cada una de ellas, dado un estado de la naturaleza concreto, su resultado o desenlace.

D_{ij} Resultado obtenido por haber llevado a cabo la estrategia “i”, y haberse dado el estado de la naturaleza “j”. Téngase en cuenta que estos resultados pueden ser beneficios o pérdidas o costes.

Con esta información construimos la siguiente matriz de decisión:

Estados de la Naturaleza		N_1	N_2	N_j	N_n
Probabilidad		P_1	P_2	P_j	P_n
	1	D_{11}	D_{12}	D_{1j}	D_{1n}
Estrategias	i	D_{i1}	D_{i2}	D_{ij}	D_{in}
	m	D_{m1}	D_{m2}	D_{mj}	D_{mn}

El proceso de decisión, se sintetiza en la llamada matriz de decisión, donde figuran los beneficios o pérdidas del problema.

Uno de los problemas más importantes que se nos plantea es cómo calcular los resultados o desenlaces, que para nosotros van a ser datos, pero que en la práctica tendremos que calcularlos. La obtención de los desenlaces puede realizarse de tres formas diferentes:

- Mediante estimaciones y predicciones.
- Mediante la observación y con resultados experimentales. Se hacen pruebas de mercado con muestras pequeñas, se obtienen resultados parciales que se extrapolan al colectivo total.
- Mediante el conocimiento de las relaciones que han existido antes, basándonos en el pasado. El empresario utiliza los conocimientos que tiene sobre los periodos pasados, y estima funciones de demanda, si cree que esta función se va a mantener en el futuro, puede conocer sus ventas esperadas.

Una vez confeccionada la matriz de decisión, lo que hay que hacer es detectar o definir los criterios de decisión óptimos. Estos criterios de decisión se pueden tomar en tres situaciones: certeza, riesgo e incertidumbre. En situación de certeza, existe un estado de la naturaleza único. En condiciones de riesgo o incertidumbre probabilizada, existen varios estados de la naturaleza, pero conocemos la probabilidad de ocurrencia. En situación de incertidumbre, desconocemos la probabilidad de cada uno de los posibles estados de la naturaleza.

4.2. Criterios de decisión

4.2.1 Situación de certeza o certidumbre total

Conocido el estado de la naturaleza que se va a presentar, el problema se reduce a valorar en términos económicos los diferentes desenlaces y elegir aquella estrategia que conduce al resultado más favorable (máximo o mínimo). Estos casos se resuelven por optimización matemática.

4.2.2. Situación de riesgo o incertidumbre probabilizada

El decisor conoce el estado de la naturaleza asociado a cada alternativa y las probabilidades de ocurrencia de cada estado. En este caso a la matriz de decisión se le aplica el criterio del “valor

monetario esperado” (Esperanza matemática del valor asociado a cada estrategia). Este criterio consiste en calcular el valor monetario de cada alternativa de decisión y elegir aquella que presente un valor monetario máximo (si los desenlaces son ingresos o beneficios), o el valor monetario mínimo (si los desenlaces son pérdidas o costes).

$$\text{Valor de la estrategia} = E [V_i] = \sum_{j=1}^n P_j \cdot D_{ij}$$

Ejercicio de aplicación:

1- Un agricultor tiene la posibilidad de realizar tres tipos de cultivos: Trigo, patatas y remolacha. A la hora de plantearse el cultivo debe tener en cuenta la posible meteorología de la estación venidera, ya que es posible que el tiempo sea lluvioso, normal o seco. En el siguiente cuadro se resumen los distintos desenlaces o resultados para cada alternativa ante un determinado estado de la naturaleza:

	LLUVIOSO	NORMAL	SECO
TRIGO	250	290	200
PATATAS	150	200	250
REMOLACHA	-100	450	350

Elegir la estrategia más conveniente para el agricultor, conociendo que las probabilidades de ocurrencia de cada estado de la naturaleza son el 30%, 50% y el 20% respectivamente.

Solución:

Los valores esperados de cada estrategia son:

$$V(\text{Trigo}) = 250 \cdot 0,3 + 290 \cdot 0,5 + 200 \cdot 0,2 = 260$$

$$V(\text{Patatas}) = 150 \cdot 0,3 + 200 \cdot 0,5 + 250 \cdot 0,2 = 195$$

$$V(\text{Remolacha}) = -100 \cdot 0,3 + 450 \cdot 0,5 + 350 \cdot 0,2 = \mathbf{265}$$

La elección sería cultivar remolacha que es el producto que proporciona el mayor valor esperado.

En relación con la aplicación práctica de este criterio, hay que decir, que este método no se puede aplicar solo, hay que complementarlo con otro criterio que analice el riesgo de este valor monetario esperado, que se obtiene calculando la varianza o desviación típica del valor monetario.

Si la varianza indica el riesgo, tendré que escoger aquella alternativa que me de el máximo valor monetario esperado y el mínimo riesgo del valor monetario esperado. Esto no suele coincidir con lo cual, lo tendremos que dejar al arbitrio del decisor, dependiendo de su actitud al riesgo.

En el ejemplo de aplicación se ve claro que desde el punto de vista de maximización del valor monetario se elige la remolacha, pero desde el punto de vista del riesgo es preferible el trigo.

4.2.3. Situación de incertidumbre

Nos encontramos ante varios estados de la naturaleza, pero no conocemos la probabilidad de ocurrencia de cada uno de estos estados. El horizonte económico no es probabilizable. Es la situación más complicada o dificultosa.

Los criterios que se aplican reflejan valores personales y actitudes ante el riesgo del decisor. La elección de la estrategia depende de la actitud hacia el riesgo del sujeto decisor; el decisor puede ser optimista, pesimista o normal.

Los criterios mas importantes que se aplican son:

- 1- Criterio pesimista o de Wald (Maxi-Min).
- 2- Criterio optimista (Maxi-Mas).
- 3- Criterio de Laplace.
- 4- Criterio de Hurwicz.
- 5- Criterio de Savage (Mini-Mas).

1- Criterio pesimista o de Wald. El sujeto decisor es una persona prudente, conservadora y totalmente aversa al riesgo. Consiste en que el decisor piensa que una vez elegida cualquier estrategia, siempre va llevar asociada el estado de la naturaleza peor. La regla de decisión será elegir la estrategia que proporcione la retribución o beneficio más alto en el peor de los casos, busca la alternativa que proporcione el máximo de las consecuencias mínimas; por ello se le denomina maxi-min.

Aplicando este criterio al ejercicio propuesto:

Trigo = **200**. Valor máximo. Será la alternativa elegida. Riesgo = 0.

Patatas = 150.

Remolacha = -100.

2- Criterio optimista. Opuesto al anterior. El sujeto decisor es propenso al riesgo, le gusta correr riesgos. El decisor va a pensar siempre que cualquier estrategia que elija va a llevar consigo el mejor estado de la naturaleza, que va a obtener siempre el mejor resultado. El criterio de decisión consiste en elegir la estrategia que le proporcione el máximo resultado en el mejor de los casos; por ello se le llama maxi-más.

Aplicando este criterio al ejercicio propuesto:

Trigo = 290.

Patatas = 250.

Remolacha = **450**. Máximo de los máximos. Elegiría remolacha. Este resultado no es seguro. Existe mucho riesgo.

3- Criterio de Laplace. Consiste en asignar la misma probabilidad de ocurrencia a cada uno de los estados de la naturaleza. Se calcula de esta forma el valor esperado de cada estrategia y se elige la estrategia que mayor valor monetario tenga.

Aplicando este criterio al ejercicio de aplicación:

$$V(\text{Trigo}) = 250 \cdot 0,33 + 290 \cdot 0,33 + 200 \cdot 0,33 = \mathbf{246,6}$$

$$V(\text{Patatas}) = 150 \cdot 0,33 + 200 \cdot 0,33 + 250 \cdot 0,33 = 200$$

$$V(\text{Remolacha}) = -100 \cdot 0,33 + 450 \cdot 0,33 + 350 \cdot 0,33 = 233,3$$

En este caso se elige la estrategia que mayor beneficio esperado proporcione, el trigo.

4- Criterio de Hurwicz. Este criterio pondera los resultados en función de la actitud que tenga el decisor ante el riesgo. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Definir un coeficiente de optimismo " α ", que esta comprendido entre 0 y 1, y un coeficiente de pesimismo " $(1 - \alpha)$ ".
- Para cada estrategia el decisor solo se fija en los valores máximo y mínimo.
- El desenlace máximo de cada estrategia se pondera con el coeficiente de optimismo y el desenlace mínimo de cada estrategia se pondera con el coeficiente $(1 - \alpha)$ de pesimismo.
- El valor de la estrategia será la suma de estos dos valores.
- Se elige la estrategia que tenga el valor asociado mayor.

Aplicando este criterio al ejercicio propuesto:

$$\alpha = 0,7$$

$$1 - \alpha = 0,3$$

$$V(\text{Trigo}) = 290 \cdot 0,7 + 200 \cdot 0,3 = 263$$

$$V(\text{Patatas}) = 250 \cdot 0,7 + 150 \cdot 0,3 = 220$$

$$V(\text{Remolacha}) = 450 \cdot 0,7 + (-100) \cdot 0,3 = \mathbf{285}$$

La alternativa elegida será la remolacha, aunque a medida que se reduzca el coeficiente de optimismo se elegirá el trigo. Ej: $\alpha = 0,6$

El criterio pesimista y el optimista son particularidades del criterio de Hurwicz.

En el criterio pesimista: $\alpha = 0$ y $(1 - \alpha) = 1$

En el criterio optimista: $\alpha = 1$ y $(1 - \alpha) = 0$

5- Criterio de Savage. Según este criterio a partir de la matriz de decisión, construimos otra matriz de perdidas en función del coste de oportunidad, que se obtiene por las diferencias o perjuicios habidos como consecuencia de no haber elegido convenientemente la mejor estrategia. Para cada estado de la naturaleza se ven los mejores desenlaces, luego se calcula el coste de oportunidad de no haber elegido la mejor estrategia, se buscan los perjuicios al tomar decisiones. Una vez elaborada la matriz de perdidas, también llamada matriz de perjuicios, o matriz de errores o matriz de pesares, se calculan los máximos perjuicios asociados a cada posible estrategia, la regla de decisión consiste en elegir el mínimo de los máximos perjuicios, por ello a este criterio también se le llama mini-max.

Aplicando este criterio al ejercicio propuesto:

Primero, construimos la matriz de costes de oportunidad:

	Lluvioso	Normal	Seco
Trigo	0	160	150
Patatas	100	250	100
Remolacha	350	0	0

Los máximos perjuicios asociados a cada posible estrategia son:

Trigo	160
Patatas	250
Remolacha	350

La estrategia elegida será por lo tanto el trigo, que ocasiona el mínimo perjuicio.

Ejercicios a resolver:

- 1- Un inversor dispone en el momento actual de 10 millones de um, que quiere invertir en Bolsa, durante un año, y se enfrenta ante la siguiente matriz de desenlaces. Los títulos pueden ser: Obligaciones, acciones en industrias bélicas, acciones en industrias de paz. Se sabe, por otro lado que no puede distribuir los 10 millones, los tiene que invertir en una sola estrategia. Los estados de la naturaleza son el clima político, que puede ser: Guerra, tensión y paz.

	Guerra	Tensión	Paz
	20%	70%	10%
Obligaciones	50.000	55.000	60.000
A.I. Bélicas	300.000	100.000	40.000
A.I. Paz	40.000	120.000	200.000

- 2- Plastuned es una empresa dedicada a la fabricación de diversos plásticos que va a crear una nueva fábrica dedicada a la producción de un nuevo material que sustituye, con ventajas de peso y de resistencia a la corrosión, a varios metales empleados en la industria del automóvil. Las alternativas de decisión existentes son:

- Construir una fábrica intensiva en mano de obra.
- Construir una fábrica intensiva en equipos de producción y con escasa necesidad de mano de obra.
- Construir una fábrica medianamente intensiva en mano de obra y en equipos de producción.

El criterio de decisión es minimizar los costes de producción y éstos dependen de la evolución de los costes de la mano de obra y de los de mantenimiento y reparación (M + R) de los delicados equipos de producción que son necesarios si no se utiliza intensivamente el factor trabajo. Existan, por consiguiente, cuatro situaciones, o estados de la naturaleza, posibles:

- I : Mano de obra barata y costes de M+R bajos.
 II : Mano de obra barata y costes de M+R elevados.
 III : Mano de obra cara y costes de M+R bajos.
 IV : mano de obra cara y costes de M+R elevados.

Tras los diversos estudios realizados, se estima que los costes globales del proyecto en cuestión, según cual sea la alternativa elegida y el estado de la naturaleza que se presente, son en millones de unidades monetarias los siguientes:

		I	II	III	IV
Estrategias	a	100	110	300	310
	b	90	400	100	410
	c	95	550	105	460

Se desea saber si existe alguna estrategia dominada y determinar las estrategias preferibles según los distintos criterios de decisión aplicables en situación de incertidumbre.

4.3. Las etapas en la toma de decisiones

El proceso de la toma de decisiones es más complejo que la mera elección de una de las posibles alternativas que solucionan un problema concreto; ya que antes de la elección, hay que detectar el problema a estudiar y recabar la información necesaria y posteriormente la decisión tomada ha de ser puesta en práctica.

Luego la toma de decisiones es un proceso formado por las siguientes etapas:

- a.- Definición del problema: exige un estudio detallado de la realidad empresarial. Debe existir un conocimiento del entorno o elementos exteriores, en la medida en que puedan afectar a la solución del problema y tienen que estar bien definidos los objetivos perseguidos por la empresa.
- b.- Análisis de la información disponible. Los datos a utilizar pueden ser de varios tipos; datos internos o procedentes de la propia empresa o datos externos provenientes del entorno. Además habrá que combinar una información cuantificada con informaciones basadas en la experiencia.
- c.- Desarrollo de posibles soluciones alternativas. Se formulan hipótesis lógicas que sirven de posibles explicaciones al problema planteado. Un elemento fundamental para formulación y evaluación de las hipótesis son los modelos. Un modelo es una representación simplificada de la realidad.
- d.- Selección de la estrategia. Las posibles alternativas habrán de ser evaluadas y en función del objetivo perseguido por la empresa, seleccionar aquella alternativa más adecuada.
- e.- Implantación de la estrategia elegida. La implantación exige adecuar las estructuras organizativas y asignar los medios necesarios para que sean realizadas todas las etapas o fases necesarias.

SEGUNDA PARTE
LAS DECISIONES DE INVERSIÓN EN LA EMPRESA

TEMA 5

La inversión en la empresa

5.1. Concepto de inversión

El concepto de inversión, es uno de los conceptos económicos más difícil de definir. La definición más general es que mediante el acto de invertir tiene lugar el cambio de una satisfacción inmediata y cierta a la que se renuncia, contra una esperanza que se adquiere y de la cual el bien invertido es el soporte.

En todo acto de invertir intervienen los siguientes elementos:

- Sujeto que invierte, ya sea persona física o jurídica (la empresa).
- Objeto en que se invierte (bienes de equipo).
- El coste que supone la renuncia a una satisfacción en el presente, en este caso coste o sacrificio de los recursos financieros.
- Esperanza de una recompensa en el futuro. Esta formada por la corriente de flujos de caja que va a generar la inversión en el futuro (diferencia entre cobros y pagos).

En general, la inversión consiste en adquirir ciertos bienes, sacrificar unos capitales financieros, con la esperanza de obtener unos ingresos o unos beneficios. Representa la renuncia a una satisfacción cierta e inmediata a cambio de las creencias de obtener unos beneficios futuros y distribuidos en el tiempo.

Los conceptos de capital e inversión están muy relacionados. Vamos a definir ambos conceptos desde tres puntos de vista diferentes, que nos permitirán distinguir entre inversiones económicas, financieras y jurídicas.

a) Punto de vista económico

Capital es el conjunto de bienes producidos que sirven para producir otros bienes (terrenos, edificios, maquinaria, patentes etc.).

Inversión es afectar bienes económicos a tareas productivas; es el incremento neto de capital. Por lo tanto cuando una empresa adquiere elementos de activo esta invirtiendo o formando capital.

b) Punto de vista financiero

Capital es la suma de dinero que no es consumida por su propietario, sino que es ahorrada y colocada en el mercado financiero con el objeto de obtener una renta.

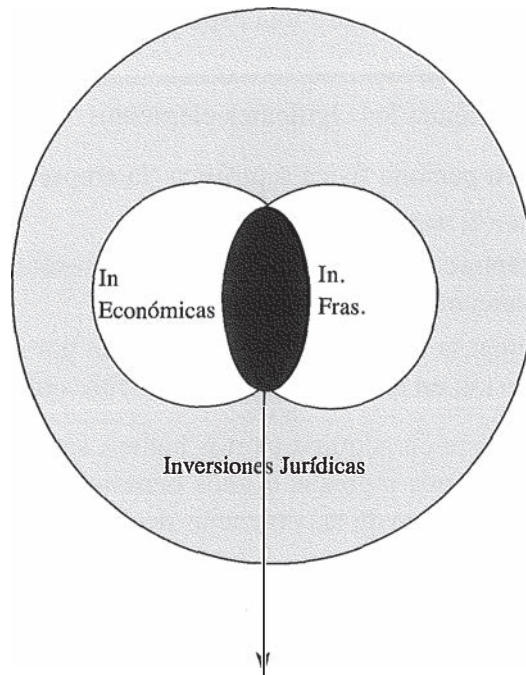
Inversión es el acto de colocación del ahorro en el mercado financiero, es la adquisición de activos financieros (compra de acciones, obligaciones, bonos, deuda pública, ingresos en cuentas corrientes de un banco...).

c) Punto de vista jurídico

Capital es el conjunto de bienes y derechos que pueden ser objeto de un derecho de propiedad y formar parte del patrimonio de una persona física o jurídica.

Inversión es el acto de adquisición de esos elementos.

Relación entre las inversiones económicas, financieras y jurídicas



Inversiones económicas y financieras a la vez

- 1- Toda inversión financiera o económica es a su vez inversión en sentido jurídico, porque se adquiere la propiedad del elemento correspondiente. Pero la proposición recíproca no es cierta, ya que existen inversiones jurídicas que no son económicas ni financieras, por ejemplo la compra de una finca de recreo o de un televisor por parte de una familia sería una inversión en sentido jurídico, pero no en sentido económico ni financiero.
- 2- Existen inversiones financieras que son a su vez inversiones económicas, pero no todas las inversiones financieras son a su vez inversiones económicas, ni viceversa. Para estudiar si una inversión de tipo financiero es a su vez inversión económica, hay que ver a dónde van a parar los fondos colocados en el mercado financiero; si estos incrementan los recursos financieros de la empresa y con ellos, la empresa realiza inversiones de carácter productivo, esta inversión financiera será también a su vez económica porque ha provocado que se realicen inversiones de tipo económico; si esos fondos no incrementan los recursos de la empresa no será económica.

Ejemplo: la compra de acciones en el mercado secundario o en bolsa es una inversión de tipo financiero, pero no económica, porque lo único que se hace es transferir un derecho de propiedad sobre unos títulos ya existentes, y el stock de capital de la empresa sigue siendo el mismo. Sin embargo la compra de acciones procedente de una ampliación de capital o

cuando estas se emiten por primera vez, y se acude al mercado de emisión para adquirirlas, y dicha ampliación es llevada a cabo para aumentar la capacidad productiva de la empresa, de tal manera que se aumentan los recursos financieros de la empresa, entonces esta inversión constituye una inversión financiera que a su vez es económica también.

La compra de obligaciones es una inversión financiera, que será económica o no, según que esas obligaciones procedan de una nueva emisión para financiar la adquisición de elementos productivos o se compren en el mercado de reventa.

- 3- Existen inversiones económicas que son a su vez inversiones financieras, pero no todas las inversiones económicas son a su vez inversiones financieras, ni viceversa. Para analizar si una inversión económica es a su vez inversión financiera, habrá que atender al origen de los recursos financieros que se han utilizado para financiar esa inversión económica; si proceden del exterior o del mercado financiero, será también financiera, ya que alguien previamente habrá tenido que colocar o invertir esos recursos en el mercado financiero; pero si los fondos proceden del interior de la empresa, es decir los ha generado ella misma, entonces no será financiera.

Ejemplo: la adquisición de elementos productivos, mediante una ampliación de capital será una inversión económica que es a su vez financiera, pero la adquisición de dichos elementos que se financien con cargo a reservas, por ejemplo, no será financiera.

En resumen:

- Toda inversión económica es a su vez inversión jurídica ,pero no viceversa.
- Toda inversión financiera es a su vez inversión jurídica, pero no viceversa.
- Existen inversiones económicas que son a su vez inversiones financieras, pero no todas las inversiones económicas son al mismo tiempo inversiones financieras, ni viceversa.

Desde un perspectiva **más amplia**, la inversión es toda materialización de recursos financieros en bienes de uso en el proceso productivo de la unidad económica. El concepto bienes de uso va desde la compra de bienes de equipo, hasta la adquisición de materias primas o pagos al personal de la empresa.

La empresa se plantea dos clases de decisiones: a corto plazo y a largo plazo. Las decisiones a corto plazo hacen referencia al desarrollo del ejercicio económico de la empresa, pero las decisiones a largo plazo vinculan a la empresa durante más de un ciclo económico, la comprometen a largo plazo, son el factor que promueve el desarrollo económico de la empresa. En esta asignatura nosotros vamos a considerar la inversión como una decisión a largo plazo, que vincula a la empresa durante más de un ejercicio económico, siendo decisiones que se toman esporádicamente y que dependen de muchos factores.

Inversión, por lo tanto, es todo desembolso de recursos financieros para adquirir bienes concretos de carácter duradero o instrumentos de producción, que se suelen llamar bienes de equipo y que la empresa utiliza durante varios ejercicios económicos para cumplir sus objetivos.

Nivel óptimo de inversión

Desde el punto de vista de Dirección Financiera, se debe saber que la empresa debe invertir siempre que la inversión genere un producto o rendimiento marginal superior al coste marginal de la inversión. Se considera rendimiento de la inversión al porcentaje de rentabilidad de la misma, y se entiende por coste, el coste de obtención del capital empleado en dicha inversión.

De esta forma el equilibrio entre el rendimiento marginal de la inversión y el coste marginal del capital necesario para la realización de la inversión nos definen el nivel óptimo de inversión. Esto quiere decir que la empresa debe extender sus inversiones hasta el punto en que se produzca la igualdad entre el rendimiento marginal y el coste marginal.

Ejemplo de aplicación:

Sea una empresa que estudia cinco proyectos de inversión con las siguientes características:

Proyectos	Necesidades financieras	Rentabilidad esperada %
A	4.000.000	20%
B	8.000.000	16%
C	2.000.000	14%
D	6.000.000	12%
E	4.000.000	10%

La empresa puede conseguir recursos financieros, de hasta 14 millones a un coste del 11%, teniendo que acudir posteriormente a otras fuentes financieras con un coste mas elevado, podrá obtener 10 millones adicionales a un coste del 15%. ¿Hasta cuando la empresa extenderá sus inversiones?

Solución:

La comparación entre la rentabilidad esperada y el coste de la financiación expresa que la decisión correcta es la realización de los proyectos A, B y C, financiándolos al 11%, mientras que los restantes proyectos deben ser abandonados, ya que su rentabilidad esperada no supera el coste marginal necesario para su financiación. Tener en cuenta que antes de hacer la comparación los proyectos hay que ordenarlos de mayor a menor rentabilidad.

5.2. La dimensión financiera de la inversión productiva

En este apartado lo que vamos a tratar de definir es el diagrama temporal de la inversión; toda inversión se define por la corriente de ingresos y pagos que origina, es decir, por los flujos de caja que genera la inversión, o cash-flow de la inversión.

El diagrama temporal de la inversión es el diagrama de flujos de caja.

Suponemos períodos de tiempo anuales, rentas postpagables, y llamamos:

P_0 : Desembolso inicial que tiene que realizar la empresa al final del año 0, para llevar a cabo la inversión.

C_j : Cobro o entrada de dinero generado por la inversión al final del año J.

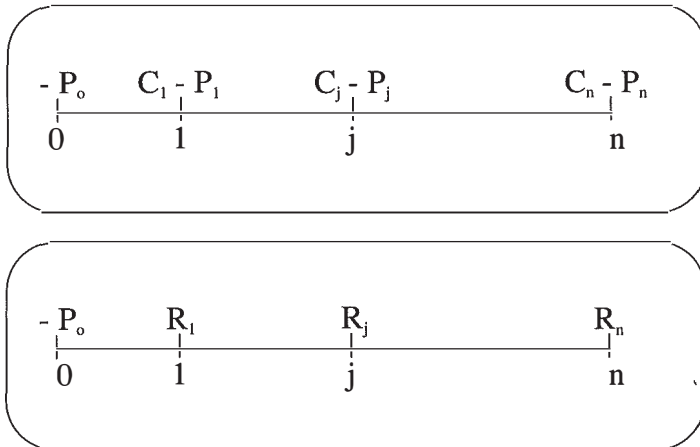
P_j : Pago o salida de dinero originada por la inversión al final del año J.

n: duración de la inversión, número de años que transcurren desde que se efectúa el desembolso inicial hasta que se produce el último ingreso o pago.

$R_j = C_j - P_j$: Flujo neto de caja, que es la diferencia entre los cobros y pagos que genera la inversión al final del año j .

$j = 1 \dots \dots \dots n$.

La inversión viene definida por el siguiente diagrama temporal de flujos de caja:



Hay que tener en cuenta que normalmente los ingresos y pagos se producen de forma regular a lo largo del año, y no de forma conjunta al final del año, pero nosotros vamos a considerar siempre que se obtienen al final del año, para simplificar el problema, ya que el error que se comete no es muy significativo.

5.3. Clases de inversiones

Para hacer la siguiente clasificación de inversiones, vamos a considerar dentro del concepto de inversión, no solo las inmobilizaciones técnicas, si no también la adquisición de cualquier activo destinado a la utilización permanente o temporal en la empresa, entrarían pues las inversiones en stocks, la tesorería mantenida y los activos financieros, es decir, el activo fijo y la parte estable del activo circulante, la que no fluctúa.

Existen muchos criterios para clasificar las inversiones, nosotros vamos a estudiar cinco:

1- Clasificación de las inversiones según la materialización de la inversión:

- Inversiones industriales y comerciales. Adquisición de bienes de producción duraderos con destino al proceso productivo y de vida superior al proceso productivo (bienes de equipo, maquinaria, ordenadores, fotocopiadoras, elementos de transporte...).
- Inversiones destinadas a mejorar las condiciones de trabajo o de carácter social en la empresa (aire acondicionado, cafetería, guardería...).
- Inversiones en investigación, realizadas con el animo de encontrar en el futuro nuevas técnicas o nuevos productos para procurar mantener y mejorar su posición en el mercado.
- Inversiones en la formación de stocks. Inversión en existencias (materias primas, productos terminados...). Son indispensables para el funcionamiento normal de la empresa, evitando

problemas de demoras en las entregas de pedidos, almacenamiento de productos para que hagan frente a las variaciones de la demanda, etc.

- Inversiones financieras. Adquisición de activos financieros (acciones, obligaciones derechos financieros sobre otras empresas...). Se realizan fundamentalmente para no tener fondos ociosos en caja, a no ser que se trate de empresas financieras (bancos).

2- Clasificación atendiendo a la finalidad que va a tener la inversión en el seno de la empresa:

- Inversiones de renovación o reemplazo. Su finalidad es sustituir aquellas inversiones que han envejecido, están en desuso o son antieconómicas, por otras nuevas, para poder seguir realizando su actividad productiva normal. Son las inversiones mas frecuentes que se dan en la empresa.

Los factores que influyen en este envejecimiento se clasifican en:

- a) Factores internos o propios de la inversión: 1- Desgaste, tanto por el transcurso del tiempo, como por su uso. Todo equipo inmovilizado tiene una duración técnica a partir de la cual sus costes totales serán mayores que los rendimientos. Se puede calcular la vida óptima cuando sus costes son mínimos. 2- Averías. Son accidentes que sufren las maquinas, son difíciles de determinar y a medida que transcurre el tiempo irán en aumento.
 - b) Factores externos: Obsolescencia o envejecimiento económico de una maquina debido al progreso económico, tecnológico, variaciones de la demanda o de los gustos de los consumidores, que hacen que una maquina en perfecto estado de uso sea antieconómica comparada con otras nuevas u otros usos técnicos.
- Inversiones de modernización o de innovación, procuran que en el futuro la producción de la empresa pueda mantener y mejorar su situación en el mercado. Esto se consigue reduciendo costes como obteniendo mayor calidad en sus productos.
 - Inversiones de expansión. Se realizan para incrementar la actividad de la empresa, bien aumentando la cantidad de producción, mejorando las características de los productos actualmente fabricados, o introduciendo en el mercado nuevos productos.
 - Inversiones estratégicas. El fin de este tipo de inversiones puede ser doble; por un lado, reducir en lo posible el riesgo que soporta la empresa como consecuencia del progreso técnico y de la competencia y, por otro lado, crear un ambiente de trabajo propicio en el que se logre una mayor productividad.

3- Clasificación teniendo en cuenta las relaciones que se pueden producir entre un conjunto de inversiones:

- Inversiones complementarias. Dos o más inversiones se denominan complementarias cuando la realización de una de ellas facilita en alguna manera la realización de otra u otras. Si la relación que existe es tan fuerte que el llevar a cabo una de ellas exige necesariamente la realización de otra, reciben entonces el nombre de inversiones acopladas.
- Inversiones sustitutivas. Dos o más inversiones se consideran sustitutivas cuando la realización de una de ellas dificulta de un modo u otro la realización de las restantes. En el caso extremo en el que se impida la ejecución de otra u otras inversiones se denominan excluyentes.

- Inversiones independientes o autónomas. Dos o más inversiones se dice que son independientes cuando la realización de una cualquiera de ellas no condiciona ni positiva ni negativamente la realización de las restantes.

4- Clasificación atendiendo al estructura de corriente de cobros y pagos que genera la inversión.

- Un solo pago y un solo cobro. Ej: Prestamos que hace la empresa a amortizar de una sola vez. Son inversiones de tipo financiero.

$$\begin{array}{c} - P_0 \qquad \qquad C_n \\ | \qquad \qquad \qquad | \\ 0 \qquad \qquad \qquad n \end{array}$$

- Un solo pago y varios cobros. Ej: adquisición de activos financieros (compra de acciones, obligaciones...).

$$\begin{array}{c} - P_0 \qquad C_1 \qquad C_j \qquad C_n \\ | \qquad | \qquad | \qquad | \\ 0 \qquad 1 \qquad j \qquad n \end{array}$$

- Varios pagos y un solo cobro. Ej: operaciones de capitalización, ingresos en bancos.

$$\begin{array}{c} - P_0 \qquad - P_1 \qquad - P_j \qquad C_n \\ | \qquad | \qquad | \qquad | \\ 0 \qquad 1 \qquad j \qquad n \end{array}$$

- Varios pagos y varios cobros. Ej: Inversiones de tipo productivo, en bienes de equipo, caso mas general.

$$\begin{array}{c} - P_0 \qquad C_1 - P_1 \qquad C_j - P_j \qquad C_n - P_n \\ | \qquad | \qquad | \qquad | \\ 0 \qquad 1 \qquad j \qquad n \end{array}$$

5- Clasificación de las inversiones en función del signo de los flujos netos de caja que definen una inversión:

- Inversiones simples. Son aquellas cuyos flujos de caja presentan todos signo positivo a excepción del flujo del año cero. El desembolso inicial siempre es negativo.

Todos los $R_j \geq 0$

- Inversiones no simples. Son aquellas en que algún flujo de caja presenta signo negativo, aparte del desembolso inicial.

$R_j > 0 < \text{que } 0$.

5.4. El proceso temporal de la inversión. Cálculo de los flujos de caja

En este apartado vamos a estudiar como se evalúan o valoran las inversiones en función de la corriente de cobros y pagos (flujos de caja) que genera la inversión a lo largo de su vida. Destacar que los valores de los flujos son estimaciones futuras, es decir, previsiones de flujos de fondos, nos vamos a situar siempre al final del año 0.

Para el calculo de estos flujos vamos a tener en cuenta los siguientes elementos:

1- Costes de la inversión:

- a) **Coste del activo propiamente dicho.** Consideramos el coste del bien (maquinaria, edificios, títulos valores...) valorado por su precio de adquisición, incluyendo los gastos de instalación, reducciones o bonificaciones en la compra y deducciones o desgravaciones fiscales motivadas por la inversión. Es decir se tienen en cuenta todos los desembolsos originados por la adquisición y puesta en funcionamiento del bien. Normalmente se producen al final del año 0, y se expresan por "Po". Estos costes figuran contabilizados en el activo de la empresa, y serán amortizados durante el período de vida de la inversión.

Respecto a los costes de instalación, estos siempre forman parte del desembolso inicial, pero se estudiarán por separado cuando su forma de amortización sea diferente al sistema de amortización del equipo.

Respecto a la desgravación por inversiones, éstas son reducciones en el pago de impuestos por haber llevado a cabo la inversión, suponen un menor pago de impuestos (entrada de caja), que se calcula aplicando un porcentaje sobre el importe de la inversión.

- b) **Costes operacionales o derivados de la utilización de la inversión.** Es la repercusión que tiene la inversión, sobre los costes totales de la empresa, como por ejemplo, el incremento de materias primas, de los gastos de mano de obra o de los gastos generales. Estos costes figuran en la cuenta de resultados de la inversión como gastos deducibles. Estos costes se van a convertir en pagos, ya que, por convenio, vamos a suponer que los costes se corresponden con pagos.

2- Duración de la inversión (n). La duración o período de vida de la inversión es el período de tiempo durante el cual la inversión genera flujos financieros en la empresa (cobros o pagos). Suele coincidir con su vida útil; finaliza cuando el bien antiguo es sustituido y vendido, es decir, se reemplaza el equipo por otro. Cuando es vendido el bien, tanto en el mercado de bienes de segunda mano o como material de desecho, esto genera una entrada de fondos adicional al final de la vida de la inversión, que llamaremos Valor residual (VR_n).

3- Cálculo de las entradas de fondos provenientes de la inversión (C_j). Son el incremento de los ingresos de la empresa que genera la inversión, que por convenio se convertirán en cobros. El ejemplo mas habitual son los ingresos por ventas.

Cobros: C_j (normales).

VR_n (Valor residual)

Desgravación por inversiones.

4- Salidas de fondos que origina la inversión. Hay tres tipos de salidas:

- Desembolso derivado de la compra o adquisición del bien (P_0).
- Costes operacionales de la inversión (P_j). Incremento de materias primas...
- Variación (incremento o disminución de impuestos sobre beneficios que surgen como consecuencia de la realización de la inversión).

Si la inversión aumenta el beneficio, esto hará que aumente el pago de impuestos, pero hay que tener en cuenta que la inversión puede suponer a veces reducción en el pago de impuestos, por ejemplo en el caso de que existan inversiones potenciadas por la administración, que conllevan desgravación por inversiones, o también hay que tener en cuenta que la cuota de amortización es un gasto deducible para el cálculo de los beneficios a efectos fiscales, luego los impuestos se pueden reducir, en algunos casos por esa causa.

La forma normal de operar, es en primer lugar calcular la cuenta de resultados de la inversión donde obtendremos el beneficio y los impuestos correspondientes que son los que tendremos en cuenta como salida o entrada de caja.

Forma de computar los impuestos:

- 1- Si la base imponible del impuesto, obtenida de la cuenta de resultados, es positiva, no hay ningún problema, por que esta representa mayores beneficios que produce la inversión, y representara un mayor pago de impuestos.
- 2- Si la base imponible del impuesto, en cambio, es negativa, si se nos pueden presentar problemas, y hay que distinguir dos casos:
 - a) Que la cuenta de resultados que estamos estudiando sea la de una inversión adicional a incorporar a una empresa, que esta en funcionamiento y que tiene otras actividades o inversiones por las que obtiene beneficios y paga los correspondientes impuestos. En este caso, si la base imponible es negativa consideraremos entrada de impuestos o lo que es lo mismo, menor pago de impuestos, con el objeto de compensar estos resultados negativos con los resultados positivos de otras inversiones que le hacen pagar impuestos.

Ejemplo: Supongamos una empresa que obtiene 10 millones de beneficio en el año X, si la tasa impositiva es del 30%, tendrá que pagar 3 millones de impuestos; en el caso de que este estudiando la adquisición de una cierta inversión adicional y esta inversión en el año X, le proporcione un beneficio negativo de 3 millones, consideraremos una entrada de impuestos de + 0,9 millones; la razón es que la cuenta de resultados general de la empresa, con esa nueva inversión proporcionará ahora un beneficio de 7 millones ($10 - 3$), y tendrá que pagar por tanto 2,1 millones de impuestos, justo 3 millones que pagaba antes, sin realizar la inversión, más 0,9 de la nueva inversión ($3 - 0,9 = 2,1$). Por lo tanto, vemos que esa entrada de impuestos, no es un verdadero pago de la administración a la empresa, si no una compensación por los impuestos que normalmente paga esta empresa por otras actividades o inversiones.

En el caso de que la empresa por el resto de sus actividades obtuviese perdidas entonces no se podría realizar dicha compensación, porque no habría pago de impuestos que compensar. Salvo que se diga lo contrario vamos a suponer siempre que la empresa obtiene beneficios por el resto de sus actividades.

- b) Si la cuenta de resultados que estamos analizando es la correspondiente a una única inversión de la empresa, o estamos estudiando la viabilidad de la creación de una empresa, y la base imponible es negativa, entonces, consideraremos que los impuestos a pagar ese año son cero, los cuáles se compensaran, si se puede, con las bases imponibles positivas de otros años.

De una manera u otra siempre se paga lo mismo, aunque en distintos momentos del tiempo.

Ejemplo de aplicación para el cálculo de los flujos de caja de una inversión:

Supongamos una empresa que quiere llevar a cabo una inversión cuyo desembolso inicial es de 800 um, sistema de amortización lineal, tasa impositiva del 30%, del que se conocen los siguientes datos:

Años	1	2	3	4
Ingresos del período	500	900	1.200	700
Costes del período	400	400	500	500

Suponiendo que los cobros se corresponden con los ingresos y los costes con los pagos, se pide calcular el cuadro de flujos de caja, es decir, el diagrama temporal de la inversión.

Lo primero que tendremos que hacer es la cuenta de resultados de dicha inversión para calcular el beneficio o pérdida anual que se obtiene por la inversión, y que nos servirá para calcular el pago o entrada de impuestos; posteriormente calculamos el cuadro de flujos de caja.

Suponemos, salvo que se diga lo contrario, que los costes son costes variables, con lo cual no llevan incluida la amortización.

Cuenta de Resultados:

Años	1	2	3	4
Ingresos	500	900	1.200	700
- Costes	-400	-400	-500	-500
- Cuota de amortizac.	-200	-200	-200	-200
= Beneficio de la inversión	-100	300	500	0
± Impuestos	+30 (0)	-90 (-60)	-150	0
Beneficio después de impuestos.	-70	+210	+350	0

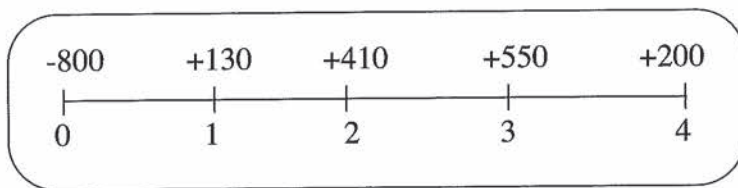
El significado de +30 de impuestos indica un menor pago de impuestos general de la empresa; compensa el pago de impuestos por otras inversiones que realiza la empresa y por las que obtiene beneficios y paga los correspondientes impuestos.

Para el cálculo de los flujos de caja tener en cuenta que las cuotas de amortización son gastos deducibles para el cálculo de los beneficios pero nunca serán un pago en el cuadro de flujos de caja, ya que si fuesen un pago, tendríamos en cuenta dos veces el coste de la inversión.

Cuadro de flujos de caja:

Años	0	1	2	3	4
Coste de la inversión	-800				
Ingresos = Cobros		+500	+900	+1.200	+700
Costes = Pagos		-400	-400	-500	-500
± Impuestos		+30	-90	-150	0
Flujo de caja	-800	+130	+410	+550	+200

Diagrama de flujos de caja:



La diferencia entre cobros y pagos es el cash-flow de la inversión o flujos de fondos generados por la inversión.

Hay que destacar que estos flujos de caja no coinciden con los beneficios después de impuestos, esto se debe a dos razones fundamentalmente:

- Distinta periodificación de ingresos y costes respecto a cobros y pagos.
- Efecto de las amortizaciones, ya que estas suponen gastos deducibles para la empresa, pero no salidas de caja.

Hay que tener en cuenta que puede haber otros gastos deducibles que no sean pagos, aparte de la amortización de los equipos, como pueden ser: amortizaciones de gastos de instalación, amortización de campañas publicitarias importantes, etc.

Una vez definida la inversión por el diagrama temporal de flujos de caja, se tendrán que cumplir dos condiciones previas para que se lleve a cabo la inversión:

- **Condición de posibilidad o economicidad del proyecto** (Condición necesaria, pero no suficiente).

El proyecto tiene que tener una cifra de cobros superior a la cifra de pagos.

$$\sum_{j=0}^n (C_j - P_j) > 0 \quad \text{ó} \quad \sum_{j=1}^n R_j - P_0 > 0$$

- **Condición de efectividad o suficiente; llamada de rentabilidad financiera.**

Se exige que la rentabilidad derivada de la inversión supere al coste de la financiación de dicha inversión. $r > k$

Esta última condición marca el camino a seguir, ya que los criterios de valoración y selección de inversiones lo que hacen es calcular la rentabilidad de la inversión, para compararla con el coste, que de momento va a ser un dato, y a si decidir la conveniencia de la inversión.

5.5. Instrumentación de la política de inversiones

La toma de decisiones en la empresa exige una serie de consideraciones adicionales a la mera evaluación cuantitativa del proyecto.

Para la evaluación de la inversión se tendrán que seguir los siguientes pasos:

- 1- Calcular los flujos de caja esperados que va a generar la inversión.
- 2- Estos flujos son futuros, estimaciones, predicciones, luego hay incertidumbre sobre su cumplimiento. Si existe incertidumbre, aparece el riesgo en la toma de decisiones de inversión. Hay muchas formas de introducir el riesgo, la forma mas importante de introducirlo es trabajar con varios valores para los flujos de cada año, y no con un único valor, sabiendo en unos casos si y en otros no la probabilidad de ocurrencia de cada valor.

Otras formas de introducir el riesgo son:

- Trabajar con intervalos de variación de datos.
 - Afectando coeficientes de seguridad al valor de los flujos.
- 3- Tendremos que tener en cuenta las restricciones legales y la responsabilidad social de la empresa (peligrosidad, ruido, polución...).
 - 4- También hay que tener en cuenta las disponibilidades financieras de la empresa para materializar la inversión.
 - 5- Interrelaciones entre las actividades de la empresa, ya que la empresa va a contar con varios departamentos o secciones. Habrá que realizar un programa sobre las inversiones que necesita cada departamento. Todo esto hace que la empresa tenga que determinar una política de inversiones o plan de inversiones, que se define como un conjunto de directrices o normas de actuación para estudiar qué inversiones se deben llevar a cabo, cuáles tienen prioridad y como se van a coordinar todas ellas. Esto es la política de inversiones, que se materializa en el plan de inversiones, que está englobado dentro del plan general de actuación de la empresa.

5.6. Métodos de valoración y selección de inversiones

El problema fundamental que se presenta en toda decisión de invertir es el de determinar la rentabilidad del proyecto de inversión. Si hay varias alternativas de inversión, siempre se elegirán aquellas más rentables. Se pueden encontrar múltiples criterios para la elección de inversiones. Los criterios de valoración y selección de inversiones se pueden clasificar en dos grupos:

- **Métodos estáticos o aproximados.** Se caracterizan porque imputan idéntico valor a todas y cada una de las unidades monetarias generadas por el proyecto con independencia del momento del tiempo en que se generan. Es decir, considera homogéneas las unidades mone-

tarias percibidas en momentos de tiempo diferentes. No tiene en cuenta la cronología de los flujos de caja, considera a los diferentes flujos de caja de la inversión como si se tratara de cantidades de dinero percibidas en el mismo momento del tiempo.

Estos criterios también se conocen con el nombre de aproximados, ya que no proporcionan una medida exacta de la rentabilidad del proyecto, sino tan solo aproximada. Son modelos muy simplistas cuyo uso se ha extendido mucho en la empresa, por la sencillez de sus planteamientos, pero que tienen muchas limitaciones o inconvenientes.

- **Modelos dinámicos o clásicos.** Estos modelos, al contrario de lo que ocurre con los anteriores, tienen en cuenta al valorar un proyecto de inversión el momento concreto de tiempo en el que se obtiene cada una de las unidades monetarias que conforman los flujos netos de caja que lo definen. Por lo tanto son criterios que tienen en cuenta la cronología de los flujos de caja y utilizan el procedimiento de la actualización o descuento, con el objeto de homogeneizar las cantidades de dinero percibidas en diferentes momentos del tiempo. Los métodos más importantes son el Valor Actual Neto o Valor Capital y el método de la Tasa de Retorno o Tipo de Rendimiento Interno.

5.6.1. Criterios aproximados

5.6.1.1. Criterio del flujo neto de caja total por unidad monetaria comprometida

Este método consiste en sumar aritméticamente todos los flujos de caja de cada inversión y luego el total se divide por el desembolso inicial, obteniendo así la cantidad de unidades monetarias que la inversión genera durante toda su vida, por cada unidad monetaria invertida, que se considera una medida de la rentabilidad.

$$r' = \frac{\sum_{j=1}^n R_j}{P_0}$$

La regla a seguir es realizar la inversión cuando este importe es superior a la unidad, considerarla indiferente cuando es igual a uno, y no efectuarla si resulta inferior a la unidad, porque interesa que la r' de la inversión sea mayor que la unidad, ya que de lo contrario la inversión no permitirá recuperar el capital invertido. A la hora de seleccionar, se eligen aquellas que proporcionen mayor r' .

Inconvenientes:

- No tiene en cuenta el momento en que son obtenidos los flujos en el tiempo, se agregan cantidades heterogéneas, no homogéneas.
- No se trata de una verdadera rentabilidad, solo la r' que excede de la unidad es rentabilidad en sentido estricto, porque la otra parte es recuperación del capital invertido; sería mejor calcular $r = r' - 1$.
- Las rentabilidades se deben referir siempre a una base temporal anual, para poder comparar inversiones que tengan diferente duración; aplicando este método, la rentabilidad que calculamos está referida a toda la vida de la inversión, razón por la cual no se pueden comparar inversiones que tengan diferente duración.

A este criterio también se le llama ratio coste-beneficio.

empresa necesita ampliar su activo circulante en 4 millones. Se adopta el sistema de amortización lineal y se espera que el beneficio, después de amortización e impuestos, crezca en progresión aritmética de la siguiente forma:

Años	Beneficio neto
1	2.000.000
2	4.000.000
3	6.000.000
4	8.000.000
5	10.000.000
Total	30.000.000

La inversión complementaria en activo circulante ha sido necesaria para mantener la solvencia financiera de la empresa, pero al final de los 5 años dicha inversión se espera recuperar en su totalidad.

$$\text{Inversión total} = 10.000.000 + 4.000.000 = 14.000.000$$

$$\text{Beneficio anual medio} = \frac{30.000.000}{5} = 6.000.000$$

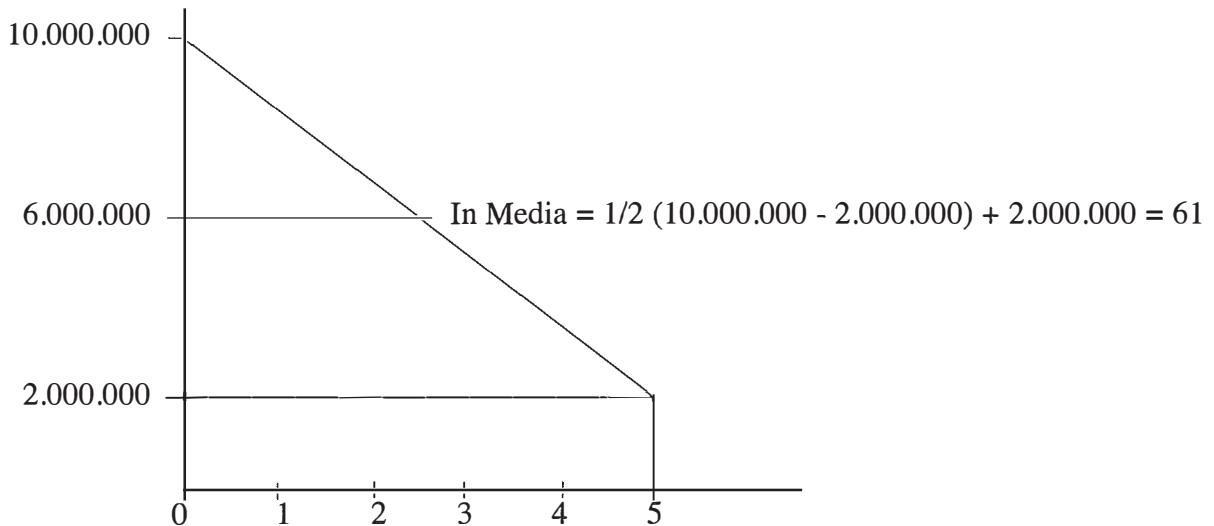
$$\text{Tasa de rendimiento} = rc = \frac{6.000.000}{14.000.000} = 0,42 = 42\%$$

Una variante más refinada de este método consiste en relacionar el beneficio neto medio anual no con la inversión total, sino con la inversión media, es decir, con la inversión que por término medio tiene la empresa inmovilizada durante los cinco años.

Durante estos cinco años tiene desde luego invertidos cuatro millones de u.m. en activo circulante, pero no se puede decir lo mismo con relación a la inversión en activo fijo, pues de los 10 millones que cuesta el equipo, dos se recuperan al final de los cinco años, y los ocho restantes se van recuperando gradualmente a través del proceso de amortización, a razón de 1.600.000 cada año $\left(\frac{10.000.000 - 2.000.000}{5} \right)$ Por lo tanto la inversión media en activo fijo será:

La inversión media total es de 10 millones (6 + 4), y la tasa de rendimiento contable será:

$$rc' = \frac{6.000.000}{10.000.000} = 0,60 = 60\%$$



Otra forma de calcular la inversión media en activo fijo, teniendo en cuenta la inversión inmovilizada, y siendo la cuota de amortización de 1.600.000, es la siguiente:

0) 10.000.000

1) $10.000.000 - 1.600.000 = 8.400.000$

2) $8.400.000 - 1.600.000 = 6.800.000$

3) $6.800.000 - 1.600.000 = 5.200.000$

4) $5.200.000 - 1.600.000 = 3.600.000$

5) $3.600.000 - 1.600.000 = 2.000.000$

$$\text{Inversión media} = \frac{36.000.000}{6} = 6.000.000$$

Inconvenientes:

- Utiliza el concepto de beneficio y no de flujo de caja, y, claro está, un beneficio mientras no se halla en forma líquida no se puede invertir en ningún activo productivo, y de esta manera también se está teniendo en cuenta dos veces la inversión efectuada.
- No actualiza los beneficios, no tiene en cuenta el momento del tiempo en que se obtienen los beneficios.
- Aunque, este criterio parece que tiene en cuenta la duración de la inversión, al igual que el criterio anterior, el método de la tasa de rendimiento contable tiende a preferir siempre inversiones de corta duración y elevados beneficios.

5.6.1.4. Método de la comparación de Costes

Este es un procedimiento consistente en calcular los costes anuales que corresponden a las diversas alternativas de inversión y elegir la que tenga el menor coste total. Es especialmente aplicado en las inversiones industriales.

Habitualmente aparecen dos tipos de costes. Los primeros, denominados costes fijos, C_F , son aquellos que no se modifican con el nivel de producción. Los segundos, a los que se denomi-

na costes variables, C_v , se elevan a medida que aumenta el volumen de producción. Además, se suele suponer que aumentan de una forma lineal, es decir, que el coste variable de cada unidad producida, es constante e independiente de la cantidad producida. Denominando V al número de unidades físicas elaboradas al año, el coste variable total será:

$$C_v = V \cdot c_v$$

y el total de costes anuales fijos y variables valdrá:

$$C_T = C_F + C_v = C_F + V \cdot c_v$$

Será elegido el proyecto de inversión al que le corresponda el mínimo coste anual total.

Algún autor ha defendido este método por su sencillez, dado que sólo es preciso estimar los costes, y no los ingresos de los diversos proyectos, o sus cobros y pagos. En realidad, para estimar los costes totales, es preciso prever el volumen de producción, el cual vendrá determinado por la demanda, que es la magnitud que habitualmente resulta más difícil de prever cuando se trata de estimar los futuros ingresos, cobros y pagos.

El de la comparación de costes es un criterio técnico que aporta una información importante en algunos casos, pero tiene inconvenientes importantes. No constituye un procedimiento de valoración de inversiones ni permite calcular su rentabilidad. Además, no se trata ya de que sea un método estático, sino que ni siquiera utiliza información económicamente relevante (flujos de caja, momentos de su generación, riesgo...).

5.6.1.5. Criterio del plazo de recuperación o “payback”

Los criterios clásicos, que analizaremos después, consideran que la rentabilidad es el aspecto más importante de un proyecto de inversión, sin embargo, hay ocasiones en las que al empresario puede interesarle más calcular el tiempo que se va a tardar en recuperar el capital invertido, sobre todo si se trata de inversiones de alto riesgo. En este sentido, el criterio del plazo de recuperación es el método utilizado con más frecuencia a la hora de medir la liquidez de un proyecto de inversión y por lo tanto no calcula rentabilidades.

Se define el plazo de recuperación como el tiempo que transcurre hasta que los flujos de caja permiten recuperar el coste de la inversión y amortizar, en su caso, los flujos de caja negativos que puedan producirse hasta ese momento de la vida del proyecto.

Analíticamente el plazo de recuperación se calcula acumulando período a período los flujos de caja hasta el momento en el que se recupera el coste de la inversión. Si los flujos de caja son constantes, el plazo de recuperación se obtiene fácilmente aplicando la expresión:

$$PR = \frac{P_0}{R} \quad \text{donde PR es el plazo de recuperación expresado en unidades de tiempo (años).}$$

Esto supone que los flujos de caja se obtienen regularmente en el tiempo, cosa que es verdad, pero que en el resto de criterios no lo aplicamos porque suponíamos, para simplificar los cálculos, que se obtenían al final del año. Es el único método donde suponemos que los flujos de caja se obtienen regularmente en el tiempo, aunque también se puede calcular el plazo de recuperación con la otra suposición, pero en ese caso los resultados no serían tan exactos y precisos.

Según este criterio de decisión, son preferibles aquellas inversiones que tienen un menor plazo de recuperación, puesto que se tardará menos tiempo en recuperar el capital invertido en ellos.

Inconvenientes:

- No utiliza toda la información que hay disponible respecto al proyecto de inversión, puesto que sólo tiene en cuenta aquellos flujos de caja generados hasta el momento en que se produce la recuperación del capital invertido, es decir, no tiene en cuenta los flujos de caja obtenidos con posterioridad al plazo de recuperación.
- No calcula rentabilidad, luego es aconsejable que se utilice este criterio de forma complementaria, nunca solo, es decir, que complemente a otros que calculen rentabilidades.
- Por si solo, no es método que permita tomar decisiones respecto a aceptar o rechazar inversiones; el plazo de recuperación obtenido tendrá, por tanto, que compararse con un plazo máximo de recuperación que haya determinado previamente cada empresa.
- No tiene en cuenta la diferencia de vencimientos de los flujos de caja obtenidos con antes de alcanzar el plazo de recuperación, consecuencia de tratarse de un criterio estático.

Este último inconveniente se ha tratado de solucionar redefiniendo el modelo de forma tal que considere la homogeneización de los flujos de caja a una tasa de actualización o descuento, este nuevo método se conoce con el nombre de plazo de recuperación descontado.

- Plazo de recuperación descontado

Se define como el período de tiempo que necesita la inversión para que el valor actualizado de los flujos de caja generados hasta él iguale al capital invertido. Analíticamente la expresión general del plazo de recuperación descontado viene dado por la expresión:

$$P_o = \sum_{j=1}^p \frac{R_j}{(1+i)^j}$$

donde “p” es el plazo de recuperación descontado, y cuyo calculo habrá que abordarlo acumulando los flujos de caja descontados período a período hasta alcanzar una cuantía igual al montante de la inversión.

Si el proyecto presenta flujos de caja constantes, la expresión anterior se transforma en:

$$P_o = R \frac{1 - (1+k)^{-p}}{k} \Rightarrow P_o = R a_{p|k}$$

donde p, el plazo de recuperación, puede obtenerse de forma directa mediante una sencilla interpolación lineal.

Ejemplo de aplicación:

Calcular el plazo de recuperación normal y el plazo de recuperación descontado de los siguientes proyectos de inversión:

Años	0	1	2	3	4
Proyecto A	-1.500	500	500	500	500
Proyecto B	-1.500	700	800	300	400
Proyecto C	-1.500	500	600	600	400

Solución:

$$\text{Proyecto A} \quad \text{PRA} = \frac{P_0}{R} = \frac{1.500}{500} = 3 \text{ años.}$$

Proyecto B. Si los flujos son diferentes, los vamos acumulando hasta que su suma iguale el desembolso inicial.

Año 1 \Rightarrow 700

Año 2 \Rightarrow 700 + 800 = 1.500, coincide con el desembolso, luego el plazo de recuperación es exactamente 2 años.

Proyecto C

Año 1 \Rightarrow 500

Año 2 \Rightarrow 500 + 600 = 1.100

Año 3 \Rightarrow 1.100 + 600 = 1.700 > 1.500 El plazo de recuperación está comprendido entre dos y tres años.

En un plazo de dos años, vemos que nos falta por recuperar 400 u.m. (1.500 - 1.100), cantidad que es inferior a la generada durante el año 3, que son 600 u.m. Si hacemos la suposición de que el flujo de caja se genera de forma uniforme a lo largo del período considerado, podemos determinar el plazo de recuperación como sigue:

Si 600 u.m. se generan en 12 meses

400 u.m. se generarán en X meses

Resolviendo esta regla de tres, nos queda

$$X = \frac{400 \cdot 12}{600} = 8 \text{ meses}$$

Luego el plazo de recuperación del proyecto C será de dos años y ocho meses.

El plazo de recuperación descontado, suponiendo una tasa de actualización del 10 % será:

Proyecto A

$$R'_1 = 500 \cdot (1 + 0,1)^{-1} = 454,5$$

$$R'_2 = 500 \cdot (1 + 0,1)^{-2} = 413,2$$

$$R'_3 = 500 \cdot (1 + 0,1)^{-3} = 375,6$$

$$R'_4 = 500 \cdot (1 + 0,1)^{-4} = 341,5$$

Año 1 \Rightarrow 454,5

Año 2 \Rightarrow 454,5 + 413,2 = 867,7

Año 3 \Rightarrow 867,7 + 375,6 = 1.243,3

Año 4 \Rightarrow 1.243,3 + 341,5 = 1.584,8 > 1.500

El PR descontado será 3 años y algo más

341,5 → 12 meses

(1500 - 1.243,3) → X meses X = 9,0202 meses.

0,0202 · 30 días = 0,6 → no llega a un día;

Por lo tanto el plazo de recuperación es 3 años y 9 meses.

Proyecto B → Pr = 2 años, 10 meses y 23 días.

Proyecto C → Pr = 3 años, 4 meses y 10 días.

Se puede comprobar que los plazos de recuperación descontados son superiores a los plazos de recuperación normales.

5.6.2. Criterios clásicos

5.6.2.1. Criterio del Valor Capital o Valor Actual Neto (VAN)

El Valor actual neto de una inversión se define como el valor actualizado de los rendimientos esperados de la inversión o de los cash-flows esperados; es la diferencia entre el valor actualizado de los cobros esperados y el de los pagos previstos.

$$VAN = - P_o + \frac{R_1}{(1 + i_1)} + \frac{R_2}{(1 + i_1)(1 + i_2)} + \dots + \frac{R_n}{(1 + i_1)(1 + i_2) \dots (1 + i_n)}$$

$R_j = C_j - P_j$ → flujos netos de caja en cada uno de los años.

i_j = tasas de actualización y descuento utilizadas cada año.

En el caso de que $i_1 = i_2 = i_n$; es decir, que los tipos de descuentos son iguales e independientes del tiempo, que es el caso más normal, el valor capital es:

$$VAN = - P_o + \frac{R_1}{(1 + i)} + \frac{R_2}{(1 + i)^2} + \dots + \frac{R_n}{(1 + i)^n} = - P_o + \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1 + i)^j}$$

Cuando los flujos de caja son constantes $R_1 = R_2 = R_n = R$ y las tasas de actualización son constantes e iguales a "i":

$$VAN = - P_o + R \cdot \left[\frac{1}{(1 + i)} + \frac{1}{(1 + i)^2} + \dots + \frac{1}{(1 + i)^n} \right]$$

$$= - P_o + R \cdot \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i (1 + i)^n} \right] = - P_o + R \cdot a_{n|i}$$

$$VAN = - P_o + R a_{n|i}$$

Si además de los R e i constantes e iguales, la inversión tiene una duración ilimitada, el número de años durante el cual la inversión genera cobros y pagos es infinito, el valor capital será:

$$VAN = -P_0 + R \cdot \lim_{n \rightarrow \infty} \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] = -P_0 + \frac{R}{i}$$

$$VAN = -P_0 + \frac{R}{i}$$

El valor capital de una inversión nos proporciona una medida de la rentabilidad esperada de la misma en valor absoluto y actual, por lo tanto es un **método de valoración de inversiones**. También es un **método de decisión sobre inversiones**, ya que nos permite saber qué inversiones deben llevarse a cabo y cuáles no:

Si $VAN > 0 \rightarrow$ indica que la realización del proyecto permitirá recuperar el capital invertido, satisfacer todas las obligaciones de pago originadas por él y obtener, además, un beneficio neto en términos absolutos igual a la cantidad expresada por el VAN. En este caso la riqueza de la empresa se verá incrementada y salvo que existan proyectos más rentables deberá llevarse a cabo.

Si $VAN < 0 \rightarrow$ indica que el proyecto no deberá llevarse a cabo, porque de hacerlo la empresa vería reducida su riqueza al incurrir en unas pérdidas netas igual a la cuantía del VAN, lo cual está en contradicción con su objetivo financiero.

Si $VAN = 0 \rightarrow$ indica la existencia de un proyecto que es indiferente para la empresa puesto que su realización no proporcionará beneficios ni generará pérdidas. En este caso se deberá rechazar el proyecto puesto que, desde una perspectiva de racionalidad económica, no tiene sentido invertir una cantidad de dinero sabiendo que con ello no se va incrementar la riqueza de la empresa sino que, en el mejor de los casos, no se verá modificada por el proyecto.

El criterio del VAN también es un **método de ordenación y jerarquización de inversiones**, ya que a la empresa le interesa realizar aquellas inversiones cuyo valor capital sea positivo. Si los proyectos son independientes y no hay limitación de recursos financieros, deberá establecerse el orden de preferencia de mayor a menor valor actual neto.

Inconvenientes:

1- La dificultad de especificar una adecuada tasa de descuento para actualizar los flujos de caja de la inversión

Según las hipótesis de partida, y supuesto un mercado de capitales perfecto, se presupone que la tasa de descuento utilizada para homogeneizar los flujos de caja es el tipo de interés del mercado de capitales, es decir, "i" sería la rentabilidad (coste de oportunidad) que se obtendría con los recursos financieros, si en vez de dedicarlos a la inversión, los invirtiera en el mercado financiero, o el tipo de interés que la empresa tendría que pagar por el crédito en el mercado financiero para poder realizar la inversión.

Sin embargo, esta postura no es muy realista, ya que el mercado financiero es muy imperfecto, donde se ofrecen al inversor múltiples oportunidades de inversión que proporcionan tipos de interés diferentes.

Por lo tanto, si consideramos que con la utilización de la tasa de descuento se pretenden alcanzar dos finalidades: Por un lado, homogeneizar los flujos netos de caja y, por otro lado, tener una referencia respecto a la rentabilidad mínima que todo proyecto debe proporcionar a fin de no reducir el valor de mercado de la empresa.

En este sentido, resulta evidente que la rentabilidad mínima que la empresa exigirá a cualquier proyecto a fin de no incurrir en pérdidas o disminuir la riqueza de sus accionistas deberá ser igual a lo que le cuesta financiar, en términos de promedio, cada unidad monetaria de su estructura financiera. Por lo tanto deberá utilizarse el coste medio ponderado de la empresa como tasa de actualización de los flujos de caja.

2- La falta de realismo respecto a la tasa de reinversión de los flujos de caja

Todo proyecto genera a lo largo de su vida una corriente de flujos de caja que pueden ser positivos o negativos. Los flujos de caja positivos son cantidades de dinero que están a disposición de la empresa en un momento determinado de la vida de la inversión y, dado que ningún recurso debe permanecer inactivo, serán reinvertidos en otros activos a fin de obtener de ellos una rentabilidad. Por el contrario, los flujos de caja negativos representan cantidades de dinero que la empresa debe financiar y por los que pagará un coste. Por lo tanto el cálculo del VAN teniendo en cuenta la reinversión de los flujos de caja y, siendo “tr” dicha tasa queda como:

$$VAN = - P_0 + \frac{R_1 (1 + tr)^{n-1} + R_2 (1 + tr)^{n-2} + \dots + R_{n-1} (1 + tr) + R_n}{(1 + i)^n}$$

El criterio del VAN en su formulación habitual, también contempla la reinversión de los flujos de caja, pero presupone implícitamente que los flujos de caja intermedios se reinvierten en activos que proporcionan a la empresa una tasa de rentabilidad igual al coste de capital medio ponderado o tasa de actualización o descuento “i”, mientras que los flujos de caja negativos se financian con recursos que le suponen un coste de financiación igual a “i”. Por lo tanto, si la tasa de reinversión de los flujos de caja (tr) no coincide con la tasa de actualización no se puede utilizar para el cálculo del VAN las fórmulas habituales, si no que habrá que utilizar la formulación del VAN con tasas de reinversión.

Si $tr > i$, El VAN va a ser mayor que si utilizásemos las fórmulas normales o habituales.

Si $tr < i$, el VAN va a ser menor.

Ejercicio de aplicación:

Calcular el VAN de los siguientes proyectos de inversión y jerarquizarlos, siendo la tasa de actualización del 7 %.

	P ₀	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆
A	10.000	8.000	4.000	5.000			
B	5.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
C	8.000	4.000	6.000				
D	11.000		-2.000			8.000	19.000
E	4.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
F	4.000	3.000	1.200				

Solución:

$$VAN_A = -10.000 + \frac{8.000}{(1+0,07)} + \frac{4.000}{(1+0,07)^2} + \frac{5.000}{(1+0,07)^3} = 5.051,88 \quad (2)$$

$$VAN_B = -5.000 + 2.000 a_{6|0,07} = 4.533,07 \quad (3)$$

$$VAN_C = 978,95 \quad (4)$$

$$VAN_D = 5.617,51 \quad (1)$$

$$VAN_E = 100,19 \quad (5)$$

$VAN_F = -148,15$ No se llevaría a cabo, se rechaza.

Para demostrar el inconveniente segundo; si la empresa, en el proyecto A, los flujos de caja del primer año y del segundo los reinviertiese al 7 % el valor capital será el mismo, sin embargo, el valor capital de la inversión disminuiría si la reinversión de los flujos de caja se hiciera un tipo inferior al 7 %, y aumentaría en caso contrario.

$$VAN (tr = 7\%, i = 7\%) = 5.051,88$$

$$VAN (tr = 5\%, i = 7\%) = -10.000 + \frac{8.000 (1,05)^2 + 4.000 (1,05) + 5.000}{(1,07)^3} = 4.709,68$$

Si los flujos no se reinvirtiesen:

$$VAN = -10.000 + \frac{8.000 + 4.000 + 5.000}{(1,07)^3} = 3.877,06$$

5.6.2.2. Criterio de la tasa interna de rendimiento (TIR)

La tasa interna de rendimiento o tasa de retorno interna (TIR) se define como aquella tasa de actualización o descuento, r , que hace cero la rentabilidad absoluta de la inversión (VAN). Es decir, aquella tasa de descuento que iguala el valor actual de la corriente de cobros con el valor actual de la corriente de pagos. Es el valor de "r" que satisface la siguiente igualdad:

$$VAN = -P_o + \frac{R_1}{(1+r)} + \frac{R_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{R_n}{(1+r)^n} = 0$$

Si los flujos de caja son constantes e iguales todos los años, es decir, $R_1 = R_2 = R$

$$VAN = -P_o + R \left[\frac{1}{(1+r)} + \frac{1}{(1+r)^2} + \dots + \frac{1}{(1+r)^n} \right] = -P_o + R \left[\frac{(1+r)^n - 1}{r(1+r)^n} \right]$$

$$VAN = -P_o + R a_{n|r} = 0 \rightarrow R a_{n|r} = P_o$$

Si los flujos son constantes y la duración de la inversión es infinita:

$$\text{VAN} = -P_0 + \frac{R}{r} = 0 \Rightarrow r = \frac{R}{P_0}$$

Desde una perspectiva financiera, el criterio de la tasa interna de rendimiento proporciona una medida de la rentabilidad relativa bruta anual por unidad monetaria comprometida en el proyecto. Se trata de una medida relativa puesto que se define en tanto por ciento o en tanto por uno y bruta porque de la misma falta por descontar el coste de financiación de los capitales invertidos en el proyecto (i).

Por esta razón, para aceptar o rechazar un proyecto de inversión el criterio compara la rentabilidad relativa bruta, r , con el coste de capital medio ponderado de la empresa, i , obteniendo por diferencia una medida de la rentabilidad relativa neta, $r_n = r - i$, por unidad monetaria invertida en el proyecto.

Por lo tanto, **es un criterio de valoración de inversiones y de decisión sobre inversiones**, y existe una correlación directa entre este método y el criterio del VAN, a la hora de decidir sobre la conveniencia de las inversiones.

Si $r > i \Rightarrow$ la inversión interesa realizarla, porque aumenta la riqueza de la empresa, la rentabilidad de la inversión es superior al coste de los recursos. $\text{VAN} > 0$

Si $r < i \Rightarrow$ la inversión no interesa realizarla. $\text{VAN} < 0$

Si $r = i \Rightarrow$ la inversión es neutral, da igual llevarla a cabo o no. $\text{VAN} = 0$

En el método del VAN, “ i ”, era un dato, en este criterio ese dato es la incógnita del problema. Pero para tomar decisiones con este criterio, se necesita conocer la rentabilidad mínima o el coste medio ponderado, para poder decidir si conviene o no llevar a cabo la inversión.

Este criterio también sirve para **ordenar y jerarquizar las inversiones**, entre un conjunto de proyectos de inversión rentables, será preferido aquel que proporcione una mayor rentabilidad relativa bruta.

La aplicación práctica de este criterio no es tan sencilla como en el caso del valor actual neto, ya que la determinación de “ r ” es fácil si son rentas constantes y duración ilimitada, pero cuando son rentas variables y duración finita hay que resolver una ecuación de grado “ n ”; en este caso se aplica el procedimiento de la “prueba y error” o el de “aproximaciones sucesivas”, que consiste en ir dando valores a “ r ”, hasta alcanzar un valor de “ r ” que verifique la igualdad.

Si $\text{VAN}(r = 10\%) > 0$ y $\text{VAN}(r = 15\%) < 0$, entonces $10\% < r < 15\%$, ya que el valor capital es una función decreciente con la tasa de actualización y descuento: son inversas.

Para simplificar un poco este problema, y fundamentalmente para buscar un dato de partida con el que empezar a aplicar el método de la prueba y el error, existe una fórmula ideada por **Schneider**, que consiste en:

$$r_s = \frac{-P_0 + \sum_{j=1}^n R_j}{\sum_{j=1}^n (j \cdot R_j)}$$

Esta simplificación de Schneider supone la sustitución del descuento compuesto por el descuento comercial simple, por lo que el error que se comete es bastante significativo. Nos proporciona un valor aproximado de la rentabilidad, la cual será tanto mayor cuanto menor se la rentabilidad real. La verdadera rentabilidad siempre va a ser mayor que r_s .

En el caso de flujos de caja constantes y duración limitada:

$$VAN = -P_o + R \cdot a_{n|r} = 0$$

$$a_{n|r} = \frac{P_o}{R};$$

conociendo la duración, y utilizando tablas financieras, se puede hacer una sencilla interpolación lineal para calcular "r", o también utilizando logaritmos en la propia fórmula.

En el caso de flujos de caja constantes y duración ilimitada, el cálculo de "r" es directo:

$$r = \frac{R}{P_o}$$

Inconvenientes:

1- Falta de realismo en la hipótesis de reinversión de los flujos intermedios de caja de la inversión

Al igual que el criterio del VAN, se supone la hipótesis de que los flujos de caja son reinvertidos, desde el momento de su obtención hasta el final de su vida, a una tasa de reinversión, que en este caso es igual a "r".

Esta hipótesis está aún más lejos de la realidad que en el caso anterior, ya que no es posible suponer que los flujos intermedios de caja de una inversión van a ser reinvertidos o financiados, al tipo interno de rendimiento del propio proyecto, antes de haber determinado dicho tipo de rendimiento.

En el caso del TIR, por lo tanto, es más que conveniente determinar la tasa de reinversión de los flujos intermedios de caja (tr), y calcular la rentabilidad de la siguiente forma:

$$-P_o + \frac{R_1(1+tr)^{n-1} + R_2(1+tr)^{n-2} + \dots + R_n}{(1+r)^n} = 0$$

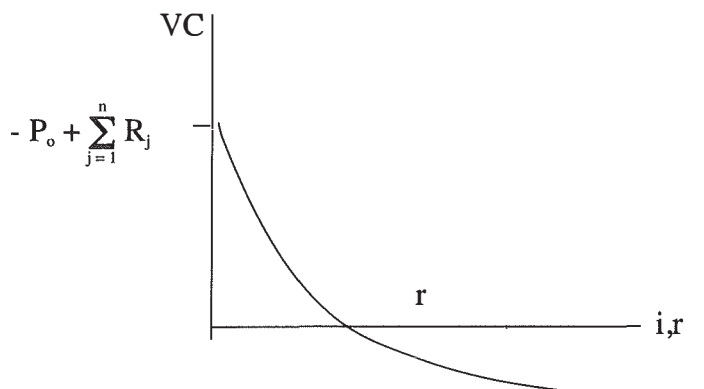
fórmula que hace más fácil el cálculo del TIR (tablas financieras o logaritmos).

2- Dificultades en el cálculo e inconsistencia del resultado. Inconsistencia del TIR

Matemáticamente la expresión de la tasa interna de rendimiento es una ecuación de grado "n" en la que la incógnita a despejar es la propia TIR. La resolución de este tipo de ecuaciones es laboriosa dado que no existen algoritmos que permitan calcular directamente el resultado. Por otro lado, nos encontramos ante una ecuación de grado "n" y, por consiguiente, ante

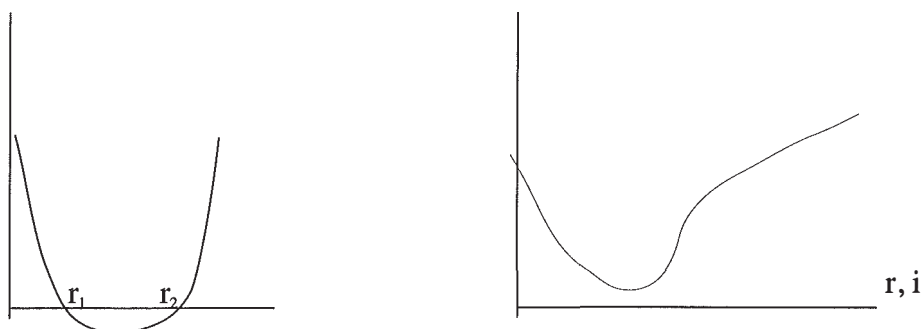
la existencia de “n” posibles soluciones; entre las cuáles, según la regla de Descartes, habrá tantas soluciones positivas como cambios de signo se den en la ecuación.

Cuando en los flujos de caja de un proyecto se produce tan sólo un cambio de signo estamos ante una **inversión simple**, y su evaluación mediante el criterio del TIR da lugar a la resolución de una ecuación de grado “n” y, por tanto, a la obtención de “n” soluciones que hacen cero el VAN pero, según la regla de Descartes, sólo una de ellas será real y positiva. Esta solución positiva nos proporcionará la medida de la tasa interna de rendimiento del proyecto. La representación gráfica del VAN en función de la tasa de descuento será una función decreciente, con un punto de corte único (VAN = 0), que es la rentabilidad del proyecto.



El problema surge cuando se pretende evaluar proyectos de **inversión no simples**, cuyos flujos de caja presentan mas de un cambio de signo, la aplicación de la TIR, al igual que en las inversiones simples, dará lugar a la obtención de n soluciones reales, pero con el agravante de que se obtendrán tantas soluciones positivas como cambios de signo se produzcan en su esquema temporal. Esto que es totalmente correcto desde un punto de vista matemático produce inconsistencia desde un punto de vista económico, puesto que significaría la existencia de más de una tasa de rendimiento para el mismo proyecto, tantas como soluciones positivas se obtengan.

Económicamente es desde todo punto inaceptable esta posibilidad, por ello, el método de la tasa interna de rendimiento no debe utilizarse, a priori, en la valoración de proyectos de inversión no simples. En estos casos es preciso determinar previamente si se trata de una inversión pura o mixta, y si se trata de una inversión mixta utilizar procedimientos diferentes al analizado en este apartado. En las inversiones no simples puede que no se cumpla que el VAN sea siempre una función decreciente con la tasa de actualización, puede que sea en algún tramo una función creciente y por ello se obtienen varias soluciones positivas o ninguna, todas imaginarias:



Ejemplo de aplicación (ejercicio anterior):

$$r_A = 36,27 \% \quad (1)$$

$$r_B = 32,66 \% \quad (2)$$

$$r_C = 15,13 \% \quad (3)$$

$$r_D = 14,45 \% \quad (4)$$

$$r_E = 7,93 \% \quad (5)$$

$$r_F = 3,87 \% \text{ Se rechaza}$$

5.6.3. Relación entre la tasa de retorno y el plazo de recuperación en las inversiones simples

Existe esta relación, pero solo en el caso de que los flujos de caja sean constantes y la duración de la inversión ilimitada, entonces se cumple:

$$Pr = \frac{P_0}{R}$$

$$- P_0 + \frac{R}{r} = 0 \Rightarrow r = \frac{R}{P_0}, \text{ de donde se deduce :}$$

$$\boxed{Pr = \frac{1}{r}}$$

Es decir, la tasa de rentabilidad es inversa al plazo de recuperación, por lo tanto elegir aquel proyecto de menor plazo de recuperación supone elegir también el que más rentabilidad tiene.

Respecto a los proyectos con rentas variables y finitas no se puede decir nada, sólo que a mayor duración de las inversiones, mayor es la tendencia de la relación.

5.6.4. Analogías y diferencias entre el criterio del valor actual neto y el criterio de la tasa interna de rentabilidad

En principio, puede parecer que los métodos del VAN y el TIR son equivalentes, porque ambos nos dan a conocer, el primero la rentabilidad absoluta y el segundo la relativa, pero esto no es cierto. Se trata de dos métodos que se apoyan en supuestos distintos y que miden aspectos distintos de una inversión.

En las inversiones simples ambos criterios conducen al mismo resultado en las decisiones de aceptación y rechazo de inversiones, es decir siempre se cumple:

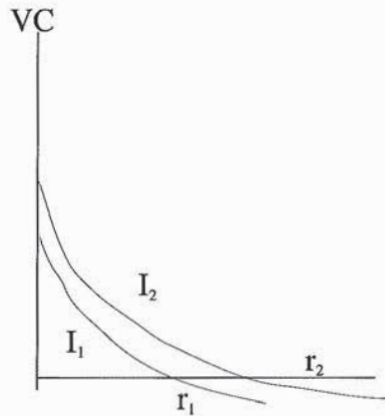
$$VAN(i) > 0 \Rightarrow r > i$$

$$VAN(i) < 0 \Rightarrow r < i$$

$$VAN(i) = 0 \Rightarrow r = i$$

Pero dichos criterios pueden proporcionar resultados distintos en las inversiones no simples, como veremos más adelante, y aún tratándose de inversiones simples, pueden conducir a resultados también distintos cuando se trata de ordenar o jerarquizar una lista de proyectos de inversión de mayor a menor rentabilidad.

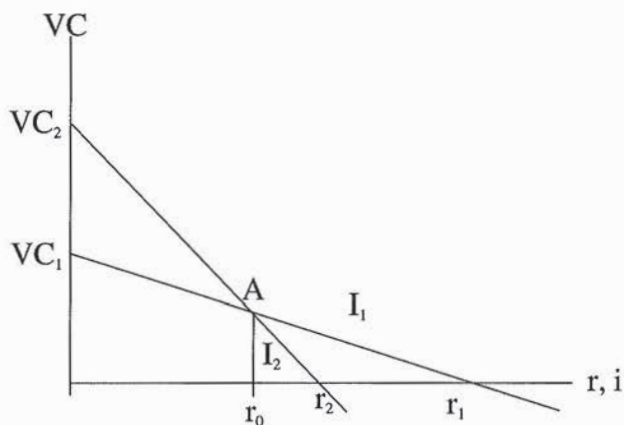
Supongamos dos inversiones, I_1 y I_2 ; las representamos gráficamente:



Se puede observar, que las curvas de valor capital en función de la tasa de descuento no se cortan en el primer cuadrante; en este caso, cualquiera que sea el tipo de actualización o descuento “ i ”, la inversión I_2 es mejor que la I_1 , tanto por el criterio del valor capital como por la tasa de rentabilidad.

$$VAN_2 > VAN_1 \quad \Rightarrow \quad r_2 > r_1 \quad \Rightarrow \quad I_2 \text{ es preferida a } I_1$$

Aún siendo inversiones simples puede ocurrir que las curvas del valor capital en función de la tasa de descuento se corten en el primer cuadrante:



En este caso cuando la tasa de descuento “ i ” es superior a “ r_0 ” $\Rightarrow i > r_0$, la inversión I_1 es preferible a la I_2 , tanto por el criterio de la tasa de retorno que por el valor capital:

$$r_1 > r_2 \text{ y } VAN_1 > VAN_2$$

En cambio, cuando $i < r_0$, los criterios no coinciden:

$$r_1 > r_2 \Rightarrow I_1 \text{ es preferible a } I_2, \text{ por el criterio del TIR.}$$

$VC_2 > VC_1 \Rightarrow I_2$ es preferible a I_1 , por el criterio del VAN.

El punto A de la figura anterior se conoce en la literatura económica con el nombre de “**intersección de Fisher**”, y su abscisa es la denominada “**tasa de retorno sobre el coste**”.

La tasa de retorno sobre el coste (r_0) se define como aquel tipo de actualización o descuento que iguala el valor capital de ambas inversiones.

En general se puede decir que cuando no hay ninguna intersección de Fisher en el primer cuadrante, cualquiera que sea el número de inversiones, los criterios conducen a los mismos resultados, si hay intersección, el que coincidan o no, dependerá del tipo de descuento que se utilice. Si $i > r_0$, los criterios coinciden, si $i < r_0$, los criterios no coinciden.

5.6.5. Comparación de inversiones por el criterio del valor capital (Inconsistencia de este criterio)

Cuando se desean comparar dos proyectos de inversión, el criterio del valor capital no es consistente, no dar resultados lógicos, a no ser que ambos proyectos tengan igual coste inicial e igual duración prevista.

Sólo si $P_1 = P_2$ e $n_1 = n_2$, en este supuesto, se puede utilizar el criterio del VAN con garantía.

Si tenemos dos proyectos de inversión I_1 e I_2 , en que $n_1 = n_2$ (igual duración) y $P_1 > P_2$, supuesto igual valor capital, $VC_1 = VC_2$, el criterio postula la indiferencia de las dos inversiones, pero esto no es cierto, ya que el inversor preferirá el proyecto de menor coste inicial, ya que supone una inmovilización menor para un mismo beneficio absoluto.

Igualmente en el caso de que $n_1 > n_2$ y $P_1 = P_2$, supuesto igual valor capital, $VC_1 = VC_2$, según este criterio es indiferente una inversión que otra, pero el decisor preferirá el proyecto de menor duración, ya que da lugar a un mismo beneficio absoluto para una misma inmovilización monetaria, en menor tiempo.

Por lo tanto, lo que haremos será homogeneizar los costes iniciales y las duraciones de los proyectos a comparar.

En el caso de criterio del tanto de rendimiento interno, para que la comparación sea consistente, solo es necesario la igualdad de las duraciones de las inversiones.

- Homogeneización de duraciones. $n_1 = n_2$

Hay varios criterios:

1- Considerar un horizonte temporal igual a la **menor** de las duraciones de los proyectos propuestos.

Esto exige, respecto del proyecto de mayor duración, conocer uno de los datos siguientes:

- Su valor residual en el instante que finaliza el de menor duración. Este valor se sumará al flujo neto de caja de aquel momento. Nos olvidamos por tanto de los flujos de caja que se obtienen posteriormente.





Necesitamos conocer el valor residual o valor de venta de la inversión I_2 , en el momento 4; la duración será de 4 años para los dos proyectos; el flujo de caja del año 5 de I_2 no lo tendríamos en cuenta.

- La tasa óptima de actualización de los flujos netos de caja obtenidos con posterioridad a la terminación del proyecto de menor duración; con este dato, actualizaremos dichos flujos al instante de finalizar el proyecto más corto, considerándose la suma de estos flujos actualizados como una estimación del valor residual anterior.



2- Suponer un horizonte temporal igual a la duración **mayor** de los diferentes proyectos a comparar. Por este método deberá ser conocida la tasa de reinversión de los flujos netos de caja del proyecto más corto, desde la terminación de su horizonte temporal hasta el correspondiente al proyecto más largo.

En la práctica, se calculan los valores capitales globales de las inversiones, teniendo en cuenta la duración del proyecto mayor, y utilizando las fórmulas del valor capital con tasas de reinversión.

- **Homogeneización de los costes iniciales. $P_1 = P_2$**

Sólo es necesario si utilizamos el criterio del valor capital y tenemos homogeneizadas previamente las duraciones, es decir hemos determinado el horizonte temporal común de las inversiones.

La homogeneización de los costes iniciales se realiza con la ayuda de la inversión diferencial o complementaria.

Inversión diferencial: Es la inversión diferencia entre los costes iniciales durante el horizonte temporal común a los proyectos tratados, a una tasa conveniente (t_r^*). Es una inversión ficticia.

Si $P_1 > P_2$, el diagrama de flujos de caja de la inversión diferencial será:



La comparación se hará entre los valores capitales globales de la inversión de mayor coste inicial, con la inversión suma de la de menor coste inicial más la inversión diferencial. Es decir, calcularemos el VC (I_1) y el VC ($I_2 + I_d$), y elegiremos la inversión que tenga mayor valor capital.

Ejemplos de aplicación:

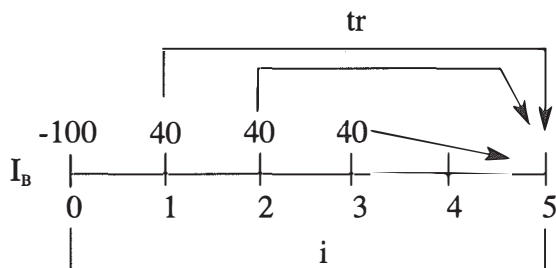
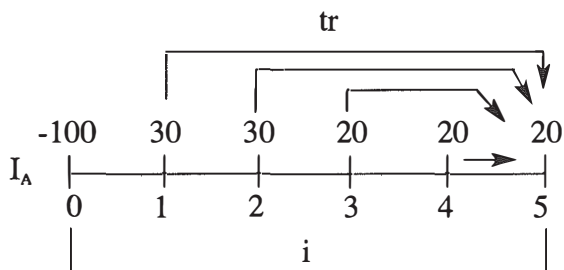
1- La empresa B, SA desea reemplazar su actual equipo, de valor residual nulo, por otro nuevo, teniendo las siguientes alternativas:

		A	B
Coste Inicial		100	100
Vida útil		5 años	3 años
Flujos de caja	1	30	40
	2	30	40
	3	20	40
	4	20	
	5	20	

Siendo el coste de capital del 10%, tasa de reinversión de los fondos liberados el 15%, determinar el mejor proyecto.

Solución:

a) Como nos dan la tasa de reinversión, escogemos para homogeneizar duraciones, la del proyecto de mayor duración: 5 años.



$$\begin{aligned}
 VCG_A &= -100 + \frac{30(1+0,15)^4 + 30(1+0,15)^3 + 20(1+0,15)^2 + 20(1+0,15) + 20}{(1+0,1)^5} = \\
 &= -100 + \frac{167,6}{(1+0,1)^5} = +4,07 \text{ um.}
 \end{aligned}$$

$$VCG_B = -100 + \frac{40(1+0,15)^4 + 40(1+0,15)^3 + 40(1+0,15)^2}{(1+0,1)^5} = -100 + \frac{183,7}{(1+0,1)^5} = +14,06$$

La tasa de rendimiento interna global será:

$$-100 + \frac{167,6}{(1+r_A)^5} = 0 \Rightarrow r_A = 10,88\%$$

$$-100 + \frac{183,7}{(1+r_B)^5} = 0 \Rightarrow r_B = 12,93\%$$

Por los dos criterios es preferida la inversión B, antes que la A.

b) Elegimos como horizonte temporal el de la inversión con duración menor, $n = 3$.

Para ello necesitamos saber el valor residual de la inversión A, al final del tercer año, como no lo sabemos, suponemos que su estimación es igual a la actualización de los flujos de caja después del tercer año. La tasa de actualización óptima, suponemos que es el coste de capital.

$$VR \text{ (estimado)} = 20(1+0,1)^{-1} + 20(1+0,1)^{-2} = 34,7$$

$$I_A \begin{array}{c} -100 \quad 30 \quad 30 \quad 20 + 34,7 = 54,7 \\ | \quad | \quad | \quad | \\ 0 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \end{array}$$

$$I_B \begin{array}{c} -100 \quad 40 \quad 40 \quad 40 \\ | \quad | \quad | \quad | \\ 0 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \end{array}$$

$$VCG_A = -100 + \frac{30(1+0,15)^2 + 30(1+0,15) + 54,7}{(1+0,1)^3} = -100 + \frac{128,875}{(1+0,1)^3} = -3,18$$

$$VCG_B = -100 + \frac{40(1+0,15)^2 + 40(1+0,15) + 40}{(1+0,1)^3} = -100 + \frac{138,9}{(1+0,1)^3} = +4,36$$

Por el criterio del TIR:

$$-100 + \frac{128,875}{(1+r_A)^3} = 0 \Rightarrow r_A = 8,8\%$$

$$-100 + \frac{138,9}{(1+r_B)^3} = 0 \Rightarrow r_B = 11,6\%$$

Por los dos criterios es mejor el B.

La decisión es la misma, utilizando un sistema de homogeneización u otro, pero los resultados numéricos no tienen por qué serlo.

2- Una multinacional tiene dos alternativas de inversión, en un país africano o en uno sudafri-
cano:

	P_0	R_1	R_2	R_3	n
I_1	20	10	20	-	2
I_2	25	10	10	40	3

Siendo el coste de capital del 10 % y la tasa de reinversión del 15 %, determinar la inversión más conveniente:

Solución:

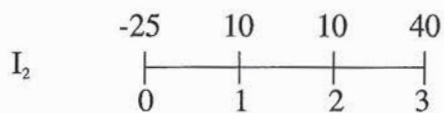
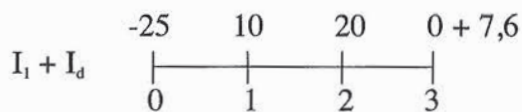
En primer lugar determinamos el horizonte temporal común, elegimos $n = 3$, ya que nos dan tasa de reinversión.

En segundo lugar determinamos la inversión diferencial:



La inversión diferencial, la añadimos a la inversión con menor coste.

Los diagramas temporales quedarían de la siguiente forma:



$$VCG_1(I_1 + I_d) = -25 + \frac{10(1+0,15)^2 + 20(1+0,15) + 7,6}{(1+0,1)^3} = 7,93$$

$$VCG_2(I_2) = -25 + \frac{10(1+0,15)^2 + 10(1+0,15) + 40}{(1+0,1)^3} = 23,63$$

Por lo tanto se prefiere la inversión I_2 , aunque es la que mayor riesgo tiene, ya que si nos fijamos en la liquidez, el plazo de recuperación es mayor para la segunda inversión.

5.6.6. Criterio del índice de rentabilidad

Se trata de una variante del método del valor actual neto. Consiste en relacionar el vapor actual neto o valor capital de una inversión con el desembolso inicial o inversión efectuada.

$$IR = \frac{VAN}{-P_0}$$

Conduce a las mismas decisiones respecto a aceptar o rechazar inversiones que el criterio del valor capital, por lo tanto se elegirán aquellas inversiones cuyo $IR > 0$ y se rechazarán aquellas cuyo $IR < 0$.

La verdadera utilidad de este criterio es para ordenar y jerarquizar inversiones, y también resulta muy conveniente para comparar inversiones cuando estas tienen desembolsos iniciales diferentes, ya que así se evitaría la inconsistencia del valor capital, aplicando ese método, y no habría que hacer homogeneización de costes iniciales.

Resumiendo, ese método se utiliza fundamentalmente en dos casos:

- 1- Cuando estamos comparando inversiones excluyentes, por el método del valor capital, y estas tienen costes diferentes.
- 2- Cuando existe un programa de inversiones con recursos limitados. En este caso la jerarquización de inversiones por el criterio del VAN no es correcta, a no ser que la ordenación se haga en función del valor capital de combinación de inversiones que supongan un desembolso inicial igual a los recursos limitados de los que dispone la empresa; esto último puede ser muy complicado, cuando el programa de inversiones es muy amplio, por ello se recomienda aplicar el criterio del IR, ya que la ordenación que da es la correcta (se elegirán en primer lugar aquellas inversiones de mayor IR).

Ejemplo de aplicación:

Supongamos que tenemos el siguiente programa de inversiones, y no nos podemos gastar más que 10 u.m., siendo el coste del capital del 10%. ¿Qué inversiones se llevarían a cabo?

Proyectos	P_0	R_1	R_2	VAN(10%)	IR
A	-10	+30	+5	21,4 (1)	2,14 (3)
B	-5	+5	+20	16 (2)	3,2 (1)
C	-5	+5	+15	11,94 (3)	2,4 (2)

Según el criterio del VAN la mejor inversión es la A, que me proporciona el mayor Valor Capital, y con ella cubrirá los recursos financieros con los que contamos, pero eso no es verdad, ya que el valor capital de la B+C es igual a $16 + 11,94 = 27,94$, con un desembolso también de 10 (5+5), valor capital mayor que el de la inversión A; el problema se hubiese resuelto aplicando la ordenación que proporciona el criterio del IR, hasta cubrir el desembolso inicial. Por lo tanto la solución es llevar a cabo el proyecto B y el C.

5.6.7. La inconsistencia del criterio de la tasa interna de rentabilidad

Una clara situación de inconsistencia del criterio del tanto interno de rendimiento se presenta cuando al resolver la ecuación del TIR, obtenemos inversiones con varias tasas de retorno positivas o sin ninguna tasa de retorno real. En estos casos se dice que el criterio no es consistente, porque conduce a resultados que no concuerdan con la lógica o al menos no concuerdan con el concepto intuitivo que se tiene del tipo de interés (la tasa de retorno de una inversión es una medida de su rentabilidad, al igual que el precio de un determinado bien es una medida de su valor y por lo tanto debiera venir expresada siempre por un valor real único).

Por ello cabe preguntarnos ¿cómo es posible que existan inversiones con varias tasas de retorno positivas o sin ninguna tasa de retorno real? Esta posibilidad no nos debe sorprender ya que: la tasa de retorno viene definida por una ecuación de grado "n":

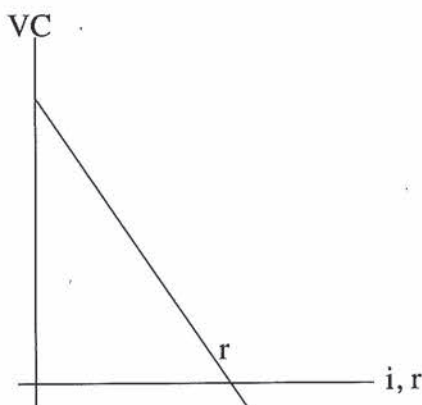
$$-P_0 + \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+r)^j} = 0$$

y existe un teorema fundamental de álgebra según el cual toda ecuación de grado "n" tiene siempre "n" raíces o soluciones. Por ello, normalmente lo que se hace es tomar la raíz positiva, cuando existe, y descartar las restantes soluciones negativas, nulas o imaginarias por carecer de sentido económico. El problema se plantea cuando existen varias tasas de retorno reales. Estas paradójicas situaciones sólo las encontraremos en algunas inversiones no simples.

Por otra parte, según la **Regla de Signos de Descartes**, se establece que en toda ecuación de grado "n", puede haber tantas raíces positivas como cambios de signo existen en los valores de P_0 y R_j . En las inversiones simples, para las que existe un único cambio de signo entre P_0 y R_j , tienen siempre una única solución positiva.

Luego, podemos afirmar que en toda inversión simple existe siempre una única y significativa tasa de retorno positiva, pero por otra parte, como demostraremos más adelante, también puede existir inversiones no simples que tengan una única y significativa tasa de retorno positiva.

En las inversiones simples se va a cumplir siempre que el valor capital es una función uniformemente decreciente con la tasa de actualización o descuento:



Si la inversión es no simple nos vamos a encontrar con algún flujo de caja negativo, aparte del desembolso inicial, por ello nos van a aparecer varias raíces positivas, o varias negativas o imaginarias, y el procedimiento no será operativo.

Unos ejemplos de estos casos serán :

Inversión A:

$$P_0 = - 1.800$$

$$R_1 = 20.000$$

$$R_2 = -20.000$$

$$- 1.800 + \frac{20.000}{(1 + r)} + \frac{- 20.000}{(1 + r)^2} = 0 \Rightarrow 9 r^2 + 82 r + 9 = 0$$

$$r = 9 \rightarrow 900\%$$

$$r = 0,11 \rightarrow 11\%$$

Nos salen dos tasas de retorno positivas, lo cual no tiene sentido, además de que se trata de un inversión que no es conveniente, ya que no cumple la condición de posibilidad.

Inversión B:

$$P_0 = - 1.200$$

$$R_1 = 4.000$$

$$R_2 = - 4.000$$

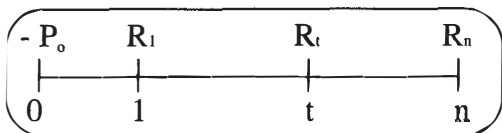
$$- 1.200 + \frac{4.000}{(1 + r)} + \frac{- 4.000}{(1 + r)^2} = 0 \Rightarrow 3 r^2 - 4 r + 3 = 0$$

$$r = \frac{2}{3} \pm \sqrt{\frac{- 5}{3}} \Rightarrow \text{No se obtiene ninguna tasa de retorno real, lo cual también es un contrasentido.}$$

Solución al problema de inconsistencia:

- Concepto de saldo de un proyecto de inversión

Si partimos del diagrama temporal de un inversión:



Si suponemos que el tanto de rentabilidad de un proyecto es r, el saldo de un proyecto en el momento t se define de la siguiente forma:

$$S_t(r) = - P_0 (1+r)^t + R_1 (1+r)^{t-1} + R_2 (1+r)^{t-2} + \dots + R_t$$

Este valor se definirá como el saldo del proyecto de la inversión al final del año “t”, y es una medida de lo que ha obtenido la empresa del proyecto hasta ese momento t.

En particular, el saldo del proyecto al final de la vida del proyecto, vendrá dado por:

$$S_n(r) = -P_0(1+r)^n + R_1(1+r)^{n-1} + \dots + R_n$$

A este último valor lo denominaremos valor futuro del proyecto, el cual tiene que ser igual a cero, lo cual significaría que hemos obtenido del proyecto lo que esperamos, y que la verdadera rentabilidad es "r". Es lo mismo despejar "r" de la ecuación del TIR, que despejar "r" de la expresión $S_n(r) = 0$.

El concepto de saldo del proyecto se define tanto para inversiones simples como no simples. Pero en cualquier caso, el saldo $S_t(r)$ puede ser positivo, negativo o nulo.

Si $S_t(r)$ es **positivo**, significa que en el momento "t", la rentabilidad obtenida hasta ese momento es mayor que "r"; que la empresa está endeudada con el proyecto, ya que la empresa ha obtenido fondos mayores que los esperados, luego se puede decir que la empresa ha obtenido un préstamo por $S_t(r)$ del proyecto, o lo que es lo mismo, que el proyecto está financiando a la empresa.

Si $S_t(r)$ es **negativo**, significa que en el momento "t", la rentabilidad obtenida es menor que "r"; que el proyecto está endeudado con la empresa, ya que esta ha obtenido fondos menores de los que se esperaba, que es lo mismo que decir que la empresa financia al proyecto, que es lo lógico y normal.

Por último, si $S_t(r) = 0$, la rentabilidad obtenida en "t" coincide con la esperada, que es lo que se debe cumplir siempre al final de la vida de la inversión.

- Inversiones puras e inversiones mixtas

Los autores de temas financieros que utilizan el criterio del TIR en el análisis de inversiones suponen implícitamente que la tasa de rentabilidad de una inversión es independiente del coste de capital para la empresa. La distinción entre inversiones puras y mixtas es necesaria para la validez de este supuesto.

Se considera que una inversión es **pura** cuando todos los saldos de proyecto, calculados con la TIR del proyecto (r) son cero o negativos a lo largo de la vida del proyecto. La denominación de pura obedece a que la empresa no está nunca endeudada con el proyecto en el sentido de que nunca recibe más de él de lo que cabría esperar, mientras dura la inversión. Luego una inversión es pura si y únicamente si $S_t(r) \leq 0$ para $(t = 0, 1, \dots, n)$, donde "r" es la TIR del proyecto.

En cambio, la inversión es **mixta** cuando no se verifica la condición anterior y algún saldo $S_t(r)$ para $t = 1, \dots, n - 1$, es positivo, lo que significa que la empresa está endeudada con el proyecto o que el proyecto financia a la empresa. Por esta razón se puede decir que los proyectos mixtos son en parte inversiones y en parte financiaciones, y esta es la causa de que la rentabilidad del proyecto esté relacionada funcionalmente con el coste de capital, y es por ello, por lo que en algunas inversiones mixtas existan tasas de retorno positivas múltiples o de que no exista ninguna tasa de retorno real.

Luego, una primera forma de estudiar si una inversión es pura o mixta consiste en calcular los sucesivos saldos de un proyecto de inversión, para la "r" del proyecto; si todos son negativos o cero, la inversión es pura, si alguno es positivo la inversión será mixta.

Otra segunda forma de comprobar si la inversión es pura o mixta se basa en lo siguiente:

Debe observarse que como P_0 es negativo, el primer saldo es negativo siempre, ($S_0(r) = -P_0$) y podemos lograr que cualquier inversión satisfaga la condición $S_t(r) \leq 0$, para $t = 1, 2, \dots, n-1$, simplemente elevando el valor de "r" a cierto valor crítico, que llamamos r_{\min} . El r_{\min} es una tasa a partir de la cual todos los saldos son negativos, es decir, para tasas mayores que el r_{\min} , todos los saldos son más negativos todavía, y para tasas menores que el r_{\min} , algún saldo se hace positivo.

Para esta tasa r_{\min} , el saldo final del proyecto puede ser positivo, negativo o nulo.

Si $S_n(r_{\min}) > 0$, como lo que buscamos es una tasa "r" para la cual el $S_n(r) = 0$, entonces se tiene que cumplir que $r > r_{\min}$, y como sabemos que para tasas superiores al r_{\min} , los saldos se hacen más negativos, tenemos la garantía de que todos los saldos son negativos o cero, luego nos encontraríamos ante una **inversión pura**.

Si $S_n(r_{\min}) < 0$, como lo que buscamos es una tasa "r para la cual el $S_n(r) = 0$, entonces se tiene que cumplir que $r < r_{\min}$, y como sabemos que para tasas inferiores al r_{\min} , algún saldo se hace positivo, entonces nos encontramos ante un **proyecto mixto**.

Si $S_n(r_{\min}) = 0$, como lo que buscamos es una tasa "r para la cual el $S_n(r) = 0$, entonces se tiene que cumplir que $r = r_{\min}$, luego el r_{\min} es la rentabilidad del proyecto, y se trata por tanto de una **inversión pura**.

Luego podemos concluir diciendo:

Inversión Pura \Rightarrow Todos $S_t(r) \leq 0$ para $(t = 0, 1, \dots, n)$
 $S_n(r_{\min}) \geq 0$

Inversión Mixta \Rightarrow Algún $S_t(r)$ para $t = 1, \dots, n-1$, es positivo
 $S_n(r_{\min}) < 0$

- **Relaciones entre las inversiones simples y no simples con las puras y mixtas**

Se puede decir que toda inversión simple es pura, pero no viceversa, ya que puede haber inversiones no simples que sean a su vez puras.

De igual modo, toda inversión mixta es una inversión no simple, pero no a la inversa, pues hay inversiones no simples que son inversiones puras.

Solo nos encontraremos en situación de inconsistencia, en las inversiones no simples y mixtas.

Demostración de que una inversión simple es siempre pura, y por lo tanto no puede ser mixta:

Una inversión simple es aquella cuyos flujos de caja son todos positivos y una inversión pura es aquella cuyos saldos son todos negativos o cero, y obligatoriamente, por definición, el $S_n(r) = 0$. Luego los sucesivos saldos de una inversión simple serán :

$$S_0(r) = -P_0 < 0$$

$$S_1(r) = -P_0(1+r) + R_1 < 0$$

$$S_2(r) = -P_0(1+r)^2 + R_1(1+r) + R_2 < 0$$

$$S_n(r) = -P_0(1+r)^n + R_1(1+r)^{n-1} + \dots + R_n = 0$$

Como vemos todos los saldos tienen que ser negativos, porque si hubiese algún saldo positivo, el siguiente sería más positivo todavía, ya que sumamos siempre flujos de caja positivos, al tratarse de inversiones simples, por lo tanto el saldo final sería positivo y no cero, que es lo que tiene que ser por definición, luego toda inversión simple tiene que ser necesariamente pura.

En el caso de inversiones no simples, como algún flujo es negativo, aunque haya saldos positivos, el saldo final puede ser perfectamente cero.

- El valor futuro de una inversión mixta como función de dos tasas de interés

En el caso de una inversión mixta, la empresa se comporta con relación al proyecto como si fuera un banco. Cuando el saldo $S_t(r)$ es negativo, el proyecto le adeuda a la empresa en la fecha t , la cantidad $S_t(r)$. Por el contrario cuando $S_t(r)$ es positivo es la empresa quien adeuda al proyecto en esa fecha la cantidad $S_t(r)$.

Por ello tenemos que distinguir entre “ r ”, la rentabilidad del proyecto, y “ k ”, el coste del capital tomado en préstamo. Cuando el saldo es negativo (la empresa tiene comprometidos fondos) debe calcularse el interés compuesto a la tasa “ r ” y cuando el saldo es positivo (la empresa tiene un préstamo) debe calcularse el interés compuesto a la tasa “ k ”.

En el caso de una inversión pura, la empresa nunca está endeudada con el proyecto, luego “ k ” no interviene en el proceso, luego “ r ” es independiente de “ k ”, y no hay problemas de inconsistencia.

En las inversiones mixtas, se pueden presentar varias soluciones para el TIR. En estas inversiones, hay que distinguir los períodos que son propiamente de inversión, de aquellos otros que son propiamente de financiación, debiendo operar con dos tantos, uno el de la rentabilidad de la inversión para los primeros, y otro el del coste de capital para la empresa para los segundos, a la hora de obtener los saldos del proyecto. Así pues, cuando es la empresa quien financia a la inversión (caso normal), ésta abona intereses por sus saldos deudores al tanto de rentabilidad del proyecto, pero cuando es la inversión quien financia a la empresa, ésta abona intereses al tanto de coste de capital (k). En consecuencia se establece una relación de dependencia entre ambos tantos que se expresa mediante la ecuación del saldo financiero en “ n ” que ha de anularse: $S_n(r, k) = 0$, por lo que no tiene sentido hablar de tanto interno de la inversión, puesto que depende de factores externos, sino de tanto de rentabilidad del capital invertido.

Luego, en el caso de inversión mixta, “ r ” varía con “ k ”, y existe una relación funcional entre la rentabilidad del capital invertido y el coste de capital. Esta relación funcional se obtiene calculando los sucesivos saldos del proyecto de inversión, hasta obtener el $S_n(r, k) = 0$:

$$S_0(r, k) = -P_0 < 0$$

$$S_1(r, k) = -P_0(1+r) + R_1 \text{ (este saldo puede ser } < 0 > \text{ que } 0)$$

$$\text{Si } S_1(r, k) > 0 \Rightarrow S_2(r, k) = [-P_0(1+r) + R_1](1+k) + R_2$$

$$\text{Si } S_1(r, k) < 0 \Rightarrow S_2(r, k) = [-P_0(1+r) + R_1](1+r) + R_2$$

y así seguiríamos hasta llegar al saldo en el año “ n ”

$$S_n(r, k) = S_{n-1}(r, k)(1 + r) + R_n = 0 \text{ si } S_{n-1}(r, k) < 0$$

$$S_n(r, k) = S_{n-1}(r, k)(1 + k) + R_n = 0 \text{ si } S_{n-1}(r, k) > 0$$

La tasa de retorno vendrá definida por la ecuación:

$$S_n(r, k) = 0$$

- Algoritmos par resolver los problemas de inconsistencia

La ecuación $S_n(r, k) = 0$ nos define la relación implícita entre r y k . En una inversión concreta para obtener la relación explícita entre r y k , $r = r(k)$ o $k = k(r)$ seguiremos las siguientes etapas de los siguientes algoritmos:

1- Se aplica cuando la duración de la inversión es como máximo 2 años, y también cuando, al resolver la ecuación del TIR, obtengamos soluciones positivas o negativas, pero nunca imaginarias (se basa en la primera forma de estudiar si una inversión es pura o mixta).

Los pasos a seguir son :

a) Calcular los valores de “ r ” que anulen la formula del TIR.

b) Comprobar si el proyecto es puro o mixto, sustituyendo los valores de “ r ” obtenidos anteriormente, en los saldos intermedios de la inversión. Si algún saldo es positivo el proyecto es mixto. Si todos los saldos intermedios son negativos o cero, el proyecto es puro, y “ r ” será la rentabilidad del proyecto.

c) Si el proyecto es mixto, calcular el último saldo, en función de r y de k e igualarlo a cero. Esta expresión es la relación funcional, y obtendremos la rentabilidad relativa en función del coste de capital.

Para ver si conviene o no llevar a cabo dicha inversión, hay que representar gráficamente dicha relación funcional: $r = r(k)$, y ver para que valores de “ k ”, $r > k$, y para que valores de “ k ”, $r < k$.

También se puede sustituir “ k ” en la relación funcional, y despejar “ r ”. Si $r > k$ aceptamos la inversión, y si $r < k$, la rechazamos.

2- Se utiliza cuando la duración sea superior a dos años, o cuando aunque la duración sea de dos años, al resolver la ecuación del TIR, obtengamos soluciones imaginarias (se basa en la segunda forma de estudiar si un proyecto de inversión es puro o mixto).

Los pasos a seguir son:

a) Calcular por el procedimiento de la “prueba y el error”, el tipo de interés “ r_{\min} ”, que hace nulos o negativos todos los saldos intermedios de la inversión, desde 1 a $n-1$.

Esto resulta muy laborioso, por lo que en realidad haremos en la práctica es calcular una estimación de ese r_{\min} , que se obtiene calculando los r_{\min} que anulan dichos saldos intermedios, y escogiendo el mayor valor de r_{\min} , cuando haya varios.

b) Para determinar si la inversión es pura o mixta, calculamos $S_n(r_{\min})$.

Si $S_n(r_{\min}) \geq 0$, la inversión es pura, no hay relación de dependencia entre r y k , y se obtendrá la rentabilidad del proyecto "r", resolviendo la ecuación del TIR, o despejando "r" en la ecuación $S_n(r) = 0$.

Si $S_n(r_{\min}) < 0$, la inversión es mixta, se irán determinando los sucesivos saldos de la inversión, utilizando r o k , según que los saldos sean negativos o positivos, hasta alcanzar el saldo final $S_n(r, k)$, la resolución de la ecuación $S_n(r, k) = 0$, nos permitirá obtener la relación funcional entre r y k .

Para ver si interesa llevar a cabo la inversión, lo haremos igual que en el anterior algoritmo.

Ejemplos de aplicación:

Al principio se dijo que la inconsistencia del criterio del TIR se manifestaba cuando nos aparecían varias tasa de retorno positivas o ninguna tasa de retorno real, pero vamos a demostrar con un ejemplo de que el hecho de que exista una única tasa interna de rendimiento no implica que el proyecto sea puro, sino que puede ser mixto y que la tasa de rentabilidad depende del coste de capital para la empresa.

1^{er} Ejemplo:

$$P_0 = -10$$

$$R_1 = 40$$

$$R_2 = -40$$

$$-10 + \frac{40}{(1+r)} + \frac{-40}{(1+r)^2} = 0 \Rightarrow r^2 - 2r + 1 = 0 \Rightarrow r = 1 \Rightarrow r = 100\%$$

Para este proyecto de inversión se obtiene sólo una raíz única positiva, pero si calculamos el valor capital para un $k = 10\%$, este nos sale negativo, luego disminuye la riqueza de la empresa. Este es un resultado paradójico consecuencia de que la rentabilidad no es independiente del coste de capital, por ello aplicamos el algoritmo que demuestra que se trata de una inversión mixta.

$$S_0(r = 1) = -10 < 0$$

$$S_1(r = 1) = -10(1+r) + 40 = +20 > 0, \text{ se trata de una inversión mixta.}$$

La relación funcional se calculará:

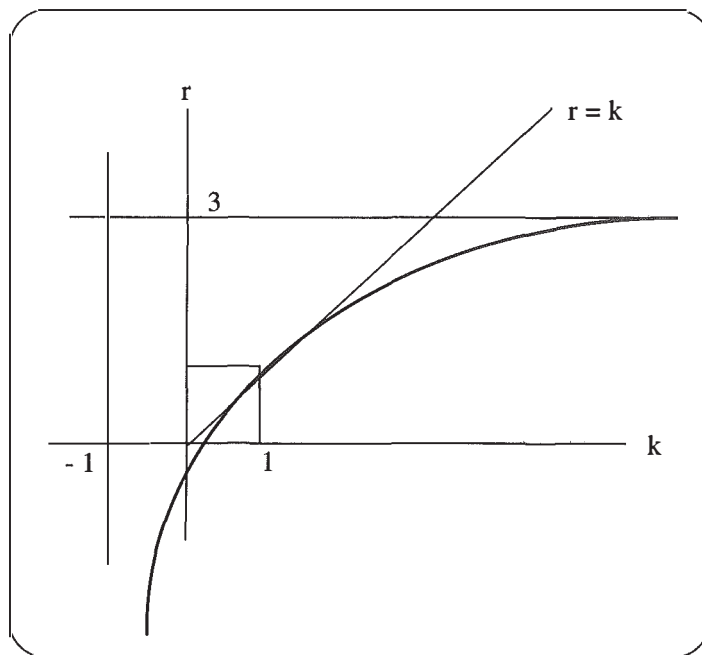
$$S_0(r, k) = -10 < 0$$

$S_1(r, k) = -10(1+r) + 40 > 0$, porque se ha demostrado que es una inversión mixta, y es el único saldo que puede ser positivo.

$$S_1(r, k) = [-10(1+r) + 40](1+k) - 40 = 0$$

$$r = \frac{3K - 1}{1 + k}$$

La representación gráfica sería:



· $r = k = 1$, sustituimos en $r = \frac{3K - 1}{1 + k}$, y nos tiene que salir $r^2 - 2r + 1 = 0 \Rightarrow r = 1$

· $r = 0 \Rightarrow k = \frac{1}{3}$

· $k = 0 \Rightarrow r = -1$

· Asíntotas:

$k \rightarrow \infty \quad r = 3$

$r \rightarrow \infty \quad k = -1$

$r < k$ siempre, exceptuando el punto $r = k = 1$ (punto de indiferencia). Nunca se llevará a cabo la inversión.

2º Ejemplo:

Aunque la existencia de un TIR única no garantiza que la inversión sea pura, la existencia de una TIR múltiple pone en evidencia de que se trata de una inversión mixta.

$P_0 = - 1.600$

$R_1 = 10.000$

$R_2 = - 10.000$

$$-1.600 + \frac{10.000}{(1+r)} + \frac{-10.000}{(1+r)^2} = 0 \Rightarrow 4r^2 - 17r + 4 = 0 \quad \begin{array}{l} r = 0,25 \Rightarrow 25\%, \\ r = 4 \Rightarrow r = 400\% \end{array}$$

Nos salen dos tasas de retorno positivas, luego aplicaremos el algoritmo:

$$S_0(r = 0,25) = -1600 < 0$$

$$S_1(r = 0,25) = -1600(1 + 0,25) + 10.000 > 0 \text{ Inversión mixta.}$$

$$S_0(r = 4) = -1600 < 0$$

$$S_1(r = 4) = -1600(1 + 4) + 10.000 > 0 \text{ Inversión mixta.}$$

Por el otro algoritmo será :

$$S_1 = -1.600(1 + r_{\min}) + 10.000 = 0 \Rightarrow r_{\min} = 5,25.$$

$$S_2(r_{\min} = 5,25) = -10.000 \rightarrow \text{Inversión mixta.}$$

La relación funcional será :

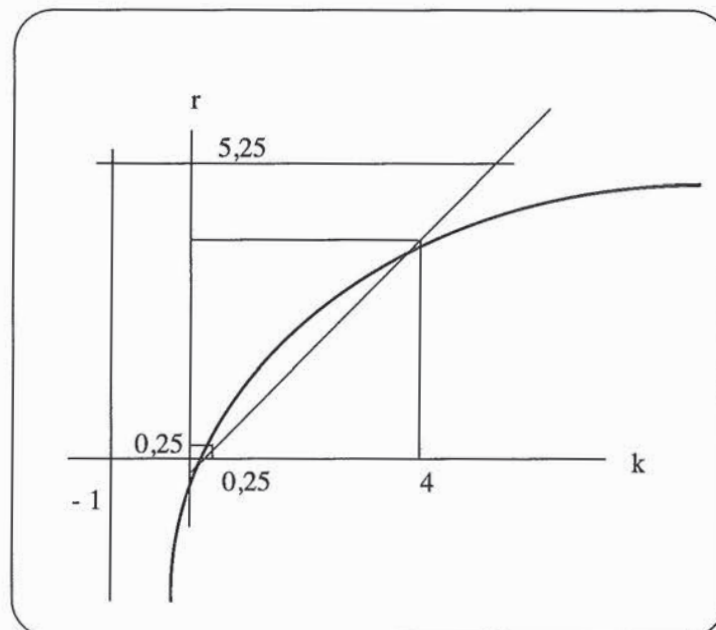
$$S_0(r, k) = -1.600 < 0$$

$$S_1(r, k) = -1.600(1 + r) + 10.000 > 0 \text{ (es el único que puede ser positivo)}$$

$$S_2(r, k) = [-1.600(1 + r) + 10.000](1 + r) - 10.000 = 0$$

$$r = \frac{5,25 - 1}{1 + k}$$

La representación gráfica será:



$0 = k \leq 0,25 \Rightarrow r < k$ No se acepta la inversión.

$0,25 \leq k \leq 4 \Rightarrow r > k$ Sí se acepta la inversión.

$k > 4 \Rightarrow r < k$ No se acepta la inversión.

Si el coste de capital fuese: $k = 10 \%$. ¿se llevaría a cabo la inversión?

Solución : No, para $k = 10 \%$, $r = - 0,43 \%$.

3^{er} Ejemplo (caso de inversión de tres flujos de caja):

$P_0 = - 500$

$R_1 = 600$

$R_2 = 900$

$R_3 = - 800$

Al tratarse de un proyecto no simple, estudiamos si es puro o mixto por el segundo algoritmo, debido a la dificultad de obtener las soluciones de la ecuación del TIR.

Calculamos las estimaciones de los r_{\min} , que hacen cero los saldos intermedios:

$$S_1 = - 500 (1 + r) + 600 = 0 \Rightarrow r_{\min 1} = 0,2$$

$$S_2 = [- 500 (1 + r) + 600] (1 + r) + 900 = 0 \Rightarrow r_{\min 2} = 1,07$$

$$r_{\min 3} = - 1,87$$

Se elige el mayor de los r_{\min} , $r_{\min} = 1,07$, y se sustituye en el saldo final:

$$S_3 (r_{\min} = 1,07) = [[- 500 (1 + r_{\min}) + 600] (1 + r_{\min}) + 900] (1 + r_{\min}) - 800 = - 800$$

Inversión mixta. 

La relación funcional será:

$$S_0 (r, k) = - 500 < 0$$

$$S_1 (r, k) = - 500 (1 + r) + 600 < 0 \text{ o } > 0 \text{ (no lo sabemos)}$$

a) Suponemos que $S_1 (r, k) > 0$, entonces

$S_2 (r, k) = [- 500 (1 + r) + 600] (1 + k) + 900 > 0$ (ya que al saldo positivo le sumamos un flujo positivo)

$$S_3 (r, k) = [[- 500 (1 + r) + 600] (1 + k) + 900] (1 + k) - 800 = 0 \Rightarrow 1^a \text{ RF}$$

$$r = \frac{(1 + k)^2 + 9 (1 + k) - 8}{5 (1 + k)^2}$$

b) Suponemos que $S_1 (r, k) < 0$, entonces :

$$S_2 (r, k) = [- 500 (1 + r) + 600] (1 + r) + 900, \text{ que puede ser mayor o menor que } 0.$$

Vamos a rechazar que sea menor que 0, ya que entonces se trataría de una inversión pura, y hemos demostrado que es mixta.

Luego si $S_2(r, k) > 0$, entonces:

$$S_3(r, k) = [[-500(1+r) + 600](1+r) + 900] (1+k) - 800 = 0 \Rightarrow 2^{\text{a}} \text{ RF}$$

$$k = \frac{5(1+r)^2 - 6(1+r) - 1}{-5(1+r)^2 + 6(1+r) + 9}$$

Tenemos dos posibles relaciones funcionales, que no vamos a representar gráficamente, y para estudiar si dicha inversión se debe llevar a cabo o no, lo que haremos es sustituir el coste de capital en las relaciones, y calcular r , si $r > k$, se acepta y si $r < k$, se rechaza.

En nuestro caso, para $k = 10\%$, $r(1^{\text{a}} \text{ RF}) = 51,4\%$, se acepta.

$r(2^{\text{a}} \text{ RF}) = \text{Soluciones imaginarias.}$

Otros ejercicios a resolver:

$$\begin{aligned} 1) P_0 &= -500 \\ R_1 &= 7.000 \\ R_2 &= -5.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) P_0 &= -6.000 \\ R_1 &= 10.000 \\ R_2 &= -10.000 \end{aligned}$$

5.6.8. Efecto de la inflación en los métodos clásicos de valoración y selección de inversiones

La inflación afecta a todas las magnitudes que definen la inversión: corriente de flujos de caja, tasa de actualización, y en menor medida a la duración y al desembolso inicial.

Vamos a estudiar varios casos:

1.- Inversiones en que la cuantía de los flujos de caja es independiente del grado de inflación

Sucede en inversiones en las cuáles los flujos de caja están prefijados (contratos de suministro, arrendamientos). En estos casos, no basta con actualizar los flujos de caja, ya que ni aun así son homogéneos, ya que la unidad monetaria en la que se expresan va teniendo menor poder adquisitivo cuando los flujos se alejan en el tiempo, debido al efecto de la inflación. En esta situación, no nos bastará con actualizar los flujos de caja, si no que también los deflactaremos en función del grado de inflación, para poder trabajar con cantidades homogéneas reales.

Si llamamos a "g" la tasa media acumulativa de inflación, el tanto por uno en que cada año se eleva el índice general de precios.

El valor capital de un inversión se calculará:

$$VC = -P_0 + \frac{R_1}{(1+i)(1+g)} + \frac{R_2}{(1+i)^2(1+g)^2} + \dots + \frac{R_n}{(1+i)^n(1+g)^n}$$

Lo que se ha hecho es deflactar los flujos de caja, ya que los R_j , tienen un poder adquisitivo distinto debido a la inflación, por ello hay que deflactarlos y ponerlos en u.m. constantes.

El TIR se calculará:

$$VC = -P_0 + \frac{R_1}{(1+r)(1+g)} + \frac{R_2}{(1+r)^2(1+g)^2} + \dots + \frac{R_n}{(1+r)^n(1+g)^n} = 0$$

Se debería trabajar con tasa de inflación diferentes para cada año, pero se trabaja con una tasa de inflación media, para simplificar el problema.

Como el calculo del TIR se complica bastante, se puede aplicar la siguiente simplificación:

r' : rentabilidad sin inflación, rentabilidad aparente.

r : rentabilidad con inflación, rentabilidad real, la que nosotros buscamos.

$$\frac{1}{(1+r')} = \frac{1}{(1+r)(1+g)} \Rightarrow r = \frac{r' - g}{1+g}$$

Cuando existe inflación, tanto el valor capital como el TIR disminuyen, respecto a situaciones de estabilidad económica.

2.- Inversiones en las cuáles la cuantía de los flujos de caja se ve afectada por el grado de inflación

Los flujos de caja en la mayoría de los casos no son independientes del grado de inflación, ya que por la inflación la empresa aumentará el precio de sus productos, y con ello los flujos de caja, pero también aumentará el coste de los productos, por aumento del precio de los inputs, con lo cual vamos a suponer que “ f ” es el tanto por uno en que cada año se incrementa el valor nominal de los flujos de caja por la inflación, y “ g ” va a ser la tasa de inflación del mercado, entonces quedaría:

$$VC = -P_0 + \frac{R_1(1+f)}{(1+i)(1+g)} + \frac{R_2(1+f)^2}{(1+i)^2(1+g)^2} + \dots + \frac{R_n(1+f)^n}{(1+i)^n(1+g)^n}$$

y el TIR:

$$VC = -P_0 + \frac{R_1(1+f)}{(1+r)(1+g)} + \frac{R_2(1+f)^2}{(1+r)^2(1+g)^2} + \dots + \frac{R_n(1+f)^n}{(1+r)^n(1+g)^n} = 0$$

Cuando $f = g$, es decir, cuando el valor de los flujos de caja aumenta al mismo ritmo que el índice general de precios, entonces la inflación no afecta al criterio del VAN, ni del TIR, se obtendrán las mismas rentabilidades que en épocas de estabilidad económica.

Si $f > g$, aumentara el valor del VAN y el TIR, la inversión se verá propiciada por la inflación.

Si $f < g$, disminuirá el VAN y el TIR, la inversión será menos rentable debido a la inflación.

Para calcular la rentabilidad con inflación en este caso se puede utilizar la fórmula simplificada:

$$\frac{1}{(1+r')} = \frac{(1+f)}{(1+r)(1+g)} \Rightarrow r = \frac{r'(1+f) + f - g}{1+g}$$

3.- Inversiones en que la inflación afecta de forma distinta a la corriente de cobros que a la corriente de pagos

$R_j = C_j - P_j$. Generalmente la inflación afecta de forma distinta a los cobros que a los pagos.

“c”: tasa de crecimiento de los cobros a consecuencia de la inflación.

“p”: tasa de crecimiento de los pagos a consecuencia de la inflación.

$$VC = -P_0 + \frac{C_1(1+c) - P_1(1+p)}{(1+i)(1+g)} + \frac{C_2(1+c)^2 - P_2(1+p)^2}{(1+i)^2(1+g)^2} + \dots + \frac{C_n(1+c)^n - P_n(1+p)^n}{(1+i)^n(1+g)^n}$$

$$VC = -P_0 + \frac{C_1(1+c) - P_1(1+p)}{(1+r)(1+g)} + \frac{C_2(1+c)^2 - P_2(1+p)^2}{(1+r)^2(1+g)^2} + \dots + \frac{C_n(1+c)^n - P_n(1+p)^n}{(1+r)^n(1+g)^n} = 0$$

Si $c = p$, estaríamos en el caso anterior: $c = p = f$.

Si $c = p = f = g$: no afectaría la inflación a la inversión, situación de estabilidad económica.

Si $c > p$, se incrementa el valor del VAN y del TIR, la inflación favorece a la inversión.

Si $c < p$, disminuye el VAN y el TIR, la inflación no favorece a la inversión.

En la práctica, lo más conveniente es calcular los flujos de caja, con los correspondientes incrementos, debidos a la inflación, pero partida por partida, es decir, calcular el importe de las ventas, estimando el incremento del precio del producto para cada año en función de la inflación, lo mismo para el resto de partidas que intervienen en la formación del flujo de caja; una vez obtenidos estos flujos de caja con inflación que llamaremos R_j^* , el valor capital de la inversión será:

$$VC = -P_0 + \sum_{j=1}^n \frac{R_j^*}{(1+i)^j(1+g)^j}$$

y el TIR:

$$VC = -P_0 + \sum_{j=1}^n \frac{R_j^*}{(1+r)^j(1+g)^j} = 0$$

5.6.9. Efecto de los impuestos en los métodos de valoración y selección de inversiones

Vamos a estudiar el efecto de los impuestos que gravan la renta de la empresa. Al introducir los impuestos, normalmente, los flujos de caja disminuyen, porque los impuestos son, casi siempre, un salida de caja, por lo tanto el VAN y el TIR disminuirán también.

R_j : Flujo de caja antes de impuestos.

T_j : salida de caja en concepto de impuestos. $T_j = t B_j$

t : tasa impositiva que grava la renta de las empresas.

B_j : Beneficios obtenidos por la empresa al final del año j .

$R_j' = R_j - T_j$: Flujo de caja después de impuestos.

Antes de nada, tiene que quedar claro que los impuestos se calculan aplicando un tasa impositiva sobre los beneficios obtenidos por la empresa dicho período, y que estos beneficios no coinciden con los flujos de caja antes de impuestos. Para calcular los beneficios tenemos que deducir también la cuota de amortización del equipo y otros gastos amortizables, gastos que son deducibles pero nunca salidas de caja, luego nunca se han podido deducir para el cálculo de los flujos antes de impuestos.

$\text{Beneficio}_j = \text{Flujos de caja antes de impuestos} - \text{Gastos amortizables}$

Gastos amortizables: el más normal es la cuota de amortización del equipo, pero puede haber otros como amortización de gastos de instalación, etc.

En el caso de que el sistema de amortización del equipo sea el lineal, no haya valor residual, ni ningún otro gasto amortizable, la cuota de amortización del equipo será:

$\frac{P_0}{n}$; y entonces se cumple:

$$B_j = R_j - \frac{P_0}{n} \Rightarrow T_j = t(B_j) \Rightarrow T_j = t\left(R_j - \frac{P_0}{n}\right)$$

$$R_j' = R_j - t\left(R_j - \frac{P_0}{n}\right)$$

$$VC = -P_0 + \sum_{j=1}^n \frac{R_j'}{(1+i)^j}, \text{ y el TIR: } VC = -P_0 + \sum_{j=1}^n \frac{R_j'}{(1+i)^j} = 0$$

En la práctica, es mejor no utilizar estas fórmulas, y calcular los impuestos realizando la cuenta de resultados de la inversión, de la cual obtendré los beneficios anuales y se podrá calcular los impuestos (recordar que en algún caso podrán ser positivos y suponer una entrada de), y a partir de esa información se calcularán los flujos después de impuestos, que son los verdaderos flujos con los que hay que trabajar para valorar las inversiones.

Ejercicio de aplicación:

Sea la siguiente inversión:

$$P_0 = -300$$

$$R_1 = 400$$

$$R_2 = 200$$

R_1 y R_2 son flujos de caja antes de impuestos:

Calcular:

1- El VAN y el TIR, siendo el coste de capital del 10 %

Solución: VAN = 228,93; $r = 72,07\%$.

2- El VAN y el TIR, con un tasa de inflación del 15 %

Solución: VAN = 141,18; $r = 49,6\%$.

3- El VAN y el TIR, suponiendo que no hay inflación, pero sabiendo que la tasa del impuesto de sociedades es del 36 %, siendo el sistema de amortización del equipo el lineal y valor residual nulo.

Solución: VC = 132,22; $r = 45\%$

4- El VAN y el TIR, con inflación y con impuestos.

Solución: VAN = 59,52; $r = 26\%$.

5.6.10. El problema de la renovación de los bienes de equipo

Las inversiones que generalmente hace la empresa son las inversiones de expansión, para hacer frente al crecimiento de la actividad productiva de la empresa, y las inversiones de renovación, que son producidas por el desgaste o por su depreciación económica, y que son las más usuales y más frecuentes en la empresa.

La renovación de los equipos es uno de los problemas más importantes a que se enfrenta una empresa. La duración de un equipo es su vida técnica, esta vida puede ampliarse incrementando los gastos de mantenimiento o efectuando reparaciones, y se ve disminuida por la obsolescencia.

Por tanto, es importante calcular la **vida óptima del equipo**. Hay varios modelos para su cálculo, los más importantes son:

1-. Maximización del valor capital de la inversión:

La duración óptima del equipo será aquel valor de "n" que maximice el valor actual neto del equipo, se trata de maximizar el VAN respecto a "n":

Esta duración óptima me determinará el momento más conveniente para la renovación del equipo.

$$\text{Max VAN (n)} = - P_0 + \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+i)^j} + \frac{VR_n}{(1+i)^n}$$

Se suele utilizar la programación lineal.

Ejemplo de aplicación:

Supóngase un equipo cuyo coste inicial es de 50.000 u.m., y los valores estimados de flujos de caja y valores residuales son:

Años	Flujos de caja	Valor Residual
1	20.000	45.000
2	18.000	35.000
3	15.000	30.000
4	12.000	22.000
5	8.000	12.000
6	6.000	2.000
7	4.000	-
8	-	-

Calcular la duración óptima, siendo la tasa de actualización del 10 %.

$$\text{VAN (n = 1)} = - 50.000 + \frac{20.000}{(1 + 0,1)} + \frac{45.000}{(1 + 0,1)} = 9.090.$$

$$\text{VAN (n = 2)} = - 50.000 + \frac{20.000}{(1 + 0,1)} + \frac{18.000}{(1 + 0,1)^2} + \frac{35.000}{(1 + 0,1)^2} = 14.462.$$

$$\text{VAN (n = 3)} = 16.856$$

$$\text{VAN (n = 4)} = 17.548$$

$$\text{VAN (n = 5)} = 14.940$$

$$\text{VAN (n = 6)} = 13.133$$

$$\text{VAN (n = 7)} = 12.927$$

$$\text{VAN (n = 8)} = 12.927$$

El VAN para 5 años es menor que para 4, luego la duración óptima son 4 años, con un valor residual de 22.000, ya que para esa duración se alcanza el valor máximo del VAN.

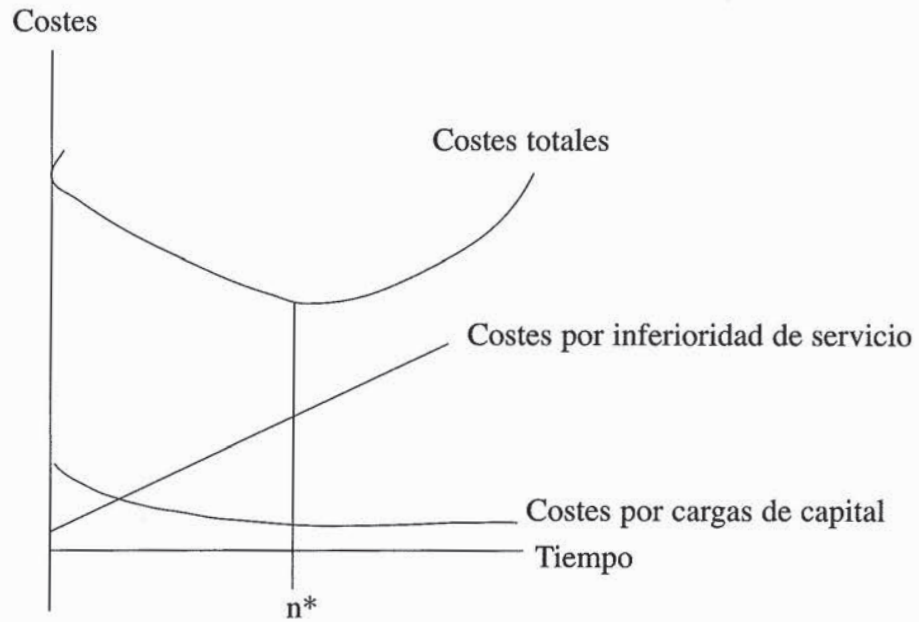
1.- Minimización de los costes del equipo

En toda bien de equipo nos podemos encontrar con dos tipos de costes:

- Costes por inferioridad de servicio respecto a otros equipos nuevos, como son costes por mantenimiento, desgaste, los cuáles aumentan con el tiempo.

- Costes por cargas de capital, formados por las amortizaciones e intereses del capital inmovilizado, los cuáles disminuyen cuando aumenta la vida del equipo.

La época de su renovación o duración óptima, será aquel valor de "n" que minimice la suma de estos dos costes.



EJERCICIOS DE APLICACIÓN

1.- La cuenta de resultados provisional del proyecto A a lo largo de sus tres años de vida es la siguiente:

	1	2	3
Ingresos	12.000	10.000	8.000
Costes variables	6.000	5.000	4.000

La inversión requerida es de 9.000 u.m. y el sistema de amortización adoptado es el lineal.

Se pide:

- Tasa de rendimiento contable (sin tener en cuenta los impuestos).
- Tasa de rendimiento contable (con impuestos; $t = 30\%$).
- Plazo de recuperación.
- Plazo de recuperación descontado ($i = 10\%$).
- Flujo de caja total por u.m.c.
- Flujo de caja medio por u.m.c.

2.- Una empresa manufacturera desea realizar una inversión en maquinaria e instalaciones por un montante de 20.000.000 u.m., cuya vida útil se estima en cuatro años, con valor residual nulo y amortización lineal. Los ingresos y gastos previstos para los cuatro años que dura la inversión (en millones de u.m.) son los siguientes:

Años	1	2	3	4
Ingresos	20	22	21	23
Gastos	11	13	8	10

Sabiendo que el coste de capital es del 20 % y que la tasa correspondiente al impuesto de sociedades es del 25 %, calcular:

- Tasa de rendimiento-contable.
- Ratio coste - beneficio.
- Plazo de recuperación.

3.- Una empresa decide renovar su equipo industrial por otro cuyo importe asciende a 1.142.000 u.m., y del que espera obtener unos flujos de caja de 400.000 u.m. por año, durante los 4 años de su vida útil. Sabiendo que el equipo tendrá un valor residual nulo, y que el coste de capital de la empresa es del 10 %. Se pide:

- Flujo de caja total por u.m. comprometida.
- Flujo de caja medio por u.m. comprometida.
- Valor actual neto de la inversión.
- Rentabilidad de la inversión por Schneider.

- TIR real.
- Rentabilidad relativa neta.
- Índice de rentabilidad.
- Plazo de recuperación.
- Plazo de recuperación descontado.
- Contestar a los apartados anteriores suponiendo una duración ilimitada.

4.- Una empresa fabricante de productos deportivos piensa introducir un nuevo modelo de raqueta de tenis fabricada con materiales plásticos ultraligeros. Para ello puede utilizar cualquiera de los dos procedimientos de fabricación cuyas características más relevantes se recogen en la siguiente tabla:

Procedimientos	Costes fijos anuales	Costes variables unitarios
Invertir factoría A	1.000.000 u.m	2.000 u.m
Invertir factoría B	250.000 u.m	2500. u.m

¿Qué inversión recomendaría usted a esta empresa?

5.- De dos proyectos de inversión, que suponen el mismo desembolso, 6.000.000 de u.m., se conocen los siguientes datos: en la inversión A se desembolsarán en el momento inicial 2.000.000 y el resto se aplazará un año; mientras que en la inversión B se efectuarán tres pagos iguales y sucesivos de 2.000.000 cada uno, siendo el primero al año de concertarse la operación. También se conoce que de la inversión A se prevén obtener, durante los cinco años que dura la misma, los siguientes flujos de caja: 2.000.000, 2.800.000, 1.600.000, 1.200.000, y 1.200.000 de u.m. La inversión B tiene una duración de tres años y los flujos de caja esperados son: 3.600.000, 3.000.000 y 1.800.000 de u.m. Si el coste de capital es del 17 %, indicar que inversión es preferible. Utilice los criterios del plazo de recuperación del capital (corregido) y del VAN.

6.- Ha de tomarse la decisión de elegir cuál de los dos proyectos de inversión que a continuación se describen es preferible. La inversión A supone un desembolso de 8.000.000 de u.m., con unos flujos de caja previstos de 5.600.000 u.m. durante cada uno de los cinco años que dura la inversión. La inversión B requiere un desembolso de 12.000.000 y puede generar unos flujos de caja de 800.000, 3.000.000, 6.000.000, 12.000.000 y 2.800.000 de u.m., en los años de 1 a 5, respectivamente. Si el coste de capital de la empresa es del 18 %, indicar la decisión mas acertada mediante el criterio del TIR.

7.- La empresa Indecif, S.A. va a realizar una inversión en bienes de equipo cuyo valor de adquisición es de 8.000.000 de u.m. La amortización está prevista en cuatro años, con valor residual nulo, calculada de forma lineal. Hay dos opciones, en cuanto a la forma de materializar la inversión:

Opción A

Para cada uno de los cuatro años de duración de la inversión, los ingresos serán de 6.000.000 de u.m. por año, y los gastos de 2.000.000 de u.m. por año.

Opción B: (en millones de u.m.)

Años	1	2	3	4
Ingresos	4	5	6	6
Gastos	1	1	2	1

Teniendo en cuenta que el coste de capital es del 15% y que la tasa media del impuesto de sociedades para esta empresa es del 25 %, determinar cual es la opción más aconsejable según los criterios del VAN y del TIR.

8.-La tasa de retorno de una inversión es del 25%. Se considera que ésta tiene una duración ilimitada y que los flujos netos de caja se mantienen constantes. Por otro lado, se tiene otra inversión definida por un desembolso inicial de 50 u.m. y único flujo de caja, que se obtiene al final del primer año, de 121 u.m.

La tasa de retorno sobre el coste , de Fisher es del 10 %.

Con arreglo a estos datos, se pide determinar:

- Plazo de recuperación de las inversiones.
- Valor de los flujos de caja de la primera inversión.
- Establecer el orden de preferencia de estas inversiones en función de cual sea el coste de capital.
- Tasa de retorno real de las inversiones supuesta una tasa de inflación anual y acumulativa del 12 %.

9.- Determinar el VAN y el TIR de un proyecto de inversión con una duración de 5 años, que exige un desembolso inicial de 10.000 u.m. y aporta unos flujos de caja anuales de 3.000 u.m., los cuales son invertidos en una supercuenta hasta el final de su vida, que proporciona una rentabilidad del 12 %. El coste de capital es del 15 %. ¿Cuál hubiera sido la solución, de no haber conocido la información sobre la inversión de los flujos en la supercuenta?

10.- A un inversor que dispone de 5.000 u.m. se le presentan dos alternativas de inversión:

A) Se trata de un proyecto con una duración de dos años, que exige un desembolso inicial de 1.500 u.m. y que generará unos flujos de caja anuales de 1.000 y 2.000 u.m. durante cada uno de los años.

B) Este proyecto precisa una inversión inicial de 5.000 u.m., y los flujos de caja para el primer año y segundo año son de 3.500 y 4.500 u.m., respectivamente.

Sabiendo que el coste de capital es del 12 %, determinar que proyecto interesa más según los criterios VAN y TIR.

11.- Supuestas dos alternativas de inversión, con iguales duraciones y costes iniciales:

	P_0	R_1	R_2	R_3
A	30	15	15	15
B	30	-	10	40

- Estudiar la rentabilidad absoluta y la relativa de los proyectos para distintos costes de capital.
- Suponiendo que la tasa de reinversión es del 20 %, y el coste de capital del 6 %, determinar el mejor proyecto.

12.- Supuesto el siguiente proyecto de inversión:

$$P_0 = -80 \quad R_1 = 70 \quad R_2 = 30 \quad \text{y} \quad R_3 = 30$$

Siendo la tasa óptima de actualización del 30 %.

- Calcular: el VAN y el TIR.

Supuesta una tasa de reinversión del 5% para R_1 y del 6% para R_2 , calcular el VAN y el TIR, especificando si es conveniente llevarlo a cabo o no.

13.- Suponga que usted tiene las siguientes oportunidades de inversión, pero únicamente dispone de 100.000 u.m. para invertir. ¿Qué proyectos debería llevar a cabo?

	Inversión	VAN
1	10.000	5.000
2	5.000	5.000
3	90.000	10.000
4	60.000	15.000
5	75.000	15.000
6	15.000	3.000

14.- Un transportista decide comprar un nuevo camión. Entre todas las alternativas que le ofrece el mercado, sólo dos de ellas se ajustan a sus condiciones particulares. Los datos en miles de u.m. para ambas son las siguientes:

	Camión A	Camión B
Coste inicial	1.000	1.200
Flujo de caja constante	165	180

Supuesto un valor residual nulo para ambas alternativas, así como una vida útil de 10 años, un coste medio de capital del 8%, y una tasa de reinversión de los fondos liberados del 10 %, se desea conocer el mejor proyecto de inversión.

15.-Una empresa estudia la renovación de su equipo industrial, para lo cual ha seleccionado dos de las siguientes ofertas recibidas, por tener ambas las características técnicas exigidas.

Los datos económicos para cada una de las alternativas, mutuamente excluyentes, a estudiar son las siguientes:

	Equipo A	Equipo B
Coste inicial	10.000.000	10.000.000
Vida útil	5 años	4 años
Flujos de caja antes de impuestos:		
R ₁	2.900.000	3.000.000
R ₂	3.200.000	3.200.000
R ₃	2.800.000	3.500.000
R ₄	2.300.000	3.100.000
R ₅	2.100.000	-
Valor Residual	1.000.000	2.500.000

Supuesto un coste de capital del 8 %, un sistema de amortización lineal sobre el precio de compra y una tasa sobre beneficios del 30 %, calcular:

- la rentabilidad absoluta, relativa y el plazo de recuperación de cada uno de los equipos.
- supuestas unas condiciones estables a largo plazo, decidir, mediante el criterio del VC, el equipo más conveniente.
- supuesta una tasa de reinversión, para los fondos liberados por ambas inversiones constante e igual al 15 %, determinar cuál es el equipo más conveniente.

16.-Tenemos las siguientes alternativas :

	Equipo A	Equipo B
Coste inicial	10.000.000	800.000
Vida útil	5 años	5 años
Flujos de caja antes de impuestos:		
R ₁	220.000	180.000
R ₂	230.000	190.000
R ₃	230.000	200.000
R ₄	220.000	230.000
R ₅	210.000	210.000
Valor Residual	100.000	50.000

Supuesto un coste de capital del 8 %, un sistema de amortización lineal sobre el precio de compra y una tasa sobre beneficios del 30 %, decidir cuál sería la mejor inversión con la ayuda de los criterios del VAN y del TIR. Se estima que la inversión diferencial respecto al coste inicial del equipo B puede producir una rentabilidad anual del 12 %, y que la tasa de reinversión para los flujos de caja liberados es del 12 %.

17.-En las inversiones de la siguiente tabla:

	P ₀	R ₁	R ₂	R ₃
I ₁	-1	-4	32	
I ₂	-20	50	-20	
I ₃	-10	7	-2	
I ₄	-9	36	-36	
I ₅	-33	-5	6	45
I ₆	-50	30	-10	80
I ₇	-10	60	-110	60

- 1- Comprobar el tipo de proyectos de inversión (puros o mixtos).
- 2- Calcular, en el caso de que exista, la relación funcional entre el coste de capital y la rentabilidad relativa.
- 3- Definir los intervalos entre los que puede variar el coste de capital, en cada uno de los casos anteriores, para que la inversión sea rentable.

Se sabe que el coste de capital es del 10 %, para la empresa tratada.

18.- Considere un proyecto con los siguientes flujos de tesorería:

$$P_0 = - 100 \quad R_1 = + 200 \quad R_2 = - 75$$

a) ¿Cuántas tasas de rentabilidad tiene el proyecto?

b) Si el coste de capital es del 20 %. ¿Es un proyecto atractivo, por el criterio del TIR?

19.- Un ayuntamiento quiere instalar una depuradora de agua de mar, para lo cual hace el siguiente estudio:

- El coste de instalación y equipos ascienden a 20.000.000 de u.m.
- Hay que expropiar 250.000 m² de terreno a 200 u.m. el m².
- La vida útil estimada es de 20 años.
- La producción y venta de agua depurada se estima en 1.000.000 de m³ por año.
- Los pagos anuales de costes fijos son constantes e iguales a 2.000.000 de u.m. por año, pagaderos al final de cada año.
- Los costes variables son de 3 u.m. por m³ de agua depurada, constantes durante toda la vida de la inversión.
- El coste de capital es del 8 %.

Se desea conocer el precio mínimo de venta del m³ de agua depurada, con el objeto de que la instalación no resulte gravosa.

Calcular, nuevamente ese precio, sabiendo que la tasa impositiva es del 10 %, y que el sistema de amortización es lineal.

¿Cómo cambiaría ese precio mínimo, si se conoce el siguiente dato: el terreno dentro de 20 años se puede vender a 300 u.m. el m²?

Solución:

Que la instalación no resulte gravosa significa que el valor capital de esta inversión sea igual a cero.

- Sin impuestos:

$$VC = - P_0 + [Q (P_v - C_v) - CF] a_{n|i} + \frac{\text{Venta Solar}}{(1 + i)^n} = 0$$

$$P_0 = 20.000.000 + 250.000 \text{ m}^2 \cdot 200 \text{ u.m./m}^2 = 70.000.000 \text{ u.m.}$$

$$\text{Ventas} = 1.000.000 \text{ m}^3 \cdot P_v \text{ (u.m./m}^3\text{)}$$

$P_v \Rightarrow$ incógnita del problema.

$$\text{Costes variables} = 1.000.000 \text{ m}^3 \cdot 3 \text{ u.m./ m}^3 = 3.000.000 \text{ u.m.}$$

$$\text{Costes fijos} = 2.000.000.$$

Suponemos que el valor del solar al final del año 20 es de 50.000.000, su valor contable, ya que no me dan, en principio, otro dato.

$$VC = - 70.000.000 + [1.000.000(P_v - 3) - 2.000.000] a_{20|0,08} + \frac{50.000.000}{(1 + 0,08)^{20}} = 0$$

Despejamos P_v , de la expresión anterior, y $P_v = 11,69$ u.m./ m³.

- Con impuestos:

$$VC = - 70.000.000 + [1.000.000(P_v - 3) - 2.000.000 - 0,10 [1.000.000 (P_v - 3) - 2.000.000 - 1.000.000)] a_{20|0,08} + \frac{50.000.000}{(1 + 0,08)^{20}} = 0$$

- Con impuestos y venta del terreno por 300 u.m./ m²:

$$VC = - 70.000.000 + [1.000.000 (P_v - 3) - 2.000.000 - 0,10 [1.000.000 (P_v - 3) - 2.000.000 - 1.000.000)] a_{20|0,08} + \frac{75.000.000 - 0,10 (25.000.000)}{(1 + 0,08)^{20}} = 0$$

20.-Las expectativas de cobros y pagos para una inversión que proyecta realizar una empresa, son, a principios de 1.999, con un desembolso de 6.000.000, y una vida útil de 5 años, los siguientes (en millones de u.m.).

AÑOS	COBROS	PAGOS
1	10	5
2	3	2
3	4	2,5
4	4,5	3
5	5	3

Sistema de amortización: lineal.

Valor residual: 1.000.000 u.m.

Tasa impositiva sobre beneficios: 50 %.

Debido al proceso inflacionario, los cobros y los pagos se incrementan un 20 %.

El nivel general de precios aumenta de la siguiente forma:

AÑOS	N.P
1.994	116,9
1.995	126,6
1.996	141,1
1.997	163,2
1.998	190,4

Coste de capital: 10 %.

Calcular:

- Valor Capital y TIR, esa situación de estabilidad de precios.
- Tasa media acumulativa de inflación.
- Valor Capital y TIR, teniendo en cuenta la inflación.

Solución:

- Sin inflación:

1^{er} caso: Sistema de amortización: Método lineal sobre el precio de compra.

$$\text{Cuota de amortización: } \frac{6.000.000}{5} = 1.200.000$$

Cuenta de resultados:

Años	1	2	3	4	5
Ingresos	10	3	4	4,5	5
-Costes	-5	-2	-2,5	-3	-3
-C.Amortización	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2
Beneficio	3,8	-0,2	0,3	0,3	0,8
Impuestos	-1,9	+0,1	-0,15	-0,15	-0,4

Cuadro de flujos de caja:

Años	0	1	2	3	4	5
Inversión	-6					
Cobros		+10	+3	+4	+4,5	+5
- Pagos		-5	-2	-2,5	-3	-3
± Impuestos		-1,9	+0,1	-0,15	-0,15	-0,4
Valor Residual						+1
Impuesto Dto Patr.						-0,5
FLUJOS DE CAJA	-6	3,1	1,1	1,35	1,35	2,1

Estudio del Valor Residual de la inversión:

El valor residual de la inversión supone una entrada de dinero en caja, al final de la vida de la inversión; es el valor de venta de la inversión; pero siempre hay que estudiar si esa venta origina un beneficio o una pérdida extraordinaria, o lo que es lo mismo, si la venta supone un incremento o disminución de patrimonio, por la que habrá que pagar más o menos impuestos.

Para saber si hay incremento o decremento de patrimonio, habrá que comparar el Valor neto contable del equipo al final de su vida, o en el momento en el que se venda, con el valor de venta:

Si el valor de venta es mayor que el valor neto contable, se produce un incremento de patrimonio, que supondrá un aumento del beneficio, y como consecuencia un mayor pago de impuestos.

$$VV_n - VNC_n = + \Rightarrow \Delta \text{to Patrimonio} \Rightarrow \text{Impuestos a pagar} \Rightarrow -t \cdot (\Delta \text{to } P^o)$$

Si el valor de venta es menor que el valor neto contable, se produce un decremento de patrimonio, que supondrá una disminución del beneficio, y como consecuencia un menor pago de impuestos, que se traduce en una entrada de impuestos; es una compensación por los impuestos que paga esta empresa por la inversión en ese año.

$$VV_n - VNC_n = - \Rightarrow -\nabla \text{to Patrimonio} \Rightarrow \text{Impuestos a cobrar} \Rightarrow -t \cdot (-\nabla \text{to } P^o)$$

En nuestro caso:

$$VNC_5 = 6.000.000 - 5 \cdot 1.200.000 = 0$$

$$VR_5 = VV_5 = 1.000.000$$

$$VV_5 - VNC_5 = 1.000.000 - 0 = 1.000.000 (\Delta \text{to Patrimonio})$$

$$\text{Impuestos a pagar: } -0,5 \cdot 1.000.000 = -500.000$$

$$VR' = \text{Valor residual después de impuestos} = 1.000.000 - 500.000 = 500.000$$

Otra forma de tener en cuenta los impuestos por la venta de los equipos, es llevar a la cuenta de resultados el incremento o decremento de patrimonio y calcular los impuestos totales.

$$VC (10 \%) = - 6 + \frac{3,1}{(1 + 0,1)} + \frac{1,1}{(1 + 0,1)^2} + \frac{1,35}{(1 + 0,1)^3} + \frac{1,35}{(1 + 0,1)^4} + \frac{2,1}{(1 + 0,1)^5} = 0,9675$$

$$VC (10 \%) = 967.550$$

TIR \Rightarrow r = 16, 79%. La inversión se acepta.

2º caso: Sistema de amortización: Método lineal, descontando el valor residual.

$$\text{Cuota de amortización: } \frac{6.000.000 - 1.000.000}{5} = 1.000.000$$

Cuenta de resultados :

Años	1	2	3	4	5
Ingresos	10	3	4	4,5	5
-Costes	-5	-2	-2,5	-3	-3
-C.Amortización	-1	-1	-1	-1	-1
Beneficio	4	0	0,5	0,5	1
Impuestos	-2	-	-0,25	-0,25	-0,5

Puede observarse que por este segundo método se pagan 100.000 u.m. más de impuestos todos los años.

Cuadro de flujos de caja:

Años	0	1	2	3	4	5
Inversión	-6					
Cobros		+10	+3	+4	+4,5	+5
- Pagos		-5	-2	-2,5	-3	-3
± Impuestos		-2	0	-0,25	-0,25	-0,5
Valor Residual						1
Impuesto Δ to Patr.						-
FLUJOS DE CAJA	-6	3	1	1,25	1,25	2,5

Puede observarse, que los flujos de caja son inferiores en 100.000 u.m., desde el año 1 al 4, pero en el 5º, el flujo es mayor en 400.000 u.m.

Estudio del valor residual:

$$VNC_5 = 6.000.000 - 5 \cdot 1.000.000 = 1.000.000$$

$$VR_5 = VV_5 = 1.000.000$$

$VV_5 - VNC_5 = 1.000.000 - 1.000.000 = 0 \Rightarrow$ No hay incremento ni decremento de patrimonio, luego no hay que pagar más impuestos.

Esta es la diferencia entre el 1º caso y el 2º; en el 1º caso se pagan 100.000 u.m. menos de impuestos todos los años, pero luego se pagan al final del año 5º por incremento de patrimonio; en el 2º caso se pagan 100.000 u.m. de impuestos más todos los años, pero después en el año 5º, no se pagan impuestos, porque no hay incremento de patrimonio; al final por los dos métodos se paga el mismo importe de impuestos, pero en distintos momentos del tiempo.

$$VC (10 \%) = -6 + \frac{3}{(1+0,1)} + \frac{1}{(1+0,1)^2} + \frac{1,25}{(1+0,1)^3} + \frac{1,25}{(1+0,1)^4} + \frac{2,5}{(1+0,1)^5} = 0,8989326$$

$$VC (10 \%) = 898.932$$

TIR $\Rightarrow r = 16,08 \%$. La inversión se acepta.

El VC y el TIR, en este caso, son inferiores en una pequeña cantidad, con lo cual parece que para el análisis de inversiones es mejor el método de amortización sobre el precio de compra, la razón es que los flujos de caja son mayores los primeros años, aunque inferior el último por el primer método, y por ello el VC es algo mayor, pero la suma aritmética de los flujos es la misma, aunque a la hora de actualizar no sale lo mismo, y todo ello es debido a consecuencia de los impuestos.

Cálculo de la tasa acumulativa de inflación "g":

Esta tasa se calcula aplicando un ajuste de mínimos cuadrados a la serie histórica dada, utilizando la siguiente función exponencial:

$$\text{Nivel de precios} = NP = a (1 + g)^t$$

La cual transformaremos en una función lineal, aplicando logaritmos:

$$\log NP = \log a + t \cdot \log (1 + g)$$

Si llamamos:

$$NP' = \log NP$$

$$a' = \log a$$

$$g' = \log (1 + g); \text{ quedará:}$$

$$\boxed{NP' = a' + t \cdot g'} \Rightarrow \text{función lineal, a la que aplicaremos el ajuste de mínimos cuadrados,}$$

siendo las ecuaciones normales de la recta:

$$\sum_{t=1}^n NP' = n \cdot a' + g' \cdot \sum t$$

$$\sum_{t=1}^n NP' \cdot t = a' \cdot \sum t + g' \cdot \sum t^2$$

t	t'	NP	NP' = log NP	NP' · t'	(t') ²
1.994	-2	116,9	2,06781	-4,13562	4
1.995	-1	126,6	2,10243	-2,10243	1
1.996	0	141,1	2,14953	0	0
1.997	1	163,2	2,21272	2,21272	1
1.998	2	190,9	2,28081	4,56162	4
Σ	0	738,7	10,81330	0,53629	10

$$10,8133 = 5 \cdot a' \Rightarrow a' = 2,16$$

$$0,53629 = 10 \cdot g' \Rightarrow g' = 0,053629$$

Lo que buscamos es “g”:

$$g' = \log(1 + g) \Rightarrow g = \text{antilog } g' - 1$$

$$g = \text{antilog } 0,053629 - 1 = 0,1324$$

$$\underline{\underline{(g = 13,24 \%)}}$$

- VC y TIR con inflación:

1^{er} caso:

$$VC (i = 10 \%, f = 20 \%, g = 13,24 \%) = 2.119.481$$

$$TIR \Rightarrow r = 23,76 \%$$

2^o caso:

$$VC (i = 10 \%, f = 20 \%, g = 13,24 \%) = 2.086.669$$

$$TIR \Rightarrow r = 23 \%$$

Para el cálculo del TIR, se podría haber aplicado la fórmula:

$$r = \frac{r' (1 + f) + f - g}{1 + g}$$

21.- La empresa H compró en el momento de su fundación un solar de 30.000 m² de los cuáles utilizó el 60 % para la construcción de su factoría, dejando el resto sin empleo específico, hasta hace unos años, en que firmó un contrato con centros comerciales instalados a su alrededor.

En este contrato, que puede ser rescindido libremente, se establece el cobro de un alquiler anual de 500.000 u.m., por la utilización del citado solar como aparcamiento de los empleados de los centros comerciales.

Actualmente se está considerando la ampliación de la factoría, utilizando el total del solar dedicado a aparcamiento. El coste de la ampliación es de 20.000.000 de u.m., con un valor residual nulo, siendo necesario aumentar el activo circulante en 4.000.000 de u.m.

Los flujos netos de caja estimados que generará la ampliación de la factoría, para los 30 años que durará la vida de la empresa, a partir del momento actual, son de 2.500.000 u.m. por año. El valor actual del m² de solar es de 1.000 u.m. Al cabo de los 30 años, la empresa se disolverá y venderá el solar para viviendas, por un importe de 5.000 u.m. el m².

Supuesto un coste de capital del 10 %, se desea conocer el valor capital incremental de la inversión de ampliación respecto a la inversión de aparcamiento.

Realizar el mismo estudio siendo la tasa impositiva del 50 %, y el sistema de amortización el lineal.

Solución:

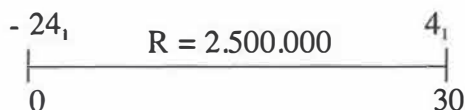
- Sin impuestos:

El VC incremental es una técnica que se utiliza cuando estamos comparando dos inversiones mutuamente excluyentes, con el objeto de quedarnos con solo una de ellas; calculamos el VC (A - B); si este es positivo, elegimos la A, y si es negativo la B.

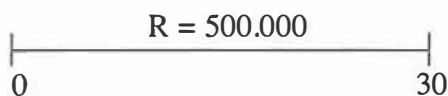
En nuestro caso tenemos que calcular:

VC (Ampliación - Aparcamiento)

Ampliación:



Aparcamiento:



$$VC (\text{Amp} - \text{Aparc}) = - 24.000.000 + 2.000.000 a_{30|0,1} + \frac{4.000.000}{(1 + 0,1)^{30}} = - 4.916.965.$$

Significa, que si realizamos la inversión de ampliación hubiésemos dejado de ganar 4.916.965 u.m. respecto a haber seguido con la inversión de aparcamiento, luego no interesa la inversión de ampliación, y seguiremos con el contrato de alquiler.

Utilizando esta técnica del VC incremental, hay muchos datos que no hace falta tener en cuenta, porque se tienen en cuenta en las dos inversiones, y por diferencias se nos van; como por ejemplo, el coste del solar, que por otro lado, no habría que tenerlo en cuenta porque ya está

adquirido, cuando se fundó la sociedad, ni tampoco el valor de venta del solar para viviendas, porque es algo que se va a hacer en los dos casos.

En este caso, también se podría haber resuelto el ejercicio, calculando el VC (Ampliación), y el VC (Aparcamiento), y elegir la inversión que me de mayor VC; esto depende de los datos que nos den, ya que a veces solo se puede resolver por incrementales; de todos modos se tiene que cumplir siempre: $VC(\text{Amp} - \text{Aparc}) = VC(\text{Amp}) - VC(\text{Aparc})$.

- Con impuestos:

$$R'(\text{Ampliación}) = 2.500.000 - 0,5 (2.500.000 - 666.667) = 1.583.334$$

$$20.000.000 / 30$$



$$R'(\text{Aparcamiento}) = 500.000 - 0,5 (500.000) = 250.000$$

$$\Delta R' = 1.333.334$$

$VC(\text{Ampl} - \text{Aparc}) = -11.201.540$. Seguimos con el alquiler.

22.- Una empresa está estudiando la renovación anticipada de su actual equipo productivo, que está en funcionamiento en la empresa. Los datos del equipo nuevo a comprar son los siguientes:

- Precio de compra: 100.000 u.m.
- Costes de instalación: 20.000 u.m.
- Vida útil estimada: 5 años.
- Valor residual: 0.

El equipo antiguo se adquirió hace 4 años, por un importe de 90.000 u.m., con una vida útil de 9 años. En el momento actual su precio de venta es de 50.000 u.m. El sistema de amortización de dicho equipo es el lineal sobre el precio de compra, y durante toda su vida útil.

El nuevo equipo permite incrementar las ventas en 80.000 u.m., por cada año. Además, el mejor aprovechamiento de la mano de obra, le permite un ahorro anual de 30.000 u.m.

Por otra parte la mayor cantidad de materia prima consumida, debido al aumento de la producción, incrementa los costes por este concepto, del equipo nuevo respecto al antiguo, en 10.000 u.m., por año.

La tasa impositiva es del 50 %.

Se desea conocer:

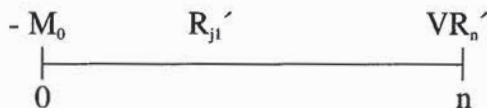
- 1. El montante del capital invertido.
- 2. ¿Cuál sería el capital invertido, si el equipo antiguo se vendiera en el momento actual por 100.000 u.m.?
- 3. Supuesto un sistema de amortización lineal para el equipo nuevo, durante su vida útil, calcular los beneficios contables incrementales y los flujos netos de caja incidentales después de impuestos.

- 4. Razonar las posibles diferencias entre los conceptos anteriores.
- 5. Estudiar la conveniencia de reemplazar o no el equipo antiguo, supuesto un coste de capital del 12 %.

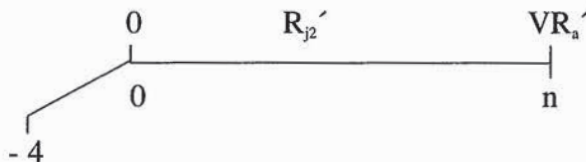
Solución:

Se trata de un típico problema de renovación anticipada de equipos, en los que tenemos dos opciones a elegir mutuamente excluyentes, y que son las siguientes:

1ª opción: **Comprar equipo nuevo y vender el antiguo.**



2ª opción: **Seguir con el equipo antiguo.**



El horizonte temporal tiene que ser necesariamente el mismo (0..... n); si no hay que homogeneizar. Para resolver este tipo de problemas se suele utilizar la técnica de VC incremental, en nuestro caso VC (Comprar nuevo y vender antiguo - Seguir antiguo).

$$1^a - 2^a \quad \begin{array}{c} - M_0 \quad \Delta R_j' = R_{j1}' - R_{j2}' \quad \Delta VR' = VR_n' - VR_a' \\ | \text{-----} | \end{array}$$

1- El montante del capital invertido, que es lo primero que nos piden, se expresa como "M₀", y es igual:

$$M_0 = - \text{Inversión en el equipo nuevo (pago).} \\ + \text{Ingreso por venta del equipo antiguo (cobro).} \\ \pm \text{Impuestos por la venta del equipo antiguo (cobro o pago).}$$

En nuestro caso:

$$\text{Cuota de amortización del equipo antiguo} = \frac{90.000}{9} = 10.000$$

$$\text{Valor neto contable del equipo antiguo (año 0} \rightarrow \text{Año 4)} = 90.000 - 10.000 \cdot 4 = 50.000$$

$$\text{Valor de venta (año 0)} = 50.000$$

VV - VNC = 50.000 - 50.000 = 0 \rightarrow No hay ni incremento ni decremento de patrimonio, no hay entrada ni salida de impuestos por la venta del equipo antiguo.

$$\text{Montante (0)} = - 120.000 + 50.000 = \boxed{- 70.000}$$

2- El montante si el equipo antiguo se vende por 100.000 será:

$$\text{VNC (equipo antiguo)} = 50.000$$

$$\text{VV} = 100.000$$

$\text{VV} - \text{VNC} = 100.000 - 50.000 = + 50.000 \rightarrow$ Incremento de patrimonio que origina un pago de impuestos:

$$\text{Pago de impuestos: } - 0,5 \cdot 50.000 = - 25.000$$

$$\text{Montante} = - 120.000 + 100.000 - 25.000 = - 45.000$$

3- Primero realizaremos la cuenta de resultados incremental, para calcular los impuestos, y luego los flujos de caja incrementales;

Conocemos todos los datos, pero nos falta uno que siempre habrá que calcular, y que es el incremento o decremento de la cuota de amortización, y que será igual a la diferencia entre la cuota de amortización del equipo nuevo menos la cuota de amortización del equipo antiguo:

$$\text{Cuota de amortización del equipo nuevo} = 120.000 / 5 = 24.000$$

$$\text{Cuota de amortización del equipo antiguo} = 10.000$$

$$\Delta \text{to de la amortización} = 24.000 - 10.000 = 14.000$$

Años	1.....5	1.....5
	Cta de Rtdos incremental	Flujos de caja incrementales
+ Δto de Ventas	+ 80.000 → mayor cobro→	+ 80.000
+ ∇to mano de obra	+ 30.000 → menor pago→	+ 30.000
- Δto materias primas	- 10.000 → mayor pago→	- 10.000
- Δto c. amortización	- 14.000 → no supone ningún pago	
Δto de Beneficios	+ 86.000	
Δto de Impuestos	- 43.000 → mayor pago→	- 43.000
Flujo de caja incremental		+ 57.000

4- La diferencia entre los flujos de caja y los beneficios después de impuestos, se debe a las amortizaciones, las cuales no se tienen en cuenta para el calculo de los flujos de caja, ya que no son entradas ni salidas de caja.

5- El Valor Capital incremental será:

$\text{VC } \Delta \text{tal} = - 70.000 + 57.000 a_{5|12\%} = 135.472 > 0 \rightarrow$ Conviene la renovación anticipada, significa que si compro el nuevo y lo sustituyo por el antiguo, voy a ganar en u.m. de hoy 134.472 más que si hubiese seguido con el antiguo.

Otras consideraciones:

- El valor residual de los equipos es nulo, pero si no lo fuese, habría que calcular el Incremento del valor residual después de impuestos, que sería igual al VR' del equipo nuevo - VR' del equipo antiguo, y supondría una entrada en el año "n".
- En este caso coinciden la vida útil del equipo nuevo, con la vida que le queda al antiguo, pero lo más normal es que no coincidan. En ese caso, debemos suponer un horizonte temporal común, para lo cual podemos utilizar la menor de las fechas de retiro y estimar un cobro para el equipo de mayor duración, en ese momento, igual al valor de reventa del mismo.

TEMA 6

Introducción del riesgo en las decisiones de inversión en la empresa

6. 1. Introducción

Hasta ahora trabajábamos con modelos de inversión deterministas, las magnitudes que definían el problema de inversión eran conocidas, pero esto no ocurre en la realidad, ya que hay factores incontrolables, ajenos a la inversión que condicionan e influyen en los resultados. El desembolso inicial, los flujos de caja y la duración casi siempre se comportan de forma aleatoria.

Según el grado de información, nos podemos encontrar en tres situaciones:

- 1) **Total certidumbre.** Modelos deterministas. Las magnitudes que definen la inversión solo se presentan en un estado, con una probabilidad igual a la unidad. Son todos los modelos estudiados con anterioridad.
- 2) Caso aleatorio. **Incertidumbre probabilizada. Inversiones con riesgo.** Las diferentes magnitudes que definen la inversión toman varios valores, y se conocen las probabilidades de ocurrencia de dichos valores. Este es el caso que vamos a estudiar. El método que se utiliza para seleccionar inversiones es el de maximización de la esperanza matemática del Valor Capital, completado con el método de minimización del riesgo.

El método de maximización del VC, consiste en calcular la esperanza del VC, ya que el Valor Capital es una variable aleatoria, debido a que las magnitudes que definen la inversión (P_0 , R_j , VR), van a ser también variables aleatorias con su función de probabilidad.

Pero no podemos trabajar solo maximizando la esperanza del VC; necesitamos también conocer el riesgo de la inversión, la variabilidad de las variables aleatorias, es decir, de los flujos de caja, que se obtiene calculando la varianza o desviación típica del VC, y que tendremos que minimizar.

Por lo tanto trabajaremos con dos métodos a la vez:

- Maximización de la esperanza del VC.
- minimización de la varianza del VC, que mide el riesgo de la inversión.

Para inversiones que tengan la misma esperanza del VC, se elegirán aquellas que tengan el menor riesgo, la menor varianza; y para inversiones con el mismo riesgo, se elegirán aquellas que tengan mayor esperanza del VC.

- 3) **Total incertidumbre.** Las diferentes magnitudes que definen la inversión toman varios valores, pero no se conocen las probabilidades de ocurrencia de dichos valores. Se trata de inversiones con incertidumbre.

En estos casos, se aplican los criterios clásicos, ya estudiados: Laplace, Pesimista, Wald, Hurwicz, Savage..., pero estos criterios pueden dar soluciones distintas, luego hay subjetividad a la hora de aplicar el criterio, y la decisión dependerá de la propensión al riesgo del inversor.

6.2. La adopción de decisiones de inversión en base al criterio de la esperanza del valor capital y la varianza del valor capital

En el caso aleatorio, el criterio de decisión racional consiste en **maximizar la esperanza del Valor Capital, o el Valor Capital medio**. Se elegirá la inversión que proporcione el valor capital medio mas elevado o aquella inversión que proporcione la mayor tasa de retorno media, si aplicamos el método del TIR.

Si suponemos que P_0 y R_j se comportan de forma aleatoria, lo primero que tendremos que calcular es la esperanza de dichas variables:

$$E(P_0) = \sum_{r=1}^h P_0^r \cdot P_{r_0}^r$$

donde $P_0^r \rightarrow$ distintos valores que toma la variable P_0 .

$P_{r_0}^r \rightarrow$ probabilidad de ocurrencia de dichos valores.

$$E(R_j) = \sum_{r=1}^h R_j^r \cdot P_j^r, \text{ donde } R_j^r \text{ es el flujo de caja } r \text{ del período } j,$$

$j = 1 \dots n$

$r = 1 \dots h$

y P_j^r es la probabilidad de ocurrencia del flujo de caja r en el período j .

Para calcular la esperanza de VC, hay que tener en cuenta que la esperanza matemática de una suma de variables aleatorias, sean estas dependientes o independientes, es siempre igual a la suma de las esperanzas matemáticas de cada una de dichas variables, por lo tanto:

$$E(VC) = -E(P_0) + \frac{E(R_1)}{(1+i)} + \frac{E(R_2)}{(1+i)^2} + \dots + \frac{E(R_n)}{(1+i)^n}$$

Si aplicamos el método del TIR, calculamos a tasa de rentabilidad en términos medios " r_m ".

$$E(VC) = -E(P_0) + \frac{E(R_1)}{(1+r_m)} + \frac{E(R_2)}{(1+r_m)^2} + \dots + \frac{E(R_n)}{(1+r_m)^n} = 0$$

Se aceptarán aquellas inversiones cuya $E(VC)$ sea mayor que 0, y cuando $r_m > y$.

Junto a este criterio, hay que tener en cuenta a la hora de elegir una inversión **el riesgo de esta inversión**, este viene definido por la variabilidad de los flujos de caja, y se toma como medida la varianza del VC.

La varianza de una variable aleatoria es igual a la media aritmética ponderada de las desviaciones cuadráticas de dicha variable con respecto a su valor medio.

Para un período j , la varianza de los flujos de caja será:

$$\sigma(R_j) = \sum_{r=1}^h [R_j^r - E(R_j^r)]^2 \cdot P_j^r$$

$\sigma(R_j) = \sqrt{\sigma^2(R_j)} \rightarrow$ Desviación típica de los flujos de caja.

Para el cálculo de la varianza del valor capital habrá que tener en cuenta las siguientes reglas estadísticas:

- la varianza de una suma de variables aleatorias es igual a la suma de varianzas cuando tales variables son independientes. Si las variables son dependientes habrá que tener en cuenta los momentos mixtos.
- la varianza de una constante es siempre cero.
- la varianza del producto de una constante por una variable aleatoria es igual al cuadrado de la constante por la varianza de la variable.
- la varianza de una suma de varias variables aleatorias independientes de distinto signo, es igual a la suma de las varianzas de dichas variables, pero todas ellas afectadas del signo positivo.

La varianza del valor capital, según Hiller, se puede calcular según tres casos:

- a) **Los flujos de caja son independientes.** Es el caso más sencillo, si los flujos de caja son independientes, la varianza del valor capital es igual a la suma de las varianzas de los distintos flujos de caja, multiplicadas por el cuadrado de las constantes.

$$\sigma^2 (VC) = \sigma^2 (P_0) + \frac{\sigma^2 (R_1)}{(1+i)^2} + \frac{\sigma^2 (R_2)}{(1+i)^4} + \dots + \frac{\sigma^2 (R_n)}{(1+i)^{2n}}$$

$$\sigma (VC) = \sqrt{\sigma^2 (VC)}$$

- b) **Los flujos de caja son dependientes, pero están perfectamente correlacionados.** Esto es así cuando el coeficiente de correlación entre R_i y R_j es igual a la unidad.

$$\rho = \frac{\text{Cov} (R_i, R_j)}{\sigma (R_i) \cdot \sigma (R_j)} = 1 \Rightarrow \text{Cov} (R_i, R_j) = \sigma (R_i) \sigma (R_j)$$

$$\sigma^2 (VC) = \sigma^2 (P_0) + \frac{\sigma^2 (R_1)}{(1+i)^2} + \frac{\sigma^2 (R_2)}{(1+i)^4} + \dots + \frac{\sigma^2 (R_n)}{(1+i)^{2n}} + \frac{2 \text{Cov} (P_0, R_1)}{(1+i)} + \frac{2 \text{Cov} (P_0, R_2)}{(1+i)^2} + \dots + =$$

$$\sigma^2 (VC) = \sigma^2 (P_0) + \frac{\sigma^2 (R_1)}{(1+i)^2} + \frac{\sigma^2 (R_2)}{(1+i)^4} + \dots + \frac{\sigma^2 (R_n)}{(1+i)^{2n}} + \frac{2 \sigma (P_0) \sigma (R_1)}{(1+i)} + \frac{2 \sigma (P_0) \sigma (R_2)}{(1+i)^2} + \dots + =$$

$$\sigma^2 (VC) = \left[\sigma (P_0) + \frac{\sigma (R_1)}{(1+i)^1} + \frac{\sigma (R_2)}{(1+i)^2} + \dots + \frac{\sigma (R_n)}{(1+i)^n} \right]^2$$

c) **Una parte de los flujos están perfectamente correlacionados y otra parte es independiente.** Se aplican las dos fórmulas. $R_j = R_j' + R_j''$.

Una vez calculada la esperanza del valor capital y su varianza, la conducta racional del inversor será escoger entre inversiones de igual esperanza del valor capital, aquellas que tengan una varianza menor, y elegir entre las inversiones que tengan igual varianza, aquellas que tengan una esperanza de valor capital o tasa de retorno media mayor.

Comportamiento probabilístico del Valor Capital

En virtud del teorema central del límite, la suma de variables aleatorias independientes tiende a la distribución normal, cuando el número de sumandos tiende a infinito, si los sumandos son igual o más de 10 se considera normal.

Si suponemos que la variable VC sigue la ley de distribución normal, con $E(VC)$ y $\sigma(VC)$, esta se relaciona con la normal (0,1), si queremos calcular la probabilidad de que el VC sea positivo:

$$VC_t (\text{Valor Capital tipificado}) = \frac{VC - E(VC)}{\sigma(VC)}$$

$$P[VC \geq 0] = P\left[\frac{VC - E(VC)}{\sigma(VC)} \geq \frac{0 - E(VC)}{\sigma(VC)}\right] = P\left[VC_t \geq \frac{0 - E(VC)}{\sigma(VC)}\right]$$

Si no se conoce la ley de probabilidad del VC, se utiliza la desigualdad de Chebycheff:

Ejemplo de aplicación:

Una empresa esta estudiando el siguiente proyecto de inversión, cuyos datos se conocen en términos de probabilidad:

P_0	Prob	R_1	Prob	R_2	Prob	R_3	Prob
40.000	0,10	10.000	0,05	18.000	0,10	25.000	0,03
42.000	0,15	12.000	0,10	20.000	0,17	28.000	0,17
44.000	0,25	14.000	0,35	22.000	0,23	31.000	0,3
46.000	0,25	16.000	0,35	24.000	0,23	34.000	0,3
48.000	0,15	18.000	0,10	26.000	0,17	37.000	0,17
50.000	0,10	20.000	0,05	28.000	0,10	40.000	0,03

Se pide:

1- Calcular la esperanza del valor capital y r_m , siendo la tasa de actualización del 7 %.

2- Calcular la varianza del Valor capital, en los dos casos: flujos de caja independientes, y perfectamente correlacionados.

3- Calcular la probabilidad de que la inversión sea rentable, y la de que no lo sea:

Solución:

$$1- E (P_0) = 40.000 \cdot 0,1 + 42.000 \cdot 0,15 + \dots = 45.000$$

$$E (R_1) = 15.000$$

$$E (R_2) = 23.000$$

$$E (R_3) = 32.500$$

$$E (VC) = - 45.000 + \frac{15.000}{(1 + 0,07)} + \frac{23.000}{(1 + 0,07)^2} + \frac{32.500}{(1 + 0,07)^3} = 15.637,46 > 0, \text{ la inversión se aceptaría.}$$

$$r_m = 22,82 \% > 7\%.$$

$$2- \sigma^2 (P_0) = 8.200.000$$

$$\sigma^2 (R_1) = 5.000.000$$

$$\sigma^2 (R_2) = 8.520.000$$

$$\sigma^2 (R_3) = 11.610.000$$

$$\sigma^2 (VC) \text{ Independientes} = 26.803.925. \rightarrow \sigma (VC) = 5.177$$

$$\sigma (VC) \text{ correlacionados} = 10.284$$

En términos medios, la empresa va a incrementar sus ganancias en 15.637 u.m., pero este valor puede desviarse en 5.177.

3- La probabilidad de que el proyecto sea rentable:

$$P [VC \geq 0] = P \left[VC_i \geq \frac{0 - 15638}{5.177} \right] = P [VC_i \geq - 3,02] = P [VC_i \leq 3,02] = 0,998$$

$$\Rightarrow 99,8 \%$$

La probabilidad de que no sea rentable:

$$P [VC < 0] = 1 - P [VC \geq 0] = 0,002 \Rightarrow 0,2 \%$$

6.3. Otras formas de introducir el riesgo de las inversiones

- Ajuste de la tasa de descuento o tasa de actualización:

Una de las formas más sencillas de introducir el riesgo en los modelos clásicos de selección de inversiones, es ajustar el tipo de actualización. Hasta ahora, la "i" era el coste de capital, un tipo de actualización para inversiones sin riesgo; ahora al tratarse de proyectos con riesgo, la tasa de actualización la incrementaremos en función del riesgo de la inversión.

La tasa de actualización ajustada será $s = i + p$, donde i = tasa de descuento sin riesgo; y p = prima de riesgo.

$$VC = VAN = - P_0 + \frac{R_1}{(1+s)} + \frac{R_2}{(1+s)^2} + \dots + \frac{R_n}{(1+s)^n} = - P_0 + \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+s)^j}$$

Si se trata de la tasa interna de rendimiento, la “r” habrá que compararla no con “i”, sino con “s”, para ver si es o no conveniente llevar a cabo la inversión.

La dificultad principal de este criterio es calcular “p”, es algo subjetivo que dependerá de la apreciación personal del inversor.

- La reducción de los flujos de caja a condiciones de certeza

Este procedimiento consiste en ajustar en función del riesgo los flujos netos de caja esperados, utilizando unos coeficientes que hay que calcular previamente.

$$\alpha_j = R_j \text{ Cierto} / R_j \text{ incierto} \quad 0 > \alpha > 1$$

R_j Cierto = $\alpha_j \cdot R_j$ incierto, a partir de estos nuevos flujos de caja, se calcula el VC, con lo cual calculo el VC cierto o mínimo.

$$VAN = - P_0 + \sum_{j=1}^n \frac{\alpha_j R_j}{(1+i)^j}$$

Los α_j serán distintos para cada año, y la dificultad que tiene este criterio es la dificultad en calcular esos coeficientes.

- Análisis de sensibilidad de las decisiones de inversión por el método del VC y del TIR

Con este método se intenta calcular las variaciones que se pueden producir en las variables que definen la inversión (P_0 , R_j , i), de tal manera que la solución sea óptima, variación sólo en una de las variables, permaneciendo el resto de las variables constantes.

Lo vamos a estudiar con un ejemplo:

Una determinada inversión viene definida por los siguientes datos:

$$P_0 = -10 \quad R_1 = 6 \quad R_2 = 7$$

Estudiar en base al criterio del VAN y del TIR, la sensibilidad de la decisión óptima, supuestas unas variaciones en:

- 1- El coste inicial: P_0 .
- 2- Los distintos flujos de caja.
- 3- El coste de capital: i .

Se sabe que el coste de capital para esta empresa es del 10 %.

Solución:

$$VC (i = 10 \%) = 1,239 > 0$$

$$r = 18,89 \% > 10 \%$$

1- Sensibilidad ante variaciones en el desembolso. Buscamos el intervalo de variación del desembolso para el cual la inversión es rentable, es decir, el valor capital es positivo. Conforme aumenta el valor del desembolso, el VC y e TIR disminuyen, luego tenemos que calcular la cota máxima del desembolso, que será el valor de P_0 , para el cual la inversión es indiferente, es decir, el $VC = 0$.

$$- P_0 + \frac{6}{(1 + 0,1)} + \frac{7}{(1 + 0,1)^2} = 0;$$

$P_0 = 11,24$, por lo tanto la inversión propuesta es rentable para variaciones de P_0 comprendidas entre:

$$0 \leq P_0 \leq 11,24, \text{ manteniéndose el resto de variables constantes.}$$

2- Sensibilidad ante variaciones en los flujos de caja. Buscamos el intervalo de variación de los flujos de caja para el cual la inversión es rentable, es decir, el valor capital es positivo. Conforme disminuye el valor de los flujos de caja, el VC y e TIR disminuyen, luego tenemos que calcular la cota mínima de los flujos de caja, que será el valor de R_1 , para el cual la inversión es indiferente, es decir, el $VC = 0$.

$$- 10 + \frac{R_1}{(1 + 0,1)} + \frac{7}{(1 + 0,1)^2} = 0 ;$$

$R_1 = 4,637$, por lo tanto la inversión propuesta es rentable para variaciones de R_1 comprendidas entre:

$$+ 4,637 \leq R_1 \leq + \infty, \text{ manteniéndose el resto de variables constantes.}$$

$$- 10 + \frac{6}{(1 + 0,1)} + \frac{R_2}{(1 + 0,1)^2} = 0 ;$$

$R_2 = 5,5$ por lo tanto la inversión propuesta es rentable para variaciones de R_2 comprendidas entre:

$$+ 5,5 \leq R_2 \leq + \infty, \text{ manteniéndose el resto de variables constantes.}$$

3- Sensibilidad ante variaciones en el coste de capital "i".

La inversión es rentable siempre que el coste de capital se mantenga inferior al tanto interno de rendimiento: $0 \leq i \leq 18,89 \%$. La cota máxima del coste de capital es la tasa de rentabilidad del proyecto.

6.4. Comportamiento aleatorio de los flujos de caja

En la evaluación de las inversiones con riesgo, lo difícil en la práctica es especificar las probabilidades de los posibles flujos de caja. Nos vamos a encontrar en situaciones de incertidumbre.

El comportamiento de la variable aleatoria R_j puede ser distinta en cada momento del tiempo.

En la práctica se admiten leyes de probabilidad acerca de los flujos de caja, y son:

- Ley de distribución de probabilidad BETA.
- Ley de distribución de probabilidad TRIANGULAR.
- Ley de distribución de probabilidad RECTANGULAR O UNIFORME.

Para poder aplicar estas leyes la información de la que vamos a disponer es la siguiente:

- Flujo de caja pesimista: $R_j^p \Rightarrow$ el menor flujo de caja que puede generar la inversión en el período j en el peor de los casos.
- Flujo de caja mas probable: $R_j^m \Rightarrow$ el flujo de caja que puede generar la inversión en el período j de forma mas verosímil o probable.
- Flujo de caja optimista: $R_j^o \Rightarrow$ el mayor flujo de caja que puede generar la inversión en el período j en el mejor de los casos.

- Si R_j^r (el real) sigue una ley **BETA**

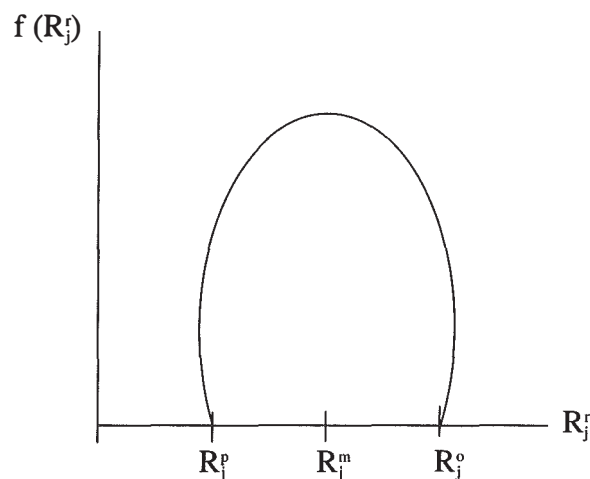
La función de densidad de probabilidad es:

$$f(R_j^r) = 0 \Rightarrow R_j^r \leq R_j^p$$

$$f(R_j^r) = \frac{(R_j^r - R_j^p)^\alpha \cdot (R_j^o - R_j^r)^\gamma}{(R_j^o - R_j^p)^{\alpha+\gamma+1} \cdot \beta (\alpha + 1, \gamma + 1)} \Rightarrow R_j^p \leq R_j^r \leq R_j^o$$

$$f(R_j^r) = 0 \Rightarrow R_j^r \geq R_j^o$$

Gráficamente, presenta forma acampanada, pero asimétrica:



La esperanza matemática y la varianza correspondientes a la distribución Beta son:

$$E(R_j) = \frac{R_j^p + (\alpha + \gamma) R_j^m + R_j^o}{\alpha + \gamma + 2}$$

$$\sigma^2(R_j) = (R_j^o - R_j^p)^2 \cdot \frac{(\alpha + 1)(\gamma + 1)}{(\alpha + \gamma + 2)^2 (\alpha + \gamma + 3)}$$

En la práctica, se suelen simplificar estas fórmulas, para ello se han supuesto las siguientes relaciones entre los parámetros:

$$\alpha + \gamma = 4$$

$$\frac{(\alpha + 1)(\gamma + 1)}{(\alpha + \gamma + 3)} = 1, \text{ y queda:}$$

$$E(R_j) = \frac{R_j^p + 4 R_j^m + R_j^o}{6}$$

$$\sigma^2(R_j) = \frac{(R_j^o - R_j^p)^2}{36}$$

Tales simplificaciones llevan generalmente a subestimar la varianza, por lo que los resultados obtenidos son optimistas.

b) Si R_j^r (el real) sigue una **ley TRIANGULAR**.

En la práctica, si no hacemos simplificaciones, es muy difícil trabajar con la distribución beta, por la dificultad de estimar los parámetros α y γ ; por ello, para no hacer simplificaciones, se utiliza la distribución triangular.

Su función de densidad es la siguiente:

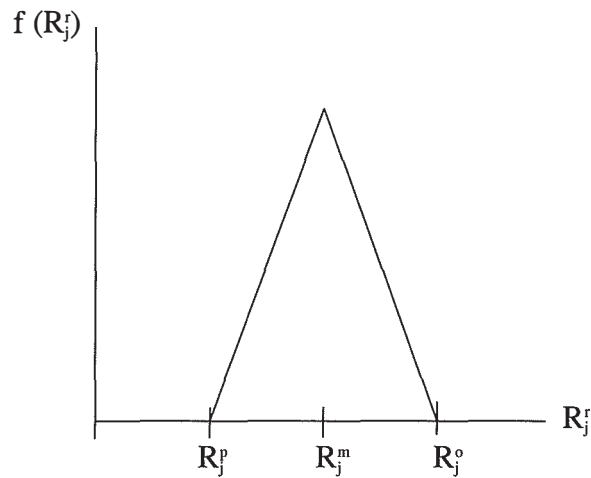
$$f(R_j) = 0 \Rightarrow R_j \leq R_j^p$$

$$f(R_j) = \frac{(R_j^r - R_j^p) \cdot 2}{(R_j^m - R_j^p) \cdot (R_j^o - R_j^p)} \Rightarrow R_j^p \leq R_j \leq R_j^m$$

$$f(R_j) = \frac{(R_j^r - R_j^o) \cdot 2}{(R_j^m - R_j^o) \cdot (R_j^o - R_j^p)} \Rightarrow R_j^m \leq R_j \leq R_j^o$$

$$f(R_j) = 0 \Rightarrow R_j \geq R_j^o$$

Gráficamente:



Puede ser asimétrica hacia la derecha, hacia la izquierda, y simétrica.

La esperanza matemática y la varianza en la distribución triangular son:

$$E(R_j) = \frac{R_j^p + R_j^m + R_j^o}{3}$$

$$\sigma^2(R_j) = \frac{(R_j^o - R_j^p)^2 - (R_j^m - R_j^p)(R_j^o - R_j^m)}{18}$$

c) Si \$R_j\$ (el real) sigue una **ley RECTANGULAR O UNIFORME**.

En algunos casos, solo es posible estimar los valores extremos de los flujos de caja, pero el valor más probable. En esta situación se utiliza la distribución rectangular o uniforme.

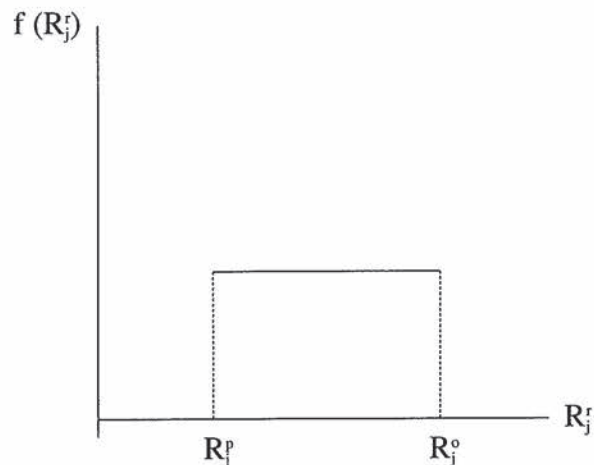
Su función de densidad es:

$$f(R_j) = 0 \Rightarrow R_j \leq R_j^p$$

$$f(R_j) = \frac{1}{(R_j^o - R_j^p)} \Rightarrow R_j^p \leq R_j \leq R_j^o$$

$$f(R_j) = 0 \Rightarrow R_j \geq R_j^o$$

Su representación gráfica es:



La esperanza y la varianza son:

$$E(R_j) = \frac{R_j^p + R_j^o}{2}$$

$$\sigma^2(R_j) = \frac{(R_j^o - R_j^p)^2}{12}$$

Ejercicio de aplicación:

- PAMPLINSA es una empresa productora y distribuidora de distintos tipos de papel de diversos usos. Su departamento de investigación y desarrollo ha presentado a la dirección un proyecto de papel de triple capa, cuya denominación inicial es TRIPLEHIGIEN, para cuya fabricación se requiere un desembolso inicial de 700 millones de u.m. Tras diversos estudios, la dirección de la empresa considera que los flujos de caja de los tres años que se estima que duraría el proyecto siguen las siguientes distribuciones con los valores que se indican en la siguiente tabla (valores en millones de u.m.).

Año	Distribución	Pesimista	Más probable	Optimista
Primero	Beta	100	200	300
Segundo	Triangular	400	600	900
Tercero	Rectangular	50	-	300

Se desea determinar la esperanza del valor actual neto de este proyecto y su coeficiente de variación, suponiendo que el tipo de descuento adecuado a ese análisis es del 10 % y que los flujos de caja son independiente entre sí.

Solución:

El flujo de caja R_1 , sigue una ley Beta, su esperanza y varianza serán:

$$E(R_1) = \frac{100 + 4 \cdot 200 + 300}{6} = 200 \text{ millones de u.m.}$$

$$\sigma^2(R_1) = \frac{(300 - 100)^2}{36} = 1.111,11$$

El flujo de caja R_2 , sigue una ley Triangular, su esperanza y varianza serán:

$$E(R_2) = \frac{100 + 600 + 900}{3} = 633,33 \text{ millones de u.m.}$$

$$\sigma^2(R_2) = \frac{(900 - 400)^2 - (600 - 400) \cdot (900 - 600)}{18} = 10.555,56$$

El flujo de caja R_3 , sigue una ley Rectangular, su esperanza y varianza serán:

$$E(R_3) = \frac{50 + 300}{2} = 175 \text{ millones de u.m.}$$

$$\sigma^2(R_3) = \frac{(300 - 50)^2}{12} = 5.208,33$$

Por tanto el VAN esperado será:

$$E(\text{VAN}) = -700 + \frac{200}{1,1} + \frac{633,33}{1,1^2} + \frac{175}{1,1^3} = 136,71 \text{ millones de u.m.}$$

Cuando los flujos son independientes entre sí, la covarianza entre ellos vale cero. Por consiguiente, en este caso como, además, el desembolso inicial es conocido con certeza:

$$\sigma^2(\text{VAN}) = \sum_{j=1}^3 \frac{\sigma^2(R_j)}{(1,1)^{2j}} = \frac{1.111,11}{1,1^2} + \frac{10.555,56}{1,1^4} + \frac{5.208,33}{1,1^6} = 11.067,83$$

$$\sigma(\text{VAN}) = 105,2 \text{ millones de u.m.}$$

El coeficiente de variación será:

$$CV(\text{VAN}) = \frac{\sigma(\text{VAN})}{E(\text{VAN})} = \frac{105,20}{136,71} = 0,77$$

En este proyecto, a cada unidad de Van esperado le corresponden 0,77 de riesgo. Depende de la aversión al riesgo del decisor el que decida o no acometer la realización del proyecto.

EJERCICIOS DE APLICACIÓN

1.- Una empresa quiere renovar su equipo industrial, para ello tiene que invertir 5.000.000 de u.m., y los flujos de caja incrementales son los siguientes:

R_j	Probabilidades		
Años	1	2	3
1.000.000	10	20	30
2.000.000	20	30	40
3.000.000	30	40	20
4.000.000	40	10	10

Se pide:

- Calcular el VC más probable, siendo los flujos de caja independientes.
- Calcular la desviación típica del valor capital.
- Lo mismo, si el coeficiente de correlación entre los flujos es igual a la unidad.
- Suponiendo que el VC sigue una ley normal, calcular la probabilidad de que el proyecto sea rentable.

Se sabe que la tasa de actualización es del 7 %.

2.- Una determinada inversión viene definida por los siguientes datos:

$$P_0 = -100, R_1 = 20, R_2 = 50, R_3 = 80$$

Supuesto un coste de capital del 6 %, estudiar en base a los criterios del Valor Capital y del TIR la sensibilidad de la decisión óptima, supuestas unas variaciones en:

- 1- El desembolso inicial
- 2- Los distintos flujos de caja.
- 3- La tasa de actualización.

3.- Una empresa decide emplear su actual disponibilidad en el fondo de amortización de un determinado activo, 20.000 u.m., en la compra de valores de la deuda pública, títulos de valores nominales 1.000 u.m. y rentabilidad neta anual del 8 %.

La citada inversión durará dos años ya que, al término de los mismos, debe renovarse el activo en cuestión. El coste medio de capital es del 10 %.

En base al criterio del Valor Capital, se desea conocer, de forma que la inversión sea rentable:

- 1- Entre qué cantidades puede fluctuar el precio real de compra de los títulos anteriores, supuesto un precio de venta igual al valor nominal.

- 2- Entre qué cantidades puede fluctuar el precio real de venta de los títulos anteriores, supuesto un precio de compra igual al valor nominal.
- 3- Entre qué cantidades puede fluctuar el coste de capital de la empresa tratada, si coincide el valor nominal con el precio de compra y venta.
- 4- La sensibilidad ante cambios en el rendimiento de los títulos.
- 5- La sensibilidad ante variaciones en el número de títulos comprados.

Se despreciarán los efectos impositivos y los gastos de compra-venta de los títulos.

- 4.- La empresa Gutiérrez Calderón, S.A., desea evaluar una futura inversión de ampliación de activo fijo actual, por una cuantía de 100 u.m., de las que 90 u.m. son amortizables y el resto consideradas como gasto del ejercicio.

El sistema de amortización a seguir por la empresa es uno lineal, durante los dos años que se estima durará la citada inversión y considerando un valor residual de 10 u.m. Por lo que respecta al sistema fiscal, reside en un coeficiente máximo del 40 % y otro mínimo de 5 años, sobre el valor contable inicial de los activos amortizables.

En la siguiente tabla se recogen las estimaciones dadas por un experto sobre los futuros flujos de caja antes de impuestos y el valor de venta de los activos.

	R_1	R_2	VR
Optimista	110	90	30
Más probable	80	-	-
Pesimista	50	50	10

Sabiendo que la tasa del impuesto de sociedades asciende al 30 %, y que la tasa de actualización es del 10 %, determine en el supuesto de estar perfectamente correlacionados los flujos de caja entre ellos y con el valor residual:

- 1- Rentabilidad absoluta y su riesgo asociado.
- 2- Una cota para la rentabilidad del proyecto.
- 3- Supuesto que se cumplen las hipótesis necesarias para el Teorema Central del Limite, calcule la probabilidad de que la inversión propuesta sea rentable.

TEMA 7

Las decisiones de inversión secuenciales

7.1. Introducción

Hasta ahora hemos considerado que los distintos proyectos de inversión eran independientes, y que se aceptaban o no según que el valor capital o su esperanza matemática fuera positivo o negativo, al comienzo del período de planificación del horizonte económico. Una vez que se adopta la decisión de inversión, ya no se vuelve a hacer nada y las decisiones de inversión se consideran independientes unas de otras y también independientes del tiempo. Sin embargo en la práctica, las decisiones de inversión se contemplan dentro de un período de planificación amplio y no solo al comienzo del mismo y estas decisiones suelen estar enlazadas en el tiempo, es decir, una decisión de inversión en un momento concreto del tiempo, condiciona las decisiones de inversión futuras, y ella está condicionada por las decisiones que se hayan adoptado con anterioridad. En estos casos se habla de inversiones secuenciales.

Existen dos técnicas a la hora de trabajar con inversiones secuenciales:

- Análisis Bayesiano.
- Árboles de decisión.

7.2. Análisis Bayesiano

Se basa en el Teorema de Bayes, y se aplica a problemas específicos. Se utiliza cuando las decisiones de inversión no se adoptan de forma aislada, por ello, en el transcurso del proceso de decisión puede surgir nueva información que aconseje rectificar la política o decisión inicialmente tomada. El problema que tenemos es el de comparar la información a priori o subjetiva con la información experimental u objetiva. El teorema de Bayes nos resuelve esto. Haciendo uso de las probabilidades de partida y de la información adicional, este teorema nos permite obtener las probabilidades revisadas o a posteriori.

El teorema de Bayes se enuncia:

Sea un espacio muestral sobre el que se distribuyen “n” sucesos A_i ($i = 1, 2, \dots, n$) y de los cuales se conocen sus probabilidades $P(A_i)$ de ocurrencia. En el supuesto adicional de que exista otro suceso H , perteneciente al mismo espacio muestral, del que se conocen sus probabilidades condicionadas $P(H / A_i)$, es decir, las probabilidades de ocurrencia del suceso H , en el supuesto de haberse dado A_i , el teorema de Bayes nos permite determinar las probabilidades $P(A_i / H)$.

$$P(A_i / H) = \frac{P(A_i) \cdot P(H / A_i)}{P(H)} = \frac{P(A_i) \cdot P(H / A_i)}{\sum_{i=1}^n P(A_i) \cdot P(H / A_i)}$$

Los valores $P(A_i)$ son las probabilidades a priori.

Los valores $P(A_i / H)$ son las probabilidades a posteriori o revisadas.

Con el teorema de Bayes, partiendo de las probabilidades a priori, la fórmula de Bayes incorpora la información suplementaria derivada de las $P(H / A_i)$, para dar como resultado las probabilidades a posteriori o revisadas $P(A_i / H)$.

Ejemplo de aplicación:

Un fabricante de automóviles está estudiando la conveniencia de lanzar al mercado un nuevo modelo, cuya vida comercial estima en 20 años. La inversión puede financiarse mediante las siguientes fuentes de financiación mutuamente excluyentes: préstamo exterior, crédito oficial, o una emisión de obligaciones al 7 % de interés nominal.

Para cada uno de estos casos y en función de que la demanda anual sea baja, media o alta, las ganancias medias esperadas al año son:

Demanda	Baja	Media	Alta
Probabilidades a priori	30 %	50%	20 %
Préstamo exterior	-	100	500
Crédito oficial	-100	-	600
Emisión de obligaciones	-200	200	800

La experiencia del fabricante le indica que el fenómeno fundamental para que se de un tipo u otro de demanda es la presencia de su modelo en una exposición anual en París. Se estiman las probabilidades de que habiéndose obtenido para un modelo determinado y en cierto año, una determinada demanda, el modelo haya sido presentado en la exposición de París, ese mismo año:

$$P(\text{Asistir a París} / \text{Demanda baja}) = 10 \%$$

$$P(\text{Asistir a París} / \text{Demanda media}) = 20 \%$$

$$P(\text{Asistir a París} / \text{Demanda alta}) = 50 \%$$

Supuesto que el empresario decida asistir a la exposición anual en París, se pide:

- 1. Decisión óptima con las probabilidades a priori.
- 2. Gasto máximo en información.
- 3. Cálculo, mediante el teorema de Bayes, de las probabilidades revisadas.
- 4. Decisión óptima con las probabilidades revisadas.

Solución:

- 1- Vamos a suponer que las probabilidades de la tabla son las probabilidades a priori y son subjetivas. La estrategia óptima vendrá determinada por la maximización de la esperanza matemática de ganancia, o por el cálculo del Valor Monetario esperado de cada estrategia, que es:

$$\text{VME (préstamo exterior)} = 0,3 \cdot 0 + 0,5 \cdot 100 + 0,2 \cdot 500 = 150$$

$$\text{VME (crédito oficial)} = 0,3 \cdot (-100) + 0,5 \cdot 0 + 0,2 \cdot 600 = 90$$

$$\text{VME (emisión de obligaciones)} = 0,3 \cdot (-200) + 0,5 \cdot 200 + 0,2 \cdot 800 = 200$$

La decisión óptima será financiar el modelo con una emisión de obligaciones, consiguiéndose una ganancia media anual de 200 u.m.

- 2- El cálculo del gasto máximo en información se realiza mediante la comparación de la máxima ganancia que se conseguiría si dispusiéramos de información perfecta, y la ganancia media máxima en el caso de no disponer de información perfecta, es decir, con la información disponible, sólo sabemos la ganancia máxima con información imperfecta, y que es de 20 u.m., con lo cual hasta que no calculemos la otra ganancia no podremos calcular el gasto máximo en información.
- 3- La formula de Bayes permite revisar las probabilidades a priori, a la luz de la nueva información disponible, en nuestro caso el suceso H es asistir o no a la exposición de París.

Sabiendo las probabilidades condicionadas:

$$P (AP / DB) = 10 \%$$

$$P (AP / DM) = 20 \%$$

$P (AP / DA) = 50 \%$, vamos a calcular las probabilidades revisadas $P (DB / AP)$, $P (DM / AP)$, y $P (DA / AP)$.

$$P (DB / AP) = \frac{P (DB) \cdot P (AP / DB)}{P (DB) \cdot P (AP / DB) + P (DM) \cdot P (AP / DM) + P (DA) \cdot P (AP / DA)} =$$

$$= \frac{0,3 \cdot 0,1}{0,3 \cdot 0,1 + 0,5 \cdot 0,2 + 0,2 \cdot 0,5} = 0,132$$

$$P (DM / AP) = \frac{0,5 \cdot 0,2}{0,3 \cdot 0,1 + 0,5 \cdot 0,2 + 0,2 \cdot 0,5} = 0,434$$

$$P (DA / AP) = \frac{0,5 \cdot 0,2}{0,3 \cdot 0,1 + 0,5 \cdot 0,2 + 0,2 \cdot 0,5} = 0,434$$

La decisión óptima será ahora:

$$VME (PE) = 0,132 \cdot 0 + 0,434 \cdot 100 + 0,434 \cdot 500 = 260,4$$

$$VME (CO) = 0,132 \cdot (-100) + 0,434 \cdot 0 + 0,434 \cdot 600 = 247,2$$

$$VME (EO) = 0,132 \cdot (-200) + 0,434 \cdot 200 + 0,434 \cdot 800 = 407,6$$

La decisión es la misma, emisión de obligaciones, pero el Valor monetario esperado es mayor: 407,6, luego merece la pena llevar el coche a la exposición de París.

Ahora sí podemos calcular el gasto máximo en información, que será igual a:

$$VME (\text{probabilidades revisadas}) - VME (\text{probabilidades a priori}) = 407,6 - 200 = 207,6.$$

Dependiendo de lo que cueste llevar el coche a la exposición, decidiremos llevarlo o no.

7.3. Árboles de decisión


Los árboles de decisión son un tipo particular de grafos o redes. El grafo se define como un conjunto de elementos relacionados de algún modo. En todo grafo existen dos elementos: 1º los nudos o vértices, que es cuando existen elementos de base en la realidad que se estudia y 2º los arcos y flechas, que unen los nudos, y expresan las relaciones existentes entre los elementos básicos.

Un árbol es una red o grafo conexo y sin ciclos; si en el árbol suprimimos un arco cualquiera, deja de ser un grafo.

En los árboles de decisión, hay que distinguir dos clases de elementos.

1- Los arcos o ramas; que se representan por una flecha que une dos nudos.

2- Los nudos o vértices, que pueden ser decisionales o aleatorios.

Un **nudo de decisión** es el origen de varias ramas que se corresponden con las decisiones que puede tomar el decisor, y se representa por un cuadrado: 

Un **nudo aleatorio** es el origen de varias ramas que se corresponden con estados del entorno económico, y se representa por un círculo: 

A los árboles de decisión también se les llama diagramas de flujos, porque a través de sus ramas fluyen corrientes de cobros y pagos asociadas a las posibles decisiones del inversor.

Hay que tener en cuenta que los árboles de decisión es un método formal de resolución de problemas de decisión, pero no aporta ningún contenido.

Cuando aplicamos la técnica de los árboles de decisión, es para situaciones en que el problema consiste en determinar la decisión óptima o sucesión de decisiones óptimas que la empresa debe adoptar a lo largo del período de planificación.

Es un método formal, que permite calcular la decisión óptima, pero usando el método de la maximización de la esperanza matemática del VC. El árbol de decisión en si mismo no nos permite calcular el riesgo de la inversión, este se analiza aparte.

Se utilizan en las inversiones secuenciales con riesgo, cuando el horizonte temporal es amplio y las decisiones no sólo se toman en el momento inicial, sino también posteriormente; y estas decisiones están condicionadas por las decisiones tomadas inicialmente:

Encima de cada nudo, sea decisional o aleatorio, figura el valor teórico o esperanza matemática del mismo.

Si se trata de un nudo aleatorio, su valor se obtiene sumando los productos que resultan de multiplicar los valores que figuran en los extremos de las ramas, que parten del nudo en cuestión, por las probabilidades que aparecen encima de sus ramas.

Si se trata de un nudo decisional, al estar maximizando, el valor del nudo se obtiene tomando el mayor de los valores que aparecen en el extremo de las ramas, que parten del nudo decisional correspondiente. El valor del nudo decisional es una esperanza matemática, pero la que corresponde a la mejor decisión.

EJERCICIOS DE APLICACIÓN

1.- Un empresario se plantea el problema de elegir entre dos alternativas de producción, que designaremos como producción grande y producción pequeña. La decisión debe ser mantenida durante los dos próximos años, en cada uno de los cuáles podrían darse dos posibles estados del mercado: demanda baja o demanda alta. La probabilidad de que se de una demanda baja durante el primer año es del 30 %. Por otra parte, la probabilidad de que en el segundo año se mantenga el mismo estado de la demanda que en el primero es del 75 %.

Los desembolsos iniciales son de 30 y 10 millones de u.m., respectivamente, para la producción grande y pequeña. Los flujos netos de caja (en millones de u.m.) al final de cada año en las cuatro combinaciones posibles son:

		Demanda	
		Alta	Baja
Producción	Grande	100	-50
	Pequeña	10	35

Se pide :

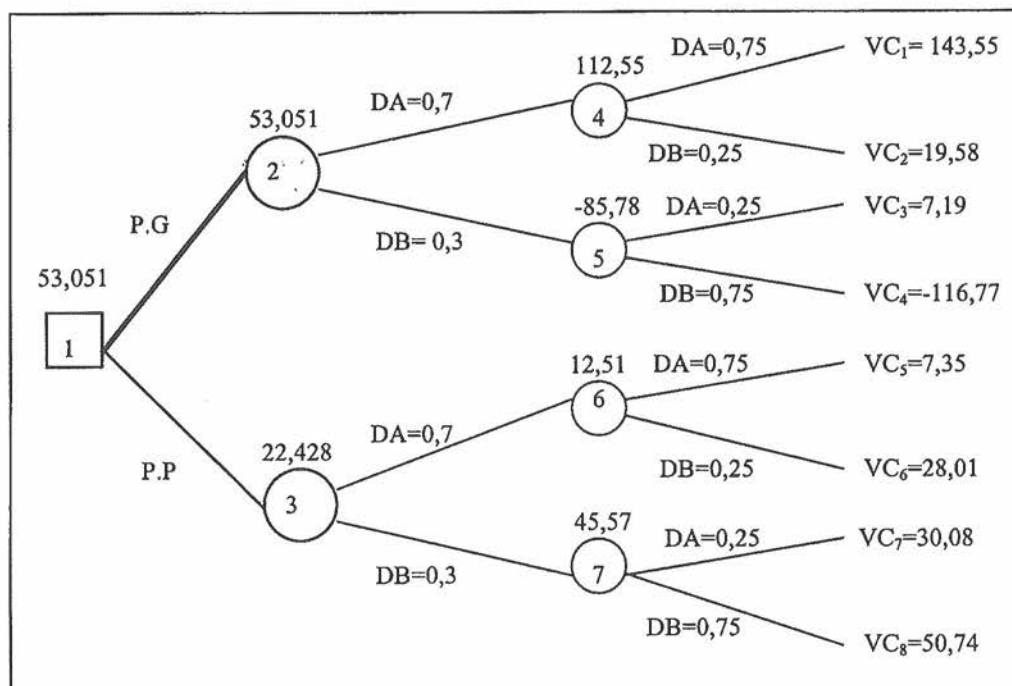
1- Determinar su decisión óptima por el criterio del VAN esperado con un tipo de descuento del 10 %.

2- Comentar la decisión anterior si se introduce el análisis del riesgo en el estudio de las posibles decisiones a tomar.

Solución:

Los pasos a seguir para la resolución de este tipo de problemas son:

- 1- Dibujar el árbol de decisión.
- 2- Asignar las probabilidades.



3- Calcular los VC de cada uno de los caminos.

4- Calcular el valor de los nudos aleatorios y decisionales, trabajando de atrás hacia delante, hasta llegar al nudo decisional 1, que proporciona la decisión óptima.

$$VC_1 = -30 + \frac{100}{(1,1)} + \frac{100}{(1,1)^2} = 143,55$$

$$VC_2 = -30 + \frac{100}{(1,1)} + \frac{-50}{(1,1)^2} = 19,58$$

$$VC_3 = -30 + \frac{-50}{(1,1)} + \frac{100}{(1,1)^2} = 7,19$$

$$VC_4 = -30 + \frac{-50}{(1,1)} + \frac{-50}{(1,1)^2} = -116,77$$

$$VC_5 = -10 + \frac{10}{(1,1)} + \frac{10}{(1,1)^2} = 7,35$$

$$VC_6 = -10 + \frac{10}{(1,1)} + \frac{35}{(1,1)^2} = 28,01$$

$$VC_7 = -10 + \frac{35}{(1,1)} + \frac{10}{(1,1)^2} = 30,08$$

$$VC_8 = -10 + \frac{35}{(1,1)} + \frac{35}{(1,1)^2} = 50,74$$

Según el árbol de decisión, la solución óptima es construir producción grande, con una esperanza de ganancia de 53,051, contra construir producción pequeña, que tiene un esperanza de ganancia de 22,428.

Análisis del riesgo: calculo de la varianza del VC, de las dos posibles decisiones:

1- Producción grande: 4 posibilidades o caminos.

Camino	Nudos	VC	Probabilidad
1	2-4	143,55	$0,7 \cdot 0,75 = 0,525$
2	2-4	19,58	$0,7 \cdot 0,25 = 0,175$
3	2-5	7,19	$0,3 \cdot 0,25 = 0,075$
4	2-5	-116,77	$0,3 \cdot 0,75 = 0,225$

$E(VAN) = 53,051$ (Valor que aparece en el árbol, y que también se puede obtener multiplicando cada VC por su probabilidad).

$$\sigma^2(VAN) = (143,55 - 53,051)^2 \cdot 0,525 + (19,58 - 53,051)^2 \cdot 0,175 + (7,19 - 53,051)^2 \cdot 0,075 + (-116,77 - 53,051)^2 \cdot 0,225 = 11.142,38$$

$$\sigma(VAN) = 105,5575$$

La probabilidad de que el valor capital sea negativo, se ve muy clara y será un 22,5%.

$$P(VC < 0) = 22,5 \%$$

También es interesante calcular el coeficiente de variación, que relaciona el riesgo con la esperanza de ganancia:

$$C_v = \frac{105,55}{53,051} = 1,99 \text{ (es el riesgo asociado a cada unidad de ganancia, y que en este caso es altísimo).}$$

2- Producción pequeña: 4 posibilidades o caminos.

Camino	Nudos	VC	Probabilidad
5	3-6	7,35	$0,7 \cdot 0,75 = 0,525$
6	3-6	28,01	$0,7 \cdot 0,25 = 0,175$
7	3-7	30,08	$0,3 \cdot 0,25 = 0,075$
8	3-7	50,74	$0,3 \cdot 0,75 = 0,225$

E (VAN) = 22,43 (Valor que aparece en el árbol, y que también se puede obtener multiplicando cada VC por su probabilidad).

$$\sigma^2 (\text{VAN}) = (7,35 - 22,43)^2 \cdot 0,525 + (28,01 - 22,43)^2 \cdot 0,175 + (30,08 - 22,43)^2 \cdot 0,075 + (50,74 - 22,43)^2 \cdot 0,225 = 309,74$$

$$\sigma (\text{VAN}) = 17,59$$

La probabilidad de que el valor capital sea negativo, se ve muy clara y será cero, los cuatro posibles valores capitales son positivos.

$$P (\text{VC} < 0) = 0$$

También es interesante calcular el coeficiente de variación, que relaciona el riesgo con la esperanza de ganancia:

$$C_v = \frac{17,59}{22,43} = 0,78 \text{ (es el riesgo asociado a cada unidad de ganancia, y que en este caso es bastante aceptable).}$$

Como conclusión diremos, que desde el punto de vista de maximización del VC medio es mejor producción grande, pero desde el punto de vista de minimización del riesgo es mejor producción pequeña; dependerá de la propensión o aversión al riesgo que tenga el inversor el elegir una u otra opción.

2.- Una importante empresa que elabora el producto X, desea penetrar en un nuevo mercado. En virtud de la información disponible en el Servicio de Investigación Comercial de esta empresa se tiene la certeza de que, como mínimo, la demanda anual del producto X va a sobrepasar las 20.000 unidades y no excederá nunca de 200.000. Sin embargo, una demanda anual, comprendida entre 20.000 y 100.000 u. de producto se considerará como baja, mientras que una demanda anual comprendida entre 100.000 y 200.000 u. será considerada como alta. En un principio,

dicha empresa tiene dos opciones: A) Construir una fábrica con una capacidad suficiente para hacer frente a una demanda alta (en lo sucesivo diremos: construir fábrica grande), y B) Construir una fábrica con una capacidad suficiente para hacer frente a una demanda baja (en lo sucesivo diremos : construir fábrica pequeña). Si se adopta la alternativa A) y la demanda es baja, habrá que soportar unos importantes costes de inactividad.

Por el contrario, si se adopta la alternativa B) y la demanda es alta, la empresa perderá la oportunidad de obtener unos mayores beneficios, y, además, correrá el riesgo de ser eliminada del mercado por su falta de competitividad si se introduce allí otra empresa con una fábrica mayor de capacidad.

La alternativa B) (construir fábrica pequeña), dadas las características tecnológicas del sector, presenta una ventaja adicional, y es que si se observa con el transcurso del tiempo que la demanda tiende a ser alta, la fabrica puede ser ampliada; mientras que, por el contrario, una fabrica grande no puede transformarse en una fábrica pequeña, tendría que desmantelarse y construir otra nueva, con lo cual la inversión inicial se perdería prácticamente en su totalidad.

Dadas la características de vida del producto en cuestión, el Servicio de Investigación Comercial de la empresa considera conveniente tomar un horizonte económico o período de planificación de seis años, dividido en tres subperíodos de dos años. Se estima también que un subperíodo de dos años es el tiempo mínimo y suficiente para observar el comportamiento de la demanda y rectificar, si procede, la decisión anterior.

En virtud de los estudios económicos hechos al respecto se sabe que:

- Construir una fábrica grande cuesta diez millones de u.m.
- Construir una fábrica pequeña cuesta cuatro millones de u.m.
- Ampliar la fábrica pequeña cuesta ocho millones de u.m.

Se sabe también que si la demanda es alta y se dispone de fabrica grande (o fabrica pequeña pero ya ampliada), se podrá ganar cada año cuatro millones de u.m. En cambio, si la demanda es baja, tanto si se dispone de una fábrica grande o pequeña, solo se podrá ganar un millón de u.m. por año.

En virtud de la información disponible, se estima que la probabilidad de que la demanda sea alta el próximo subperíodo de dos años es del 10 %, y por lo tanto, la probabilidad de que sea baja ese mismo subperíodo será igual al 90 %. De igual modo, se estima que si la demanda es alta en un subperíodo, la probabilidad de que siga siendo alta en el subperíodo siguiente es del 70 % y 30 % de que sea baja; mientras que si la demanda es baja en un subperíodo, existe la misma probabilidad de que la demanda sea alta o baja en el subperíodo siguiente.

Un tipo de actualización o descuento del 7 % se considera aceptable en este problema concreto.

Solución:

Si en el momento inicial se adopta la decisión de construir fabrica grande, ya no cabe adoptar ninguna otra decisión a lo largo de todo el período de planificación.

Si en el momento inicial se adopta construir fabrica pequeña, y la demanda es alta, al final de los subperíodos de dos años, se planteara si conviene o no ampliar la fábrica. Si se amplía al final del segundo subperíodo, ya no se podrá ampliar. Al final del tercer subperíodo, al ser el final del horizonte económico tampoco cabe adoptar ninguna decisión, cualesquiera que hayan sido las decisiones anteriores y el nivel de demanda.

El árbol tiene 24 posibles caminos o sucesiones de ramas, el VC de los caminos será:

$$VC_1 = -10 + 4 \cdot a_{6|7\%} = 9.066.146$$

$$VC_2 = -10 + 4 \cdot a_{4|7\%} + \frac{1}{(1+0,07)^5} + \frac{1}{(1+0,07)^6} = 4.928.164$$

$$VC_3 = -10 + 4 \cdot a_{2|7\%} + \frac{1}{(1+0,07)^3} + \frac{1}{(1+0,07)^4} + \frac{4}{(1+0,07)^5} + \frac{4}{(1+0,07)^6} = 4.328.572$$

$$VC_4 = -10 + 4 \cdot a_{2|7\%} + 1 \cdot a_{4|7\%} \cdot \frac{1}{(1+0,07)^2} = 190.588$$

$$VC_5 = -10 + 1 \cdot a_{2|7\%} + 4 \cdot a_{4|7\%} \cdot \frac{1}{(1+0,07)^2} = 3.642.097$$

$$VC_6 = -10 + 1 \cdot a_{2|7\%} + \frac{4}{(1+0,07)^3} + \frac{4}{(1+0,07)^4} + \frac{1}{(1+0,07)^5} + \frac{1}{(1+0,07)^6} = -498.887$$

$$VC_7 = -10 + 1 \cdot a_{4|7\%} + \frac{4}{(1+0,07)^5} + \frac{4}{(1+0,07)^6} = -1.095.479$$

$$VC_8 = -10 + 1 \cdot a_{6|7\%} = -5.233.461$$

$$VC_9 = -4 + 1 \cdot a_{2|7\%} + \frac{-8}{(1+0,07)^2} + \frac{4}{(1+0,07)^3} + \frac{4}{(1+0,07)^4} + \frac{4}{(1+0,07)^5} + \frac{4}{(1+0,07)^6} = 2.654.593$$

$$VC_{10} = -4 + 1 \cdot a_{2|7\%} + \frac{-8}{(1+0,07)^2} + \frac{4}{(1+0,07)^3} + \frac{4}{(1+0,07)^4} + \frac{1}{(1+0,07)^5} + \frac{1}{(1+0,07)^6} = -1.483.391$$

$$VC_{11} = -4 + 1 \cdot a_{2|7\%} + \frac{-8}{(1+0,07)^2} + \frac{1}{(1+0,07)^3} + \frac{1}{(1+0,07)^4} + \frac{4}{(1+0,07)^5} + \frac{4}{(1+0,07)^6} = -2.082.983$$

$$VC_{12} = -4 + 1 \cdot a_{2|7\%} + \frac{-8}{(1+0,07)^2} + \frac{1}{(1+0,07)^3} + \frac{1}{(1+0,07)^4} + \frac{1}{(1+0,07)^5} + \frac{1}{(1+0,07)^6} = -6.220.965$$

$$VC_{13} = -4 + 1 \cdot a_{2|7\%} + \frac{1}{(1+0,07)^3} + \frac{1}{(1+0,07)^4} + \frac{-8}{(1+0,07)^4} + \frac{4}{(1+0,07)^5} + \frac{4}{(1+0,07)^6} = -1.198.639$$

$$VC_{14} = -4 + 1 \cdot a_{2|7\%} + \frac{1}{(1+0,07)^3} + \frac{1}{(1+0,07)^4} + \frac{-8}{(1+0,07)^4} + \frac{1}{(1+0,07)^5} + \frac{1}{(1+0,07)^6} = -5.336.621$$

$$VC_{15} = -4 + 1 \cdot a_{6|7\%} = VC_{16} = VC_{17} = VC_{18} = 766.539$$

$$VC_{19} = -4 + 1 \cdot a_{4|7\%} + \frac{-8}{(1+0,07)^4} + \frac{4}{(1+0,07)^5} + \frac{4}{(1+0,07)^6} = -1.198.639$$

$$VC_{20} = -4 + 1 \cdot a_{4|7\%} + \frac{-8}{(1+0,07)^4} + \frac{1}{(1+0,07)^5} + \frac{1}{(1+0,07)^6} = -5.336.621$$

$$VC_{21} = -4 + 1 \cdot a_{6|7\%} = VC_{22} = VC_{23} = VC_{24} = 766.539$$

Una vez calculados los VC de cada camino, calculamos el valor de los distintos nudos aleatorios y decisionales, de atrás hacia delante, hasta llegar al nudo 1, que me determina la decisión óptima desde el punto de vista de maximización del VC medio, y que en nuestro caso es: Construir fábrica pequeña, y aunque la demanda sea alta en cualquier subperíodo no ampliar, con lo que ganaríamos en términos medios: 766.539 u.m.

Otra información adicional que podemos obtener del árbol es, por ejemplo, la esperanza de ganancia de otras decisiones que se podían haber tomado, y se han rechazado:

E (VC), de construir fábrica grande = 271.824 (valor del nudo aleatorio 11), la cual se ha rechazado al final, al ser el VC menor que el de la decisión óptima.

E (VC), Construir fábrica pequeña, si la demanda es alta en el primer subperíodo, ampliar, y si es baja en el primero y alta en el segundo, no ampliar; este valor no está reflejado en el árbol, porque es una decisión que se ha rechazado por el camino, pero se puede calcular fácilmente, sustituyendo el valor del nudo decisional 23 por (-256.352), y volviendo a calcular el valor del nudo 12, que sería:

$-256.352 \cdot 0,10 + 766.539 \cdot 0,9 = 664.249,9$; resultado que nos indica que desde el punto de vista de la maximización de la esperanza es mejor construir fábrica pequeña y ampliar, que, por ejemplo, construir fábrica grande.

Análisis del riesgo:

En este ejercicio es algo complicado calcular el riesgo de todas las decisiones posibles ya que hay una combinación de decisiones muy extensa.

Primero saber, que a cada posible decisión le corresponden 8 caminos u ocho posibles VC, a consecuencia de los posibles estados de la demanda; por lo tanto vamos a comentar algunas de ellas y sus caminos asociados:

- Construir fábrica grande E (VC) = 271.824

Caminos	VC	Probabilidades
1	9.066.156	$0,10 \cdot 0,70 \cdot 0,70 = 0,049$
2	4.928.164	$0,10 \cdot 0,70 \cdot 0,30 = 0,021$
3	4.328.572	$0,10 \cdot 0,30 \cdot 0,50 = 0,015$
4	190.588	$0,10 \cdot 0,30 \cdot 0,50 = 0,015$
5	3.642.097	$0,90 \cdot 0,50 \cdot 0,70 = 0,315$
6	- 495.887	$0,90 \cdot 0,50 \cdot 0,30 = 0,135$
7	- 1.095.477	$0,90 \cdot 0,50 \cdot 0,50 = 0,225$
8	- 5.233.461	$0,90 \cdot 0,50 \cdot 0,50 = 0,225$

Calcularíamos la σ^2 (VC), igual que en el ejercicio anterior.

- Construir fábrica pequeña, si la demanda es alta en el primer subperíodo, ampliar, y si es baja en el primero y alta en el segundo, no ampliar; E (VC) = 664.249,9; caminos asociados: 9,10,11,12,21,22,23 y 24.

- Construir fábrica pequeña, si la demanda es alta en el primero, ampliar, y si es baja en el primero y alta en el segundo, ampliar; caminos asociados: 9,10,11,12,19,20,23 y 24

- Construir fábrica pequeña, si la demanda es alta en el primer o segundo subperíodo, no ampliar, y si es baja en el primero y alta en el segundo, ampliar; caminos asociados: 15,16,17,18,19,20,23,24; y así habría muchas mas decisiones.

- Solución óptima: Construir fábrica pequeña, y no ampliar en ningún caso;

E (VC) = 766.539

Riesgo:

Camino	VC	Probabilidades
15	766.539	$0,10 \cdot 0,70 \cdot 0,70 = 0,049$
16	766.539	$0,10 \cdot 0,70 \cdot 0,30 = 0,021$
17	766.539	$0,10 \cdot 0,30 \cdot 0,50 = 0,015$
18	766.539	$0,10 \cdot 0,30 \cdot 0,50 = 0,015$
21	766.539	$0,90 \cdot 0,50 \cdot 0,70 = 0,315$
22	766.539	$0,90 \cdot 0,50 \cdot 0,30 = 0,135$
23	766.539	$0,90 \cdot 0,50 \cdot 0,50 = 0,225$
24	766.539	$0,90 \cdot 0,50 \cdot 0,50 = 0,225$

Calcularíamos la σ^2 (VC), y claramente se ve que es cero, que es el mínimo riesgo que se puede dar, luego en este caso coincide que la decisión óptima es esta, desde los dos puntos de vista.

3.- Una industria dedicada a la fabricación de cierto producto, cuya demanda va en aumento, va a decidir su estrategia financiera dudando entre la compra de una máquina idéntica a la que actualmente tiene en funcionamiento, de vida útil un año, o bien, el aumentar las horas trabajadas, mediante la realización de horas extra.

El horizonte de planificación es de dos años, teniéndose que decidir, a comienzo de cada uno de ellos, entre las dos alternativas anteriores, y siempre que la demanda en el año anterior haya sido alta, ya que en el supuesto de que haya sido baja, la decisión será la de mantener la situación anterior, es decir, no hacer nada. Se sabe que el año pasado la demanda fue alta.

Las probabilidades de que, en el primer año, sea alta o baja, son, respectivamente, del 60 % y del 40 %. En el segundo año, y en el caso de que en el primero la demanda haya sido alta, las probabilidades anteriores serán del 50 %. Si en el primer año la demanda ha sido baja se estima una probabilidad del 30 % de que la demanda sea alta en el segundo año.

$$VC_2 = -100.000 + \frac{180.000 - 10.000}{(1 + 0,1)} + \frac{-100.000}{(1 + 0,1)} + \frac{20.000 - 10.000}{(1 + 0,1)^2} = -28.100$$

$$VC_3 = -100.000 + \frac{180.000 - 10.000}{(1 + 0,1)} + \frac{60.000 - 20.000}{(1 + 0,1)^2} = 87.600$$

$$VC_4 = -100.000 + \frac{180.000 - 10.000}{(1 + 0,1)} + \frac{20.000 - 10.000}{(1 + 0,1)^2} = 62.800$$

$$VC_5 = -100.000 + \frac{20.000 - 10.000}{(1 + 0,1)} + \frac{30.000}{(1 + 0,1)^2} = -66.100$$

$$VC_6 = -100.000 + \frac{20.000 - 10.000}{(1 + 0,1)} + \frac{20.000}{(1 + 0,1)^2} = -74.400$$

$$VC_7 = \frac{60.000 - 20.000}{(1 + 0,1)} + \frac{-100.000}{(1 + 0,1)} + \frac{180.000 - 10.000}{(1 + 0,1)^2} = 85.900$$

$$VC_8 = \frac{60.000 - 20.000}{(1 + 0,1)} + \frac{-100.000}{(1 + 0,1)} + \frac{20.000 - 10.000}{(1 + 0,1)^2} = -46.300$$

$$VC_9 = \frac{60.000 - 20.000}{(1 + 0,1)} + \frac{60.000 - 20.000}{(1 + 0,1)^2} = 69.400$$

$$VC_{10} = \frac{60.000 - 20.000}{(1 + 0,1)} + \frac{20.000 - 10.000}{(1 + 0,1)^2} = 44.600$$

$$VC_{11} = \frac{20.000 - 10.000}{(1 + 0,1)} + \frac{30.000}{(1 + 0,1)^2} = 33.900$$

$$VC_{12} = \frac{20.000 - 10.000}{(1 + 0,1)} + \frac{20.000}{(1 + 0,1)^2} = 25.600$$

La decisión óptima que maximiza la esperanza del VC, y que nos proporciona el árbol de decisión será: realizar horas extraordinarias, y si la demanda es alta al año siguiente, hacer horas extra, obteniendo una $E(VC) = 45.500$.

Análisis del riesgo:

Nos encontramos ante 4 posibles decisiones, a las que tendremos que calcular su riesgo asociado, calculando la varianza del VC de cada una de las decisiones; cada posible decisión lleva asociada cuatro caminos.

1ª: Comprar la máquina el primer año y si la demanda es alta en el siguiente volver a comprar máquina.

Caminos	VC	Probabilidad
1	104.300	0,3
2	- 28100	0.3
5	- 66.100	0,12
6	- 74.400	0,28

La E (VC) = - 5.904 < 0; Esta decisión se rechazaría.

σ^2 (VC) = (se puede calcular, pero no merece la pena, ya que la E (VC) es negativa.)

P (VC < 0) = 70 %.

2^a: Comprar la máquina el primer año y si la demanda es alta en el siguiente hacer horas extraordinarias.

Caminos	VC	Probabilidad
3	87.600	0,3
4	62.800	0.3
5	- 66.100	0,12
6	- 74.400	0,28

La E (VC) = 16.300 > 0; (este dato me lo da el árbol)

σ (VC) = 72.746 P (VC < 0) = 40 %.

3^a- Hacer horas extraordinarias el primer año y si la demanda es alta, volver a hacer horas extra en el siguiente.

Caminos	VC	Probabilidad
9	69.400	0,3
10	44.600	0.3
11	33.900	0,12
12	25.600	0,28

La E (VC) = 45.500 > 0; (este dato me lo da el árbol, es la decisión óptima)

σ (VC) = 17.281

$$P(VC < 0) = 0$$

$$CV = \frac{17.281}{45.500} = 0,38 \text{ (bastante aceptable)}$$

4ª- Hacer horas extra el primer año, y si la demanda es alta comprar máquina al año siguiente.

Caminos	VC	Probabilidad
7	85.900	0,3
8	-46.300	0.3
11	33.900	0,12
12	25.600	0,28

La $E(VC) = 23.120 > 0$; (este dato no me lo da el árbol, se puede calcular cambiando el valor del nudo decisional 6 y volviendo a calcular el nudo 3)

$s(VC) = 51.418$ (riesgo muy alto)

$$P(VC < 0) = 30 \%$$

Se puede observar que la decisión óptima desde los dos puntos de vista es la tercera: hacer horas extra los dos años.

4.- Una empresa esta estudiando la compra de un nuevo equipo, planteándose dos posibles alternativas:

1- Equipo A; coste: 1.000.000 u.m., $n = 2$ años, $VR = 0$

2- Equipo B; coste: 500.000 u.m., $n = 2$ años, $VR = 100.000$ u.m.

Con el equipo A podrá fabricar hasta 200.000 u. de producto, pero con el B, sólo alcanzará 100.000 u.

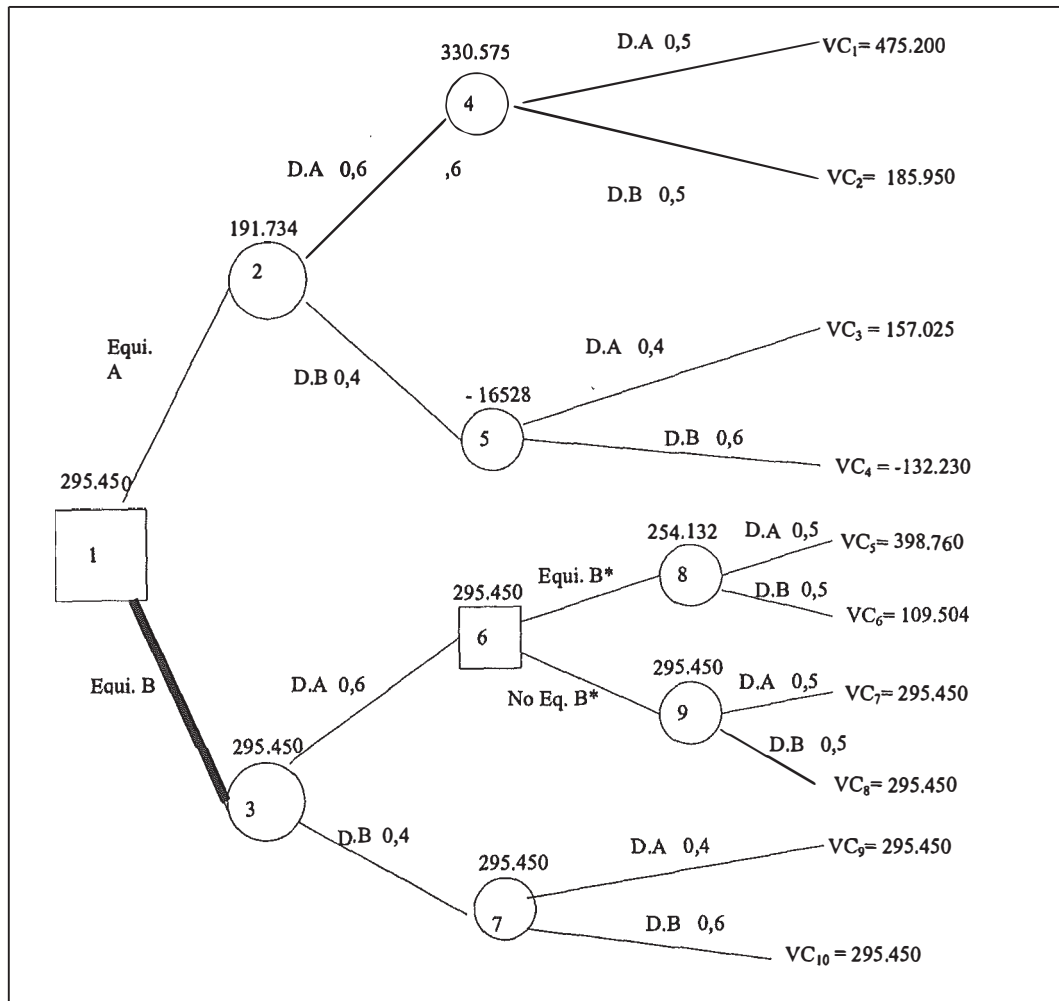
Por otra parte, se sabe que el horizonte económico puede ser incierto, en función de si la demanda es alta o baja, si esta es alta se podrán vender hasta 200.000 u., pero si es baja, solo 100.000 u. El precio de venta del nuevo producto será de 10 u.m./ u., siendo los costes variables de 5 u.m./ u. Por otro lado, en el caso de que la demanda en el primer año haya sido alta, esta empresa se puede plantear la posibilidad de adquirir otro equipo, de las mismas características que el B (el B*) para poder atender esa demanda.

El sistema de amortización seguido por la empresa es el lineal sobre el precio de compra, y la tasa impositiva del impuesto de sociedades es del 30 %.

Por último se conocen las probabilidades de que la demanda sea alta o baja:

	Primer año	Segundo año
DA	60 %	50 %
DB	40 %	60 %

Estudiar la decisión óptima, suponiendo un horizonte temporal de dos años, siendo el coste de capital del 10 %.



Cálculo de los flujos de caja:

Equipo A (años 1 y 2)

Demanda ALTA

	Cta de Resultados	Flujos de caja
Ventas (10 · 200.000 u)	2.000.000	+ 2.000.000
- Coste de ventas(5 · 200.000 u)	- 1.000.000	- 1.000.000
- C. amortización	- 500.000	
= Beneficio	500.000	
± Impuestos	- 150.000	- 150.000
Flujo de caja		+ 850.000

Demanda BAJA

	Cta de Resultados	Flujos de caja
Ventas (10 · 100.000 u)	1.000.000	+ 1.000.000
- Coste de ventas(5 · 100.000 u)	- 500.000	- 500.000
- C. amortización	- 500.000	
= Beneficio	0	0
± Impuestos	0	0
Flujo de caja		+ 500.000

Equipo B (años 1 y 2):**Demanda ALTA**

	Cta de Resultados	Flujos de caja
Ventas (10 · 100.000 u)	1.000.000	+ 1.000.000
- Coste de ventas(5 · 100.000 u)	- 500.000	- 500.000
- C. amortización	- 250.000	
= Beneficio	250.000	
± Impuestos	- 75.000	- 75.000
Flujo de caja		+ 425.000

Demanda BAJA

	Cta de Resultados	Flujos de caja
Ventas (10 · 100.000 u)	1.000.000	+ 1.000.000
- Coste de ventas(5 · 100.000 u)	- 500.000	- 500.000
- C. amortización	- 250.000	
= Beneficio	250.000	
± Impuestos	- 75.000	- 75.000
Flujo de caja		+ 425.000

Equipo B + B* (año 2)**Demanda ALTA**

	Cta de Resultados	Flujos de caja
Ventas (10 · 200.000 u)	2.000.000	+ 2.000.000
- Coste de ventas(5 · 200.000 u)	- 1.000.000	- 1.000.000
- C. amortización (B)	- 250.000	
- C. amortización (B*)	- 250.000	
= Beneficios	500.000	
± Impuestos	- 150.000	- 150.000
Flujo de caja		+ 850.000

Demanda BAJA

	Cta de Resultados	Flujos de caja
Ventas (10 · 100.000 u)	1.000.000	+ 1.000.000
- Coste de ventas(5 · 100.000 u)	- 500.000	- 500.000
- C. amortización (B)	- 250.000	
- C. amortización (B*)	- 250.000	
= Beneficios	0	
± Impuestos	0	0
Flujo de caja		+ 500.000

Estudio de los Valores Residuales:

$$VR(\text{equipo A}) = 0; VNC = 0$$

$$VR_2(\text{equipo B}) = 100.000$$

$$VNC_2(B) = 500.000 - 2 \cdot 250.000 = 0$$

$$VR - VNC = 100.000 - 0 = 100.000 (\Delta \text{ de patrimonio})$$

$$\text{Pago de impuestos} = - 0,3 \cdot 100.000 = - 30.000$$

$$VR_2' = 100.000 - 30.000 = 70.000.$$

$VR_1(\text{equipo B}^*)$: no conozco este valor, luego supondré que será su valor neto contable en ese momento (al final del año 1)

$$VNC_1(B^*) = 500.000 - 1 \cdot 250.000 = 250.000$$

Cálculo de los Valores Capitales:

$$VC_1 = - 1.000.000 + 850.000 \cdot a_{2|10\%} = 475.200$$

$$VC_2 = - 1.000.000 + \frac{850.000}{(1 + 0,1)} + \frac{500.000}{(1 + 0,1)^2} = 185.950$$

$$VC_3 = - 1.000.000 + \frac{500.000}{(1 + 0,1)} + \frac{850.000}{(1 + 0,1)^2} = 157.025$$

$$VC_4 = - 1.000.000 + 500.000 \cdot a_{2|10\%} = - 132.230$$

$$VC_5 = - 500.000 + \frac{425.000}{(1 + 0,1)} + \frac{- 500.000}{(1 + 0,1)} + \frac{850.000}{(1 + 0,1)^2} + \frac{70.000 + 250.000}{(1 + 0,1)^2} = 398.760$$

$$VC_6 = - 500.000 + \frac{425.000}{(1 + 0,1)} + \frac{- 500.000}{(1 + 0,1)} + \frac{500.000}{(1 + 0,1)^2} + \frac{70.000 + 250.000}{(1 + 0,1)^2} = 109.504$$

$$VC_7 = - 500.000 + 425.000 \cdot a_{2|10\%} + \frac{70.000}{(1 + 0,1)^2} = VC_8 = VC_9 = VC_{10} = 295.450$$

Decisión óptima según el árbol de decisión: Comprar el equipo B, y aunque la demanda sea alta seguir con el B sólo, no comprar otro equipo B*; $E(VC) = 295.250$.

Análisis del riesgo:

Existen tres posibles decisiones a tomar, que llevan asociadas cuatro posibles caminos, en función de los estados de la demanda:

1- Comprar equipo A:

Caminos	VC	Probabilidad
1	475.000	0,3
2	185.950	0,3
3	157.025	0,16
4	- 132.230	0,24

$E(VC) = 191.734$ (dato proporcionado por el árbol)

$\sigma(VC) = 222.480$

$P(VC < 0) = 24 \%$.

2- Comprar equipo B, y si la demanda es alta comprar el otro equipo B*:

Caminos	VC	Probabilidad
5	398.760	0,3
6	109.504	0,3
9	295.450	0,16
10	295.450	0,24

$E(VC) = 270.659$ (dato que se puede obtener sustituyendo el valor del nudo decisional 6, y volviendo a calcular el nudo 3)

$\sigma(VC) = 113.842$

$P(VC < 0) = 0$

3- Comprar equipo B, y aunque la demanda sea alta, no comprar otro equipo B*.

Camino	VC	Probabilidad
7	295.450	0,3
8	295.450	0,3
9	295.450	0,16
10	295.450	0,24

$E(VC) = 295.450$ (esperanza máxima)

$\sigma(VC) = 0$ (riesgo mínimo)

$P(VC < 0) = 0$

Luego se trata de la decisión óptima desde los dos puntos de vista.

TEMA 8

La inversión en activo fijo

8.1. Introducción

El activo fijo es el inmovilizado o la estructura sólida de la empresa, está formada por aquellas inversiones que dan vida a la empresa o reafirman a la empresa en el mercado. Estas inversiones aparecen en el activo del balance y forman parte del capital de funcionamiento de la empresa.

La inversión en activo fijo viene determinada por la capacidad de absorción del mercado, es decir, por la demanda. Son inversiones a largo plazo y pueden ser amortizables o no. Todas las inversiones implicadas en el funcionamiento del ciclo a largo son inversiones en activo fijo.

8.2. La inversión en bienes de equipo

La inversión en bienes de equipo compromete a la empresa durante un largo período de tiempo, y es la partida más importante del activo fijo.

A estas inversiones se les suele llamar inversiones de reemplazo, porque generalmente cuando un equipo deja de funcionar se tiene que reemplazar por otro de iguales o parecidas características.

Elección del equipo más conveniente

A la hora de elegir un equipo la empresa se enfrenta con varias alternativas. Si la empresa, al final de la vida del equipo, se disolviese o si todos los equipos tuviesen la misma duración, el problema de elección se simplificaría, y el mejor equipo sería aquel cuyo VC fuese mayor.

En el caso de que no se diesen alguna de estas dos hipótesis, la comparación del VC de los distintos equipos alternativos puede llevarnos a conclusiones erróneas, porque se trata de alternativas no homogéneas, ya que tienen distinta duración. Es otra forma de homogeneizar duraciones.

La solución, por lo tanto, es en vez de contemplar la inversión de forma aislada, contemplar una sucesión o cadena de inversiones que se influyen y condicionan mutuamente.

Las empresas nacen para perdurar en el tiempo y no liquidarse, por lo tanto, la elección del equipo que va a durar muchos años menos que la vida de la empresa, lleva implícita una sucesión de renovaciones, que vamos a suponer, de un equipo por otro idéntico al anterior.

La empresa no debe tratar tan solo de hacer máxima la ganancia de un equipo aislado, sino que debe procurar hacer máxima la ganancia de la cadena de renovaciones.

Ejemplo:

Si tenemos dos equipos; el A tiene un valor capital de 20.000 u.m., y el B de 15.000 u.m., parece claro que cualquiera que fuese su duración y si la empresa se liquida al finalizar la vida de uno u otro equipo, la empresa debe elegir el equipo A, que le da mayor VC.

Sin embargo, si la empresa continua su actividad productiva durante un tiempo indefinido y su equipo productivo lo va a renovar sucesivamente, lo que hemos dicho antes ya no sería verdad, porque lo que hay que comparar no son ya dos inversiones en bienes de equipo, sino dos cadenas de inversiones.

Si por ejemplo, el equipo A tiene una vida de 10 años y el B solo dura 5 años, la empresa debe optar por este segundo equipo, porque durante el intervalo temporal de 10 años, en el que supervive el equipo A, tendrán lugar dos renovaciones del equipo B, lo que le supone a la empresa un valor capital de $15.000 + 15.000 (1 + 0,07)^{-5} = 25.695$, para $i = 7 \%$, mientras que durante el mismo intervalo de tiempo, la opción del equipo A sólo le reporta 20.000 u.m.

La característica de la inversión en bienes de equipo es que en vez de inversiones alternativas, lo que se debe comparar son cadenas de inversiones alternativas, bien sean referidas a toda la vida de la empresa, que vamos a considerar infinita, o bien a una base temporal homogénea.

La técnica que vamos a utilizar consiste en calcular el VC de la cadena de renovaciones para cada una de las alternativas de inversión, considerando el horizonte temporal :

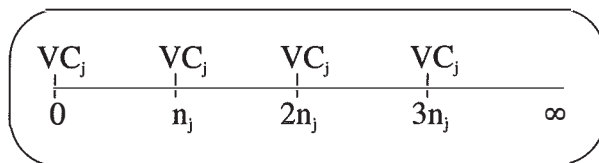
- infinito
- común para todas las alternativas (mínimo común múltiplo de las duraciones de las inversiones).

VC de la cadena de renovaciones considerando un horizonte temporal infinito

El valor actual “S_j” de la cadena de equipos de tipo j será:

$$\text{siendo } VC_j = - P_o + \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1 + i)^j}$$

Hay que tener en cuenta que suponemos que reemplazamos los equipos por otros de iguales características, tanto económicas como técnicas (supuesto muy poco real en la práctica).



$$S_j = VC_j + \frac{VC_j}{(1 + i)^{n_j}} + \frac{VC_j}{(1 + i)^{2n_j}} + \frac{VC_j}{(1 + i)^{3n_j}} + \dots =$$

$$S_j = VC_j \cdot \frac{(1 + i)^{n_j}}{(1 + i)^{n_j} - 1}$$

La empresa debe elegir siempre el tipo de equipo que haga máximo el S_j, pero en definitiva lo que se elige no es un equipo aislado, sino una sucesión de renovaciones con un determinado tipo de equipo, es decir, una política de equipamiento para la empresa.

VC de cadenas de renovaciones considerando un horizonte temporal común.

Hacemos lo mismo que antes, pero considerando un horizonte temporal común, no infinito, sino el mínimo común múltiplo de las duraciones de las inversiones.

8.3. Determinación de la vida óptima de los equipos

En los equipos productivos hay que distinguir, el concepto de vida técnica y el de duración o vida económica.

La vida técnica o útil de un equipo es una estimación del tiempo en que el equipo puede funcionar normalmente, que no es necesariamente su vida máxima. La vida útil se podrá prolongar o acortar, aumentando o disminuyendo los gastos de reparación o entretenimiento, también el progreso tecnológico, puede acortar la vida de un equipo.

La vida económica u óptima de un equipo es aquella duración que hace máximo el valor capital del mismo, aunque esta duración será distinta según que se considere un equipo aislado o una cadena ilimitada de reemplazamientos.

Para determinar la vida óptima o económica de un equipo industrial existen muchos modelos; vamos a utilizar modelos discretos, que son los que mejor se adaptan a la dinámica empresarial, y dentro de estos, los referidos a la determinación de la vida óptima de un equipo aislado y en el caso de una cadena ilimitada de renovaciones.

1.- Modelo simple de retiro

En los modelos anteriores, todas las magnitudes que definen la inversión eran consideradas como datos. Pero si “ n_j ” es una variable, el valor residual será decreciente con el tiempo, y R_j , también es normal que sea decreciente con el tiempo, entonces el Valor Capital del equipo j : $VC_j(n_j)$ es una función del tiempo.

La duración óptima será aquel valor de “ n_j ” que haga máximo el valor capital, aquel valor de n_j que anule la primera derivada.

$$\frac{\partial VC_j(n_j)}{\partial n_j} = 0 \Rightarrow n_j^*$$

2.- Modelo de retiro con idénticos reemplazamientos

Suponemos que la empresa no se liquida cuando el equipo se retira, y lo que hace es comprar en el mercado otro equipo nuevo para reemplazar el equipo viejo y así sucesivamente durante toda la vida de la empresa. Vamos a suponer que los sucesivos equipos son técnicamente y económicamente idénticos.

La duración óptima será aquel valor de “ n_j ” que haga máximo el valor capital $S_j(n_j)$ de la cadena de renovaciones, aquel valor de n_j que anule la primera derivada.

$$\frac{\partial S_j(n_j)}{\partial n_j} = 0 \Rightarrow n_j^*$$

A la empresa lo que le interesara será maximizar la suma total $S_j(n_j)$, y no la suma parcial $VC_j(n_j)$, ya que lo que pretende optimizar no es una decisión de inversión aislada, sino una conducta o política inversora de la empresa a lo largo del tiempo.

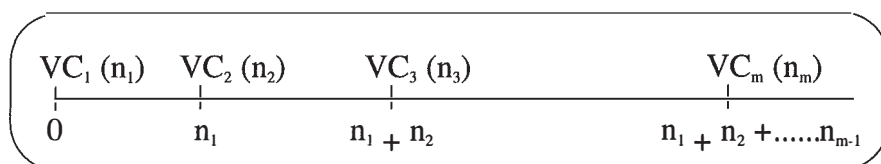
Esta técnica es poco realista, porque no tenemos en cuenta la renovación tecnológica, hay que rechazar la idea de que cada maquina se reemplaza por otra igual, lo más realista es que cada maquina va a ser reemplazada por otra, pero no idéntica, de distintas características, pero con la misma finalidad, esto es dar a la empresa la posibilidad de reemplazar una maquina por otra renovada técnicamente.

3.-Modelo de retiro con diferentes reemplazamientos

En este caso los equipos que renovamos son diferentes, la empresa sustituye los equipos antiguos por los últimos modelos existentes en el momento de la renovación.

La determinación de la vida óptima es mas compleja, porque como los sucesivos equipos de la cadena son diferentes, hay que determinar la vida optima no sólo de un equipo, sino de todos.

Si llamamos $VC_j(n_j)$ al valor capital del j-esimo equipo de la cadena y n_j a su duración para $j = 1, \dots, m$, siendo m el último equipo de la cadena, la sucesión de valores $VC_j(n_j)$ será:



El valor actualizado de la sucesión de valores $VC_j(n_j)$ o valor capital de la cadena de renovaciones será:

$$S(n_1, n_2, \dots, n_m) = VC_1(n_1) + VC_2(n_2)(1+i)^{-n_1} + VC_3(n_3)(1+i)^{-(n_1+n_2)} + \dots + VC_m(n_m)(1+i)^{-(n_1+n_2+\dots+n_{m-1})}$$

La duración óptima de cada uno de los m sucesivos equipos vendrá dada por la combinación de los m valores (n_1, n_2, \dots, n_m) que haga máxima la función anterior. Tendremos que derivar dicha función con relación a las m variables n_j e igualando a cero, se calcularán las vidas óptimas, $n_1^*, n_2^*, \dots, n_m^*$.

$$\frac{\partial S_j(n_1, n_2, \dots, n_m)}{\partial n_j} = 0 \Rightarrow n_1^*, n_2^*, \dots, n_m^*$$

En la práctica es muy difícil calcular esto, ya no sólo calcular las duraciones óptimas, sino la estimación de las magnitudes de los equipos futuros, por ello la programación lineal y la dinámica son de gran utilidad en los problemas de renovación d equipos.

Ejemplo de aplicación

- Decidir cual de las dos alternativas de inversión en bienes de equipo que se presentan a continuación es más rentable, en términos absolutos, para una empresa que tiene que atender a una variación modal de su producto principal.

Las dimensiones financieras que suponen cada equipo son las siguientes para cada equipo:

	P_0	R_1	R_2	VR	
Equipo I	20	14	18	2	
	P_0	R_1	R_2	R_3	VR
Equipo II	10	5	5	5	1

Se estima que el coste de capital de esta empresa es del 10 %.

En segundo lugar, ¿cuál sería la decisión óptima en el caso de que la adquisición del bien de equipo tenga visos de permanencia?

Suponer que la tecnología del sector de bienes de equipo es estable.

Y, en tercer lugar, determinar nuevamente cuál sería la alternativa óptima en el caso de que los equipos I y II deban ser renovados por el I' y II', cuyas características financieras vienen definidas más abajo, al haberse producido un avance tecnológico en este campo.

	P_0	R_1	R_2	R_3	VR
Equipo I'	19	8	8	8	1
	P_0	R_1	R_2	VR	
Equipo II'	12	6	9	2	

Solución:

$$1- VC_I = -20 + 14(1 + 0,1)^{-1} + 18(1 + 0,1)^{-2} + 2(1 + 0,1)^{-2} = 9,26$$

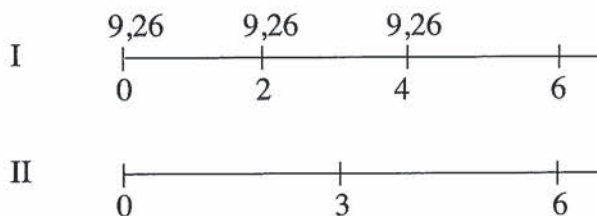
$$VC_{II} = -10 + 5a_{3|10\%} + 1(1 + 0,1)^{-3} = 3,20$$

Si no se renovaran los equipos el I es el más rentable.

2- Cadenas de inversión en bienes de equipo con idénticos reemplazos.

$$n_I = 2 \quad n_{II} = 3$$

a) Consideramos un horizonte común = 6 años (mínimo común múltiplo de 2 y de 3).



$$VC_I = 9,26 + \frac{9,26}{(1 + 0,1)^2} + \frac{9,26}{(1 + 0,1)^4} = 23,24 \quad \text{Se elige la I.}$$

$$VC_{II} = 3,2 + \frac{3,2}{(1 + 0,1)^3} = 5,6$$

b) Si se considera la vida indefinida:

$$S_j = VC_j \cdot \frac{(1+i)^{n_j}}{(1+i)^{n_j} - 1}$$

$$S_I = 9,26 \cdot \frac{(1+0,1)^2}{(1+0,1)^2 - 1} = 53,3 \quad \text{Mejor la I.}$$

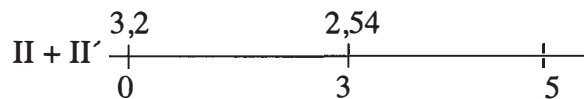
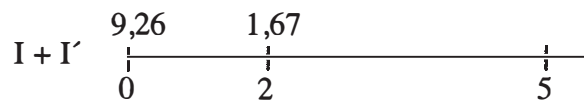
$$S_{II} = 3,2 \cdot \frac{(1+0,1)^3}{(1+0,1)^3 - 1} = 12,91$$

3- Tienen que coincidir la suma de las vidas de los equipos de la cadena I, con la suma de las vidas de los equipos de la cadena II.

$$n_I + n_I' = n_{II} + n_{II}' = 2 + 3 = 3 + 2 = 5$$

$$VC_I' = 1,67$$

$$VC_{II}' = 2,54$$



$$VC_{I+I'} = 9,26 + \frac{1,67}{(1+0,1)^2} = 10,64 \quad \text{Mejor la cadena I.}$$

$$VC_{II+II'} = 3,2 + \frac{1,67}{(1+0,1)^3} = 5,11$$

Resolver el mismo ejercicio, suponiendo que los flujos dados son antes de impuestos, siendo la tasa impositiva el 30 %, y el sistema de amortización lineal sobre el precio de compra.

Ejercicios generales

1.- Una cooperativa agrícola estudia la viabilidad de construir una planta para el envasado en lata de uno de sus productos. La inversión queda descrita en el siguiente cuadro (en millones de u.m.).

	Desembolso inicial	Desembolso año 1	Sistema de amortización	Duración
Solar	8	-	-	-
Nave	10	6	lineal	20
Maquinaria	2	8	lineal	10
Material transporte	-	6	degresiva (coef. doble)	5

La producción se iniciará dentro de un año, alcanzando en pleno funcionamiento las 120.000 latas, si bien el primer año de producción sólo se espera alcanzar un 50 % de ese volumen. Cada lata contiene un kg. de producto y el precio actual, sin envasar, es de 100 u.m. el kg.

La planta de envasado exige contratar, para su funcionamiento, mano de obra cuya retribución inicial se estima en 5 millones de u.m. anuales. Los gastos de funcionamiento ascienden a 2 millones de u.m. anuales. Los gastos de publicidad se evalúan en 4 millones durante el primer año y 1 millón para los restantes. La materia prima para enlatado resulta a 10 u.m. por lata. La venta de la producción se realizará con crédito a 60 días, y el precio de venta inicial se estima en 200 u.m./ unidad, manteniéndose un stock promedio de un mes de producción. Se preve un alza de precios de un 10 % anual acumulativo para todas las partidas consideradas. El tipo impositivo que grava los beneficios es de un 30 %.

Se pide :

a) Los rendimientos netos de cada período considerando, para mayor brevedad, que el estudio se realiza para 5 años de producción, al cabo de los cuales los valores residuales son los que aparecen en contabilidad, habida cuenta de la amortización practicada hasta ese momento, según indica el cuadro anterior (La amortización se inicia cuando comienza la producción).

b) Estudiar si interesa realizar la inversión, teniendo en cuenta que el tanto de valoración para el estudio es del 16 % anual.

SOLUCIÓN:

Para la resolución de este tipo de ejercicios, los pasos a seguir son los siguientes:

- 1- Cálculo de las cuotas de amortización y los Valores Residuales.
- 2- Confección del cuadro de la Cuenta de Resultados.
- 3- Confección del cuadro de la inversión en Activo Circulante.
- 4- Confección del cuadro de los Flujos de caja.

$$1 \quad - \text{Cuota de amortización de la Nave} = \frac{16.000.000}{20} = 800.000$$

$$- \text{Cuota de amortización de la Maquinaria} = \frac{10.000.000}{10} = 1.000.000$$

- Material de transporte:

$$Ca = \frac{6.000.000}{\sum i} \cdot i$$

$$Ca_1 = \frac{6.000.000}{30} \cdot 10 = 2.000.000$$

$$Ca_2 = \frac{6.000.000}{30} \cdot 8 = 1.600.000$$

$$Ca_3 = \frac{6.000.000}{30} \cdot 6 = 1.200.000$$

$$Ca_4 = \frac{6.000.000}{30} \cdot 4 = 800.000$$

$$Ca_5 = \frac{6.000.000}{30} \cdot 2 = 400.000$$

$$VR_{\text{nave}(6)} = 16.000.000 - 5 \cdot 800.000 = 12.000.000$$

$$VR_{\text{maquinaria}(6)} = 10.000.000 - 5 \cdot 1.000.000 = 5.000.000$$

$$VR_{\text{mat. transporte}(6)} = 6.000.000 - 6.000.000 = 0$$

$$VR_{\text{solar}(6)} = 8.000.000.$$

Cuenta de Resultados

AÑOS	2	3	4	5	6
Ventas (u. físicas)	60.000 latas	120.000 latas	120.000 latas	120.000 latas	120.000 latas
Precio de venta	200	220	242	266,2	292,82
Coste variable	110	121	133,1	146,41	161,051
Ventas (u.m.)	12.000.000	26.400.000	29.040.000	31.944.000	35.138.400
- Costes Variables	- 6.600.000	- 14.520.000	- 15.972.000	- 17.569.200	- 19.326.120
- Costes de personal	- 5.000.000	- 5.500.000	- 6.050.000	- 6.655.000	- 7.320.500
- Costes de funcionamiento	- 2.000.000	- 2.200.000	- 2.420.000	- 2.662.000	- 2.928.200
- Costes de Publicidad	- 4.000.000	- 1.000.000	- 1.100.000	- 1.210.000	- 1331.000
- Cuota amort. Nave	- 800.000	- 800.000	- 800.000	- 800.000	- 800.000
- Cuota amort. Maquina.	- 1.000.000	- 1.000.000	- 1.000.000	- 1.000.000	- 1.000.000
- Cuota amort. Mat. Tte.	- 2.000.000	- 1.600.000	- 1.200.000	- 800.000	- 400.000
= Beneficios	- 9.400.000	- 220.000	+ 498.000	+ 1.247.800	+ 2.032.580
± Impuestos	+ 2.820.000	+ 66.000	- 149.400	- 374.340	- 609.774

Cuadro de las inversiones en Activo Circulante

Son datos que necesitamos para elaborar el cuadro de flujos de caja, las inversiones en activo circulante suponen un incremento de las cuantías de activo circulante, al final del estudio no serán necesarios esos incrementos y se recuperará dicha inversión.

En nuestro caso tendremos dos clases de inversiones:

1) Inversión en clientes

Lo primero que tenemos que hacer es calcular el saldo de la cuenta de clientes al final del ejercicio, que solo va a ser un dato informativo para calcular la inversión de clientes.

AÑOS	2	3	4	5	6
Saldo cta. Clientes	2.000.000	4.400.000	4.840.000	5.324.000	5.856.400
Inversión Clientes	- 2.000.000	- 2.400.000	- 440.000	- 484.000	- 532.400
Recuperación Clientes	-	-	-	-	+ 5.856.400

2) Inversión en existencias

AÑOS	1	2	3	4	5	6
Saldo cta. existencias	550.000	1.210.000	1.331.000	1.464.100	1.610.510	-
Inversión Existencias	- 550.000	- 660.000	- 121.000	- 133.100	- 146.410	-
Recuperación Existencias	-	-	-	-	-	+ 1.610.510

Financiación de proveedores

Se puede dar el caso también, aunque no en este ejercicio, de que los proveedores nos dan un crédito de 30 días; esto implica un aumento del pasivo circulante (esto implica no inversión, sino financiación).

Aplicado a este ejercicio, quedaría:

AÑOS	2	3	4	5	6
Saldo cta Proveedores	550.000	1.210.000	1.331.000	1.464.100	1.610.510
Financiación Proveed.	+ 550.000	+ 610.000	+ 121.000	+ 133.100	+ 146.410
Inversión Proveedores	-	-	-	-	- 1.610.510

Cuadro de flujos de caja

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6
Inversión Solar	-8000.000						
Inversión Nave	-10.000.000	-6.000.000					
Inversión Maquina	-2.000.000	-8.000.000					
Inversión Transporte	-	-6.000.000					
Importe ventas			+12.000.000	+26.400.000	+29.040.000	+31.944.000	+35.138.400
Costes Variables			-6.600.000	-14.520.000	-15.972.000	-17.569.200	-19.326.120
Costes personal			-5.000.000	-5.500.000	-6.050.000	-6.655.000	-7.320.000
Costes Funcionamiento			-2.000.000	-2.200.000	-2.420.000	-2.662.000	-2.928.200
Costes Publicidad			-4.000.000	-1.000.000	-1.100.000	-1.210.000	-1.331.000
Impuestos			+2.820.000	+66.000	-149.400	-374.340	-609.774
Inversión Clientes			-2.000.000	-2.400.000	-440.000	-484.000	-532.400
Recuperación Clientes							+5.856.400
Inversión Stoks		-550.000	-660.000	-121.000	-133.100	-146.410	-
Recuperación Stoks							+1.610.510
V. Residual Solar							+8.000.000
V. Residual Nave							+12.000.000
V. Residual Maquina							+5.000.000
V. Residual M.Tte.							-
FLUJO DE CAJA	-20.000.000	-20.550.000	-5.440.000	+725.000	+2.775.500	+2.843050	+35.557.316
VC = - 23.813.125	La inversión se rechaza						

2.- Un agricultor está explotando una finca de secano y obtiene unos rendimientos medios de dos millones de u.m. anuales. Se le presenta la posibilidad de transformarla en regadío y para ello debe llevar a cabo una inversión en obras de dos millones de u.m., y en equipos de riego por importe de 4 millones de u.m. A través de la información que ha obtenido de otros agricultores, que realizaron la transformación anteriormente, estima que los rendimientos que obtendrá en los años siguientes, si lleva a cabo la inversión son: durante el primer año un 50 %, durante el segundo un 75 %, y a partir del tercero un 100 % más que lo obtenido en secano.

Si se tiene en cuenta que:

- Necesitara otro tractor similar, al que ya tiene desde hace 4 años, cuyo precio es de 2 millones de u.m.

- Vida útil de los tractores y equipos de riego: 10 años.

- Valor residual de los tractores: 10 % del coste inicial.

- Sistema de amortización lineal.

- Tasa impositiva: 40 %

- Tasa de actualización: 10 %.

Calcular el valor capital incremental y conveniencia de la transformación.

SOLUCIÓN

INVERSIÓN INCREMENTAL (REGADÍO - SECANO)

Cuenta de resultados incremental

AÑOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Incre. rendimientos	1	1,5	2	2	2	2	2	2	2	2
Incre. Amort. E. riego	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Incre. Amort. T. Nuevo	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18
Incre. Beneficios	0,42	0,92	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42
Incre. Impuestos	-0,168	-0,368	-0,568	-0,568	-0,568	-0,568	-0,568	-0,568	-0,568	-0,568

Cuadro de flujos de caja incrementales

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inv. Obras	-2										
Inv. E. Riego	-4										
Inv. Tractor	-2										
Incre. Rendimien.		+1	+1,5	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2
Incre. Impuestos		-0,168	-0,368	-0,568	-0,568	-0,568	-0,568	-0,568	-0,568	-0,568	-0,568
V.R. Tractor											+0,2
V.R. Obras											+2
F. Caja Increm.	-8	+0,832	+1,132	+1,432	+1,432	+1,432	+1,432	+1,432	+1,432	+1,432	+3,632

$$VC(10\%) = 0,853826 = 853.826 > 0 \quad VC \text{ REGADÍO } > VC \text{ SECANO} \quad r_m = 12,06 \%$$

3.- Una sociedad distribuidora negocia la exclusiva para la región Riojana, durante 5 años, de un producto introducido en el mercado, cuya previsión de ventas es de 50.000 unidades al año, a un precio de venta de 1.000 u.m./u, siendo el coste variable de 800 u.m./u.

Para atender dicho servicio necesita comprar dos camiones de 5 millones de u.m., cada uno, que puede amortizar fiscalmente en cuatro años, teniendo en cuenta un valor residual, al final del año 5, que es su vida útil, que se estima en un 20 % de su coste de adquisición.

También necesita contratar dos conductores, cuya retribución inicial es de 1,5 millones cada uno, y un administrativo con retribución inicial de 1 millón anual. Existen unos gastos, por otra parte, en concepto de gastos de oficina, alquiler, etc, por importe de otro millón anual.

El distribuidor debe abonar las facturas al proveedor al contado, mientras que los clientes lo hacen 30 días después de recibir la mercancía. Además se necesita mantener un stock correspondiente a las ventas de un mes.

Se preve un alza de precios del 10 % anual acumulativo, que afectará tanto a los precios de compra, como a los salarios y gastos de oficina. El impuesto que grava los beneficios es de un 40 %.

Se pide estudiar la conveniencia de la inversión.

SOLUCIÓN

Cuadro de datos

AÑOS	0	1	2	3	4	5
Ventas (unid)		50.000	50.000	50.000	50.000	50.000
Precio de venta		1.000	1.100	1.210	1.331	1.464,1
Coste variable		800	880	968	1.064,8	1.171,28
Ventas		50.000.000	55.000.000	60.500.000	66.550.000	73.205.000
Costes Variables		40.000.000	44.000.000	48.400.000	53.240.000	58.564.000
Rendimiento previo		10.000.000	11.000.000	12.100.000	13.310.000	14.641.000
Inversión camiones	-10.000.000					
Amortización camiones		2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	
V. R Camiones						+2.000.000
Salarios y gastos		5.000.000	5.500.000	6.050.000	6.655.000	7.320.500
Saldo Clientes		4.166.666,6	4.583.333,3	5.041.666,6	5.545.833,3	6.100.416,6
Inversión Clientes		-4.166.666,6	-416.666,7	-458.333,3	-504.166,7	-554.583,3
Recuperación Clientes						+6.100.416,6
Saldo Stoks	3.333.333,3	3.666.666,6	4.033.333,3	4.436.666,6	4.880.333,3	
Inversión Stoks	-3.333.333,3	-333.333,3	-366.666,7	-403.333,3	-443.666,7	
Recuperación Stoks						+4.880.333,3

Cuenta de Resultados

AÑOS	0	1	2	3	4	5
Rendimiento Previo		+10.000.000	+11.000.000	+12.100.000	+13.310.000	+14.641.000
-Salarios y gastos		-5.000.000	-5.500.000	-6.050.000	-6.650.000	-7.320.500
-Amortización camiones		-2.000.000	-2.000.000	-2.000.000	-2.000.000	
= Beneficio		3.000.000	3.500.000	4.050.000	4.655.000	7.320.500
Impuestos 40%		-1.200.000	-1.400.000	-1.620.000	-1.862.000	-2.928.200

Cuadro flujos de caja

AÑOS	0	1	2	3	4	5
Ventas		+50.000.000	+55.000.000	+60.500.000	+66.550.000	+73.205.000
- Costes variables		-40.000.000	-44.000.000	-48.400.000	-53.240.000	-58.564.000
Impuestos		-1.200.000	-1.400.000	-1.620.000	-1.862.000	-2.928.200
- Salarios y gastos		-5.000.000	-5.500.000	-6.050.000	-6.655.000	-7.320.000
Inversión camiones	-10.000.000					
Inversión Clientes		-4.166.666,6	-416.666,7	-458.333,3	-504.166,7	-554.583,3
Recupera. Clientes						+6.100.416,6
Inversión Stoks	-3.333.333,3	-333.333,3	-366.666,7	-403.333,3	-443.666,7	
Recuperación Stoks						+4.880.333,3
V. Residual Camión						+2.000.000
FLUJO DE CAJA	-13.333.333,3	-699.999,6	+3.316.666,6	+3.568.333,4	+3.852.166,6	+16.818.466,6

VC (10%) = 4.526.318 r = 17,92% Se acepta la inversión.

4.- Una empresa, debido a incrementos muy altos de la demanda, quiere adquirir un nuevo equipo productivo, teniendo dos opciones:

- Equipo A: le permitirá fabricar 50.000 unidades de producto, que es lo que podría vender si la demanda es alta. Su coste es de 5.000.000 de u.m., valor residual de 500.000, vida útil: 2 años y el sistema de amortización es el lineal sobre el precio de compra.

- Equipo B: le permitirá fabricar solo 40.000 unidades, que es lo máximo que se puede vender si la demanda es baja. Su coste es de 4.000.000, valor residual nulo y vida útil de dos años.

Esta empresa al finalizar el primer año, revisará la decisión tomada, y en el caso de haber optado por el equipo B, y ser la demanda alta, tendrá la posibilidad de adquirir otro equipo, el C.

- Equipo C: junto con el equipo B, podrá satisfacer la demanda alta. Su coste es de 2.000.000, valor residual nulo y vida útil de dos años.

Los costes de mantenimiento anuales de los equipos son:

Equipo A: 1.000.000

Equipo B: 700.000

Equipo C: 200.000

Los costes variables son:

Equipo A: 350 u.m./ u.

Equipo B: 370 u.m./ u.

Equipo B + C (trabajando juntos): 360 u.m./u.

Los precios de venta son diferentes, según que la demanda sea alta o baja:

Demanda alta: 500 u.m./ u.

Demanda baja: 450.u.m./ u.

Las probabilidades de la demanda el primer año son: Alta 40 %, Baja 60 %; y en el segundo año: 30 % de ser alta y el 70 % de ser baja.

Estudiar la conveniencia de una u otra decisión.

Período de estudio: 2 años.

Tasa impositiva 30 %.

Tasa de actualización : 10 %.

SOLUCIÓN:

Cálculo de los flujos de caja:

Equipo A (años 1 y 2)

Demanda ALTA

	Cta. de Resultados	Flujos de caja
Ventas (500 · 50.000 u)	25.000.000	+25.000.000
- Coste de ventas(350 · 50.000 u)	-17.500.000	-17.500.000
- Coste de mantenimiento	-1.000.000	-1.000.000
- C. amortización	-2.500.000	
= Beneficio	4.000.000	
± Impuestos	-1.200.000	-1.200.000
Flujo de caja		+5.300.000

Demanda BAJA

	Cta. de Resultados	Flujos de caja
Ventas (450 · 40.000 u)	18.000.000	+18.000.000
- Coste de ventas(350 · 40.000 u)	-14.000.000	-14.000.000
- Coste de mantenimiento	-1.000.000	-1.000.000
- C. amortización	-2.500.000	
= Beneficio	500.000	
± Impuestos	-150.000	-150.000
Flujo de caja		+2.850.000

Equipo B (años 1 y 2):**Demanda ALTA**

	Cta. de Resultados	Flujos de caja
Ventas (500 · 40.000 u)	20.000.000	+20.000.000
- Coste de ventas (370 · 40.000 u)	-14.800.000	-14.800.000
- Coste de mantenimiento	-700.000	-700.000
- C. amortización	-2.000.000	
= Beneficio	2.500.000	
± Impuestos	-750.000	-750.000
Flujo de caja		+3.750.000

Demanda BAJA

	Cta. de Resultados	Flujos de caja
Ventas (450 · 40.000 u)	18.000.000	+18.000.000
- Coste de ventas (370 · 40.000 u)	-14.800.000	-14.800.000
- Coste de mantenimiento	-700.000	-700.000
- C. amortización	-2.000.000	
= Beneficio	500.000	
± Impuestos	-150.000	-150.000
Flujo de caja		+2.350.000

Equipo B + C (año 2)**Demanda ALTA**

	Cta. de Resultados	Flujos de caja
Ventas (500 · 50.000 u)	25.000.000	+25.000.000
- Coste de ventas (360 · 50.000 u)	-18.000.000	-18.000.000
- Coste de mantenimiento	-900.000	-900.000
- C. amortización (B)	-2.000.000	
- C. amortización (C)	-1.000.000	
= Beneficio	3.100.000	
± Impuestos	-930.000	-930.000
Flujo de caja		+5.170.000

Demanda BAJA

	Cta. de Resultados	Flujos de caja
Ventas (450 · 40.000 u)	18.000.000	+18.000.000
- Coste de ventas (360 · 40.000 u)	-14.400.000	-14.400.000
- Coste de mantenimiento	-900.000	-900.000
- C. amortización (B)	-2.000.000	
- C. amortización (C)	-1.000.000	
= Beneficio	-300.000	
± Impuestos	+90.000	+90.000
Flujo de caja		+2.790.000

Estudio de los Valores Residuales:

$$VR(\text{equipo A}) = 500.000; VNC = 0$$

$$VR - VNC = 500.000 - 0 = 500.000 \text{ (D de patrimonio)}$$

$$\text{Pago de impuestos} = -0,3 \cdot 500.000 = -150.000$$

$$VR_2' = 500.000 - 150.000 = 350.000.$$

$$VR_2(\text{equipo B}) = 0$$

VR_1 (equipo C): no conozco este valor, luego supondré que será su valor neto contable en ese momento (al final del año 1)

$$VNC_1(C) = 2.000.000 - 1 \cdot 1.000.000 = 1.000.000$$

Cálculo de los Valores Capitales:

$$VC_1 = -5.000.000 + 5.300.000 \cdot a_{2|10\%} + \frac{350.000}{(1+0,1)^2} = 4.487.603$$

$$VC_2 = -5.000.000 + \frac{5.300.000}{(1+0,1)} + \frac{2.850.000}{(1+0,1)^2} + \frac{350.000}{(1+0,1)^2} = 2.462.810$$

$$VC_3 = -5.000.000 + \frac{2.850.000}{(1+0,1)} + \frac{5.300.000}{(1+0,1)^2} + \frac{350.000}{(1+0,1)^2} = 2.260.331$$

$$VC_4 = -5.000.000 + 2.850.000 \cdot a_{2|10\%} + \frac{350.000}{(1+0,1)^2} = 235.538$$

$$VC_5 = -4.000.000 + \frac{3.750.000}{(1+0,1)} + \frac{-2.000.000}{(1+0,1)} + \frac{5.170.000}{(1+0,1)^2} + \frac{1.000.000}{(1+0,1)^2} = 2.690.082$$

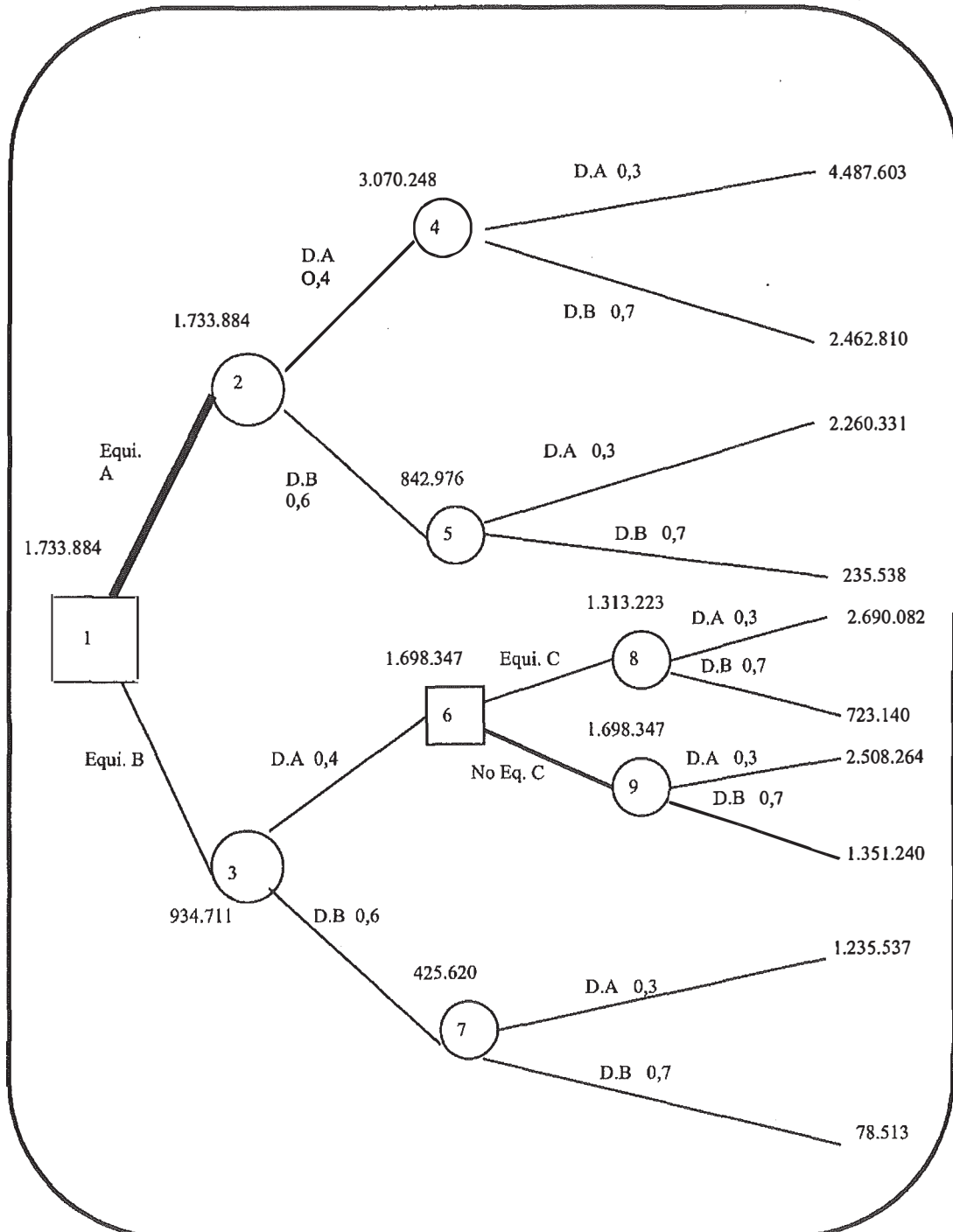
$$VC_6 = -4.000.000 + \frac{3.750.000}{(1+0,1)} + \frac{-2.000.000}{(1+0,1)} + \frac{2.790.000}{(1+0,1)^2} + \frac{1.000.000}{(1+0,1)^2} = 723.140$$

$$VC_7 = -4.000.000 + 3.750.000 \cdot a_{2|10\%} = 2.508.264$$

$$VC_8 = -4.000.000 + \frac{3.750.000}{(1+0,1)} + \frac{2.350.000}{(1+0,1)^2} = 1.351.240$$

$$VC_9 = -4.000.000 + \frac{2.350.000}{(1+0,1)} + \frac{3.750.000}{(1+0,1)^2} = 1.235.537$$

$$VC_{10} = -4.000.000 + \frac{2.350.000}{(1+0,1)} + \frac{2.350.000}{(1+0,1)^2} = 78.513$$



Decisión óptima según el árbol de decisión: Comprar el equipo A.

$E(VC) = 1.733.884$

Análisis del riesgo:

Existen tres posibles decisiones a tomar, que llevan asociadas cuatro posibles caminos, en función de los estados de la demanda:

1- Comprar equipo A:

Caminos	VC	Probabilidad
1	4.487.603	0,12
2	2.462.810	0,28
3	2.260.331	0,18
4	235.538	0,42

$E(VC) = 1.733.884$ (dato proporcionado por el árbol, solución óptima)

$\sigma(VC) = 1.432.317$ (riesgo un poco alto)

$$CV = \frac{1.432.317}{1.733.884} = 0,82$$

$P(VC < 0) = 0$

2- Comprar equipo B, y si la demanda es alta comprar el equipo C:

Caminos	VC	Probabilidad
5	2.690.082	0,12
6	723.140	0,28
9	1.235.537	0,18
10	78.513	0,42

$E(VC) = 783.661$ (dato que se puede obtener sustituyendo el valor del nudo decisional 6, y volviendo a calcular el nudo 3)

$\sigma(VC) = 826.287$

$$CV = \frac{826.287}{783.661} = 1.054 \text{ (decisión peor que la anterior)}$$

$P(VC < 0) = 0$

3- Comprar equipo B, y, aunque la demanda sea alta, no comprar equipo C.

Caminos	VC	Probabilidad
7	2.508.264	0,12
8	1.351.240	0,28
9	1.235.537	0,18
10	78.513	0,42

$E(VC) = 934.711$ (dato proporcionado por el árbol)

$\sigma(VC) = 818.467$

$$CV = \frac{818.467}{934.711} = 0,875$$

$P(VC < 0) = 0$

La mejor decisión, es, por lo tanto, la proporcionada por el árbol, ya que es la que tiene el mínimo riesgo: Comprar equipo A.

5.- Cierta empresa debido a la actual expansión del sector económico en el que trabaja, esta estudiando la posibilidad de ampliar su actual factoría para introducir un nuevo producto en el mercado. Por esa razón el departamento financiero de la empresa está estudiando la viabilidad de dicha ampliación.

Las inversiones que debe realizar son las siguientes:

- Compra de un solar de 200 m², próximo a la actual factoría a 20.000 u.m. el m².
- Costes de instalación por 1.800.000 u.m., amortizables linealmente durante los 5 años siguientes.
- Compra de dos equipos productivos:
 - Equipo A: Coste: 1.500.000 u.m., vida útil: 6 años, valor residual: 200.000 u.m.
 - Equipo B: Coste: 2.000.000 u.m., vida útil: 4 años, valor residual: un 20 %.
- Arrendamiento del equipo productivo C, mediante un contrato de leasing de duración: 5 años, mediante el pago de una cuota anual de 550.000 u.m.
- Compra de un camión de reparto por 1.200.000 u.m., vida útil de tres años y valor residual del 25 %.

Por otra parte se conocen los siguientes datos:

- Previsiones de ventas: 100.000 u. el primer año, incrementándose un 15 % todos los años las unidades vendidas (no acumulativamente).

- Precio de venta: 360 u.m./unidad.
- Coste variable: 200 u.m./unidad.
- Costes fijos: 6.500.000 u.m. al año (no incluida la amortización).
- Costes de personal: dos empleados a 1.500.000 de u.m. al año cada uno, un conductor a 1.200.000 u.m. al año y un oficinista a 1.600.000 de u.m. al año.
- Coste de la campaña publicitaria inicial: 5.000.000 de u.m., amortizables linealmente durante el período de estudio.
- Costes anuales de publicidad: 2.000.000 de u.m.
- El índice general de precios se supone va a incrementarse cada año un 5 %, este incremento afectará a los precios de venta y a toda clase de gastos y costes.
- Para el caso de renovar los equipos u otros bienes patrimoniales, estos no se vuelven a adquirir al mismo precio de compra, sino que su valor de renovación será un 20 % mayor.
- Al término del estudio, el solar comprado inicialmente se preve aumentará su precio en 5.000 u.m. más el m².
- La tasa impositiva del impuesto de sociedades es del 30 %.
- El sistema de amortización para todos los bienes patrimoniales de la empresa será el lineal sobre el precio de compra.
- La tasa de actualización es del 10 %.

Estudiar la conveniencia de la inversión propuesta, siendo el período de estudio de 5 años, y la tasa de actualización del 10 %.

SOLUCIÓN:

CUADRO DE DATOS

HORIZONTE TEMPORAL = 5 años.

Años	0	1	2	3	4	5
Inversión Solar	-4.000.000					
Costes de instalación	-1.800.000					
Amortización c. instalación		360.000	360.000	360.000	360.000	360.000
Inversión Equipo A	-1.500.000					
Inversión Equipo B	-2.000.000					
Alquiler Equipo C		-550.000	-550.000	-550.000	-550.000	-550.000
Inversión Camión	-1.200.000					
In. Equipo B Renovado					-2.400.000	
In. Camión Renovado				-1.440.000		
Amortización Equipo A		250.000	250.000	250.000	250.000	250.000
V.R. Equipo A						+250.000
Amortiz. Equipo B		500.000	500.000	500.000	500.000	
V.R. Equipo B					+400.000	
Impuestos V.R equ. B					-120.000	
Amort. Eq. B Renovado						600.000
V.R. Eq. B Renovado						+1.800.000
Amortización Camión		400.000	400.000	400.000		
V.R. Camión				+300.000		
Impuestos V.R.Camión				-90.000		
Amortización Camión Renovado					480.000	480.000
V.R. Camión Renov.						+480.000
V. R. Solar						+5.000.000
Impuestos V.R.Solar						-300.000
Inversión C. Public.	-5.000.000					
Amort. C. Publicitaria		1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Ventas (unidades)		100.000	115.000	130.000	145.000	160.000
Precio de venta		360	378	396,9	416,745	437,58225
Coste variable		200	210	220,5	231,525	243,10125
Rendimiento Previo		16.000.000	19.320.000	22.932.000	26.856.900	31.116.960
Otros Costes (5,8+2+6,5)		14.300.000	15.015.000	15.765.750	16.554.037,5	17.381.739

Cuenta de resultados

Años	1	2	3	4	5
Rendimi. Previo	16.000.000	19.320.000	22.932.000	26.856.900	31.116.960
- Otros Costes	-14.300.000	-15.015.000	-15.765.750	-16.554.037,5	-17.381.739
- Amort. C.Publicitaria	-1.000.000	-1.000.000	-1.000.000	-1.000.000	-1.000.000
- Amort.C. Instalac.	-360.000	-360.000	-360.000	-360.000	-360.000
- Amort. Equipo A	-250.000	-250.000	-250.000	-250.000	-250.000
- Amort. Equipo B	-500.000	-500.000	-500.000	-500.000	
- Amort. Equipo B Renovado					-600.000
- Amort. Camión	-400.000	-400.000	-400.000		
- Amot. Camión Renovado				-480.000	-480.000
- Alquiler Equipo C	-550.000	-550.000	-550.000	-550.000	-550.000
Beneficio	-1.360.000	+1.245.000	+4.106.250	+7.162.863	+10.495.221
Impuestos (30%)	+408.000	-373.500	-1.231.875	-2.148.859	-3.148.566

Cuadro de flujos de caja

AÑOS	0	1	2	3	4	5
Inversión Solar	-4.000.000					
Costes instalac.	-1.800.000					
Inversi. Equipo A	-1.500.000					
Inversi. Equipo B	-2.000.000					
Inversión Camión	-1.200.000					
Inversión Equipo B Renovado					-2.400.000	
Inversión Camión Renovado				-1.440.000		
Rendimi. Previo		+16.000.000	+19.320.000	+22.932.000	+26.856.900	+31.116.960
Otros Costes		-14.300.000	-15.015.000	-15.765.750	-16.554.037	-17.381.739
Inver. C. Publicit.	-5.000.000					
Alquiler Equipo C		-550.000	-550.000	-550.000	-550.000	-550.000
Impuestos		+408.000	-373.500	-1.231.875	-2.148.859	-3.148.566
V.R. Equipo A						+250.000
V.R. Equipo B					+400.000	
Impuestos V.R. Equipo B					-120.000	
V.R. Equipo B Re.						+1.800.000
V.R. Camión				+300.000		
Imp. V.R. Camión				-90.000		
V.R. Camión Ren.						+480.000
V.R. Solar						+5.000.000
Imp. V.R. Solar						-300.000
FLUJO DE CAJA	-15.500.000	+1.558.000	+3.381.500	+4.154.375	+5.484.004	+17.266.655

$V.C = 6.299.117,95 > 0$ SE ACEPTA LA INVERSIÓN. TIR = 20,27%

6.- Una empresa industrial se plantea la compra de una nueva máquina, debido al posible aumento de la demanda. La capacidad de producción con su actual equipo es de 100.000 u de producto por año, siendo el precio de venta de 45 u.m./u, los costes variables por unidad de producto son de 20 u.m. y los gastos anuales de mantenimiento de la campaña publicitaria ascienden a 500.000 u.m., siendo estos considerados como gastos del ejercicio.

En el momento presente, la empresa recibe la oferta de comprar una nueva máquina de tecnología más avanzada. Las condiciones monetarias para esta son las siguientes: Coste inicial de compra 5.000.000, de las cuales 1.000.000 son gastos de instalación, reforma, los cuales no se amortizarán junto con el equipo, sino que se considerarán gastos del ejercicio en el primer año de su funcionamiento. El valor residual de la maquina, estimando una vida de 5 años, va a ser de 1.000.000 de u.m.

La capacidad de producción y venta, incorporando esta nueva máquina a su actual equipo es de 150.000 unidades por año; se pretende reducir el precio del producto hasta 40 u.m./u; los costes variables se van a reducir un 20%; y los gastos anuales de publicidad se incrementarán un 100 %.

La compra de la maquina, por otra parte, traerá consigo los siguientes aumentos de gastos:

Contratación de un nuevo empleado para el manejo de la máquina, por 700.000 u.m. al año.

Compra de un camión de reparto similar al que ya poseía la empresa, desde hace dos años, de vida útil 4 años, por 1.000.000 de u.m., y un valor residual de 200.000 u.m.

Por otra parte, se sabe que la política de la empresa es dar a sus clientes un crédito de 30 días.

Los sistemas de amortización son: para la máquina, el lineal sobre el precio de compra y para el camión, el lineal descontando el valor residual.

Supuesto un coste de capital del 8 % y una tasa impositiva sobre beneficios del 30 %, estudiar la conveniencia de adquirir la nueva maquina o seguir como hasta ahora.

SOLUCIÓN

SITUACIÓN ACTUAL

DATOS

AÑOS	1	2	3	4	5
Ventas	4.500.000	4.500.000	4.500.000	4.500.000	4.500.000
Saldo clientes	375.000	375.000	375.000	375.000	375.000
Inversión clientes	-375.000	-	-	-	-
Recuperación clientes	-	-	-	-	+375.000

Cuenta de resultados

AÑOS	1	2	3	4	5
Ventas	4.500.000	4.500.000	4.500.000	4.500.000	4.500.000
-Costes variables	-2.000.000	-2.000.000	-2.000.000	-2.000.000	-2.000.000
-Coste publicidad	-500.000	-500.000	-500.000	-500.000	-500.000
Beneficio	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000
Impuestos (30%)	-600.000	-600.000	-600.000	-600.000	-600.000

Cuadro de flujos de caja

AÑOS	0	1	2	3	4	5
Ventas		+4.500.000	+4.500.000	+4.500.000	+4.500.000	+4.500.000
Costes variables		-2.000.000	-2.000.000	-2.000.000	-2.000.000	-2.000.000
Costes publicidad		-500.000	-500.000	-500.000	-500.000	-500.000
Impuestos		-600.000	-600.000	-600.000	-600.000	-600.000
Inversión clientes		-375.000	-	-	-	-
Recuperación clientes		-	-	-	-	+375.000
FLUJO DE CAJA	-	+1.025.000	+1.400.000	+1.400.000	+1.400.000	+1.775.000

VC (8%) = 5.497.790,5

COMPRA DE LA MÁQUINA

DATOS

Años	1	2	3	4	5
Ventas	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000
Saldo clientes	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
Inversión clientes	-500.000				
Recuperación cli.					+500.000

Cuenta de resultados

Años	1	2	3	4	5
Ventas	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000
-Costes variables	-2.400.000	-2.400.000	-2.400.000	-2.400.000	-2.400.000
-Costes publicidad	-1.000.000	-1.000.000	-1.000.000	-1.000.000	-1.000.000
-Gastos de instalación	-1.000.000				
-Costes empleado	-700.000	-700.000	-700.000	-700.000	-700.000
Beneficio previo	900.000	1.900.000	1.900.000	1.900.000	1.900.000
-Amort. maquinaria	-800.000	-800.000	-800.000	-800.000	-800.000
-Amort. camión nuevo	-200.000	-200.000	-200.000	-200.000	-
-Amort camión reno.	-	-	-	-	-200.000
Beneficio Neto	-100.000	+900.000	+900.000	+900.000	+900.000
Impuestos	0	-240.000	-270.000	-270.000	-270.000

Cuadro de flujos de caja

Años	0	1	2	3	4	5
Inversión máquina	-5.000.000					
Inversión camión	-1.000.000					
Inversión camión reenov.					-1.000.000	
Ventas		+6.000.000	+6.000.000	+6.000.000	+6.000.000	+6.000.000
-Costes variables		-2.400.000	-2.400.000	-2.400.000	-2.400.000	-2.400.000
-Costes Publicidad		-1.000.000	-1.000.000	-1.000.000	-1.000.000	-1.000.000
-Costes empleado		-700.000	-700.000	-700.000	-700.000	-700.000
Impuestos		0	-240.000	-270.000	-270.000	-270.000
Inversión clientes		-500.000				
Recuperación clientes						+500.000
V. Residual máquina						+1.000.000
Impuesto V.R. máquina						-300.000
V. Residual camión nuevo					+200.000	
V. Residual camión Re.						+800.000
FLUJOS DE CAJA	-6.000.000	+1.400.000	+1.660.000	+1.630.000	+830.000	+3.630.000

V.C (8 %) = 1.094.017,07

TIR = 13,89 %

V C (Situación Actual) > VC (Compra Maquina) No conviene la compra de la maquina.

7.- Cierta empresa esta considerando la renovación anticipada de su actual equipo productivo, adquirido hace tres años, por un importe de 6.300.000, vida útil 6 años, valor residual 1.000.000 de u.m., y que ocasionó unos gastos de instalación de 1.500.000 de u.m., por otro equipo nuevo.

Este nuevo equipo tiene una vida útil de 8 años, su coste de adquisición es de 12 millones de u.m., y gastos de instalación de 2.000.000 de u.m.

Con esta información, el equipo financiero de esta empresa se plantea las siguientes cuestiones a resolver:

1- Montante de la inversión en el momento actual, si el actual equipo se puede vender en este momento por 4.000.000 de u.m., suponiendo dos casos:

- a) Que ambos equipos se amortizan por el método lineal sobre el precio de compra.
- b) Que ambos equipos se amortizan por el método lineal, descontando el valor residual.

2- Incremento de los gastos deducibles por amortización, para los dos casos, en el caso de que se produzca la renovación.

3- Montante de la inversión, si el actual equipo se vende en vez de por 4.000.000, por 3.000.000 de u.m., para el caso a).

4- Estudiar la conveniencia de la renovación propuesta, aplicando el método del VC incremental, suponiendo que los flujos antes de impuestos fuesen iguales para los dos equipos, y constantes para todos los años de su vida útil; y que el equipo nuevo se puede vender al final de año 3 por 6.000.000 de u.m., siendo la tasa impositiva del 30 %, y la tasa de actualización el 10%.

SOLUCIÓN

Equipo Antiguo

$$P_0 = 6.300.000 + 1.500.000 \text{ (G.I.)} = 7.800.000 \Rightarrow \text{Coste Total}$$

$$V.R_6 = 1.000.000; \quad n = 6 \text{ años, adquirido hace tres años, le quedan tres años de vida.}$$

1- a) Amortización lineal sobre el precio de compra:

$$\text{Cuota de amortización equipo antiguo: } \frac{7.800.000}{6} = 1.300.000$$

$$\text{Valor contable equipo antiguo (Año 0)} = 7.800.000 - (3 \cdot 1.300.000) = 3.900.000$$

$$\text{Valor de venta} = 4.000.000$$

$$VV - VC = 4.000.000 - 3.900.000 = 100.000 \Rightarrow \Delta \text{ de Patrimonio.}$$

$$\text{Pago de impuestos: } -0,3 \cdot 100.000 = -30.000$$

$$\text{Equipo nuevo: Coste} = 12.000.000 + 2.000.000 = 14.000.000$$

$$\text{Montante de la inversión} = -14.000.000 + 4.000.000 - 30.000 = \underline{-10.030.000}$$

1- b) Amortización lineal descontando el valor residual.

$$\text{Cuota amortización equipo antiguo} = \frac{6.300.000 + 1.500.000 - 1.000.000}{6} = 1.333.334$$

$$\text{Valor contable equipo antiguo (Año 0)} = 7.800.000 - (3 \cdot 1.333.334) = 4.400.000$$

$$\text{Valor de venta} = 4.000.000$$

$$\text{VV} - \text{VC} = 4.000.000 - 4.400.000 = -400.000 \Rightarrow \nabla \text{ de patrimonio.}$$

$$\text{Cobro por impuestos} = -0,3 \cdot (-400.000) = +120.000$$

$$\text{Coste equipo nuevo: } 14.000.000$$

$$\text{Montante de la inversión} = -14.000.000 + 4.000.000 + 120.000 = \underline{-9.880.000}$$

2-) Cuota de amortización equipo nuevo:

$$\frac{12.000.000 + 2.000.000}{8} = 1.750.000$$

$$2- a) \text{ Incremento de la amortización} = \text{Cuota de amort. Equipo nuevo} - \text{Cuota de amort. Equipo antiguo} = 1.750.000 - 1.300.000 = 450.000$$

$$2-b) \text{ Incremento de la amortización} = 1.750.000 - 1.133.334 = 616.666$$

$$3-) \text{ Valor contable equipo antiguo (Amortización sobre el precio de compra)} = 3.900.000$$

$$\text{Valor de venta} = 3.000.000$$

$$\text{VV} - \text{VC} = 3.000.000 - 3.900.000 = -900.000 \Rightarrow \nabla \text{ de patrimonio}$$

$$\text{Cobro de impuestos} : -0,3 \cdot (-900.000) = +270.000$$

$$\text{Montante de la inversión: } -14.000.000 + 3.000.000 + 270.000 = \underline{-10.730.000}$$

8.- La empresa "DISVISA" (Distribuidora Vizcaína, S.A.) se dedica a la distribución de chicles, caramelos, frutos secos y similares, dentro de una línea que podemos denominar de pequeña alimentación. Su forma normal de trabajo consiste en contactar con autoventistas que compran la mercancía y la reparten con un determinado margen. Este sistema ha dado hasta ahora buenos resultados, con interesantes beneficios; tiene como ventaja principal el que los autoventistas no dependen laboralmente de DISVISA y, como inconveniente más acentuado, el que no existe contacto directo entre la distribuidora y los minoristas.

En diciembre de 1996, Luis García Garrigosa, director gerente de DISVISA, se planteó la posibilidad de establecer una línea de atención directa a los minoristas, utilizando personal propio

de DISVISA. Tomás Goicoechea, que era el encargado de la gestión comercial, acogió la idea con agrado, pero también indicó lo inoportuno de ponerla en marcha en la zona de atención tradicional de DISVISA, pues entrarían en competencia con los autoventistas, que en ese momento eran sus únicos clientes. DISVISA tenía en estas fechas un almacén central con sus oficinas en Lejona (municipio cerca de Bilbao) y almacenes de depósito en San Sebastián y Vitoria, con lo que puede presumirse que sus autoventistas cubrían todo el País Vasco.

Sin embargo, Goicoechea hizo una contrapropuesta al director gerente: sería interesante ampliar el radio de acción de DISVISA, para lo que se le ocurría comprar o alquilar un almacén en Logroño. Desde allí podrían experimentar su sistema de atención directa. García Garrigosa le pidió que le valorara con datos la propuesta; así tenemos en el siguiente cuadro las previsiones de ventas en millones de u.m.

AÑOS	Ventas
1997	40
1998	50
1999	60
2000	60
2001	60

Estos datos están en u.m. constantes de 1996, previéndose una inflación anual de 7 % para el período considerado. Se han estudiado sólo cinco años pues DISVISA no desea plantearse inversiones a más largo plazo.

El almacén, de pequeñas dimensiones dadas sus necesidades, costaba en 1996 cinco millones, incluyendo todas las instalaciones necesarias; pudiendo venderse en el 2001 por cuatro millones, siendo el sistema de amortización permitido fiscalmente el lineal en 10 años. El alquiler se contrataría para los cinco años por 60.000 u.m. al mes, sin revisión de precios.

La gestión en Logroño estaría en manos de una sola persona, Juan López. Este, que en este momento era ya empleado de DISVISA, le costaba a la empresa dos millones y medio al año, considerando su sueldo, seguros sociales, etc.; trabajaba en el almacén de Vitoria, pero se podría prescindir de él. Luis García Garrigosa había decidido mantenerlo en nómina, pues mientras la empresa diera beneficios, y los daba, no pensaba despedir a ningún empleado, pero cabía la posibilidad de encargarlo de la gestión en Logroño con un mayor sueldo, costándole en total a la empresa tres millones y medio. A esto último habría que añadir otro millón de u.m. de gastos (entre los que se incluye el kilometraje de una furgoneta propiedad del señor López). Evidentemente todos estos costes subirían según el incremento de precios.

DISVISA compra a diferentes proveedores, cargando un 20 % sobre el precio de compra (luego compra por 100 y vende por 120) y financia a sus clientes, que le pagan, como media, al mes de haber comprado.

Otra posibilidad consistía en contactar para Logroño con varios autoventistas, similares al resto de los que trabajan con DISVISA. Pero con algunas características particulares: recogerían el género en el almacén de Vitoria y pagarían al contado, con lo que DISVISA no haría ninguna inversión; podrían llegar a vender productos de DISVISA (pues también llevan de otros) por un

valor aproximado al 50 % de las ventas esperadas para Juan López, y DISVISA sacaría limpio un 5 % sobre sus precios de coste.

Para evaluar las distintas posibilidades se sabe también que el impuesto de sociedades es del 35 % y que DISVISA descuenta sus generaciones de fondos al 10 % real.

SOLUCIÓN:

DATOS

AÑOS	1997	1998	1999	2000	2001
Ventas	42,8	57,245	73,503	78,648	84,153
Costes	35,667	47,704	61,253	65,540	70,128
Saldo clientes	3,567	4,770	6,125	6,554	7,013
Inversión clientes	-3,567	-1,203	-1,355	-0,429	-0,459
Recuperación clientes					+7,013
Costes personal	-2,14	-2,2898	-2,45	-2,6215	-2,8051

La cifra de ventas (en u.m. corrientes) se ha obtenido multiplicando la cifra de ventas (en u.m. constantes) por $(1,07)$, $(1,07)^2$, $(1,07)^3$, $(1,07)^4$, $(1,07)^5$, respectivamente.

Dado que carga un 20% sobre el precio de coste, habrá que dividir las ventas por 1,2 para calcular los Costes.

Primera alternativa: Compra del almacén

Cuenta de resultados

AÑOS	1997	1998	1999	2000	2001
Ventas-Costes	4,993	7,251	9,800	10,486	11,220
- Amortiz. almacén	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
= Beneficio	+4,493	+6,751	+9,300	+9,986	+10,720
Impuestos	-1,573	-2,363	-3,255	-3,495	-3,752

Cuadro Flujos de Caja

AÑOS	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Ventas -Costes		4,993	7,251	9,800	10,486	11,220
Inversión clientes		-3,567	-1,203	-1,355	-0,429	-0,459
Recuperac. clientes						+7,013
Inversión almacén	-5					
Impuestos		-1,573	-2,363	-3,255	-3,495	-3,752
V.R. Almacén						+4
Impu. V.R. Almacén						-0,525
FLUJO DE CAJA	-5	-0,147	+3,685	+5,190	+6,562	+17,497

V.C (i = 10%, g = 7 %) = 11,883

Segunda alternativa: Alquilar el almacén

Se diferencia del caso anterior en que no hay desembolso inicial y que los costes aumentan en 0,72 millones al año y desaparecen las amortizaciones.

Cuenta de resultados y Cuadro de flujos de caja

AÑOS	1997	1998	1999	2000	2001
Ventas	42,8	57,245	73,503	78,648	84,153
-Costes	-35,667	-47,704	-61,253	-65,540	-70,128
-Costes de personal	-2,14	-2,2898	-2,45	-2,6215	-2,8051
-Alquiler almacén	-0,72	-0,72	-0,72	-0,72	-0,72
= Beneficio	+4,273	+6,531	+9,080	+9,766	+10,504
Impuestos	-1,496	-2,286	-3,178	-3,418	-3,676
Inversión clientes	-3,567	-1,203	-1,355	-0,429	-0,459
Recuperación clientes					+7,013
FLUJO DE CAJA	-0,790	+3,042	+4,547	+5,919	+13,382

V.C (i = 10%, g = 7%) = 13,322

Tercera alternativa: Autoventistas

No hay desembolso inicial, ni tampoco inversión ni recuperación de clientes, ya que los autoventistas pagan al contado. Los nuevos fondos que obtiene la empresa serán un 2,5 % de la cifra de costes, ya que solo se vende la mitad (un 5 % de la mitad).

AÑOS	1997	1998	1999	2000	2001
Beneficios	+0,892	+1,193	+1,531	+1,639	+1,753
Impuestos	-0,312	-0,418	-0,536	-0,574	-0,614
Flujo de Caja	+0,580	+0,775	+0,995	+1,065	+1,139

$$V.C (i = 10 \% , g = 7 \%) = 2,7$$

De los datos obtenidos la mejor alternativa es la segunda: venta directa mediante alquiler del almacén.

9.- La empresa Acesa, dedicada al envasado de aceitunas para su posterior exportación, compro hace quince años un solar de 30.000 m², de los que utilizó el 60 % para la construcción de su factoría, dejando sin empleo específico el resto. Los flujos netos de caja antes de impuestos para la inversión de envasado se pueden considerar constantes en toda la vida útil, e iguales a 3.000.000 u.m. anuales. Los costes iniciales fueron los siguientes:

- Compra del solar a 600 u.m. el metro cuadrado.
- Capital circulante, necesario para la puesta en funcionamiento de la inversión de envasado: 3.000.000 u.m.
- Coste de las instalaciones, amortizables linealmente durante toda la vida útil sobre un valor residual nulo: 9.000.000 u.m.

Hace cinco años la empresa de envasado firmó un contrato con los centros comerciales, situados posteriormente a su fundación alrededor de ella, mediante el cual, se les permite la utilización de parte del solar sin empleo específico como aparcamiento de los empleados de estos centros comerciales; a cambio percibe un alquiler anual, libre de gastos e impuestos de 500.000 u.m. El citado contrato lo puede rescindir libremente, previo aviso de un mes.

En el momento actual, está considerando la posible ampliación de su factoría de envasado utilizando la parte del solar dedicada a aparcamiento. El coste de la ampliación se estima en 5.000.000 de u.m., amortizables linealmente sobre un valor residual nulo durante la vida útil futura de la empresa. Además, sería necesario un incremento del actual Fondo de Rotación en una cuantía de 2.000.000 u.m. Con la ampliación se esperan obtener unos flujos netos de caja, antes de impuestos, de 1.500.000 u.m. por año, constantes durante los quince años estimados como vida de la empresa. Al final de estos quince años, el solar se venderá para construcción de viviendas, por un importe de 2.000 u.m. el metro cuadrado.

Suponiendo un coste de capital constante del 8 %, un valor del metro cuadrado de solar igual a 800 u.m. en el momento de acometer la inversión en aparcamiento y a 1.000 u.m. en el momento actual, y, por último, que la empresa nunca se planteó desprenderse de la totalidad o de parte del solar, ni se lo planteará hasta el momento de su disolución, calcular:

1.- Rentabilidad absoluta de la inversión de envasado, referida al momento de su fundación, sin considerar las inversiones posteriores.

2.- Rentabilidad absoluta de la inversión de envasado, referida al momento de su fundación, considerando la posterior inversión en aparcamiento. Determinar asimismo la rentabilidad absoluta no incremental de la inversión en aparcamiento.

3.- Rentabilidad absoluta de la inversión de envasado, referida al momento de su fundación, considerando la posterior inversión en aparcamiento, y en la ampliación, en el supuesto de que se acometan las tres.

4.- Rentabilidad absoluta incremental de la inversión de ampliación respecto a la de aparcamiento. ¿Convendría llevarla a cabo?

5.- Rentabilidad absoluta de la empresa, una vez aceptadas las inversiones más convenientes.

La tasa impositiva es del 30 %, y la Administración aprueba los sistemas de amortización empleados por la empresa al objeto de que las cuotas sean deducibles de la base imponible del impuesto de sociedades.

SOLUCIÓN:

$$1- VC = - 336.837 \quad r = 7,91 \%$$

$$2- VC = 1.937.014$$

$$3- VC = 1.682.975$$

$$4- VC (\text{ampliación} - \text{aparcamiento}) = - 254.039$$

5- La inversión más conveniente es seguir con el contrato de alquiler para aparcamiento, y no realizar la inversión de ampliación. $VC = 1.937.014$.

10.- Cierta empresa compra un equipo nuevo para la fabricación de un producto que actualmente no fabrica y cuyo coste inicial (y, en este caso, valor contable inicial) es de 1.000.000 u.m. El Valor residual estimado para este equipo es nulo. El sistema de amortización a seguir por la empresa será el lineal durante los cuatro años que estima durará la vida útil del equipo. Los flujos netos de caja a obtener antes de impuestos serán de:

1^{er} año..... 350.000 u.m.

2^o año..... 360.000 u.m.

3^{er} año..... 380.000 u.m.

4^o año 400.000 u.m.

Supuesta una tasa para el impuesto de sociedades del 30 %, y un coste de capital medio para la empresa en los próximos años del 10 %, se desea conocer el VC de la inversión propuesta, sabiendo que estamos ante un equipo de reemplazo único, y en los siguientes supuestos:

1- La Administración aprueba el sistema de amortización seguido por la empresa.

2- Los coeficientes máximos y mínimos para el cálculo de las cuotas desgravables por amortización, para el equipo tratado, son respectivamente del 20 % y 10 años; la Administración no aprobará, bajo ningún concepto, cuotas superiores o inferiores a las dadas por los coeficientes citados.

SOLUCIÓN:

1- $VC = 59.825.$

2- $VC = 53.258$

11.- Supongamos una empresa que, hace dos años, compró un equipo industrial para la fabricación de un determinado producto, por un precio de adquisición de 6.000.000 u.m., y del que espera una vida útil máxima de cuatro años, al final de los cuáles preve poder venderlo por 2.000.000 u.m.

En el momento actual (año 0) acaba de aparecer en el mercado un equipo similar al adquirido, pero con características técnicas más perfectas. Su coste de adquisición asciende a 8.000.000 u.m. y su vida útil a dos años, al final de los cuáles se puede vender por 3.000.000 u.m. En caso de decidirse por la compra del nuevo equipo, vendería el antiguo a una empresa de la competencia por 5.000.000 u.m.

Los flujos netos de caja antes de impuestos, para la nueva inversión, se estiman en 5.000.000 u.m. para cada uno de los dos años en que la mantendremos. Estos flujos netos de caja integran la Base Imponible del equipo en cuestión, excepto las cuotas de amortización permitidas por la Administración. En cuanto a los correspondientes flujos de caja antes de impuestos para el equipo antiguo, en funcionamiento, son de 3.000.000 u.m. para cada uno de los dos años que aún le quedan de vida útil.

El sistema de amortización real del equipo antiguo se basa en un plan especial aprobado por la Administración en su momento, consistente en un sistema lineal sobre el precio de adquisición menos el valor residual estimado para el final de su vida útil (es decir, la Administración aprobó en el momento de compra del equipo este valor residual, que por lo tanto es deducible de la base imponible).

En cuanto al equipo nuevo, la Administración aprueba un sistema lineal sobre el precio de adquisición y sin valor residual, es decir, la Administración no aprueba el valor residual de 3.000.000 u.m. que obtendrá la empresa al final. La empresa sigue el sistema aprobado por la Administración.

Como datos complementarios se conocen :

- La tasa del impuesto de Sociedades, que consideraremos del 30 %.

- El coste medio ponderado e incremental de capital (o tasa óptima de actualización) para los próximos dos años, teniendo en cuenta la nueva inversión, que es del 10 %.

Se desea determinar la conveniencia de la inversión propuesta.

SOLUCIÓN:

$$VC \text{ incremental} = 774.380. \quad r = 26,97 \%. \quad \text{Se acepta la renovación.}$$

12.- La empresa X estudia la posibilidad de comprar un nuevo equipo industrial por 1.000.000 u.m., ya que el actual se ha quedado obsoleto, técnicamente hablando.

El equipo antiguo se compró hace dos años y se estimó en aquel momento una vida útil de siete años. Actualmente tenemos la posibilidad de venderlo a una empresa de la competencia, de tecnología menos avanzada, por 1.100.000 u.m.

La vida útil estimada para el futuro equipo a comprar es de cinco años, y los flujos netos de caja antes de impuestos, tanto para éste como para el antiguo, se dan a continuación:

Año	E. Antiguo	E. Nuevo
- 1	200.000	-
0	200.000	-
1	250.000	300.000
2	250.000	400.000
3	250.000	400.000
4	200.000	400.000
5	200.000	300.000

Los valores residuales para ambos equipos, estimados en el momento de compra de los mismos, y para el final de sus respectivas vidas útiles son de 500.000 u.m. para el nuevo y de 400.000 u.m. para el viejo.

Al objeto de que las cuotas sean deducibles, la administración sólo permite un sistema de amortización lineal para ambos equipos sobre el coste de compra. La empresa sigue el sistema aprobado por la Administración. La tasa sobre beneficios es del 50 % y el coste medio de capital para la empresa en los próximos cinco años se estima en un 10 %. Calcular, en el supuesto de que, en principio, ambos equipos sean de renovación única, la rentabilidad absoluta del equipo antiguo (supuesto que no lo renovamos), así como la del equipo nuevo respecto al viejo (en caso de renovar). El precio de compra (y el valor contable inicial) del equipo antiguo fue de 1.400.000 u.m.

SOLUCIÓN:

VC incremental = 321.453. Se acepta la renovación.

13.- La empresa X posee en el momento actual un determinado equipo industrial, comprado hace tres años por 100.000.000 u.m., con el que fabrica un producto de moda de patente propia.

Los flujos netos de caja antes de impuestos, así como los valores de reventa para los ocho años que aún le quedan de vida útil al equipo anterior, estimados en el momento actual, son los de la siguiente tabla:

Año	R_j (miles de u.m.)	V. Reventa (miles)
1	20.000	40.000
2	15.000	40.000
3	10.000	30.000
4	5.000	30.000
5	1.000	10.000
6	1.000	5.000
7	- 3.000	5.000
8	- 10.000	1.000

La citada empresa se acogió en su momento a un plan especial aprobado por la Administración, mediante el cual se permitía a la empresa una amortización del equipo antiguo en 5 años y un valor residual de 30.000.000 u.m. al final de los mismos, siendo este el sistema que sigue la empresa en la amortización del equipo.

En el momento actual, la gerencia de la empresa esta considerando la sustitución de este proceso productivo por otro, también de un producto de moda con patente propia, cuya vida útil se considera de tres años. El equipo necesario para fabricar este nuevo producto tiene un coste de 60.000.000 u.m. y un valor residual estimado por la empresa para final de estos tres años, de 20.000.000 u.m. Los flujos netos de caja antes de impuestos para cada uno de los años se estiman en 40, 50, y 30 millones de u.m. respectivamente.

Para este nuevo equipo, la Administración aprueba un sistema de amortización lineal durante la vida útil prevista y en base al valor de compra del equipo, no admitiéndole el valor residual estimado por la empresa. Este sistema será seguido por la empresa.

Sabiendo que la tasa sobre beneficios es del 30 %, se desea conocer:

1 - Coste inicial del nuevo equipo en el supuesto de vender el equipo antiguo por 40.000.000 u.m.

2 - Flujos netos de caja después de impuestos, de la nueva inversión respecto a la antigua, para los ocho años de duración de esta última.

3 - Estudio, mediante el criterio del VC incremental de la conveniencia de la renovación propuesta. Téngase en cuenta que ambos equipos tienen diferentes duraciones.

Nota.- La empresa fabrica otros productos, con los que obtiene grandes beneficios anuales. El coste de capital se puede considerar igual al 10 %.

SOLUCIÓN:

1- 14.600.000

3- VC incremental = 24.500.000. Conviene la renovación.

14.- La empresa ABC, multinacional de gran dimensión, tiene una de sus líneas de productos dedicada a la farmacia. En este momento está estudiando la posibilidad de aumentar su penetración en las oficinas de farmacia de España. Actualmente sus ventas en las farmacias españolas son de 100 millones al año, de las que 60 son costes variables. Estas ventas se hacen con productos que fabrican para ABC otros fabricantes. En el futuro no se preve un aumento de esta cifra a no ser que aumente su gama de productos, hecho que solo puede lograrse poseyendo plantas propias de producción. Por ello se plantea la posibilidad de adquirir una, en cuyo caso toda la producción para farmacia se haría allí. Existen dos alternativas posibles:

Planta en Barcelona: se construirá con los últimos adelantos tecnológicos. Su coste sería de 5.000 millones; sus costes fijos ascenderían a 2.000 millones, de los que la cuarta parte serían amortizaciones; los costes variables serían el 50 % de la cifra de ventas.

Planta en Madrid: se trata de unas instalaciones no demasiado modernas. Su coste sería de 3.000 millones; los costes fijos serían 1.400 millones anuales (incluyendo 400 de amortizaciones); y los costes variables el 60 % de la cifra de ventas.

La evolución del mercado español, por lo que se refiere a los productos de ABC- farmacia no es seguro. Para los directivos existe un 70 % de probabilidad de que la demanda sea alta y un 30 % de que sea baja. En el primer caso las ventas ascenderían a 8.000 millones, y en el segundo caso a 4.000 millones anuales, en el caso de que se abriese la planta en Barcelona (entendiendo incluidas en todo caso las ventas actuales). Si se abriese la planta en Madrid, no sería posible aumentar tanto la gama, lo que daría en cualquier caso, unas ventas un 20 % más bajas.

El estudio de la inversión se debe hacer con un horizonte de 4 años, al cabo de los cuáles la planta de Barcelona tendrá un valor de 3.500 millones y la de Madrid de 500. Se supondrá una tasa impositiva de sociedades del 50 %, y que el coste de los fondos es del 15 %.

SE PIDE:

Estudiar la conveniencia o no de la adquisición de la planta, y si procede indicar cual de las dos alternativas es la más adecuada, utilizando el criterio de maximización del valor capital y el de minimización del riesgo del valor capital.

15.- Un grupo de recién titulados en Ciencias Empresariales están estudiando la posibilidad de crear su propia empresa. Se trataría de constituir una empresa especializada en asesoría fiscal, laboral y contable a pequeñas y medianas empresas que llevaría por nombre "ASESORASA". La intención de los socios es mantener la empresa durante 3 años al objeto de adquirir experiencia y poder buscar posteriormente un empleo mejor retribuido.

Para poner en funcionamiento ASESORASA deberán adquirir el local donde desarrollarán sus actividades, por 2.000.000 u.m., que abonarán en dos plazos, al inicio y al final del primer año; así como comprar un ordenador por 200.000 u.m. y otros elementos de oficina por 550.000 u.m., que pagarán al contado. Para financiar los activos, los miembros de la empresa han aportado un capital social de 750.000 u.m. y esperan obtener un crédito subvencionado del Banco de Inversiones Crediticias, con un coste efectivo del 11,5 % anual.

Se espera que los ingresos por prestación de servicios asciendan a 1.650.000, 3.250.000 y 3.500.000 u.m., respectivamente, cada uno de los años; mientras que los costes en que se incurriría tendrían la siguiente configuración:

- Costes fijos (incluyen la cuota de amortización del ordenador): 800.000 u.m./ año.
- Costes variables: 500.000, 900.000 y 1.000.000 u.m., respectivamente para cada año.

Respecto a los sistemas de amortización seguidos, se sabe:

- El ordenador se va a amortizar en tres años, considerando un valor residual a efectos de amortización de 50.000 u.m., por cuotas crecientes en función de los números dígitos.

- Los elementos de oficina se amortizarán linealmente, en tres años, con un valor residual de 55.000 u.m.

- El local será amortizado en 5 años siguiendo un sistema lineal considerando un valor residual de 500.000 u.m.

Otra información es la siguiente:

- Al liquidarse la empresa el ordenador podrá ser vendido por 25.000 u.m., los elementos de oficina por 115.000 u.m., y el local por 1.000.000.

Si el tipo impositivo del impuesto de sociedades es del 35 %, se desea saber:

1.- Si la exigencia mínima de rentabilidad del sujeto decisor es del 15 %, ¿sería aceptable el proyecto según el criterio del TIR?

2.- Si los miembros de ASESORASA no tienen ninguna exigencia mínima de rentabilidad específica, determinar el VAN del proyecto (nota: Supóngase que el coste de los recursos propios se estima en el 6 % anual).

3.- Plazo de recuperación (normal y descontado) de dicha inversión.

4.- Tasa de rendimiento contable de dicha inversión.

5.- Índice de rentabilidad de dicha inversión.

Bibliografía

- ARROYO, A. M. y PRAT, M. (2003). *Dirección Financiera*. Madrid: Deusto.
- (1991). *Cien ejercicios resueltos de Dirección Financiera*. Madrid: Deusto.
- BLANCO RAMOS, F. (1996). *Dirección Financiera de la Empresa (Inversiones)*. Madrid: Pirámide.
- BONILLA MUSOLES, M. y ESCORTELL, I. (1992) *Operaciones de financiación: enfoque teórico-práctico*. Madrid: AC.
- BUENO CAMPOS, E. y otros (1987). *Economía de la Empresa*. Madrid: Pirámide.
- CASTILLO CLAVERO, A. M. y otros (1992) *Prácticas de gestión de Empresas*. Madrid: Pirámide.
- CUERVO GARCÍA, A. (1994). *Introducción a la Administración de Empresas*. Madrid: Civitas.
- DELGADO, C. y PALOMERO, J. (1988). *Matemática Financiera*. Logroño: los autores.
- DIEZ DE CASTRO, E. y otros (1996). *Introducción a la Economía de la Empresa I*. Madrid: Pirámide.
- (1995). *Introducción a la Economía de la Empresa II*. Madrid: Pirámide.
- DOMÍNGUEZ MACHUCA, J. A. y otros (1980). *El Subsistema de Inversión y Financiación de la Empresa*. Madrid: Pirámide.
- FERNÁNDEZ BLANCO, M. (1991). *Dirección Financiera de la Empresa*. Madrid: Pirámide.
- GÓMEZ BEZARES, F. (1988). *Las decisiones financieras en la práctica*. Bilbao: Desclée de Brouwer.
- LÓPEZ YEPES, J. A. (1993). *Supuestos de Economía de la Empresa*. Madrid: Pirámide.
- MARTÍN ARMARIO, E. (1996). *Problemas de Economía de la Empresa*. Madrid: Pirámide.
- PÉREZ GOROSTEGUI, E. (1991). *Economía de la Empresa Aplicada*. Madrid: Pirámide.
- (1989). *Casos prácticos de Inversión y Financiación en la Empresa*. Madrid: Pirámide.
- (1989b). *Economía de la Empresa: (introducción)*. Madrid: Centro de Estudios Ramon Areces.
- PÉREZ GOROSTEGUI, E. y RODRIGO ILLERA, C. (1991). *Prácticas de Fundamentos de Economía de la Empresa*. Madrid: Pirámide.
- RODRIGO ILLERA, C. (1994). *Fundamentos de la Economía de la Empresa. Una perspectiva teórica*. Madrid: Pirámide.
- (1993). *Fundamentos de la Economía de la Empresa. Aplicaciones prácticas*. Madrid: Pirámide.
- SUÁREZ SUÁREZ, A. S. (2005). *Decisiones óptimas de inversión y financiación en la empresa*. Madrid: Pirámide.
- (1987). *Economía financiera de la empresa*. Madrid: Pirámide.
- (1991). *Curso de introducción a la Economía de la Empresa*. Madrid: Pirámide.

Material didáctico
Economía y Empresa, nº 1



UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA