

23  
24.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

-----  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGON

APLICACION DE LA PROGRAMACION A LA  
OPTIMIZACION DE CARTERAS DE INVERSION

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICO**  
P R E S E N T A :  
**T O M A S C O R T E S M E N D E Z**

ASESOR DE TESIS ING. FRANCISCO GARCIA MORA

MEXICO

1997

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

A ti Señor

Por haberme dado el don de la vida y permitirme dar gracias.

A mi madre

La señora Asunción Méndez Flores ? por el amor que a través de regaños, consejos y apoyo incondicional, siempre me brindaste a manos llenas, porque sé que desde arriba compartes conmigo este logro, que también es tuyo.

A mi padre

El señor Nicolás Cortés López por haber sembrado en mí el sentido de responsabilidad ante la vida, y por brindarme todo el apoyo y confianza, que en ocasiones defraude.

A mis hermanos

Sarta, Nicolás y Antonio por su ejemplo de superación constante, sus consejos y apoyo incondicional, que me impulsan a cumplir mis metas.

A...

Mi cuñada Betzabel y mi sobrina Verónica Betzabel por los momentos que hemos compartido juntos.

Al...

Ingeniero Francisco García Mora por su amistad, tiempo, consejos y ayuda incondicional que me brindo, para la realización de este trabajo.

A mis amigos

Blanca, Fernando y Sergio, por la amistad que nos a mantenido a pesar de las adversidades.

Al...

Ingeniero Antonio Medina por tu amistad y apoyo incondicional para la elaboración de este trabajo.

# APLICACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN A LA OPTIMIZACIÓN DE CARTERAS DE INVERSIÓN

## ÍNDICE

	PAGINAS
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>Capítulo I</b>	
<b>SISTEMA FINANCIERO MEXICANO</b>	
1.1 SISTEMA FINANCIERO MEXICANO;DEFINICIÓN .....	5
1.2 ANTECEDENTES (1976 - 1993) .....	5
1.3 SISTEMA FINANCIERO; ESTRUCTURA ACTUAL .....	9
1.4 MERCADO DE VALORES .....	12
1.5 ESTRUCTURA ORGÁNICA .....	12
1.6 RIESGO, RENTABILIDAD, Y LIQUIDEZ .....	15
1.7 BOLSA MEXICANA DE VALORES (BMV) .....	21
<b>Capítulo II</b>	
<b>CARTERAS DE INVERSIÓN</b>	
2.1 DEFINICIÓN .....	27
2.2 LA IMPORTANCIA DE LA SITUACIÓN ECONÓMICA DEL PAÍS ....	28
2.3 EL DESARROLLO ECONÓMICO DE MÉXICO (1982 - 1996) .....	30
2.4 EL PAPEL DEL SISTEMA FINANCIERO EN EL TRATADO DEL LIBRE COMERCIO (TLC) .....	35

2.5 COMO SE INTEGRA UNA CARTERA MODELO .....	37
2.6 ANÁLISIS DE PORTAFOLIOS CONSTITUIDOS POR DOS TÍTULOS .....	40
2.7 LA DIVERSIFICACIÓN COMO MEDIO PARA REDUCIR EL RIESGO DE LA CARTERA .....	44
2.8 EL PAPEL DE LAS BETAS EN EL RIESGO DE LAS CARTERAS ...	52
2.9 CALCULO DE LAS BETAS .....	54
2.10 RIESGO Y RENTABILIDAD .....	59

### Capítulo III

#### ALGUNOS MODELOS DE OPTIMIZACIÓN

3.1 ESTADO DEL ARTE .....	63
3.2 MODELOS DE MARKOWITZ .....	64
3.3 UN MODELO DINÁMICO .....	66
3.4 MODELO DE DESVIACIÓN MEDIA ABSOLUTA .....	68
3.5 MODELOS CAMP .....	69
3.6 MODELOS APT .....	72

### Capítulo IV

4.1 DESCRIPCIÓN .....	79
4.2 CONCLUSIÓN .....	104
4.3 SUGERENCIAS .....	105

## Capítulo V

GLOSARIO.....	106
BIBLIOGRAFÍA .....	110

## INTRODUCCIÓN

Dentro de las diversas disciplinas que conforman el campo del management de empresas, la administración financiera es quizá la que, tanto a contenido, como a enfoques e instrumental de análisis, haya evolucionado más profunda y rápidamente en las dos últimas décadas.

Un factor clave en el desarrollo de las cuestiones básicas de la disciplina ha sido la evolución de la llamada teoría de la cartera (portfolio theory)

Basado en lo expresado en el apartado anterior se da el objeto principal de la realización de este trabajo de tesis, el cual consiste en proporcionar los elementos básicos para la comprensión, entendimiento y elaboración de una cartera de inversión

Para el cumplimiento de nuestro objetivo, es importante conocer y aplicar la metodología necesaria para así lograr optimizar dicha cartera, o bien, aplicando el lenguaje financiero se logrará maximizar las ganancias tomando en consideración el grado de incertidumbre.

Considerando que toda disciplina o ciencia requiere de los elementos básicos para lograr una adecuada comprensión de su origen, los cambios que van suscitándose en su contexto, así como de su realidad imperante y debido a que las finanzas no escapan a esta dialéctica del cambio.

El primer capítulo está encaminado a mostrar el organigrama general del Sistema Financiero Mexicano, así como todas aquellas instituciones y organismos que lo integran.

Por otra parte muestra el desarrollo que apartir de 1973 hasta nuestros días se ha dado en nuestro Sistema Financiero, haciendo hincapie en todas las políticas que dieron pauta a dichos cambios.

Por último se presenta un panorama general sobre la evolución que ha sufrido la Bolsa Mexicana de Valores (BMV), así como su estructura y funcionamiento general.

El segundo capítulo da a conocer la teoría de la cartera (o potafolio de activos), así como un panorama general de las condiciones que prevalecieron y aquellas que prevalecen en la actualidad dentro del ámbito de la economía nacional para ser tomados en consideración al llevar a cabo la elaboración de una cartera.



Por último nos introduce a la metodología necesaria, para la elaboración de dicha cartera.

El tercer capítulo no es más que una muestra de los diversos métodos que pueden ser aplicados para optimizar una cartera, mostrando así las características y la metodología de cada uno de ellos.

En el cuarto capítulo se presentan tres casos prácticos elaborados en el paquete computacional denominado GINO presentando datos aportados por la Bolsa Mexicana de Valores, así la interpretación de los resultados correspondientes a cada uno de los casos

Una vez concluida dicha interpretación se da una conclusión final de este trabajo de tesis, así como algunas recomendaciones, en este caso dirigidos en especial al inversionista

Por su parte el capítulo quinto da a conocer un apéndice en el cual se da a conocer todo el vocabulario que se considera necesario para la buena interpretación de este trabajo de tesis.

Para finalizar se ofrece un desplegado con toda la bibliografía que sirvió como base para la elaboración de esta tesis

Así pues se espera que el contenido de este trabajo pueda contribuir en gran medida al desarrollo de la disciplina financiera, para fortalecer el Sistema Financiero Mexicano.

**CAPITULO I**  
**SISTEMA FINANCIERO MEXICANO**

Para llevar a cabo el objetivo central de este trabajo de tesis, que es el de optimar una cartera de inversión, es necesario realizar una identificación de las instituciones y organismos que integran el Sistema Financiero Mexicano, ubicar al mercado de valores dentro de un organigrama general del sistema, así como presentar un panorama claro sobre la evolución de la Bolsa Mexicana de Valores, describir su estructura y funcionamiento general

## **1.1 SISTEMA FINANCIERO MEXICANO; DEFINICIÓN**

El sistema financiero se puede definir como un conjunto orgánico de instituciones que generan, captan, administran, orientan y dirigen, tanto el ahorro, como la inversión en el aspecto político-económico que crece nuestro país. Así como también constituye un enorme mercado en el cual se contactan oferentes y demandantes de recursos monetarios.<sup>1</sup>

## **1.2 ANTECEDENTES ( 1976- 1996 )**

En el aspecto económico de México, destaca enormemente la década de los setenta, la cual se caracteriza por la aparición de un fenómeno que hasta nuestros días sigue haciendo estragos en la economía nacional, nos referimos al fenómeno inflacionario

El enorme aumento del déficit público y por consiguiente el enorme endeudamiento externo concluye con la devaluación de 1976

Gracias al descubrimiento de grandes yacimientos de petróleo y a la gran liquidez en el Sistema Financiero Internacional, los cuales se dieron durante los primeros años de la siguiente administración, el gobierno pudo hacer frente a sus requerimientos financieros, los cuales encontraban su base principal en un fuerte endeudamiento externo

Al terminar la década de los setenta empiezan a surgir una serie de políticas, gracias a las cuales se logra un fortalecimiento del Sistema Financiero Mexicano, en la parte inferior se mencionan las políticas mas sobresalientes en este sentido, estas son (1):

- \* Publicación del reglamento sobre Banca Múltiple, sentándose las bases para la concertación del capital bancario (1976)

- \* Emisión de nuevos instrumentos de financiamiento e inversión Petrobonos (1977), CETES (1978), Papel Comercial (1980) y Aceptaciones Bancarias (1981)

- \* Establecimiento de la sociedad de inversión conocida como Fondo México (FOMEX) y constitución del Fideicomiso de Promoción Bursátil (1981).

- \* Durante el primer semestre de 1982. Retiro del Banco de México (Banxico) del mercado de cambios, suspensión de compras al exterior y autorización de la formación de sociedades de inversión de mercado de dinero.

- \* El 1o. de Septiembre de 1982. Decreto de nacionalización de la Banca Privada, con excepción del Banco Obrero y City Bank N.A. establecimiento del control de cambios conforme al cual Banxico es el único autorizado para realizar la importación y exportación de divisas.

- \* El 31 de diciembre de 1986, como resultado de la política del Gobierno Federal de desincorporación de entidades del sector público, se difundió en el diario oficial de la federación el acuerdo que señalaba las bases de disolución del organismo descentralizado INDEVAL; debido a lo anterior, a partir del 1o de octubre de 1987 se crea la nueva sociedad denominada S.D. INDEVAL, S.A. de C.V., la cual adopta el carácter de organismo privado.

1 - Asociación Mexicana de Intermediarios Bursátiles A.C., Inducción al Mercado de Valores, Bolsa Mexicana de Valores, México 1994

El objetivo principal de esta institución, es el proporcionar un servicio eficiente para satisfacer las necesidades relacionadas con la guarda, administración, compensación, liquidación y transferencia de valores

Se trata de un depósito central de valores que facilita las operaciones y transferencias de los mismos mediante registros, sin que sea necesario el traslado físico de los títulos

\* 1990 - autorización de la figura del especialista como intermediario del Mercado de Valores.

\* 1990 - aprobación de la ley para reprivatizar la Banca

\* 1990 - otra importante medida destinada a fortalecer el sistema financiero es la consolidación en la ley de la formación de grupos financieros que podrán ser integrados por al menos tres diferentes intermediarios, como son Casas de Bolsa, Imacenadoras, Arrendadoras Financieras, Casas de Cambio, Empresas de Factoraje, Afianzados, Operadoras de Sociedades de Inversión y Aseguradoras. Estos grupos se constituirán a través de Sociedades Controladoras, las cuales deberán poseer cuando menos el 51% del capital pagado de cada uno de sus integrantes, en acciones con derecho a voto

\* 1990 - Nueva ley de Instituciones de Crédito

\* 1993 - Reforma al artículo 28 de la constitución dándole autonomía al Banco de México

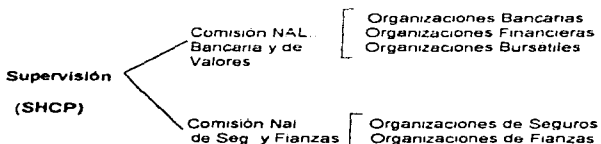
\* 1993 - Integración del Sistema Internacional de Cotizaciones a la ley del mercado de valores.

\* 1993 - Perfección a la garantía sobre valores por institución de la Caución Bursátil

- 1993 - Facultad de realizar arrendamiento a las instituciones de crédito.
- 1993 - Se otorga facultad de realizar fideicomiso a casas de bolsa.
- 1993 - Se permite establecer filiales en territorio nacional a entidades financieras del extranjero que tengan acuerdo comercial con México.
- 1993 - Reconocimiento de la figura del asesor de inversiones
- 1995 - 1996 Autorización a 50 bancos extranjeros para operar en el país
- 1996 - Fusión de la Comisión Nacional Bancaria, con la Comisión de Valores, formándose así la Comisión Nacional Bancaria y de Valores.

### 1.3 SISTEMA FINANCIERO; ESTRUCTURA ACTUAL

A partir de 1995, el gobierno mexicano con el fin de lograr que las Instituciones Financieras ofrezcan una mayor eficiencia y confiabilidad, crea dos grandes bloques, los cuales son conocidos como Organizaciones Bancarias, Financieras y Bursátiles, y Organizaciones de Seguros y Fianzas, las cuales son organismos dependientes de la SHCP, estos dos grandes bloques son supervisados, por las siguientes instituciones respectivamente



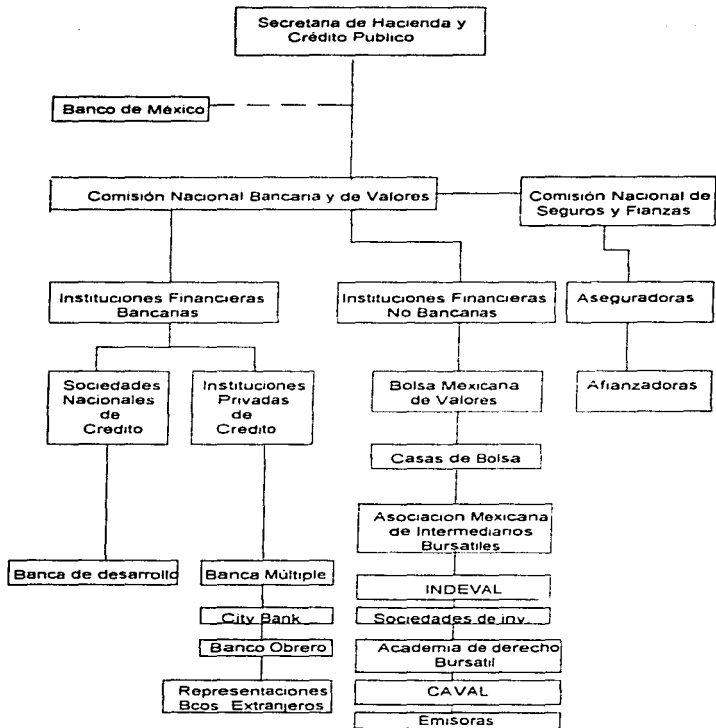
Resulta de suma importancia, para todo aquel que desee introducirse en el mundo de las finanzas conocer cual es la función primordial de cada una de las organizaciones mencionadas anteriormente, dentro del primer bloque las instituciones de Banca Múltiple captan la mayor parte de los recursos del sistema, constituyéndose así en la principal fuente de financiamiento

Por su parte la Banca de Desarrollo se dedica a brindar apoyo a los programas prioritarios de interés nacional, en tanto que los Organismos Bursátiles promueven la inversión aunada a estas instituciones

Así pues el segundo bloque incluye diversos tipos de instituciones como las Aseguradoras que son aquellas que tienen por objeto que el inversionista cuente con recursos suficientes para afrontar el riesgo que sufra al ejecutar una inversión y las Afianzadoras, que tienen por objeto otorgar garantías para que se lleve a cabo una inversión (oferente-inversionista), entidades cuya función es la de proveer a los sectores público y privado de los recursos necesarios para realizar sus programas de inversión, integrándose a los esfuerzos de la banca

En el siguiente organigrama se presentan aquellas instituciones que en conjunto constituyen el Sistema Financiero Mexicano, incluyéndose también las que ejercen funciones de regulación y vigilancia y cuyas funciones son puramente operativas del mercado financiero y otras que sirven de apoyo a cualquiera de las mencionadas anteriormente (2)





## 1.4 MERCADO DE VALORES

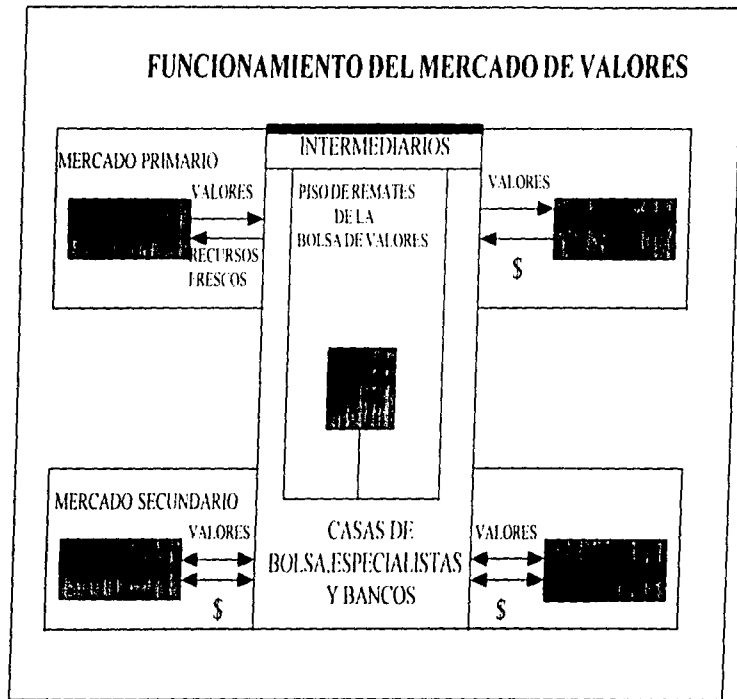
Todas aquellas instituciones, empresas e inversionistas para las cuales resulta de sumo interés el obtener una cartera con una optimización adecuada es importante que conozcan todo lo relacionado con el Mercado de Valores, organismo dependiente de la SHCP, y por ello se dirá que es el conjunto de mecanismos que permiten realizar la emisión, colocación y distribución de los valores inscritos en el Registro Nacional de Valores y aprobados por la Bolsa Mexicana de Valores (3). Es lógico pensar que como en todo mercado, existe un componente de oferta y otro de demanda. Para este caso en particular, la oferta está representada por títulos emitidos tanto por el sector público como por el privado, en tanto que la demanda la constituyen los fondos disponibles para inversión procedentes de personas físicas o morales.

## 1.5 ESTRUCTURA ORGÁNICA

El diagrama 1.5 muestra el funcionamiento general del mercado. En una forma simplificada diremos que este tiene un mecanismo operativo general que se inicia con la emisión de valores por parte de las empresas que solicitan financiamiento, continúa con la colocación de los valores entre los inversionistas a través de la intermediación autorizada (mercado primario) y finaliza con la obtención de utilidades por parte de los tenedores de títulos y/o los negociantes ulteriores conocidos como mercado secundario.

3 - Caro R. Efraim, Vega R. J. Francisco, Robles F. J. Javier, Gamboa O. Gerardo J., El Mercado de Valores en México, Estructura y Funcionamiento, Editorial Ariel Divulgación, México, 1995.

Cuadro 1.5



Como se puede observar en el diagrama anterior, de acuerdo a los agentes involucrados en la operación de compra - venta de títulos, el mercado se divide en mercado primario y mercado secundario.

El mercado primario involucra la emisión y colocación de títulos - valor, que se traducirán en la aportación de dinero fresco para la empresa o entidad emisora. Las colocaciones se realizan a través de una oferta pública, en la que los títulos se dan a conocer ampliamente al entorno financiero en forma explícita y detallada a través de un prospecto o folleto autorizado por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores, en el que se proporciona la información básica de la empresa emisora y las características de la emisión.

Por otra parte el mercado secundario comprende las transacciones en las que los títulos - valor son transferidos de un inversionista a otro, sin que estas operaciones redunden en un aporte de recursos a las empresas emisoras. Estas transferencias se efectúan por medio de agentes intermediarios autorizados; es decir, las casas de bolsa o los especialistas bursátiles.

Una vez que se ha hecho la colocación de la emisión, los títulos - valor (o simplemente valores) tienen un movimiento continuo en el mercado secundario. La rotación de estos permite que tengan **liquidez**; es decir, la posibilidad de ser cambiados por dinero en efectivo, permitiendo a su vez que el inversionista pueda adquirir otros instrumentos de inversión, bursátiles o no, o bien cubrir otras necesidades.

## **1.6 RIESGO, RENTABILIDAD Y LIQUIDEZ**

Al llevar a cabo la optimización de una cartera, es necesario tomar en cuenta tres características de un gran interés para cualquier inversionista, ya que llevarán a este a elegir el instrumento más adecuado para satisfacer las necesidades de inversión, estas características son:

### **RIESGO**

En castellano se define al riesgo como la contingencia o proximidad de un daño (4).

### **RENTABILIDAD**

Se define como una medida fundamental de evaluación de operaciones de una empresa.

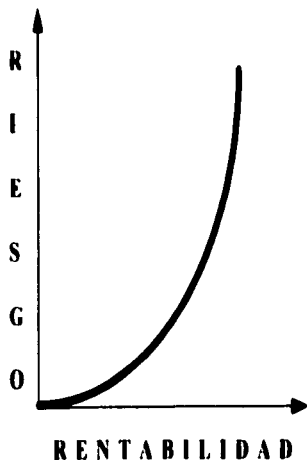
### **LIQUIDEZ**

Es la capacidad de obtener dinero en efectivo para los usos requeridos.

En este trabajo se definirá al riesgo como la probabilidad que existe de que el rendimiento esperado de una inversión no se realice sino, por el contrario, que en lugar de ganancias se obtengan pérdidas. Ahora bien, la existencia del riesgo está asociada generalmente a la posibilidad de obtener mayores beneficios. Por ejemplo, los títulos que presentan un mayor riesgo suelen tener una mayor tasa como premio para el inversionista que acepta el riesgo, por tanto se puede decir que existe una relación de proporcionalidad directa entre el riesgo y la rentabilidad de una inversión esto se ilustra en la figura 1.6.

4 - Marmolejo, G. Martín, Inversiones, Publicaciones IMEF, México, 1989

## Relación General Riesgo - Rentabilidad para una Inversión



Existen entonces por una parte, instrumentos con amplio riesgo y posibilidades de ganancias enormes y, por otra, instrumentos "seguros", con poco o ningún riesgo, pero que ofrecen menos utilidades. los primeros pertenecen a la categoría de renta variable y los segundos a los de renta fija

Los valores de renta fija o predeterminada son aquellos que permiten a sus poseedores el derecho de recibir un rendimiento preestablecido Cuando la renta que brinda un instrumento es constante, esta se conoce desde el momento de la contratación de la inversión. Entre los instrumentos de este tipo se encuentran los CETES, el papel comercial, los pagares con rendimiento liquidable al vencimiento, etc.

(5)

EMISOR	MERCADO DE DINERO	
	INSTRUMENTO	PLAZO
GOBIERNO FEDERAL	CETES TESOBONOS BONDES AJUSTABONOS	28 91, 180 Y 360 6 MESES 1 Y 2 AÑOS 3 AÑOS
ORGANISMOS DECENTRALIZADOS	PETROPAGARES	360 DÍAS
BANCOS	AB'S PRLV BONDIS	360 DÍAS 1,3,6,9,12 M 10 AÑOS
ALMACENES GENERALES DE DEPOSITO	BONOS PRENDARIOS	180 DÍAS
SOCIEDADES MERCANTILES	- PAPEL COMERCIAL - PAGARE EMPRESARIAL	1 A 360 DÍAS

En cuanto a los valores de renta variable, estos títulos otorgan una retribución variable, la cual esta condicionada a las políticas y resultados financieros de la empresa que los emite y a la oferta y la demanda de sus documentos en el mercado de valores típicos de este grupo son las acciones (6).

VALORES DE RENTA VARIABLE
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acciones de empresas industriales, comerciales y de servicios</li> <li>- Acciones de grupos financieros</li> <li>- Acciones de compañías de seguros y fianzas</li> <li>- Acciones de casas de bolsa</li> <li>- Acciones de sociedades de inversión comunes</li> <li>- Acciones de sociedades de inversión de instrumentos de deuda</li> <li>- Acciones de sociedades de inversión de capitales</li> </ul>
No tienen determinado el rendimiento o el plazo

MERCADO DE METALES		
EMISOR	RENTA VARIABLE	
	INSTRUMENTO	PLAZO
GOBIERNO FEDERAL	ONZA TROY DE PLATA	INDEFINIDO
	CENTENARIOS	INDEFINIDO
	CEPLATAS	30 AÑOS

6 - W. Kolb Robert, Inversiones, Editorial Limusa, Mexico, 1993



En esta subdivisión, los rendimientos obtenidos son variables, ya que la tendencia que siga la situación financiera de la empresa emisora no se puede conocer de antemano. Dependiendo de esta última los rendimientos obtenidos con los títulos, pueden ser muy altos, no existir, o incluso arrojar un saldo negativo al comparar el precio de compra con el de su cotización en el mercado.

Es importante remarcar que los dividendos decretados con base en las utilidades netas generadas también pueden sufrir una variación, ya que dependen de la decisión que tome la Asamblea de Accionistas.

En el caso de los instrumentos que involucran transacciones con metales el rendimiento también es variable, como resultado del equilibrio oferta-demanda por los mismos en el mercado.

MERCADO DE CAPITALES				
EMISOR	RENDA FIJA INSTRUMENTO	PLAZO	RENDA VARIABLE INSTRUMENTO	PLAZO
GOBIERNO FEDERAL	OBRES	10 AÑOS	ACCIONES	INDEFINIDO
BANCOS	BONOS	10 AÑOS		
	CP'S	3 AÑOS MÁXIMO		
	PAGARE MEDIANO PLAZO	3 AÑOS		
SOCIEDADES MERCANTILES	OBLIGACIONES	3-7 AÑOS	ACCIONES	INDEFINIDO
	OBLIGACIONES TELMEX	15-2 AÑOS	ACCIONES DE SOCIEDADES DE INVERSIÓN	INDEFINIDO

Por otra parte, el plazo no está determinado porque la duración de la tenencia de una acción, por ejemplo, no está limitada por una fecha de vencimiento sino por la decisión del tenedor para retenerla, si existen expectativas de un aumento en su valor, o venderla, si hay probabilidad de una disminución del mismo o una necesidad de liquidez. La teoría dicta que las acciones de una empresa financieramente sana rendirá mayores utilidades si se conserva durante más tiempo.

Existe una serie de títulos que a pesar de no tener una rentabilidad fija no son considerados estrictamente variables ya que tienen cierta garantía base. En este caso, la ganancia que proporciona un instrumento está indexada a un valor o parámetro de referencia variable, como el tipo de cambio.

Dichos instrumentos se denominan aquí como híbridos, aun cuando su manejo en el salón de remate se realiza en la sección correspondiente al mercado de capitales (7).

Por último en cuanto mercado de valores se refiere es importante subrayar que la intermediación bursátil se encuentra regulada principalmente por la ley de Mercado de Valores y en su caso, tendrá como normas supletorias a las leyes y usos mercantiles, los usos bursátiles, el Código Civil para el Distrito Federal y el Código Federal para Procedimientos Civiles (8).

7 - W. Kolb Robert, Inversiones, Editorial Limusa, México, 1993

8 - Asociación Mexicana de Intermediarios Bursátiles A.C., Inducción al Mercado de Valores, Bolsa Mexicana de Valores, México, 1994

## **1.7 BOLSA MEXICANA DE VALORES (BMV)**

Dentro del desarrollo de este capítulo la Bolsa Mexicana de Valores juega un papel importantísimo, es por ello que a continuación se detalla su funcionamiento general.

En 1976 existía la Bolsa de Valores de la ciudad de México y, además, las bolsas en las ciudades de Guadalajara y Monterrey. Sin embargo estas últimas tuvieron que ser liquidadas por no cumplir con el requisito de contar, por lo menos, con veinte socios (casa de bolsa registradas) que establece la ley para otorgar la autorización correspondiente.

Para la operación de una bolsa de valores en México, se requiere de una concesión otorgada por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la cual toma en consideración las opiniones emitidas al respecto por el Banco de México y la Comisión Nacional Bancaria y de Valores.

Toda bolsa de valores deberá constituirse como Sociedad Anónima de Capital Variable y debe sujetarse a lo establecido por la ley General de las Sociedades Mercantiles y a las siguientes reglas implantadas en 1996.

- A) La duración de la sociedad podrá ser indefinida
  
- B) El capital social sin derecho a retiro deberá estar íntegramente pagado y no podrá ser inferior al que se establezca en la concesión correspondiente, atendiendo a que los servicios de la Bolsa se presenten adecuadamente a las necesidades del mercado
  
- C) El capital autorizado no será mayor que el doble del capital pagado
  
- D) Las acciones únicamente podrán ser suscritas por las casas de bolsa.
  
- E) Cada casa de bolsa tendrá solamente una acción de la bolsa.

**F) El número de socios de una bolsa de valores no podrá ser inferior a veinte.**

**G) El número de sus administradores no será menor a cinco, y actuarán constituidos en Consejo de Administración.**

**H) Los estatutos de las bolsas de valores deberán establecer que:**

**a - El derecho de operar una bolsa será exclusivo para sus socios e intransferible**

**b.- No podrán operar una bolsa aquellos socios que pierdan su calidad de casa de bolsa**

**c.- Las acciones de una bolsa deberán mantenerse depositadas en la misma como garantía de las gestiones de sus socios**

**d.- Los socios no deberán operar fuera de la bolsa de valores inscritos en ella**

**e - La SHCP o la CNV podrá determinar las operaciones que, sin ser concertadas en la bolsa, deberán considerarse como efectuadas a través de la misma**

**Por otra parte, las bolsas están facultadas para suspender la cotización de valores cuando se presenten condiciones desordenadas o irregulares en las operaciones de los mismos, apartándose de las sanas prácticas del mercado. En estos casos se deberá informar tanto a la Comisión Nacional de Valores, como a los emisores involucrados en el mismo día en que la decisión sea tomada.**

Es entonces la Bolsa Mexicana de Valores una institución organizada bajo la forma de Sociedad Anónima de Capital Variable, que cuenta con la autorización de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para efectuar sus funciones. Los objetivos que la Bolsa se plantea son:

Facilitar la realización de operaciones de compra - venta de valores emitidos por las empresas públicas o privadas que requieren captar recursos para así propiciar su propio crecimiento, y poder promover el desarrollo del mercado bursátil, brindando así un servicio que contribuye al funcionamiento eficaz de la economía nacional.

Para cumplir con los objetivos mencionados la ley dispone varias funciones obligatorias para las bolsas, ellas son:

- A) Establecer locales, instalaciones y mecanismos que faciliten las relaciones y operaciones entre los oferentes y los demandantes de valores.
- B) Proporcionar y mantener a disposición del público información sobre las operaciones que se realizan en su sede, sobre los valores inscritos en la bolsa, y sobre sus emisores correspondientes.
- C) Elaborar publicaciones sobre las materias señaladas en la fracción inmediata anterior.
- D) Velar por el estricto apego de las actividades de los socios a las disposiciones que le sean aplicables.
- E) Certificar las cotizaciones en bolsa.
- F) Realizar aquellas otras actividades análogas o complementarias a las anteriores, que autorice la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, o bien acudiendo a la Comisión Nacional de Valores.

Apoyándose en este último inciso, la bolsa:

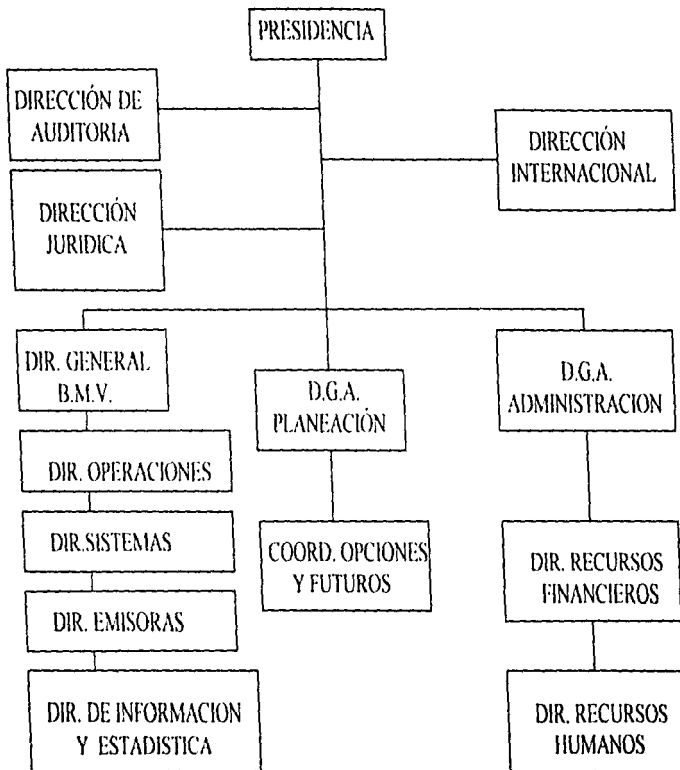
G) Vigila la conducta profesional de los agentes y operadores de piso, para que se desempeñen conforme a los principios establecidos en el Código de Ética Profesional de Comunidad Bursátil.

H) Cuida que los valores inscritos en sus registros satisfaga los requisitos legales necesarios para ofrecer la seguridad solicitada por los inversionistas al aceptar participar en el mercado

I) Promueve el desarrollo del mercado a través de nuevos instrumentos o mecanismos de inversión.

En el organigrama 1.7 se ilustra la estructura orgánica de la Bolsa Mexicana de Valores.

# BOLSA MEXICANA DE VALORES



**CAPITULO II**  
**CARTERAS DE INVERSIÓN**



Un factor clave en el desarrollo de la disciplina financiera es la llamada teoría de la cartera, es por ello que el objetivo de este capítulo es dar a conocer la teoría de la cartera ( o portafolio de activos ), este estudio se dará simultáneamente desde dos puntos de vista: uno teórico puro descriptivo y otro normativo Como resultado se busca obtener un conjunto de proposiciones que describen las características abstractas fundamentales de los portafolios bajo algunos simplificadores, esto por un lado, y por otro, un conjunto de normas que prescriben la forma en que concretamente pueden construirse carteras con determinadas características que se consideran deseables.

## 2.1 DEFINICIÓN

Se le llama cartera de inversión a un conjunto de inversiones en el caso de los inversionistas a través de la bolsa su cartera de inversión se refiere al conjunto de valores agrupados dentro de un contrato que el inversionista mantiene con alguna casa de bolsa

En México el concepto de cartera de inversión resulta muy circunstancial, ya que esto, dependerá de las circunstancias prevalentes en el medio ambiente económico y de las necesidades, objetivos, posibilidades y actitud hacia el riesgo de cada inversionista.

En términos generales, los resultados de las empresas se contraen, al igual que la economía, durante una recesión y es lógico, las empresas se desvanecen dentro de un marco general que es precisamente la economía, dentro de la cual generan la mayor parte de sus ingresos

Por supuesto que no todos los giros son afectados de igual manera durante las recesiones. Por ejemplo la industria de la construcción y la industria automotriz son de las industrias más estrechamente ligadas a los ciclos de la economía<sup>9</sup>.

9 - Marmolejo, G. Martín, Inversiones, Publicaciones IMEF, México, 1989

Por el contrario, las empresas comerciales y algunas del sector de bienes de consumo, por lo general son afectadas más levemente durante una contracción de la economía.

Así pues, dependiendo de la duración y profundidad de la recesión y su percibido impacto entre el gran público inversionista, el nivel de precios promedio del mercado accionario se verá disminuido mientras la recesión exista.

## **2.2 LA IMPORTANCIA DE LA SITUACIÓN ECONÓMICA DEL PAÍS**

Para obtener una buena optimización de una cartera resulta de sumo interés tomar en cuenta que en el contexto macrofinanciero en donde los mercados según la teoría no son ni completos, ni perfectos, ni eficientes, es importante decir que ninguna economía capitalista mixta puede pretender lograr un eficiente proceso de acumulación de capital, el cual funja como motor del crecimiento sin un vigoroso mercado de capitales, en resumen el desarrollo de los mercados de capitales se convierte en un pre-requisito fundamental de la estrategia de crecimiento a largo plazo de economías de desarrollo intermedio, como es el caso de México.

Para poder tener una visión más clara de esto, se presentan las características más representativas, las cuales comprenden el periodo económico de México en los últimos años.

- 1) \* crecen fuertemente las presiones inflacionarias.
  - \* desaparecen las tasas de interés altamente negativas.
  - \* escasa conexión de los mercados financieros locales con los del exterior.
  - \* cae el coeficiente de monetización global de la economía.
- 2) \* crece el coeficiente de monetización global de la economía; se expanden los mercados de dinero (corto plazo).

- \* no progresa, a pesar de lo anterior, el mercado de capitales (mediano y largo plazo).
  - \* las tasa de interés locales adquieren niveles reales sumamente altos.
  - \* crece el grado de apertura externa del sistema financiero
  - \* Aumenta el endeudamiento exterior
  - \* Las estructuras de financiamiento muestran los efectos de
    - las altas tasa de interés reales (locales)
    - la disponibilidad de fuentes de financiamiento del exterior
- 3) \* Recrudescen las presiones inflacionarias; los índices mensuales anualizados son característicos de las hiperinflaciones.
- \* Se cierra el sistema financiero al exterior.
  - \* La deuda externa crece, hace "crisis" y se convierte en uno de los temas centrales de la política económica
  - \* las tasas locales en términos reales siguen el comportamiento errático de la inflación
- 4a) \* Se renegocian exitosamente los vencimientos de la deuda externa.
- \* La banca juega un rol de instrumento de la política monetaria de coyuntura que la de verdadero intermediario entre el ahorro y la inversión.
- 4b) \* Esta segunda parte del periodo se caracteriza fundamentalmente por echar las bases para que en el punto 5 se produzcan los cambios estructurales en el contexto y a nivel de manejo empresario que posibilite la creciente expansión del sector privado de la economía
- 5) \* Mayor consenso en cuanto a reformas estructurales al sistema económico mexicano: a) gasto público, déficit, privatizaciones, modernización de la administración pública y reasignación de recursos; b) agresiva política de apertura de la economía; c) políticas monetarias y fiscales que aseguren inestabilidad de precios, adecuada distribución de los ingresos e incentivos a la inversión.

- \* mayor estabilidad de precios y cambios menos erráticos en las tasas de inflación.
- \* mayor monetización de la economía e incorporación de activos e instrumentos financieros no empleados anteriormente, recuperación rápida del "retraso tecnológico" del Sistema Financiero Mexicano.
- \* gradual apertura del sistema financiero al exterior correlativamente a los progresos que se vayan logrando en el tema del endeudamiento externo.
- \* concentración y consolidación e institucionalización creciente de los intermediarios financieros que aumentan su eficiencia operativa y su rol en la asignación de recursos
- \* como consecuencia de lo anterior, funcionamiento menos errático de los principales mercados financieros

### **2.3 EL DESARROLLO ECONÓMICO DE MÉXICO (1982 - 1996)**

A raíz de la crisis de 1982 el sistema económico mexicano se ve fuertemente afectado, para resolver este problema se requería transformar, radicalmente el modelo de desarrollo tradicional que había estado centrado en las sustitución de importaciones, fuertemente proteccionista y cuya dinámica dependía del liderazgo del estado con base en el déficit público. Es así que en el curso del sexenio gubernamental 1982 - 1988 se implementa una nueva estrategia económica para producir una reforma estructural de la economía nacional.

El alcance de los cambios promovidos por esta estrategia durante el periodo 1983 - 1987 <sup>(10)</sup> lo podemos resumir diciendo que en este periodo se establecieron las bases de un nuevo modo de regulación pública para la actividad económica, orientado a partir del juego más amplio de la economía de mercado y una redefinición de los grandes circuitos macroeconómicos, todo ello se reflejó en un sistema de precios y ganancias relativas que premiaban la acumulación de capital privado orientada al mercado mundial

Una vez definidas las nuevas bases y reglas del modelo económico, el desafío era profundizar la reforma económica al tiempo que se cumplía un ciclo de crecimiento económico sostenido de largo plazo que consolidara la nueva economía, para encarar esto se tenían dos fuertes necesidades financieras. La primera era la de posibilitar un gran ciclo de la infraestructura y los servicios, creada por el estancamiento de los ochenta

10.- W. Kolb Robert, Inversiones, Editorial Limusa, México, 1993.

La segunda cuestión financiera importante para consolidar el nuevo modelo económico era la que resultaba de la necesidad de profundizar la apertura externa en el sector financiero ante la perspectiva de radicalizar la reforma económica, por un lado, y por el otro cumplir con las exigencias de la Ronda Uruguay de GATT el lo referente a la liberación de los servicios financieros, a lo que luego se sumarian las exigencias que plantearia la negociacion del Tratado del Libre Comercio con Canadá y Estados Unidos, punto que se analizará en un apartado posteriormente

Por otro lado la alta inflación tuvo otros dos efectos adicionales. Por un lado debilitó el sistema de pagos, dado que la incertidumbre sobre el valor futuro de la moneda conducia a que las deudas y las compras de importancia, tendieran a establecerse en dolares. Por el otro incrementó el ahorro público forzoso al generar transferencias de ingresos del sector privado al sector público en lo que se denominó como el impuesto inflacionario.

Desde 1989, aunque con antecedentes en 1988, se llevaron a cabo diversas reformas al sistema financiero, siguiendo los principales generales de desregulación, liberación y privatización que orientaban el conjunto de la reforma económica; el objetivo central de esta era que el sistema pudiera contribuir activamente en la consolidación del nuevo modelo económico.

La reforma económica se caracterizó por cuatro grandes aspectos. El primero fue el cambio en la modalidad de operación de los bancos y en las condiciones para la formación de las tasas de interés en este segmento del sistema.

En lo relativo a la captación, primero se liberalizaron las tasas de las aceptaciones bancarias y luego las de los otros instrumentos de captación, lo que significó que se eliminaban las restricciones a los intermediarios para establecer las tasa de interés pasivas.

También hubo cambios significativos en las llamadas Cuentas Maestras, ya que el primero de diciembre de 1991 el Banco de México decidió incrementar las reservas para operaciones con Cuentas de Orden desde un 30% a un 50%.

Un segundo aspecto de esta reforma financiera fue la renegociación, reestructuración y reducción de la deuda pública externa e interna, lo que tuvo un impacto para reorientar los flujos financieros entre el país y el resto del mundo, así como entre agentes dentro de la economía nacional.

En lo que se refiere a la deuda pública interna, se redujeron significativamente sus montos, lo que fue consecuencia por un lado de las amortizaciones que el gobierno realizó con parte de los fondos obtenidos al vender empresas públicas. Por el otro, aquella reducción de la deuda pública interna fue producto de que la desaceleración de la inflación redujo los intereses de dicha deuda, provocando una menor demanda de fondos para refinanciarla, lo que contribuyó a reducir los saldos de la misma.

El tercer gran aspecto de la reforma al sistema financiero se refiere a cambios regulatorios y legales que significaron la creación de algunas instituciones y la transformación de otras ya existentes, con efectos trascendentes para la importancia relativa de los distintos actores financieros en la economía nacional

En el cuadro 2.3 puede apreciarse la apretada secuencia en la que los distintos países en desarrollo de diversas partes del mundo procedieron a la apertura de sus mercados accionarios, con el fin de participar en la competencia por los fondos internacionales en esta modalidad de financiamiento de las empresas

**Cuadro 2.3 APERTURA DE MERCADOS ACCIONARIOS AL EXTRANJERO**

<b>PAÍS</b>	<b>FECHA DE APERTURA</b>
GRECIA	DICIEMBRE 1988
PORTUGAL	DICIEMBRE 1988
JORDANIA	DICIEMBRE 1988
CHILE	DICIEMBRE 1988
MALASIA	DICIEMBRE 1988
<b>MEXICO</b>	<b>MAYO 1989</b>
TURQUÍA	AGOSTO 1989
FILIPINAS	OCTUBRE 1989
VENEZUELA	ENERO 1990
TAIWAN - PCIA DE CHINA	ENERO 1991
COLOMBIA	FEBRERO 1991
PAQUISTÁN	FEBRERO 1991
BRASIL	MAYO 1991
ARGENTINA	OCTUBRE 1991
INDIA	NOVIEMBRE 1991
COREA	ENERO 1992

Como se observa en dicho cuadro, la incorporación de México a esta reforma fue relativamente temprana y se produjo cuando en el país recién comenzaban a diseñarse los grandes cambios del sistema financiero que estamos considerando.



## **2.4 EL PAPEL DEL SISTEMA FINANCIERO EN EL TRATADO DEL LIBRE COMERCIO (TLC)**

En agosto de 1992 concluyeron las negociaciones para el establecimiento de un (TLC) entre México, Estados Unidos de América y Canadá. Posterior a la firma de dicho tratado, llevada a cabo ese mismo mes por representantes del Poder Ejecutivo de los países signatarios, se llevó a cabo la redacción del texto final el cual fue autorizado por los poderes Legislativos de las tres naciones para que tuviera fuerza de ley.

En cuanto al aspecto que para su efecto será de suma importancia para el objetivo de este trabajo, es decir, los Servicios Financieros, se establece que la apertura se realiza con base en el principio de trato nacional y de nación más favorecida. Cada país establecerá los compromisos específicos de liberación y los periodos de transición. En México se permitirá a las instituciones financieras de los países miembros establecerse únicamente a través de filiales, las cuales estarán sujetas a límites individuales y agregados de participación en el mercado, durante un periodo de transición que empezó en el momento de la firma del TLC y concluirá en el año 2000. A partir de esa fecha se aplicarán salvaguardas en los diferentes sectores del sistema financiero.

El segmento más protegido será el de la banca comercial, donde la participación de las firmas extranjeras en el mercado nacional pasará gradualmente del 8 al 15 % durante el periodo de transición. En la banca de inversión, al igual que en los segmentos de arrendamiento y factoraje, la participación extranjera agregada pasará del 10 al 20 % en el periodo. Esto reflejaba la intención de otorgar un plazo amplio a la consolidación de segmentos clave para el desarrollo de los grupos financieros.

Por otro lado en cuanto al ramo de los seguros se refiere, los acuerdos permiten prever un asentamiento de la competencia muy dinámico. Las aseguradoras de Canadá y de los Estados Unidos podrán iniciar un proceso de asociaciones estratégicas con las aseguradoras mexicanas, con una participación extranjera en el capital social de éstas que aumenta paulatinamente de 30 % en 1994 hasta el 100 % en el año 2000, sin restricciones a la participación del mercado. El arribo de la firmas extranjeras a través de filiales enfrentará un límite máximo del 12 % de participación agregada en el mercado nacional y del 15 % a nivel individual. Todo lo anterior configura un panorama de competencia inmediata e intensa.

Por su parte, para las instituciones financieras mexicanas la firma del TLC significa la apertura de los mercados de los otros dos países firmantes. En el caso canadiense, empresas y personas físicas mexicanas podrán adquirir más del 25 % de las acciones de una institución financiera, así mismo los bancos mexicanos no estarán sujetos al límite de tendencia de activos totales que se aplica al resto de los bancos que no forman parte de la zona de libre comercio del TLC, teniendo además la facultad de abrir sucursales en ese país.

En lo que se refiere a los Estados Unidos, este país una exención de 5 años a la legislación que afecta la operación de grupos financieros mexicanos, por lo que los grupos que actualmente cuentan con una casa de bolsa y hayan adquirido un banco con operaciones en Estados Unidos podrán operar en ese periodo, con la reserva de que las instituciones bursátiles no podrán incrementar sus actividades o adquirir otras casa de bolsa en ese país.

## 2.5 COMO SE INTEGRA UNA CARTERA MODELO

Una cartera modelo será aquella con una composición de valores tal que, en el largo plazo, generará consistentemente plusvalías superiores al resto del mercado durante períodos de crecimiento y aquella cuyo valor disminuya más levemente, en relación al resto del mercado, durante periodos largos de contracción de los precios.

La mejor manera de optimar los resultados de un cartera de inversión (y así acercarse al máximo al objetivo de mantener la cartera modelo), sin correr riesgos adicionales a los normales que como negocio corren todas las empresas en cuyas acciones se invierte, es concertar las inversiones en acciones a precios bajos, correspondientes a empresas con un gran potencial de utilidades.

Si los precios de esas acciones efectivamente están bajos en comparación con el resto del mercado y el potencial de utilidades es realmente bueno, la combinación ideal se ha encontrado, ya que el riesgo de baja sustancial en los precios es mínimo, de esa manera las posibilidades de perder se mantendrían a los niveles mas bajos posibles.

En conclusión, es necesario ver tanto hacia arriba (potencial de crecimiento en el precio, o sea utilidades) como hacia abajo (riesgo de perder dinero, baja en el precio de la acción en el largo plazo). En la jerga bursátil esto se conoce como relación **riesgo/recompensa** (11). El grado de concentración recomendable en acciones que satisfagan los requisitos mencionados, variará de acuerdo con el perfil e intereses de cada inversionista. El resto de la cartera se recomienda que consista de acciones de empresas con un prestigio, trayectoria y perspectivas brillantes.

11 - Messuti, Alvarez, Graffi. *Selecciones de Inversiones "Introducción a la Teoría de la Cartera"*. Ediciones Macchi. Buenos Aires, Argentina, 1992

En forma lógica, el precio, de las acciones normalmente, no será tan bajo como los correspondientes a las acciones de las empresas recomendadas en primer término.

También es seguro afirmar que casi nunca las grandes ganancias al invertir en acciones se logran al invertir en este segundo tipo de acciones. Así pues, resulta necesario enfatizar la importancia de no asumir riesgos excesivos por una razón simple: **no es indispensable, la mayor parte de las veces, correr riesgos mayores para maximizar las oportunidades y las utilidades a obtenerse.**

En resumen, cada inversionista deberá esforzarse por buscar la mejor combinación posible en su cartera, en todo momento, de acuerdo a las circunstancias prevaletentes y a los intereses del propio inversionista, esto traerá dividendos, en la medida en que este orientado

Para lograr el objetivo de este trabajo se consideraran en especial ciertas decisiones de inversión bajo condiciones de riesgo - incertidumbre, esto debido a la evolución de la economía mexicana, la cual pasó de los modelos de flujo de fondos en forma de valor actual neto en condiciones de certeza hacia aquellos en condiciones de riesgo.

Por lo anterior se puede expresar que la determinación del riesgo y la calidad misma de éste, en los proyectos de inversión, no puede ser determinado con la rigurosidad con la cual se logra en el modelo de fijación de precios de activos de capital (CAMP); ya que este requiere para poder funcionar, que la empresa cotice sus valores de capital en un mercado desarrollado de capitales completo, perfecto y eficiente lo que se explica a continuación.

Un mercado es completo cuando le permite al inversionista construir sin restricción alguna gran cantidad de carteras distintas en relación a los flujos futuros de fondos a través del tiempo asociados a cada uno de esos portafolios alternativos.

Un mercado es perfecto cuando los inversores pueden negociar libremente sus activos financieros sin costos relevantes de transacción u otras restricciones en el proceso de adquisición - disposición de tales activos.

En forma lógica, el precio, de las acciones normalmente, no será tan bajo como los correspondientes a las acciones de las empresas recomendadas en primer término.

También es seguro afirmar que casi nunca las grandes ganancias al invertir en acciones se logran al invertir en este segundo tipo de acciones. Así pues, resulta necesario enfatizar la importancia de no asumir riesgos excesivos por una razón simple: **no es indispensable, la mayor parte de las veces, correr riesgos mayores para maximizar las oportunidades y las utilidades a obtenerse.**

En resumen, cada inversionista deberá esforzarse por buscar la mejor combinación posible en su cartera, en todo momento, de acuerdo a las circunstancias prevalecientes y a los intereses del propio inversionista, esto traerá dividendos, en la medida en que este orientado.

Para lograr el objetivo de este trabajo se consideraran en especial ciertas decisiones de inversión bajo condiciones de riesgo - incertidumbre, esto debido a la evolución de la economía mexicana, la cual pasó de los modelos de flujo de fondos en forma de valor actual neto en condiciones de certeza hacia aquellos en condiciones de riesgo.

Por lo anterior se puede expresar que la determinación del riesgo y la calidad misma de éste, en los proyectos de inversión, no puede ser determinado con la rigurosidad con la cual se logra en el modelo de fijación de precios de activos de capital (CAMP); ya que este requiere para poder funcionar, que la empresa cotice sus valores de capital en un mercado desarrollado de capitales completo, perfecto y eficiente lo que se explica a continuación:

Un mercado es completo cuando le permite al inversionista construir sin restricción alguna gran cantidad de carteras distintas en relación a los flujos futuros de fondos a través del tiempo asociados a cada uno de esos portafolios alternativos.

Un mercado es perfecto cuando los inversores pueden negociar libremente sus activos financieros sin costos relevantes de transacción u otras restricciones en el proceso de adquisición - disposición de tales activos.

**Un mercado es eficiente si en todo momento los precios de los activos transados reflejan plenamente la información disponible relevante a la formación de sus precios.**

## 2.6 ANÁLISIS DE PORTAFOLIOS CONSTITUIDOS POR DOS TÍTULOS

La clase de cartera más sencilla que se puede usar como ejemplo del concepto de la diversificación y de la creación de las carteras es una cartera de riesgo con dos activos o títulos, es decir, una cartera compuesta por dos activos con riesgo. El rendimiento esperado de una cartera de dos activos depende de los rendimientos esperados de los activos por separado y del "peso" relativo, o porcentaje, de los fondos invertidos en cada uno.

Para tener una visión más clara de esto supongamos que tenemos los títulos 1 y 2 que tienen tasas de rendimientos aleatorias  $R_1$  y  $R_2$ . Se supone que la proporción invertida en cada uno de ellos es  $X_1$  y  $X_2$  respectivamente.

El rendimiento aleatorio del portafolio es, entonces:

$$R_p = X_1 R_1 + X_2 R_2$$

donde:

$$X_1 + X_2 = 1$$

Dado que  $R_p$  es una variable aleatoria combinación lineal de las variables aleatorias  $R_1$  y  $R_2$ , resulta que el rendimiento esperado del portafolio es, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$E(R_p) = X_1 E(R_1) + X_2 E(R_2)$$

Supondremos en lo sucesivo que los inversores toman sus decisiones en base al criterio de la media - varianza (CMV), es decir que a igualdad de rendimientos esperados ( $E(R_1) = E(R_2)$ ) prefieren el portafolio que tenga menor riesgo, o bien a igualdad de riesgo ( $\sigma_1 = \sigma_2$ ) prefieren el portafolio que ofrezca mayor rendimiento esperado, donde  $\sigma_1$  es el riesgo de la acción 1 y  $\sigma_2$  de la acción 2.

A fin de estudiar separadamente la influencia de los parámetros relevantes (rendimiento y riesgo), en las decisiones de inversión, en una primera aproximación, se considerara que el inversor se desentiende del riesgo y basa su elección únicamente en el rendimiento esperado, optando por aquel título que ofrezca el mayor rendimiento esperado.

Las alternativas ante las que se enfrenta el inversor, por ejemplo, pueden ser las de la tabla 2.6.1:

Tabla 2.6.1

Título	Rendimiento esperado	Riesgo
i	E (R)	$\sigma_i$
1	11	8
2	7	3

En este caso en concreto, las fórmulas del rendimiento y del riesgo adoptan la siguiente forma:

$$E(R_p) = 11 X_1 + 7 X_2$$

$$\sigma^2 (R_p) = 64 X_1^2 + 9 X_2^2$$

Variando las proporciones  $X_i$  invertidas en cada uno de los títulos, se determina el rendimiento esperado y la varianza de las múltiples combinaciones posibles. Así el inversor habrá invertido todo su capital en el título 1, obteniendo el rendimiento esperado con el riesgo que se calculan a continuación:



$$E(R_p) = 11(1) + 7(0) = 11$$

$$\sigma^2(R_p) = 64(1)^2 + 9(0)^2 = 64$$

de donde

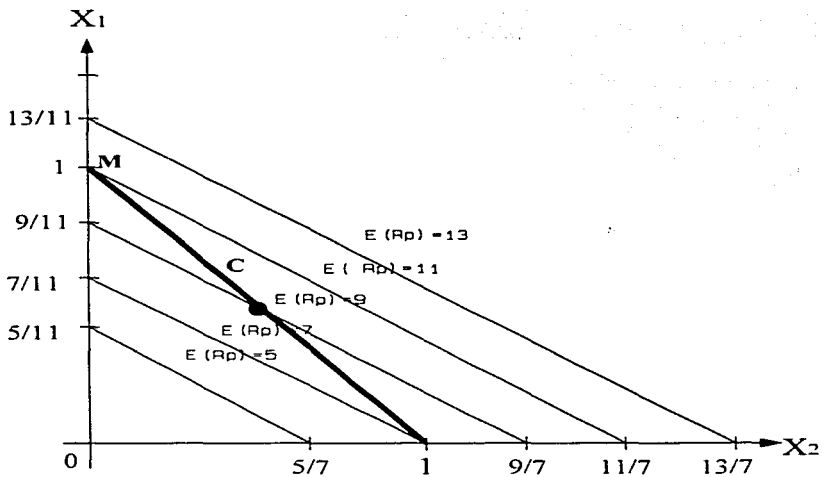
$$\sigma(R_p) = 8$$

Como es lógico esperar, el rendimiento esperado y riesgo de este portafolio coinciden con los del título 1.

Es evidente que en este caso, en que el inversor basa su decisión exclusivamente en el rendimiento esperado, optará por invertir todo su capital en el activo 1, obteniendo un rendimiento esperado de 11, superior a cualquier otra combinación.

Este hecho se muestra en la grafica 2.6.2 como se verá a continuación.

Dentro del estudio de las carteras las medidas estadísticas mas habituales de la variabilidad son la **varianza** y la **desviación típica**. la varianza de la rentabilidad del mercado es el valor esperado del cuadrado de las desviaciones respecto a la rentabilidad esperada.



Grafica 2.6.2

## 2.7 LA DIVERSIFICACIÓN COMO MEDIO PARA REDUCIR EL RIESGO DE LA CARTERA

Antes de entrar al tema de la diversificación definiremos a esta como la variación o las posibles combinaciones de  $n$  títulos

Es importante recordar que la desviación típica de la cartera de mercado en Estados Unidos fue del 20 por ciento durante el periodo 1928-1990 y algo menor en los últimos años. El cuadro 2.7 presenta las desviaciones típicas para diez acciones ordinarias muy conocidas en un periodo reciente de cinco años

Cuadro 2.7

acción	desviación típica	acción	desviación típica
AT & T	24.2	Ford Motor Co.	28.7
Bristol Myers S.	19.8	Genentech	51.8
Capital Holding	26.4	McDonald's	21.7
Digital Equipment	38.4	McGraw - Hill	29.3
Exxon	19.8	Tandem Computer	50.7

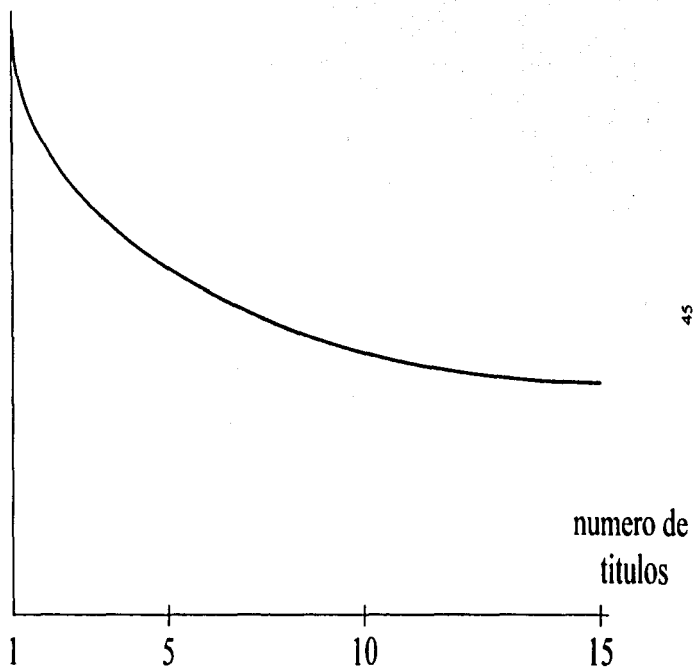
De acuerdo a los datos que presenta el cuadro se puede ver que de las acciones individuales únicamente Exxon y Bristol Myers Squibb an tenido una desviación típica inferior al 20 por ciento.

La mayor parte de las acciones son considerablemente más variables que la cartera de mercado y únicamente una pequeña parte es menos variable.

De lo anterior surge una cuestión importante: La cartera de mercado esta formada por acciones individuales; entonces ¿por qué su variabilidad no refleja la variabilidad media de sus componentes? la respuesta es que la diversificación reduce la variabilidad.

Incluso es posible con una pequeña diversificación lograr obtener una reducción sustancial en la variabilidad. Esto puede verse en la figura 2.7.1 la cual muestra como la diversificación puede reducir casi a la mitad la variabilidad de las rentabilidades.

desviacion tipica  
de la cartera



Grafica 2.7.1

Como puede verse se puede conseguir la mayor parte de este beneficio con relativamente pocas acciones la mejora es pequeña cuando el número de títulos se incrementa en más de 20 ó 30, por ejemplo.

La diversificación se produce porque los precios de las diferentes acciones no evolucionan de idéntico modo. Los estadistas hacen referencia a lo mismo cuando indican que los cambios en el precio de las acciones están imperfectamente correlacionados.

Resulta de suma importancia mencionar que el riesgo que puede ser potencialmente eliminado por medio de la diversificación es conocido como **riesgo único ó propio**.<sup>12</sup> El riesgo único resulta del hecho de que muchos de los peligros que rodean a una determinada empresa son específicos de la misma y tal vez de sus competidores inmediatos. Pero hay también un riesgo que usted no puede evitar, sin embargo, por mucho que diversifique este riesgo es conocido generalmente como **riesgo de mercado** el riesgo de mercado deriva del hecho de que hay otros peligros en el conjunto de la economía que amenazan a todos los negocios.

12 - Sánchez Zuñiga Pedro, Jara Castillo Jorge. Análisis e interpretación de la información Financiera, Editorial Grijalvo, México, 1992.

Como puede verse se puede conseguir la mayor parte de este beneficio con relativamente pocas acciones: la mejora es pequeña cuando el número de títulos se incrementa en más de 20 ó 30, por ejemplo.

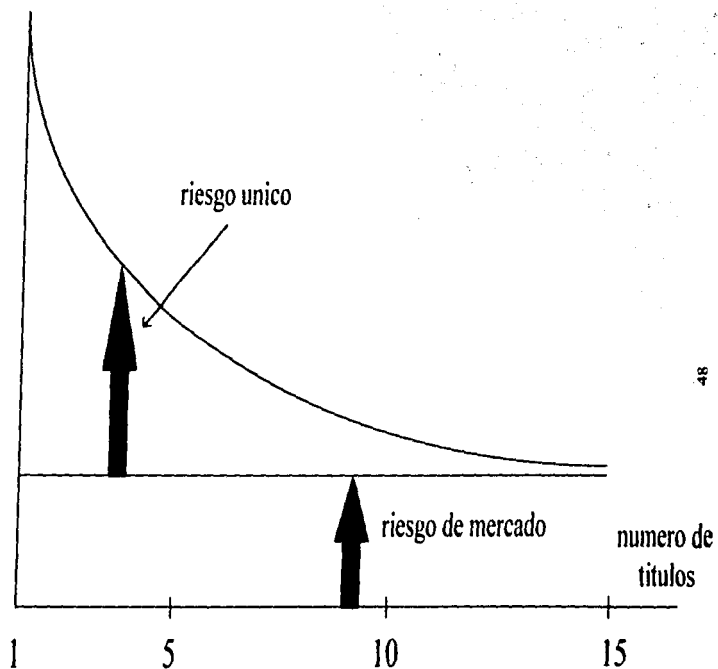
La diversificación se produce porque los precios de las diferentes acciones no evolucionan de idéntico modo. Los estadistas hacen referencia a lo mismo cuando indican que los cambios en el precio de las acciones están imperfectamente correlacionados.

Resulta de suma importancia mencionar que el riesgo que puede ser potencialmente eliminado por medio de la diversificación es conocido como **riesgo único ó propio**.<sup>(12)</sup> El riesgo único resulta del hecho de que muchos de los peligros que rodean a una determinada empresa son específicos de la misma y tal vez de sus competidores inmediatos. Pero hay también un riesgo que usted no puede evitar, sin embargo, por mucho que diversifique. este riesgo es conocido generalmente como **riesgo de mercado** el riesgo de mercado deriva del hecho de que hay otros peligros en el conjunto de la economía que amenazan a todos los negocios.

12- Sanchez Zuñiga Pedro, Jara Castiño Jorge, Análisis e interpretación de la Información Financiera, Editorial Grijalvo, México, 1992.

Es por esto que las acciones tienden a moverse en el mismo sentido, y esta es la razón por la que los inversores están expuestos a las « incertidumbres del mercado » independientemente del número de acciones que posean.

Desviación típica  
de la cartera



48

Gráfica 2.7.2



En la figura 2.7.2 se ha dividido el riesgo en sus dos componentes, riesgo único y riesgo de mercado. Si se posee una sola acción, el riesgo único es muy importante, pero, en cuanto se tiene una cartera de 20 acciones ó más, la diversificación ha producido sus resultados más importantes.

Para una cartera razonablemente bien diversificada, únicamente importa el riesgo de mercado. Por tanto, la principal fuente de incertidumbre para un inversor que diversifica, radica en si el mercado sube ó baja, arrastrando la cartera al inversor.

El procedimiento exacto para calcular el riesgo de una cartera de 2 acciones se expresa de la siguiente manera:

	Acción 1	Acción 2
Acción	$X^1 \sigma_1$	$X^1 X_2 \sigma_{12} =$ $= X^1 X_2 \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2$
Acción	$X^1 X_2 \sigma_{12} =$ $= X^1 X_2 \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2$	$X^2 \sigma_2$

Las entradas en la casilla diagonal dependen de la varianza de las acciones uno y dos, las entradas en las otras dos casillas dependen de su covarianza.

La covarianza es una medida del grado por el cual dos acciones « covarían ».

La covarianza puede ser expresada como el producto del coeficiente de correlación  $\rho_{12}$  y las dos desviaciones típicas

Covarianza entre las acciones 1 y 2 =  $\sigma_{12} = \rho_{12}\sigma_1\sigma_2$

La mayor parte de las acciones tienden a moverse juntas. En este caso el coeficiente de correlación  $\rho_{12}$  es positivo, y por consiguiente  $\sigma_{12}$  es también positivo.

Si las perspectivas de las acciones fueran totalmente independientes, el coeficiente de correlación y la covarianza podrían ser cero, y si las acciones tendieran a moverse en direcciones contrarias, el coeficiente de correlación y la covarianza podrían ser negativas. Del mismo modo que ponderamos la varianza por el cuadrado de la cantidad invertida, debemos ponderar la covarianza por el producto de las cantidades de las acciones  $X_1$  y  $X_2$ .

Una vez completadas las cuatro casillas, simplemente sumaremos las entradas para obtener la varianza de la cartera

$$\text{Varianza de la cartera} = X_1^2 \sigma_1^2 + X_2^2 \sigma_2^2 + 2(X_1 X_2 \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2)$$

La desviación típica de la cartera es, por supuesto, la raíz cuadrada de la varianza.

Es importante resaltar que el riesgo de una cartera bien diversificada depende del riesgo de mercado de los títulos incluidos en la cartera.

## 2.8 EL PAPEL DE LAS BETAS EN EL RIESGO DE LAS CARTERAS

Si se desea conocer la contribución de un título individual al riesgo de una cartera bien diversificada, no sirve de nada saber cual es el riesgo del título por separado, es necesario medir su riesgo de mercado, lo que equivale a medir su sensibilidad respecto a los movimientos del mercado. Esta sensibilidad se denomina **beta** ( $\beta$ )

Acciones con betas mayores que 1,0 tienden a amplificar los movimientos conjuntos del mercado. Acciones con betas entre 0 y 1,0 tienden a moverse en la misma dirección que el mercado, pero no tan lejos, el mercado es la cartera de todas las acciones, por tanto la acción «media» tiene un beta de 1,0

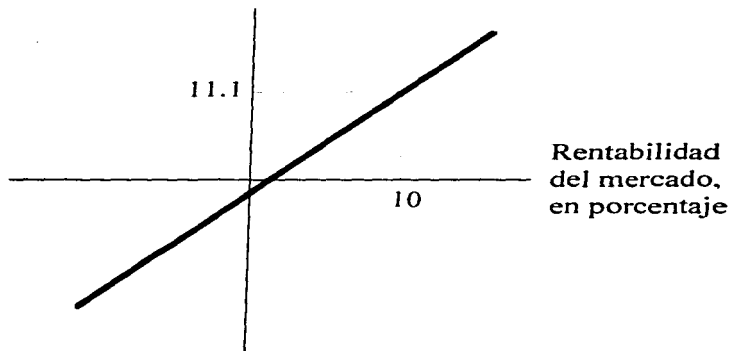
El cuadro 2.8 informa acerca de las betas de las 10 acciones ordinarias a las cuales nos referimos en apartados anteriores

**Cuadro 2.8**

<b>ACCIÓN</b>	<b>BETA</b>	<b>ACCIÓN</b>	<b>BETA</b>
AT & T	0.76	Ford Motor Co	1.30
Bristol Myers Squibb	1.81	Genentech	1.40
Capital Holding	1.11	McDonal's	1.02
Digital Equipment	1.30	McGraw - Hill	1.32
Exxon	0.67	Tandem Computer	1.69

Basándonos en la información podemos determinar que la rentabilidad de las acciones de Capital Holding no están perfectamente correlacionadas con las rentabilidades del mercado. La empresa esta también sujeta a el riesgo único, por tanto las rentabilidades reales podrán estar dispersas sobre la línea fijada en la gráfica 2.8.1.

**Rentabilidad de  
Capital Holding,  
en porcentaje**



**Grafica 2.8.1**

Existen dos puntos importantes sobre el riesgo de los títulos y el riesgo de la cartera:

- \* El riesgo del mercado explica la mayoría del riesgo de una cartera bien diversificada.
- \* La beta de los títulos individuales mide su sensibilidad a los movimientos del mercado.

En el contexto de la cartera el riesgo de los títulos es medido por beta.

En resumen, con mas títulos, y por tanto mejor diversificación, el riesgo de la cartera disminuye hasta que todo el riesgo propio es eliminado y solamente permanece la base del riesgo del mercado

Los estadistas definen la beta de una acción y como

$$\beta_i = \sigma_{im} / \sigma_m^2$$

donde  $\sigma_{im}$  es la covarianza entre la rentabilidad de la acción y la rentabilidad del mercado y  $\sigma_m^2$  es la varianza de la rentabilidad del mercado.

## 2.9 CALCULO DE LAS BETAS

Supóngase que se considera una ampliación general de una empresa.

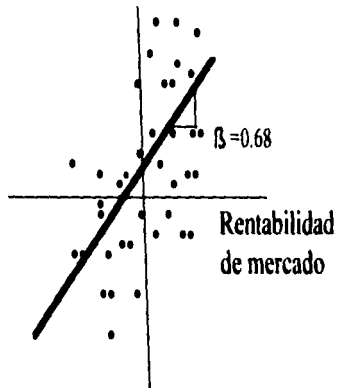
Una inversión de este tipo podría tener un grado de riesgo muy similar al de la actualidad. Por tanto, es necesario descontar los flujos previstos al coste de capital de la empresa. Para estimarlo, podría comenzarse estimando la beta de las acciones de la empresa.

Un procedimiento evidente para medir la beta de una acción es examinar como ha respondido su precio a los movimientos del mercado en el pasado. Por ejemplo en la figura A y B se presentan las tasas mensuales de rentabilidad de AT&T y Hewlett - Packard en función de la rentabilidad del mercado para los mismos meses.

En cada caso se realizo un ajuste de linea a los puntos (factor de correlación). La beta es la pendiente de la recta. Varía de un periodo a otro, pero no hay ninguna duda de que la beta de Hewlett fue mayor que la de AT&T.

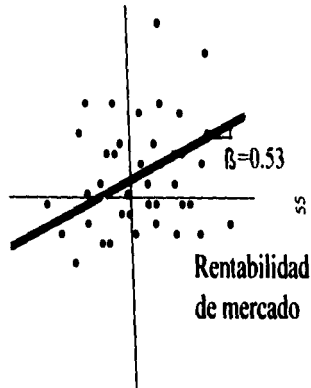
Figura A

Rentabilidad de AT & T



Enero 1970-  
Diciembre 1974

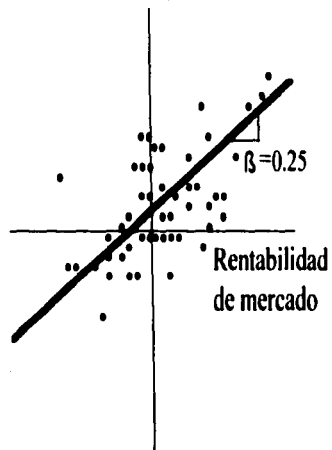
Rentabilidad de AT & T



Enero 1975-  
Diciembre 1980

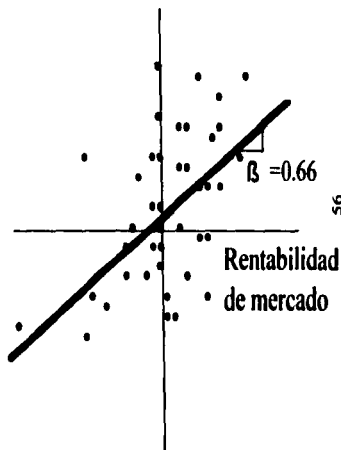
Figura A

Rentabilidad de AT & T



Enero 1988-  
Diciembre 1992

Rentabilidad de AT & T

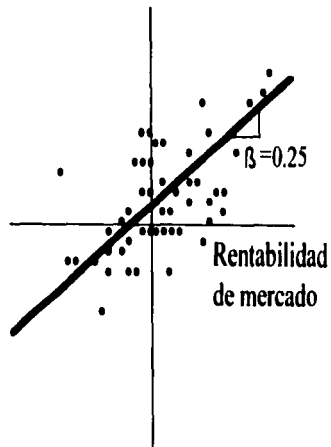


Enero 1993-  
Diciembre 1995



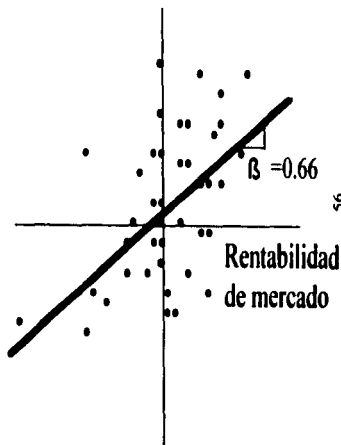
Figura A

Rentabilidad de AT & T



Enero 1988-  
Diciembre 1992

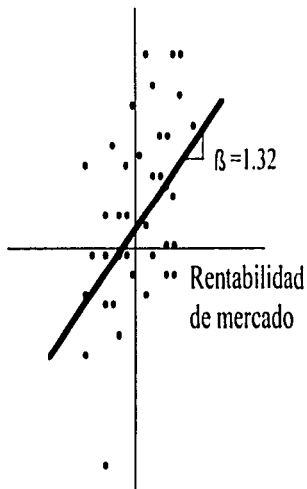
Rentabilidad de AT & T



Enero 1993-  
Diciembre 1995

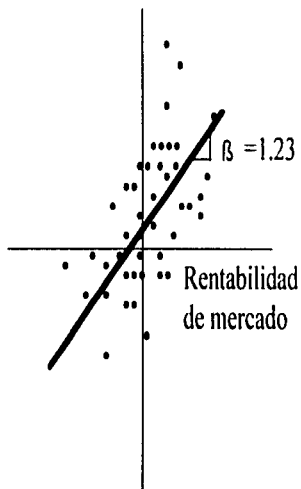
Figura B

Rentabilidad de  
Hewlett - Packard



Enero 1970-  
Diciembre 1974

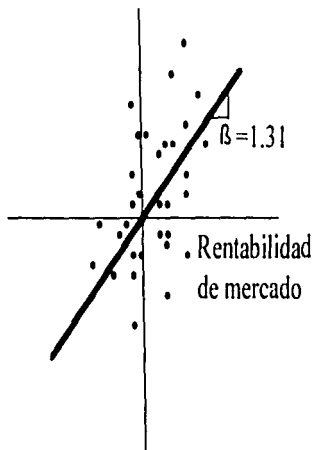
Rentabilidad de  
Hewlett - Packard



Enero 1975-  
Diciembre 1980

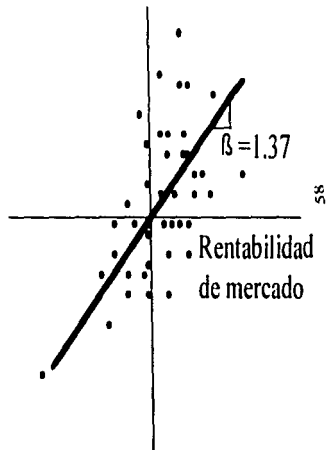
Figura B

Rentabilidad de  
Hewlett-Packard



Enero 1988-  
Diciembre 1992

Rentabilidad de  
Hewlett-Packard



Enero 1993-  
Diciembre 1995

## 2.10 RIESGO Y RENTABILIDAD

Harry Markowitz mostró como un inversor puede reducir la inversión típica de las rentabilidades de una cartera eligiendo acciones cuyas oscilaciones no sean paralelos<sup>13</sup>. Estos principios son el fundamento de todo aquello que pueda decirse acerca de la relación entre riesgo y rentabilidad.

Para mostrar un panorama más claro sobre lo anterior suponga que esta dudando entre invertir en acciones de Georgia Pacific o de Thermo Electron. Usted constata que Georgia Pacific ofrece una rentabilidad esperada del 15 por ciento y Thermo Electron una rentabilidad esperada del 21 por ciento. Después de observar la variabilidad en el pasado de las dos acciones, se concluye que la desviación típica de las rentabilidades es del 28 por ciento para Georgia Pacific y del 42 por ciento para Thermo Electron. La figura 2.10 ilustra la elección a la que se enfrenta. Thermo Electron ofrece la mayor rentabilidad esperada, pero es considerablemente más arriesgada.

13.- Messuti, Alvarez, Graffi, Selecciones de Inversiones "Introducción a la Teoría de la Cartera", Ediciones Macchi, Buenos Aires, Argentina, 1992.

Rentabilidad esperada  
en tanto por ciento (r)

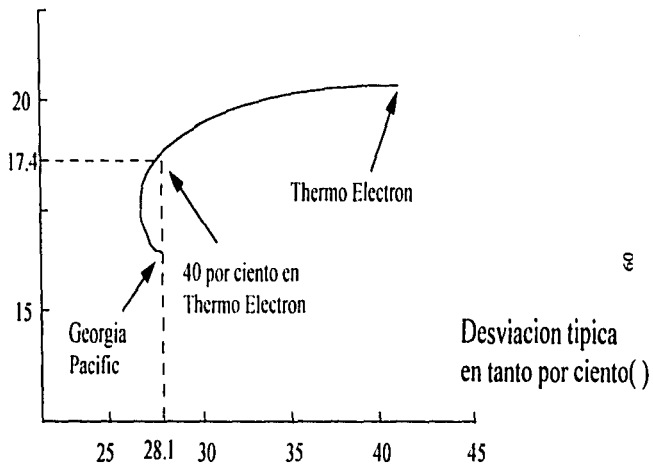


Figura 2.10

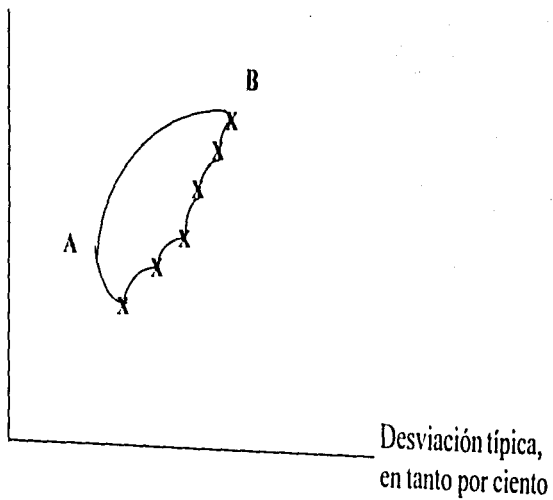
La línea curva ilustra como cambia la rentabilidad esperada y la desviación típica al invertir diferentes combinaciones de dos acciones. Por ejemplo, si invierte el 40 por ciento de su dinero en Thermo Electron y el resto el Georgia Pacific, la rentabilidad esperada es 17.4 por ciento, la cual es el 40 por ciento del camino entre las rentabilidades esperadas de las dos acciones. La desviación es 28.1 por ciento, la cual es mucho menor que el 40 por ciento del camino entre las desviaciones típicas de las 2 acciones. Esto es debido a que la diversificación reduce el riesgo.

La figura 2.10.1 muestra que sucede cuando se cuenta con un gran número de títulos. Cada cruz representa la combinación de riesgo y rentabilidad ofrecida por diferentes títulos individuales. Combinando estos títulos en diferentes proporciones incluso se puede obtener un amplia selección de riesgos y rentabilidades esperadas.

Por ejemplo, el conjunto de las posibles combinaciones podría parecer el área ovoidesombreada en la figura. Si se desea aumentar la rentabilidad esperada y reducir la desviación típica, estará interesado únicamente en aquellas carteras que están sobre la línea oscura conocida también como **frontera eficiente**. Markowitz las llamaba **carteras eficientes**.<sup>(14)</sup>

14 - Messuti, Alvarez, Graff, *Selecciones de Inversiones "Introducción a la Teoría de la Cartera"*, Ediciones Macchi, Buenos Aires, Argentina, 1992.

Rentabilidad esperada, en tanto por ciento



Grafica 2.10.1

**CAPITULO III**  
**ALGUNOS MODELOS DE OPTIMIZACION**



### III. ALGUNOS MODELOS PARA CARTERAS DE INVERSIÓN

#### 3.1 Estado del Arte.

La observación del comportamiento de muchos inversionistas sugiere que prefieren mantener un grupo de inversiones en vez de una sola inversión que aparentemente ofrece una mayor tasa de rendimiento esperado. Esto implica que el rendimiento no es el único aspecto que interesa al inversionista, también desea evitar el riesgo.

El rendimiento esperado en una cartera de inversión está directamente relacionado con los rendimientos de sus componentes individuales; sin embargo, el riesgo de una cartera depende no solo de sus riesgos de cada uno de sus componentes sino también de la interacción que haya entre ellos (su correlación).

Dentro de la teoría de carteras se han desarrollado una gran cantidad de modelos para la optimización de carteras de inversión. Los enfoques son diversos y una de las clasificaciones los separa en Estáticos y Dinámicos.

De manera inevitable y por derecho propio citamos el clásico modelo de Markowitz que sentó las bases para el desarrollo de la teoría de cartera en la actualidad (se citará como MM). A partir de este modelo estático se han propuesto toda una serie de modelos de optimización que extienden o modifican estas ideas originales.

Se encuentran en la literatura especializada modelos dinámicos que consideran el rendimiento esperado de una cartera como función de las inversiones realizadas en periodos anteriores, así como de las expectativas a corto plazo. Asimismo se analizan los cambios que sufre la cartera con el paso del tiempo (se les indicará con MD).

Al revisar las dificultades técnicas que surgen en la implementación del modelo de Markowitz, se señala como principal obstáculo la función objetivo de tipo cuadrático. Surgen como alternativa los modelos del tipo cuasilineal cuya función objetivo es lineal a trozos (dentro de este tipo se mostrará el modelo indicado por MAD).

Dentro de los modelos cuasilineales una línea de investigación actual propone considerar los momentos de mayor orden de la distribución de los rendimientos (o beneficios) obtenidos, como medio para caracterizar aquellas carteras de inversión con propiedades óptimas de rendimiento y riesgo.

Como complemento a estos modelos que consideran activos con riesgo se tienen los modelos tipo CAPM (modelos de fijación de precios de activos de capital), los cuales incluyen un activo libre de riesgo y lo combinan con una cartera de activos con riesgo. Esta es otra de las áreas de interés por donde se pueden seguir investigando.

En forma más reciente y dada la característica aleatoria de los rendimientos de activos con riesgo ha surgido una gran cantidad de modelos que consideran esta importante cualidad, son los llamados estocásticos. Una amplia gama de ellos se encuentra en revistas especializadas de actualidad. Sin lugar a dudas este es un campo bastante fértil donde la investigación de frontera puede encontrar resultados prometedores.

### 3.2 Modelos de Markowitz .

Sea  $R_j$  la variable aleatoria que representa la tasa de rendimiento (por periodo) del activo  $S_j$ ,  $j=1, \dots, n$ . Denotemos por  $X_j$  el porcentaje del dinero disponible (presupuesto) para invertir en el activo  $j$ .

El rendimiento esperado (por periodo) de esta inversión está dado por:

$$r(x_1, \dots, x_n) = E \left[ \sum_{j=1}^n R_j x_j \right] = \sum_{j=1}^n E [ R_j ] x_j$$

donde  $E [ \cdot ]$  representa el valor esperado de la variable aleatoria dentro de los corchetes. Un inversionista desea tener un  $r(x_1, \dots, x_n)$  tan grande como sea posible y al mismo tiempo mantener un nivel de riesgo mínimo.

Harry Markowitz (1959) empleó la desviación estándar (por periodo) rendimiento

$$\sigma(x_1, \dots, x_n) = \left[ E \left[ \left( \sum_{j=1}^n R_j x_j - E \left[ \sum_{j=1}^n R_j x_j \right] \right)^2 \right] \right]^{1/2}$$

como medida del riesgo y formuló el modelo de optimización de cartera como el Problema de Programación Cuadrática siguiente:

Min	$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} X_i X_j$
s.a.	$\sum_{j=1}^n r_j X_j \geq p$
(MIN)	$\sum_{j=1}^n X_j = 1$
	$0 \leq X_j \leq U_j \quad j=1, \dots, n$

donde:

$$r_j = E[R_j], \sigma_{ij} = E[(R_i - r_i)(R_j - r_j)]$$

y  $p$  es un parámetro que representa la mínima tasa de rendimiento requerida por el inversionista; además  $U_j$  es el porcentaje máximo de dinero que puede ser invertido en el activo  $S_j$ .

Para que este modelo sea válido se requiere que las variables aleatorias  $R_j$  tengan distribución normal multivariada y que el inversor muestre aversión al riesgo en el sentido de preferir la mejor desviación estándar de la cartera

### 3.3 Un modelo Dinámico .

Este modelo es presentado por Javier Márquez Díez-Canedo (1981) y se construye como sigue:

Sean:  $X_{ijt}$  = cantidad de dinero que se invierte en el activo  $i$ , a plazo  $j$ , durante el periodo  $t$ .

$$i = 1, \dots, I, \quad j = 1, \dots, J, \quad t = 1, \dots, T$$

$\gamma_{ijt}$  = el rendimiento que produce el activo  $i$ , a plazo  $j$ , comprando en el periodo  $t$ .

$$i = 1, \dots, I, \quad j = 1, \dots, J, \quad t = 1, \dots, T$$

$L_t^0$  = el requisito bruto de liquidez para el periodo  $t$ .

$$t = 1, \dots, T$$

$P_t$  = presupuesto de inversión para el periodo  $t$ .

$$t = 1, \dots, T$$

$x_{ijt}^0$  = la inversión actual en activos de tipo  $i$  a plazo  $j$  comprados en un periodo anterior  $t$ , pero que vencen dentro del horizonte de planeación.

$$i = 1, \dots, I, \quad j = 1, \dots, J, \quad t = -1, -2$$

$\gamma_{ijt}^0$  = el rendimiento asociado al activo  $i$  a plazo  $j$  de la cartera actual, comprando en un periodo anterior  $t$ , vende entro del horizonte de planeación.

$$i = 1, \dots, I, \quad j = 1, \dots, J, \quad t = -1, -2$$

$P_1$  = presupuesto disponible en el periodo actual.

Adicionalmente se calculan:

$$R_t = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (1 + \gamma_{y,t-j}) x_{y,t-j}^0$$

las sumas se hacen en todos los posibles instrumentos, a todos los plazos posibles, que se compraron antes del periodo actual  $t=0$ , pero que vencen dentro del periodo de planeación.

$$L_t = L_t^0 - R_t$$

$$t = 1, \dots, T$$

que representan el requisito neto de liquidez en el periodo  $t$

Entonces, el modelo dinámico expresado como un problema de programación lineal que queda como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T \gamma_{ijt} x_{ijt} \\ \text{s.a.} \quad & \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{t-1} (1 + \gamma_{ijt-t-j}) x_{ijt-t-j} - L_t = P_t; t = 2, \dots, J \\ \text{(MD)} \quad & \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{t-1} (1 + \gamma_{ijt-t-j}) x_{ijt-t-j} - L_t = P_t; t = J+1, \dots, J \\ & \left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{ijt} &\leq P_t \\ P_t &\geq 0 \end{aligned} \right\} t = 1, \dots, T \\ & t = 1, \dots, T; j = 1, \dots, J; i = 1, \dots, I \\ & x_{ijt} \geq 0 \end{aligned}$$

Debe señalarse que este modelo es determinístico pues supone un total conocimiento tanto de los rendimientos de los activos para cada uno de los periodos del horizonte de planeación, como de los requisitos de liquidez que se deberán satisfacer.

las sumas se hacen en todos los posibles instrumentos, a todos los plazos posibles, que se comparan antes del periodo actual  $t=0$ , pero que vencen dentro del periodo de planeación.

$$L_t = L_t^0 - R_t$$

$$t = 1, \dots, T$$

que representan el requisito neto de liquidez en el periodo  $t$

Entonces, el modelo dinámico expresado como un problema de programación lineal que queda como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T \gamma_{ijt} x_{ijt} \\ \text{s.a.} \quad & \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{(t-1)} (1 + \gamma_{ijt-t-j}) x_{ijt-t-j} - L_t = P_t; t = 2, \dots, J \\ \text{(MID)} \quad & \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (1 + \gamma_{ijt-t-j}) x_{ijt-t-j} - L_t = P_t; t = J+1, \dots, J \\ & \left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{ijt} &\leq P_t \\ P_t &\geq 0 \end{aligned} \right\} t = 1, \dots, T \\ & t=1, \dots, J; j=1, \dots, J; t=1, \dots, T \\ & x_{ijt} \geq 0 \end{aligned}$$

Debe señalarse que este modelo es determinístico pues supone un total conocimiento tanto de los rendimientos de los activos para cada uno de los periodos del horizonte de planeación, como de los requisitos de liquidez que se deberán satisfacer.

### 3.4 Modelo de Desviación Media Absoluta .

Propuesto por Hiroshi Konno y Hiroaki Yamazaki (1989) el Modelo Desviación Media Absoluta (MAD) es un modelo estático que permite la obtención de la Frontera Eficiente del conjunto de carteras factibles, en el plano de Rendimiento - Riesgo. A diferencia del modelo de Markowitz, propone como medida del riesgo la desviación media absoluta de los datos lo cual conduce, como se vera en el capítulo IV, a un Problema de Programación Lineal. Conservando la notación introducida en el apartado 3.2, los elementos de este modelo son:

La función objetivo, que mide el riesgo de la cartera.

$$w(x) = E \left[ \left| \sum_{j=1}^n R_j x_j - E \left[ \sum_{j=1}^n R_j x_j \right] \right| \right]$$

en lugar de la desviación estándar del modelo Markowitz. Por lo que el modelo MAD es:

$$\begin{array}{ll} \text{Min} & w(x) = E \left[ \left| \sum_{j=1}^n R_j x_j - E \left[ \sum_{j=1}^n R_j x_j \right] \right| \right] \\ \text{s.a.} & \sum_{j=1}^n E[R_j] x_j \geq \rho \\ \text{(MAD)} & \sum_{j=1}^n x_j = 1 \\ & 0 \leq x_j \leq w_j \quad j=1, \dots, n \end{array}$$

### 3.5 Modelos CAPM .

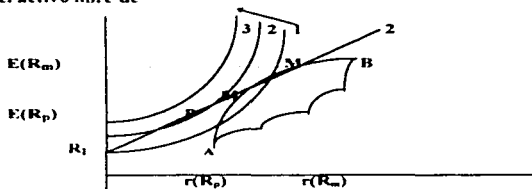
En este apartado se expone la lógica fundamental del modelo de fijación de precios de activos de capital (CAPM). La figura 3 muestra un conjunto factible de carteras de activos con riesgo y un conjunto de curvas de indiferencia ( $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ), que presentan las ventajas y desventajas que existen entre el riesgo y el rendimiento respecto a un inversionista. El punto N, donde la curva de utilidad es tangente a la curva de oportunidades de cartera, ANMB (que es precisamente la frontera eficiente para ese conjunto), representa un equilibrio: es el punto en el que el inversionista obtiene el rendimiento más alto por una cantidad determinada de riesgo ( $\sigma_N$ ) o el riesgo más bajo a la vez que obtiene un rendimiento esperado específico  $E(R_N)$ .

Sin embargo, el inversionista puede tener mejores alternativas que la cartera N si alcanza una curva de indiferencia más alta. Además de los valores de riesgo que están representados en el conjunto factible de carteras, existe un activo libre de riesgo que otorga un rendimiento  $R_F$ ; este también se muestra en la figura 3. Con la alternativa adicional de invertir en el activo libre de riesgo, el inversionista puede crear una nueva cartera que combine el activo libre de riesgo con una cartera de activos como riesgo y de rendimiento que se encuentre a lo largo de la línea recta  $R_F$  y que tenga una tangente con la frontera eficiente. Tal punto de tangencia ocurre en M. Todas las carteras que se encuentran sobre la línea  $R_F$ MZ son preferibles a las demás oportunidades de certeza con riesgo que se encuentran sobre la curva ANMB (excepto la cartera M, que es común a ambas), los puntos que se encuentran sobre la línea  $R_F$ MZ representan las combinaciones factibles más altas de riesgo y de rendimiento.

Dado el nuevo conjunto de oportunidades  $R_F$ MZ, el inversionista se desplazará hacia el punto P, sobre una curva de indiferencias más alta de riesgo y rendimiento. Obsérvese que la línea  $R_F$ MZ domina las oportunidades de cartera ANMB. En general, si los inversionistas pueden incluir el valor libre de riesgo y una fracción de la cartera con riesgo M, en sus propias carteras, tendrán la oportunidad de desplazarse hacia un punto como P.



**Equilibrio del inversionista  
combinando el activo libre de  
riesgo**



**FIGURA 3**

Bajo las condiciones que se exponen en la figura 3, todos los inversionistas mantendrían carteras que se encontrarían sobre la línea  $R_fMZ$ ; esto implica que se conservaría solo carteras eficaces, las cuales son combinaciones lineales del valor libre de riesgo y de la cartera con riesgo  $M$ . Para que el mercado de capitales (operaciones a largo plazo) este en equilibrio,  $M$  debe ser una cartera que contenga cada activo en proporción exacta a la fracción del activo, tomando como base el valor total de mercado de todos los activos; es decir si el activo  $j$  es el  $w\%$  del valor total de mercado  $M$  estará formado por el activo  $j$ . La ubicación particular de un individuo sobre la línea estará determinada por el punto en el cual la curva de indiferencia de ese individuo sea tangente a la línea, y esto a la vez reflejará la actitud de esta persona hacia el riesgo.

La línea  $R_fMZ$  de la figura 3 queda determinada por la siguiente ecuación:

$$E(R_i) = R_f + \frac{E(R_M) - R_f}{\sigma_M} \sigma_i$$

Por lo tanto el rendimiento esperado sobre cualquier cartera es igual a la tasa libre de riesgo, más una prima de riesgo igual a:  $\frac{E(R_M) - R_F}{\sigma_M}$ , multiplicada por la desviación estándar de la cartera. Por lo tanto, la recta del mercado de capitales (CML) para carteras eficaces o (eficientes) mantiene una relación lineal entre el rendimiento esperado y el riesgo, y queda determinada de la siguiente forma:

$$E(R_P) = R_F + \lambda^* \sigma_P$$

Donde:

$E(R_P)$  = Rendimiento esperado sobre una cartera eficaz

$R_F$  = Tasa de interés libre de riesgo

$\lambda^*$  = Precio de Mercado del riesgo:  $\lambda^* = (E(R_M) - R_F) / \sigma_M$

$\sigma_P$  = Desviación estándar de los rendimientos provenientes de una cartera eficaz

$E(R_M)$  = Rendimiento esperado sobre la cartera de mercado

$\sigma_M$  = Desviación estándar de los rendimientos provenientes de la cartera de mercado

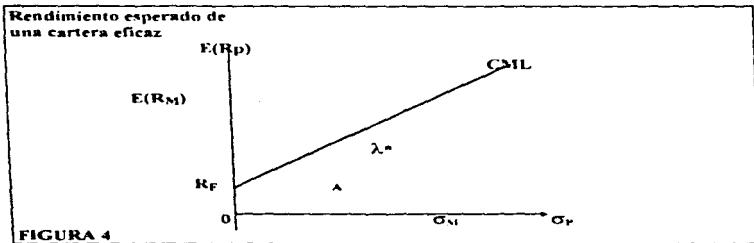
Todas las carteras eficaces, incluyendo la cartera de mercado, yacen sobre CML. Por lo tanto:

$$E(R_M) = R_F + \lambda^* \sigma_M$$

Las ecuaciones 3.5.2 y 3.5.3 indican que el rendimiento esperado sobre una cartera eficaz en equilibrio es igual a un rendimiento libre de riesgo más el precio de mercado del riesgo multiplicado por la desviación estándar de los rendimientos de la cartera. Esta relación se dibuja en la figura 4. CML se ha trazado como una línea recta y tiene una interpretación en  $R_F$ , el rendimiento libre de riesgo, y un pendiente igual al precio del mercado del riesgo  $\lambda^*$ , que es la prima de riesgo del mercado  $(E(R_M) - R_F)$  dividida entre  $\sigma_M$ . De tal forma, el precio de mercado del riesgo,  $\lambda^*$ , es una prima de riesgo normalizada.

El precio del mercado del riesgo refleja las aptitudes de los individuos en forma conjunta hacia el riesgo.

Este tipo de modelos constituye una extensión para los modelos como el de Markowitz o el de desviación media absoluta que, bajo el marco de los modelos CAPM, se ven enriquecidos.



### 3.6 Modelos APT .

Como una generalización para los modelos CAPM presentados en el apartado 3.5 anterior se tienen los modelos llamados APT (modelos de fijación de precios por arbitraje). Mientras que en los modelos CAPM la tasa de rendimiento de la cartera es una función lineal de un solo factor (la tasa de rendimiento de la cartera de mercado), en los modelos APT esta dependencia lineal se extiende a  $k$  factores, como se muestra a continuación:

$$\overline{R_i} = \overline{E(R_i)} + b_{i1}\overline{F_1} + \dots + b_{ik}\overline{F_k} + \overline{E_i}$$

donde:

$\overline{R_i}$  = tasa de rendimiento aleatorio del i-ésimo activo

$E(\overline{R_i})$  = valor esperado de la tasa de rendimiento del i-ésimo activo

$b_{ik}$  = Sensibilidad del rendimiento del i-ésimo activo con respecto al k-ésimo factor

$F_k$  = k-ésimo factor (de media cero) comuna los rendimientos de todos los activos bajo consideración.

$\overline{\epsilon_i}$  = término aleatorio de ruido (con media cero) para el i-ésimo activo.

Estas carteras reciben el nombre de carteras con arbitraje. Para construir las definimos:

$w_i$  = cambio en la cantidad de dinero invertida en el i-ésimo activo, expresada como porcentaje del total a invertir.

Como estas carteras no requieren de dinero extra, normalmente se forman vendiendo algunos de sus activos para comprar otros. El cambio total en la cantidad invertida debe ser cero, así que se tiene la condición:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 0$$

Si hay  $n$  activos en la cartera con arbitraje, entonces el rendimiento adicional ganado es:

$$R_p = \sum_{i=1}^n w_i R_i$$

$$= \sum_i w_i E(R_i) + \sum_i w_i b_{i1} F_1 + \dots + \sum_i w_i b_{ik} F_k + \sum w_i \bar{e}_i$$

Por otro lado, para obtener una cartera con arbitraje libre de riesgo de debe eliminar tanto los riesgos sistemáticos como los no sistemáticos. Esto se logra estableciendo tres condiciones:

- i) seleccionando cambios  $w_i$ , que sean pequeños.
- ii) diversificando la cartera mediante la inclusión de un gran número de activos.
- iii) seleccionando  $w_i$ , para cada factor  $k$ , de modo que la suma ponderada de los componentes del riesgo sistemático,  $b_{ik}$  sea cero.

Es decir :

$$w_i \cong 1/n$$

$n$  es un número muy grande

$$\sum w_i b_{ik} = 0,$$

para toda  $k$  (3.6.2)

Para  $n$  grande, la ley de los grandes números garantiza que el promedio ponderado de los errores no sistemáticos,  $\bar{e}_i$ , se aproxima a cero. De modo que resulta:

$$R_p = \sum w_i E(R_i) + \sum w_i b_{i1} F_1 + \dots + \sum w_i b_{ik} F_k$$

A primera vista el rendimiento de la cartera con arbitraje parece ser una variable aleatoria, pero debido a la condición iii) anterior se elimina todo el riesgo sistemático. Es decir,  $R_p$  se convierte en una constante gracias a una adecuada selección de las  $w_i$ ; por lo tanto se tiene:

$$R_p = \sum w_i E(R_i)$$

Resumiendo se puede decir que las carteras con arbitraje, construidas como se ha indicado, tienen las siguientes dos propiedades que las caracterizan

- A) No requieren dinero extra.
- B) Están libres de riesgos.

Para que el mercado se encuentra en equilibrio, se debe cumplir que :

$$R_p = \sum w_i E(R_i) = 0 \quad (3.6.3)$$

Como una consecuencia de las ecuaciones 3.6.1, 3.6.2 y 3.6.3 resulta que el rendimiento esperado deber ser una combinación lineal de los coeficientes  $b_{ik}$ , es decir, deben existir constantes  $\lambda_1, \dots, \lambda_k$  tales que

$$E(R_i) = \lambda_0 + \lambda_1 b_{i1} + \dots + \lambda_k b_{ik}$$

Si existe un activo libre de riesgo con rendimiento  $R_f$ , entonces  $b_{0k}=0$ ,  $R_f=0$ , y se tiene:

$$E(R_i) = R_f + \lambda_1 b_{i1} + \dots + \lambda_k b_{ik}$$

La figura 3.6.1 ilustra esta última relación para el caso de un solo factor estocástico, el k-ésimo. En equilibrio, todos los activos deben caer sobre la línea de precios con arbitraje;  $\lambda$  representa el premio por el riesgo para ese factor.

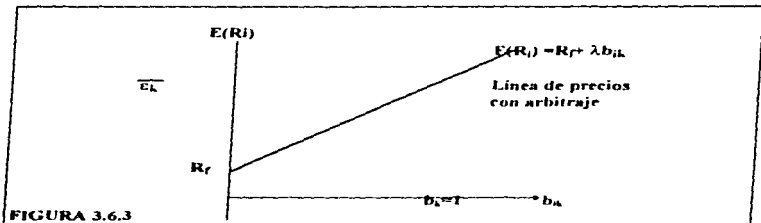


FIGURA 3.6.3

Para el caso de la figura la última ecuación se puede reescribir como:

$$E(R_i) = R_f + [\bar{\delta}_k - R_f] b_{ik}$$

donde:

$\bar{\delta}_k$  = Rendimiento esperado de una cartera como sensibilidad unitaria con respecto al k-ésimo factor y cero con respecto a todos los demás.

Por lo que resulta:

$$\lambda_k = \bar{\delta}_k - R_f$$

Para el caso general, el modelo APT puede escribirse como:

$$E(R_i) - R_f = (\bar{\delta}_1 - R_f) b_{i1} + \dots + (\bar{\delta}_k - R_f) b_{ik}$$

Finalmente se resume a continuación las características que permiten afirmar que los modelos APT constituyen una generalización para los modelos CAPM, conformando una teoría mas amplia:

1. APT no hace suposiciones sobre la distribución empírica de los rendimientos de los activos.
2. APT permite que el equilibrio en el rendimiento de los activos depende (linealmente) de muchos factores, en vez de uno solo como lo hace CAPM.
3. No hay un requisito especial para la cartera de mercado en APT mientras que en CAPM es fundamental que esta cartera sea eficiente.



**CAPITULO IV**  
**CASO PRACTICO (BMV)**

Manteniendo firme la idea del objetivo central de esta tesis, se complementa la descripción del modelo de Markowitz mediante la aplicación concreta que se presenta en seguida.

#### 4.1. Descripción

A partir de la información obtenida en la Bolsa Mexicana de Valores S.A. de C.V., se procedió a la aplicación del modelo de Markowitz.

Para llevar a cabo esto, se consideraron activos formados por las acciones de 10 empresas que cotizan en la BMV y que en su conjunto constituyen más del 35% del índice de precios y cotizaciones.

La lista completa de ellas se cita en el cuadro 4.1. Por otra parte los reportes utilizados corresponden a los rendimientos reales mensuales de dichas acciones, abarcando un periodo de enero a diciembre de 1996.

Como se mencionó en el capítulo anterior, el modelo de Markowitz constituye un problema de programación cuadrática, el cual fue resuelto a través de la aplicación del paquete computacional denominado "GINO".

Para poder efectuar las corridas fue necesario obtención de todos los valores estadísticos que el modelo de Markowitz requiere, los cuales permitieron tomar un rango de cinco valores para "K" con la finalidad de optimar mejor la cartera.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

**Cuadro 4.1 Emisoras y datos que intervienen y alimentan al modelo.**

<b>Emisora</b>	<b>Ene-96</b>	<b>Feb-96</b>	<b>Mar-96</b>	<b>Abr-96</b>	<b>May-96</b>	<b>Jun-96</b>
1) Beomer	9.91	27.45	26.68	6.09	6.50	-10.22
2) Vitro	19.73	6.37	-21.69	8.44	-4.03	-15.22
3) Situr	24.17	8.31	9.11	7.25	7.82	-8.66
4) Trisa	12.86	-0.64	-5.41	-8.63	-4.50	-8.63
5) Cifra	10	36.36	-2.63	-5.40	9.22	-7.55
6) Banoro	2.7	12.64	8.3	1.64	15.34	11.48
7) Bnorte	-2.04	10.93	7.69	-2.64	10.03	23.2
8) Somex	10.36	22.67	14.79	5.94	27.82	18.02
9) Alfa	-7.05	2.44	11.71	-4.42	7.68	-2.22
10) Apasco	-5.2	2.25	34.24	12.96	16.6	-4.98

<b>Jul-96</b>	<b>Ago-96</b>	<b>Sep-96</b>	<b>Oct-96</b>	<b>Nov-96</b>	<b>Dic-96</b>
2.24	-0.37	18.98	12.09	-12.43	-5.83
-13.36	-1.71	-7.55	7.54	6.72	4.38
-5.10	-12.82	-17.64	21.78	4.10	12.11
24.64	-3.2	4.75	21.54	11.19	0
-2.40	-8.76	-2.37	26.10	11.84	0
0.96	-16.24	19.3	15.3	18.59	-4.63
-6.46	-16.34	1.19	29.53	16.97	-0.56
-8.21	-24.94	23.32	29.95	-1.38	-4.49
7.24	0.03	-6.1	28.33	-6.18	7.47
6.5	-0.89	-2.63	4.77	3.23	-4.57

SMPL 1 - 12  
 12 Observations

Series	Mean	S.D.	Maximum	Minimum
BCOMER	6.7958335	20.170756	43.550000	-19.880000
VITRO	-0.8650002	11.947083	19.730000	-21.690000
SITUR	4.2025001	12.976826	24.170000	-17.640000
TVISA	3.6641666	11.410790	24.640000	-8.6300000
CIFRA	5.3675001	14.025713	36.360000	-8.7600000

	Covariance	Correlation
BCOMER,BCOMER	372.95443	1.0000000
BCOMER,VITRO	68.384577	0.3095727
BCOMER,SITUR	200.78126	0.8367989
BCOMER,TVISA	22.189287	0.1051705
BCOMER,CIFRA	173.84040	0.6703354
VITRO,VITRO	130.83839	1.0000000
VITRO,SITUR	83.780887	0.5895263
VITRO,TVISA	29.975156	0.2398681
VITRO,CIFRA	76.262239	0.4964909
SITUR,SITUR	154.36483	1.0000000
SITUR,TVISA	32.917275	0.2425092
SITUR,CIFRA	94.241226	0.5648538
TVISA,TVISA	119.35562	1.0000000
TVISA,CIFRA	50.511630	0.3443018
CIFRA,CIFRA	180.32724	1.0000000

```

:: MODEL
: 1) MAX = .00678*X1 - .00085*X2 + .0042*X3 + .00367*X4 + .00536*X5 - K*(.4068*
:
: X1^2 + .142*X2^2 + .1684*X3^2 + .1298*X4^2 + .196*X5^2 + .074*X1*X2 + .219*X1*X3 +
: .024*X1*
:
: X4 + .189*X1*X5 + .091*X2*X3 + .0327*X2*X4 + .083*X2*X5 + .0359*X3*X4 + .1028*X3
: X5 + .196*
: X4*X5);
: 2) X1 + X2 + X3 + X4 + X5 = 1;
: 3) X1 > 0;
: 4) X2 > 0;
: 5) X3 > 0;
: 6) X4 > 0;
: 7) X5 > 0;
: 8) K = 0
: END
: BAT
:

```

```

:: MODEL
: 1) MAX = .00678*X1 - .00085*X2 + .0042*X3 + .00367*X4 + .00536*X5- K*(.4068*
:
: X1^2+.142*X2^2+.1684*X3^2+.1298*X4^2+.196*X5^2+.074*X1*X2+.219*X1*X3+
: .024*X1*
:
: X4+.189*X1*X5+.091*X2*X3+.0327*X2*X4+.083*X2*X5+.0359*X3*X4+.1028*X3
: *X5+.196*
: X4*X5);
: 2) X1+X2+X3+X4+X5=1;
: 3) X1 > 0;
: 4) X2 > 0;
: 5) X3 > 0;
: 6) X4 > 0;
: 7) X5 > 0;
: 8) K = 0
: END
: BAT
:

```

SOLUTION STATUS: OPTIMAL TO TOLERANCES. DUAL CONDITIONS:  
SATISFIED.

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) .006779

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	.999900	.000000
X2	.000000	.000000
X3	.000000	.000000
X4	.000000	.000000
X5	.000000	.000000
K	.000000	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	PRICE
2)	-.000100	.006780
3)	.999900	.000000
4)	.000000	-.007630
5)	.000000	-.002580
6)	.000000	-.003110
7)	.000000	-.001420
8)	.000000	-.406719



```

: MODEL
: 1) MAX - .00678*X1 - .00085*X2 + .0042*X3 + .00367*X4 + .00536*X5- K*(-.4068*
:
: X1^2 + .142*X2^2 + .1684*X3^2 + .1298*X4^2 + .196*X5^2 + .074*X1*X2 + .219*X1*X3 +
: .024*X1*
: X4 + .189*X1*X5 + .091*X2*X3 + .0327*X2*X4 + .083*X2*X5 + .0359*X3*X4 + .1028*X3
: *X5 + .196*
: X4*X5);
: 2) X1 + X2 + X3 + X4 + X5 - 1;
: 3) X1 >= 0;
: 4) X2 >= 0;
: 5) X3 >= 0;
: 6) X4 >= 0;
: 7) X5 >= 0;
: 8) K = 1
: END
: BAT
:

```

SOLUTION STATUS: OPTIMAL TO TOLERANCES. DUAL CONDITIONS:  
SATISFIED.

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) -.060926

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	.063832	.000012
X2	.301667	.000005
X3	.214290	.000006
X4	.420111	.000000
X5	.000000	.000000
K	1.000000	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	PRICE
2)	-.000100	-.124482
3)	.063832	.000000
4)	.301667	.000000
5)	.214290	.000000
6)	.420111	.000000
7)	.000000	-.011634
8)	.000000	-.063545

```

: MODEL
: 1) MAX = .00678*X1 - .00085*X2 + .0042*X3 + .00367*X4 + .00536*X5-
K*(.4068*
:
X1^2 + .142*X2^2 + .1684*X3^2 + .1298*X4^2 + .196*X5^2 + .074*X1*X2 + .219*X1*
X3 + .024*X1*
:
X4 + .189*X1*X5 + .091*X2*X3 + .0327*X2*X4 + .083*X2*X5 + .0359*X3*X4 + .1028*
X3*X5 + .196*
: X4*X5);
: 2) X1 + X2 + X3 + X4 + X5 = 1;
: 3) X1 > 0;
: 4) X2 > 0;
: 5) X3 > 0;
: 6) X4 > 0;
: 7) X5 > 0;
: 8) K = .15
: END
: BAT
:

```

: 80

SOLUTION STATUS: OPTIMAL TO TOLERANCES. DUAL CONDITIONS:  
SATISFIED.

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) -.006700

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	.092808	.000087
X2	.214393	.000064
X3	.244507	.000056
X4	.448192	.000000
X5	.000000	.000000
K	.150000	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	PRICE
2)	-.000100	-.016485
3)	.092808	.000000
4)	.214393	.000000
5)	.244507	.000000
6)	.448192	.000000
7)	.000000	-.000403
8)	.000000	-.065459

: MODEL

: 1) MAX = .00678\*X1 - .00085\*X2 + .0042\*X3 + .00367\*X4 + .00536\*X5 -  
K\*(.4068\*

:  
X1^2 + .142\*X2^2 + .1684\*X3^2 + .1298\*X4^2 + .196\*X5^2 + .074\*X1\*X2 + .219\*X1\*

X3 + .024\*X1\*

X4 + .189\*X1\*X5 + .091\*X2\*X3 + .0327\*X2\*X4 + .083\*X2\*X5 + .0359\*X3\*X4 + .1028\*

X3\*X5 + .196\*

: X4\*X5);

: 2) X1 + X2 + X3 + X4 + X5 = 1;

: 3) X1 >= 0;

: 4) X2 >= 0;

: 5) X3 >= 0;

: 6) X4 >= 0;

: 7) X5 >= 0;

: 8) K = 0.2

: END

: BAT

:

: 80

SOLUTION STATUS: OPTIMAL TO TOLERANCES. DUAL CONDITIONS:  
SATISFIED.

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) -.009949

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	.084285	.000071
X2	.240034	.000052
X3	.235506	.000040
X4	.440075	.000000
X5	.000000	.000000
K	.200000	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	PRICE
2)	-.000100	-.022844
3)	.084285	.000000
4)	.240034	.000000
5)	.235506	.000000
6)	.440075	.000000
7)	.000000	-.001060
8)	.000000	-.064603

: MODEL

: 1) MAX = -.00678\*X1 + .00085\*X2 + .0042\*X3 + .00367\*X4 + .00536\*X5 - K\*(.4068\*  
:  
:  
X1^2 + .142\*X2^2 + .1684\*X3^2 + .1298\*X4^2 + .196\*X5^2 + .074\*X1\*X2 + .219\*X1\*X3 +  
.024\*X1\*  
:  
X4 + .189\*X1\*X5 + .091\*X2\*X3 + .0327\*X2\*X4 + .083\*X2\*X5 + .0359\*X3\*X4 + .1028\*X3  
\*X5 + .196\*  
: X4\*X5);  
: 2) X1 + X2 + X3 + X4 + X5 = 1;  
: 3) X1 >= 0;  
: 4) X2 >= 0;  
: 5) X3 >= 0;  
: 6) X4 >= 0;  
: 7) X5 >= 0;  
: 8) K = 0.25  
: END  
: BAT  
:

1 go  
SOLUTION STATUS: OPTIMAL TO TOLERANCES. DUAL CONDITIONS:  
SATISFIED.

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) -.013168

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	.078893	-.000007
X2	.254862	-.000015
X3	.230553	.000014
X4	.435592	.000000
X5	.000000	.000000
K	.250000	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	PRICE
2)	-.000100	-.029226
3)	.078893	.000000
4)	.254862	.000000
5)	.230553	.000000
6)	.435592	.000000
7)	.000000	-.001699
8)	.000000	-.064214



SMPL 1 - 12  
 12 Observations

Series	Mean	S.D.	Maximum	Minimum
BANORO	7.1150000	10.602447	19.300000	-16.240000
BNORTE	5.9583334	13.048898	29.530000	-16.340000
SOMEX	9.4875000	16.640870	29.950000	-24.940000
ALFA	3.2441666	10.162957	28.330000	-7.0500000
APASCO	5.1633335	11.522082	34.240000	-5.5200000

	Covariance	Correlation
BANORO, BANORO	103.04422	1.0000000
BANORO, BNORTE	96.301617	0.7593504
BANORO, SOMEX	130.93288	0.8095714
BANORO, ALFA	7.4832808	0.0757625
BANORO, APASCO	16.644252	0.1486332
BNORTE, BNORTE	156.08425	1.0000000
BNORTE, SOMEX	141.27258	0.7097356
BNORTE, ALFA	50.778826	0.4177123
BNORTE, APASCO	9.9317885	0.0691605
SOMEX, SOMEX	253.84202	1.0000000
SOMEX, ALFA	46.212396	0.2980924
SOMEX, APASCO	35.655218	0.2028638
ALFA, ALFA	94.678557	1.0000000
ALFA, APASCO	39.143279	0.3646655
APASCO, APASCO	121.69518	1.0000000

```

:MODEL
:1) MAX = .00711*X1 + .00596*X2 + .0094*X3 + .00324*X4 + .00516*X5 - K*(.1124*
:
: X1^2+.170*X2^2+.2769*X3^2+.1033*X4^2+.132*X5^2+.096*X1*X2+.131*X1*X3+
: .007*X1*
:
: X4+.016*X1*X5+.141*X2*X3+.0508*X2*X4+.009*X2*X5+.0462*X3*X4+.0357*X3
: *X5+.039*
: X4*X5);
:2) X1+X2+X3+X4+X5=1;
:3) X1 > 0;
:4) X2 > 0;
:5) X3 > 0;
:6) X4 > 0;
:7) X5 > 0;
:8) K = 0
:END
:BAT
:

```

: 80  
SOLUTION STATUS: OPTIMAL TO TOLERANCES. DUAL CONDITIONS:  
SATISFIED.

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) .009399

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	.000000	.000000
X2	.000000	.000000
X3	.999900	.000000
X4	.000000	.000000
X5	.000000	.000000
K	.000000	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	PRICE
2)	-.000100	.009400
3)	.000000	-.002290
4)	.000000	-.015360
5)	.999900	.000000
6)	.000000	-.006160
7)	.000000	-.004240
8)	.000000	-.276845

```

: MODEL
: 1) MAX = .00711*X1 + .00596*X2 + .0094*X3 + .00324*X4 + .00516*X5- K*(.1124*
:
: X1^2+.170*X2^2+.2769*X3^2+.1033*X4^2+.132*X5^2+.096*X1*X2+.131*X1*X3+
: .007*X1*
:
: X4+.016*X1*X5+.141*X2*X3+.0508*X2*X4+.009*X2*X5+.0462*X3*X4+.0357*X3
: *X5+.039*
: X4*X5);
: 2) X1+X2+X3+X4+X5=1;
: 3) X1 > 0;
: 4) X2 > 0;
: 5) X3 > 0;
: 6) X4 > 0;
: 7) X5 > 0;
: 8) K = 1
: END
: BAT
:

```

: go

SOLUTION STATUS: OPTIMAL TO TOLERANCES. DUAL CONDITIONS:  
SATISFIED.

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) -.037560

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	.304585	.000008
X2	.105477	-.000029
X3	.020598	-.000007
X4	.316633	.000035
X5	.252607	.000000
K	1.000000	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	PRICE
2)	-.000100	-.080436
3)	.304585	.000000
4)	.105477	.000000
5)	.020598	.000000
6)	.316633	.000000
7)	.252607	.000000
8)	.000000	-.042877

```

: MODEL
: 1) MAX = .00711*X1 + .00596*X2 + .0094*X3 + .00324*X4 + .00516*X5- K*(.1124*
:
: X1^2+.170*X2^2+.2769*X3^2+.1033*X4^2+.132*X5^2+.096*X1*X2+.131*X1*X3+
: .007*X1*
:
: X4+.016*X1*X5+.141*X2*X3+.0508*X2*X4+.009*X2*X5+.0462*X3*X4+.0357*X3
: *X5+.039*
: X4*X5);
: 2) X1+X2+X3+X4+X5=1;
: 3) X1 > 0;
: 4) X2 > 0;
: 5) X3 > 0;
: 6) X4 > 0;
: 7) X5 > 0;
: 8) K = .15
: END
: BAT
:

```

: 80

SOLUTION STATUS: OPTIMAL TO TOLERANCES. DUAL CONDITIONS:  
SATISFIED.

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) -.000964

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	.329700	.000044
X2	.102321	.000057
X3	.063893	.000085
X4	.252079	.000052
X5	.251908	.000000
K	.150000	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	PRICE
2)	-.000100	-.007562
3)	.329700	.000000
4)	.102321	.000000
5)	.063893	.000000
6)	.252079	.000000
7)	.251908	.000000
8)	.000000	-.044237

```

: MODEL
: 1) MAX = .00711*X1 + .00596*X2 + .0094*X3 + .00324*X4 + .00516*X5- K*(.1124*
:
: X1^2+.170*X2^2+.2769*X3^2+.1033*X4^2+.132*X5^2+.096*X1*X2+.131*X1*X3+
: .007*X1*
:
: X4+.016*X1*X5+.141*X2*X3+.0508*X2*X4+.009*X2*X5+.0462*X3*X4+.0357*X3
: *X5+.039*
: X4*X5);
: 2) X1+X2+X3+X4+X5=1;
: 3) X1 >= 0;
: 4) X2 >= 0;
: 5) X3 >= 0;
: 6) X4 >= 0;
: 7) X5 >= 0;
: 8) K = 0.2
: END
: BAT
:

```



: 80

SOLUTION STATUS: OPTIMAL TO TOLERANCES. DUAL CONDITIONS:  
SATISFIED.

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) -.003159

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	.321812	.000012
X2	.102812	.000022
X3	.051267	.000071
X4	.271955	.000081
X5	.252055	.000000
K	.200000	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	PRICE
2)	-.000100	-.011851
3)	.321812	.000000
4)	.102812	.000000
5)	.051267	.000000
6)	.271955	.000000
7)	.252055	.000000
8)	.000000	-.043615

: MODEL

: 1) MAX - .00711\*X1 + .00596\*X2 + .0094\*X3 + .00324\*X4 + .00516\*X5- K\*(.1124\*

:  
: X1^2 + .170\*X2^2 + .2769\*X3^2 + .1033\*X4^2 + .132\*X5^2 + .096\*X1\*X2 + .131\*X1\*X3 +  
: .007\*X1\*

:  
: X4 + .016\*X1\*X5 + .141\*X2\*X3 + .0508\*X2\*X4 + .009\*X2\*X5 + .0462\*X3\*X4 + .0357\*X3  
: \*X5 + .039\*

: X4\*X5);

: 2) X1 + X2 + X3 + X4 + X5 = 1;

: 3) X1 >= 0;

: 4) X2 >= 0;

: 5) X3 >= 0;

: 6) X4 >= 0;

: 7) X5 >= 0;

: 8) K = .25

: END

: BAT

:

: 80

SOLUTION STATUS: OPTIMAL. TO TOLERANCES. DUAL CONDITIONS:  
SATISFIED.

## OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) -.005332

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	.317009	-.000068
X2	.103073	-.000066
X3	.043397	-.000020
X4	.283638	.000063
X5	.252782	.000000
K	.250000	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	PRICE
2)	-.000100	-.016177
3)	.317009	.000000
4)	.103073	.000000
5)	.043397	.000000
6)	.283638	.000000
7)	.252782	.000000
8)	.000000	-.043326

## 4.2 Conclusión

En lo referente a la aplicación del modelo de Markowitz se puede establecer lo siguiente:

A primera vista podría considerarse al modelo de Markowitz, como muy problemático y complejo, debido a que requiere una gran cantidad de cálculos previos y sobre todo para la obtención de la matriz de covariancias.

En la actualidad esto no resulta un problema ya que paquetes computacionales como el denominado TSP facilitan estos cálculos e inclusive la matriz misma.

En el primer caso expuesto el modelo de Markowitz seleccionó cuatro de los cinco activos, en todas las corridas menos en donde  $K = 0$  (riesgo). La proporción invertida en cada uno de ellos es casi en 90% mayor al 10% del capital total disponible para la inversión. Esto, desde un punto de vista práctico, permite un manejo adecuado para el administrador de la cartera.

En el segundo caso seleccionó también en su mayoría cuatro de los cinco activos superando esto el 10% del capital total disponible para la inversión.

Por último resaltamos que en las carteras óptimas, hay diversificación en los activos seleccionados pues tienen empresas de los ramos Bancos, casas comerciales y comunicaciones.

### **4.3. Sugerencias**

**Para dar por concluido este cuarto capítulo se darán a conocer dos sugerencias importantes para todo aquel inversionista o que pretenda serlo:**

- 1) Es importante que antes de optimizar una cartera se realiza un riguroso análisis sobre la situación política económica del país, para así poder prever cambios drásticos en el mercado nacional.**
- 2) Al correr el programa denominado "GINO" es recomendable tomar varios rangos para K (riesgo), con el fin de obtener una cartera óptima; por tanto, se concluye que las inversiones en cartera resultan mayores a las inversiones en un solo tipo de activo.**

**En conclusión, debido a que el siguiente capítulo es la recopilación de un vocabulario; espero que este trabajo pueda aportar en algo a la toma de decisiones, ya que el mundo de las inversiones requiere de una gran disciplina y metodología sobre todo inversionista exigente, conservador y sensato.**

## GLOSARIO

**AFIANZADORA.**- Son aquellas que tienen por objeto otorgar garantías para que se lleve a cabo una inversión.

**ASEGURADORA.**- Es aquella que tiene por objeto que el inversionista.

**ACEPTACION BANCARIA** - Un valor financiero que muestra la evidencia de que un banco ha aceptado la obligación de efectuar un pago por cuenta de un cliente

**BETA.**- La inclinación de la línea característica, una medida de riesgo sistemático

**BANCA DE DESARROLLO.**- Institución dedicada a brindar apoyo a los programas prioritarios de interés nacional.

**BOLSA MEXICANA DE VALORES.**- Institución organizada bajo la forma de sociedad anónima de capital variable, cuyos objetivos son facilitar la realización de operaciones de compra venta de valores emitidos por las empresas públicas y privadas que requieren captar recursos, para así propiciar su propio crecimiento y poder promover el desarrollo del mercado bursátil, brindando así un servicio que contribuya al crecimiento eficaz de la economía nacional.

**CARTERA DE INVERSION.**- Es el conjunto de valores agrupados dentro de un contrato que el inversionista mantiene con alguna casa de bolsa.

**CARTERA MODELO.**- Es aquella con una composición de valores tal que en el largo plazo generara consistencia plusvalía superiores al resto del mercado durante periodos de crecimiento y aquella cuyo valor disminuiría más levemente en relación al resto del mercado, durante periodos largos de contracción de los precios.

**CASA DE BOLSA.**- Nombre con el que se designa a los intermediarios en el mercado de valores. Los agentes de bolsa personas morales reciben el nombre de casas de bolsa.

**COEFICIENTE DE CORRELACION.-** Una estadística que mide la tendencia de dos variables a cambiar juntas.

**DEMANDA.-** Son todos los fondos disponibles para inversión procedentes de personas físicas y morales.

**DIVERSIFICACION.-** La asignación de los fondos para invertirlos en varias opciones, con el fin de reducir el riesgo.

**FRONTERA EFICIENTE.-** La gráfica en el espacio del rendimiento/riesgo esperado de todos los valores y carteras de valores sin predominio.

**INFLACION.-** Alza generalizada en los precios de los distintos bienes y servicios de una economía. El alza en los precios es consecuencia de la descompensación entre un crecimiento en exceso de la base monetaria.

**LIQUIDEZ.-** Capacidad de obtener dinero en efectivo para los usos requeridos. A nivel empresa, también se le denomina liquidez a la capacidad de algún activo de tener fácil convertibilidad a dinero en efectivo.

Finalmente, a nivel de la economía en general, se llama liquidez a la facilidad o dificultad existente para obtener créditos. Se dice que hay liquidez (o alta liquidez) en la economía cuando los recursos de crédito son abundantes.

**MERCADO COMPLETO.-** Un mercado es completo cuando le permite al inversionista construir sin restricción alguna gran cantidad de carteras distintas en relación a los flujos futuros de fondos a través del tiempo asociados a cada uno de esos portafolios alternativos.

**MERCADO EFICIENTE.-** Un mercado es eficiente si en todo momento los precios de los activos transados reflejan plenamente la información disponible relevante a la formación de sus precios.

**MERCADO PERFECTO.**- Un mercado es perfecto cuando los inversores pueden negociar libremente sus activos financieros sin costos relevantes de transacción u otras restricciones en el proceso de adquisición - disposición de tales activos.

**MERCADO PRIMARIO.**- Es la colocación de los valores entre los inversionistas a través de la intermediación autorizada.

**MERCADO SECUNDARIO.**- Obtención de utilidades por parte de los tenedores de títulos y los negociantes ulteriores.

**MERCADO DE VALORES.**- Es el conjunto de mecanismos que permiten realizar la emisión, colocación y distribución de los valores inscritos en el registro nacional de valores y aprobado por la Bolsa Mexicana de Valores.

**OFERTA.**- Es toda aquella que está representada por títulos emitidos tanto por el sector público como por el privado.

**PAPEL COMERCIAL.**- Operaciones de crédito a corto plazo entre empresas, las cuales tienen como objeto canalizar excedentes corporativos de efectivo temporales a otra (s) empresa (s) que los aceptan y por el uso de los cuales, quien utiliza los excedentes, usualmente están dispuestos a pagar una prima sobre la tasa pasiva (&) de interés del mercado.

**RENTABILIDAD.**- Una medida fundamental de evaluación de operaciones de una empresa. Para poder calcularla, es indispensable que la empresa considerada haya generado utilidades en el período de que se trate. Si el objetivo fundamental de las empresas es generar utilidades, y para lograr ese objetivo es indispensable comprometer recursos monetarios (inversión), entre otros factores, es natural y lógico que se comparen las utilidades del período contra la inversión propia necesaria para alcanzar dicha utilidad.



**RIESGO.**- Es la probabilidad que existe de que el rendimiento esperado de una inversion no se realice, sino, por el contrario, que en lugar de ganancias se obtengan perdidas.

**RIESGO DE MERCADO.**- Es aquel que deriva del hecho de que hay otros peligros en el conjunto de la economia que amenazan a todos los negocios.

**RIESGO ÚNICO.**- Es aquel que resulta del hecho de que muchos de los peligros que rodean a una determinada empresa son especificos de la misma y tal vez de sus competidores inmediatos.

**SISTEMA FINANCIERO.**- Es un conjunto organico de instituciones que generan, captan y administran, orientan y dirigen tanto el ahorro como la inversion en el aspecto político - economico que ofrece el país.

## BIBLIOGRAFÍA

1. \* Asociación Mexicana de Intermediarios Bursátiles A.C. Inducción al Mercado de Valores, Bolsa Mexicana de Valores, México, 1994.
2. \* Brealey J. . Finanzas Corporativas, Editorial Mc Graw Hill, México, 1995
3. \* Caro R. Efraín, Vega R. J. Francisco, Robles F. J. Javier, Gamboa O. Gerardo J., El Mercado de Valores en México, Estructura y Funcionamiento, Editorial Ariel Divulgación, México, 1995.
4. \* Garrido, Celso, Peñaloza Webb Tomás, Ahorro y Sistema Financiero Mexicano, Diagnóstico de la <problemática Actual, Editorial Grijalvo, México, 1996.
5. \* Guía del Mercado de Valores, CBI, Casa de Bolsa, S.A. de C.V. Editorial Jilguero, México, 1988.
6. \* Marmolejo, G. Martín, Inversiones, Publicaciones IMEF, México, 1989.
7. \* Mckeown Davies , Métodos Cuantitativos en Administración, Editorial Interamericana, México, 1990.
8. \* Medinae Serrano Antonio, 50 Modelos Financieros con Excell, Editorial Anaya, México, 1995
9. \* Messuti, Alvarez, Graffi, Selecciones de Inversiones "Introducción a la Teoría de la Cartera", Ediciones Macchi, Buenos Aires, Argentina, 1992.

10. \* Prawda, Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones vol. 1, Editorial Limusa, 1992.

11. \* Sánchez Zuñiga Pedro, Jara Castillo Jorge, Análisis e Interpretación de la Información Financiera, Editorial Grijalvo, México, 1992.

12. \* W. Kolb Robert, Inversiones, Editorial Limusa, México, 1993.