

00667 B



Universidad Nacional Autónoma de México

Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración

Facultad de Contaduría y Administración

División de Estudios de Posgrado

**Validación Empírica del Modelo APT,
Arbitrage Pricing Theory, en México para
Conformar y Administrar Portafolios de
Inversión en Títulos Accionarios**

Tesis

Que para obtener el Grado de
Maestro en Finanzas

Presenta:

Francisco Javier Vázquez Téllez

Asesor Principal:

M. F. Francisco López Herrera

Asesor de Apoyo:

M. A. Ricardo Gutiérrez Calderón



MEXICO, D. F.

2001



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DE LA
ADMINISTRACIÓN**

OFICIO: PPCA/EG/2001

ASUNTO: Envío oficio de nombramiento de jurado de Maestría.

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Director General de Administración Escolar
de esta Universidad
P r e s e n t e .

At'n.: Biol. Francisco Javier Incera Ugalde
Jefe de la Unidad de Administración del Posgrado

Me permito hacer de su conocimiento, que el alumno **Francisco Javier Vázquez Téllez**, presentará Examen de Grado dentro del Plan de Maestría en Finanzas toda vez que ha concluido el Plan de Estudios respectivo y su tesis, por lo que el Dr. Sergio Javier Jasso Villazul, Coordinador del Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración, tuvo a bien designar el siguiente jurado:

M.A. Ricardo Gutiérrez Calderón	Presidente
M.F. José Antonio Morales Castro	Vocal
M.F. Francisco López Herrera	Secretario
M.F. Esteban López Escorcía	Suplente
M.F. Lilian Dolores Ramírez Villanueva	Suplente

Por su atención le doy las gracias y aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

Atentamente

"Por mi raza hablará el espíritu"

Cd. Universitaria, D.F., a 13 de agosto del 2001.

El Coordinador del Programa de Posgrado

Dr. Sergio Javier Jasso Villazul

ME

*A mis padres:
Javier Vázquez Espino
Virginia Téllez Martínez*

RESUMEN

La investigación demostró la existencia de evidencia significativa para poder afirmar que el modelo de valuación de activos por arbitraje de Stephen A. Ross, es aplicable en el mercado mexicano en la valuación de portafolios de inversión accionarios. Lo anterior se realizó partiendo de una lista de variables macroeconómicas representativas, las cuales, se usaron para conformar factores de riesgo sistemático a través del análisis de componentes principales. Posteriormente, por medio del análisis de regresión múltiple, se determinaron las betas de riesgo del modelo y se valuó una muestra de acciones, las cuales cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores; enseguida se plantearon una serie de pruebas estadísticas las cuales validaron la hipótesis planteada; mostrada la evidencia se dio cita de las variables macroeconómicas con mayor influencia en los factores de riesgo sistemático señalando coincidencias con lo encontrado en otros mercados del mundo. Enseguida, se conformaron portafolios de inversión de más de una acción con datos reales y su correspondiente estimación al valuar con el modelo de arbitraje; se realizó un análisis de residuos entre los portafolios conformados para validar la hipótesis de que la diferencia entre ambos no es significativa, llegando a concluir que la base de factores de riesgo sistemático utilizada estuvo incompleta, ya que se tuvieron diferencias significativas entre los residuos de los portafolios. Así, no resultó factible poder administrar los portafolios usando el modelo de arbitraje. Por último, se señalan los problemas encontrados para lograr la óptima explicación del riesgo y rendimiento de los portafolios por parte del modelo.

INDICE

Página

Introducción.....	I
Capítulo I Antecedentes	
1. Antecedentes.....	1
1.1 Riesgo y Rendimiento.....	18
1.2 Modelo de Markowitz.....	22
1.3 Diversificación.....	29
Capítulo II Modelos de Fijación de Precios	
2. Modelos de Fijación de Precios.....	33
2.1 CAPM (<i>Capital Asset Pricing Model</i>).....	33
2.2 Cuestionamientos de la Validez del CAPM.....	43
2.3 Modelo APT (<i>Arbitrage Pricing Theory</i>).....	46
2.4 Críticas y Pruebas Empíricas del APT.....	56
Capítulo III Metodología e Hipótesis	
3. Metodología e Hipótesis.....	68
3.1 Planteamiento del Problema y Objetivo.....	68
3.2 Hipótesis y Proposiciones.....	70
3.3 Metodología.....	70
3.4 Descripción de Variables.....	76
3.5 Razones para Seleccionar el Tema.....	92
Capítulo IV Análisis Empírico	
4. Análisis Empírico.....	94
4.1 Selección de Acciones.....	94
4.2 Análisis de Series Macroeconómicas y Series de Precios Históricas de las Acciones.....	100
4.3 Determinación de los Factores de Riesgo.....	101
4.4 Determinación y Validación de los Coeficientes "Beta" del Modelo APT para Acciones Individuales.....	114
4.5 Conformación de Portafolios de Inversión Bajo los Supuestos del Modelo APT.....	126
Conclusiones.....	141
Apéndice.....	144
Bibliografía.....	191

Introducción

La toma de decisiones que tiene que realizar cualquier inversionista al decidir canalizar algún excedente de riqueza o muchas veces, depende de cada individuo, una parte importante de su patrimonio a la bolsa de valores, se encuentra sobre bases de riesgo.

Se han realizado una serie de desarrollos teóricos respecto del comportamiento que tienen los precios de los activos que cotizan en bolsa, los cuales buscan dar a los inversionistas bases más realistas sobre las cuales tomar sus decisiones.

El presente estudio se centra en analizar uno de los modelos que entre los investigadores, en los mercados más desarrollados del mundo, ha creado una serie de controversias respecto de su validez, el APT, *Arbitrage Pricing Theory*, que publicó Stephen A. Ross a finales de los 70s. Este modelo busca explicar de manera más realista el fenómeno del riesgo sistemático, el cual una vez controlado, va a permitir al inversionista, de manera confiable, crear un escenario respecto del rendimiento que va a obtener en su inversión.

Para poder estudiar el APT hay que realizar primero una revisión de los desarrollos teóricos antecesores, de no hacerse no se podría entender que es lo que llevó a Stephen A. Ross al desarrollo de su teoría y la importancia que ésta tiene en el estudio de las Finanzas.

La Teoría de la Cartera desarrollada por Harry Markowitz en los 50s, es pieza fundamental en el desarrollo de la teoría moderna de los modelos que se sitúan bajo condiciones de riesgo, centrándose en dos variables, media y varianza del rendimiento de los activos y bajo una serie de supuestos teóricos, permite de manera formal realizar la toma de decisiones bajo condiciones de riesgo, de acuerdo a la expectativa que busque cada inversor. El modelo de Markowitz o modelo *media-varianza*, como también se le conoce, lleva al inversionista a la toma de decisiones buscando disminuir el riesgo considerando las ventajas de la diversificación —disminución del riesgo no sistemático o diversificable—; sin embargo, el modelo no explica que es lo que ocasiona el riesgo restante —riesgo sistemático o no diversificable— que se tiene que enfrentar.

En la década de los 60s William F. Sharpe y J. Lintner, de forma independiente, tomando como base el modelo de Markowitz van más allá con el desarrollo del CAPM, *Capital Asset Pricing Model*, dicho modelo permite realizar la toma de decisiones bajo condiciones de riesgo y además permite explicar como se conforma el riesgo sistemático de los activos, el cual se puede medir tomando como base la cartera del mercado; de esta forma, el CAPM permite realizar una valoración del rendimiento de cada uno de los activos y permite cuantificar el riesgo sistemático de cada activo.

Existen gran cantidad de investigaciones que comprueban la validez del CAPM y otras que muestran alguna deficiencia; sin embargo, desde el punto de vista teórico el CAPM ha sido seriamente cuestionado y dichos cuestionamiento no han sido refutados.

El modelo APT de Ross tiene bases teóricas más amplias que permiten subsanar las debilidades teóricas del CAPM. Así, el APT permite valorar los activos y explicar el riesgo sistemático, abriendo aún más las bases que explican el fenómeno. Para el APT el riesgo sistemático no solamente es la cartera del mercado, como lo versa el CAPM, sino que tiene ver también con una diversidad de variables que pueden ser de diferente índole, las cuales afectan el comportamiento de los precios de los activos. De hecho, para muchos investigadores el CAPM es un caso particular de la Teoría del APT.

Hasta el momento no se han publicado —al menos no se encontraron al realizar esta investigación— cuestionamientos respecto de la validez teórica del APT. Existen diversas investigaciones que validan de alguna forma el modelo, las cuales, en su mayoría, se han realizado en los mercados financieros más desarrollados del mundo.

El término riesgo, desafortunadamente, no es ajeno para México, que es un país que ha tenido que enfrentar en los últimos años, una serie de acontecimientos económicos, políticos y sociales que de alguna forma han sido freno del crecimiento y desarrollo de la economía, esto puede afectar de forma directa o indirecta al mercado de valores ya que al no tener una economía sólida no se puede dar marcha abierta para que dicho mercado se encuentre al nivel de los más desarrollados; además de que se crea un ambiente de alto riesgo para los inversionistas. Por lo descrito, puede observarse la importancia que tiene el que el modelo APT sea estudiado en el mercado mexicano.

La aplicación de la Teoría del APT es bastante amplia, puede utilizarse para la valuación de una gran cantidad de activos; por lo cual, para la presente investigación se va a estudiar el rendimiento y el riesgo de acciones de empresas que cotizan en la bolsa de valores; esto, porque las acciones son uno de los activos financieros más importantes del mercado de valores y, de hecho, puede considerarse como el más representativo de dicho mercado.

En el Capítulo I, a manera de antecedente, se realiza una breve descripción de como se encuentra estructurado el Sistema Financiero Mexicano y se hace una breve revisión de los agentes económicos más importantes, respecto de las funciones que realizan en dicho sistema; se da cita de algunos de los eventos que han repercutido en la evolución y cambio estructural del sistema financiero y la legislación en que se sustenta dicho sistema. Por otra parte, se describe como se encuentra organizada y como funciona la Bolsa Mexicana de Valores y se da cuenta de los diversos agentes financieros más importantes que se relacionan con ella. Como se ha mencionado, el tema en estudio encierra el análisis de un modelo para valorar un instrumento financiero que se negocia en la bolsa de valores; por esta razón, el enfoque se hace hacia esta parte del Sistema Financiero Mexicano.

En el mismo capítulo, se realiza la definición de lo que es una acción, que es el instrumento financiero central del estudio, se menciona una forma de clasificación de dicho instrumento financiero resaltando algunas de sus principales características y; así también, a manera de antecedente, se resumen algunos de los métodos más conocidos para realizar la valuación de dicho instrumento financiero.

El Capítulo I contempla también, la revisión de los principales conceptos que involucra el estudio de los modelos bajo condiciones de riesgo; esto es, el rendimiento y el riesgo; asimismo, se establece una forma de clasificar tanto al riesgo como a los activos.

Por otra parte, se realiza una revisión de la Teoría de la Cartera desarrollada por Harry Markowitz, sus supuestos, las preferencias del inversionista y los planteamientos matemáticos para poder obtener los portafolios óptimos. Así también, se define el riesgo sistemático y el riesgo no sistemático, destacando la importancia que tiene la diversificación o disminución del riesgo no sistemático al conformar un portafolios de inversión.

En el Capítulo II se realiza la explicación de la teoría en que se fundamenta el CAPM y se resumen algunos estudios teóricos y prácticos, que tratan algunos de los problemas que los investigadores han encontrado al trabajar con dicho modelo.

Asimismo, en el Capítulo II, se sigue el desarrollo de la Teoría del APT citando sus supuestos y explicando como funciona el modelo; así también, se describe en forma teórica cuales son los efectos que captura el modelo APT respecto del riesgo sistemático; además, se muestra el caso en que la teoría

del CAPM puede considerarse un caso particular del APT. Del mismo modo, se citan algunas de las diferencias más significativas que existen entre la Teoría del CAPM y la Teoría del APT:

En el mismo capítulo, se contempla la parte correspondiente a la cita de las investigaciones que han buscado evidencia de la validez del APT; resaltando los resultados más significativos de dichos estudios.

El Capítulo III, es en donde se realiza el planteamiento del problema, hipótesis, proposiciones y objetivos de la presente investigación; se hace una descripción de la metodología a seguir para determinar si existe evidencia de que el modelo APT sea aplicable en México. Se establece cuales son las fuentes de información a consultar. Asimismo, se realiza la descripción de todas las variables a utilizar dentro del estudio y además; se detalla el por qué se seleccionó este tema para investigar.

En el Capítulo IV se muestran los resultados de la investigación; se realiza una ampliación más a detalle de la obtención de muestras, la manipulación de las variables para conformar los factores de riesgo y se presentan las pruebas de hipótesis estadísticas que van a poder permitir aceptar o rechazar la hipótesis de investigación planteada.

El Capítulo IV detalla cómo se seleccionaron, primeramente, las acciones que formaron la muestra para el estudio, el total de observaciones utilizadas por acción y por variable macroeconómica, detalla las transformaciones realizadas para conformar la base de factores de riesgo sistemático, se muestran las pruebas estadísticas a aplicar para poder determinar la existencia de evidencia estadística que permita validar el APT y; por último, se muestra el análisis de residuos aplicado para determinar la eficiencia del modelo APT en la explicación del riesgo y rendimiento de un portafolios de inversión accionario y su factibilidad para usarse como modelo base de la toma de decisiones.

Por último, al final del estudio, se presenta la parte correspondiente de conclusiones respecto del problema planteado y de la aceptación o rechazo de la hipótesis establecida conforme lo obtenido con el análisis y las pruebas estadísticas correspondientes.

Capítulo I

1. Antecedentes

Cuando una persona, ya sea física o moral, decide destinar recursos para invertir en una serie de instrumentos financieros, o cuando adquiere un seguro, o realiza cualquier tipo de transacción bancaria o cambiaria; estas operaciones financieras y muchas otras más se van a reflejar como parte de un sistema que resulta ser fundamental para el sano crecimiento y desarrollo del país, el sistema financiero.

El sistema financiero mexicano está conformado, por una parte, por un conjunto de instituciones, privadas y públicas, que ofrecen una serie de productos y servicios financieros al público en general; y por la otra, una serie de organismos gubernamentales, los cuales tienen diversas funciones, que pueden ser de vigilancia y regulación de todas las operaciones que se realizan o de fijar lineamientos, políticas, etc., que determinen el rumbo de las finanzas nacionales.

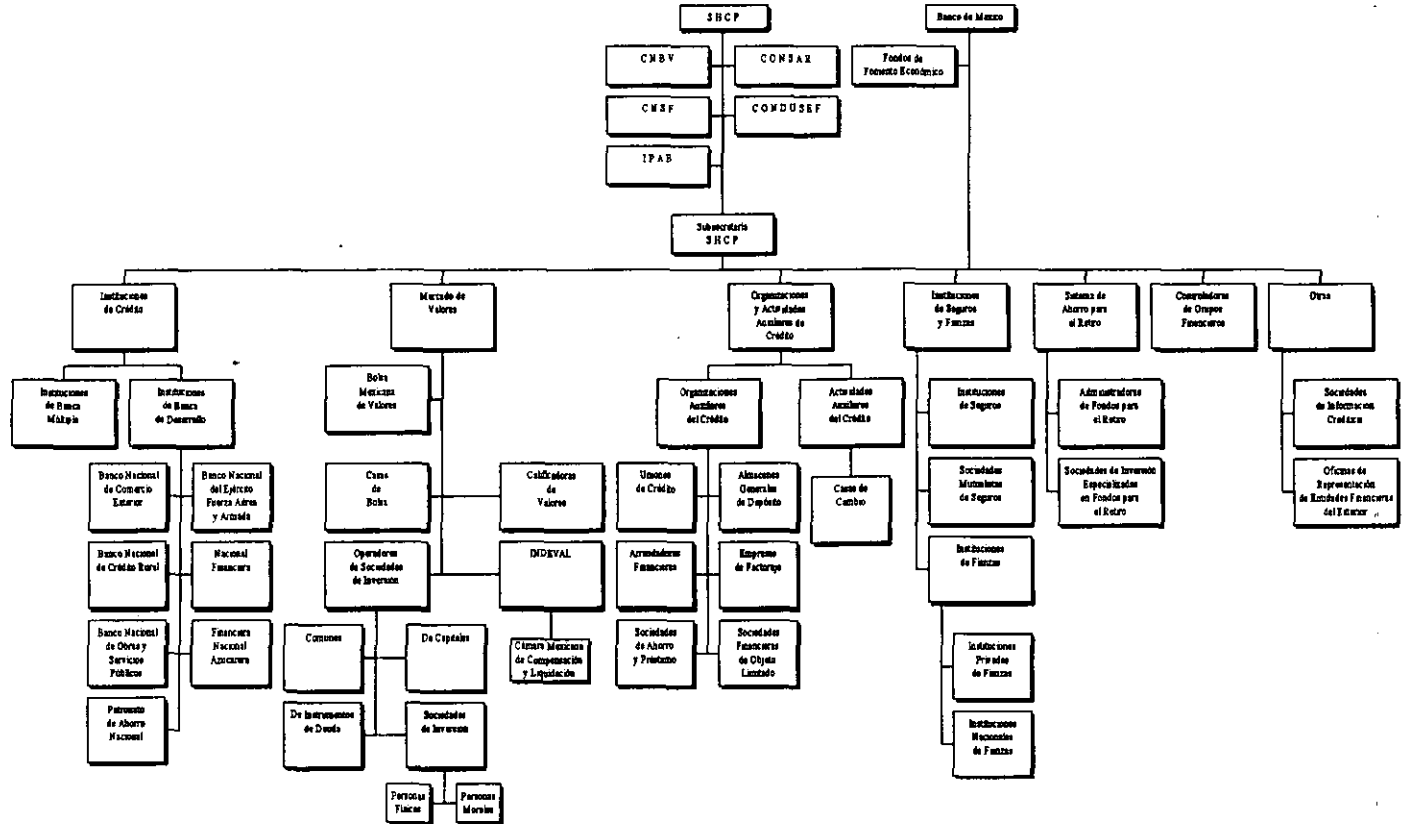
Al sistema financiero mexicano se le puede definir de la siguiente forma: "El sistema financiero mexicano es el conjunto de personas y organizaciones, tanto públicas como privadas, por medio de las cuales se captan, administran, regulan y dirigen los recursos financieros que se negocian entre los diversos agentes económicos, dentro del marco de la legislación correspondiente."¹

Considerando a las instituciones que realizan labores de vigilancia y regulación, las instituciones que realizan las operaciones financieras; las diversas instituciones auxiliares, que pueden ser por ejemplo, las calificadoras de valores; es posible esquematizar el sistema financiero mexicano; véase la figura 1.1. Cabe hacer la aclaración que el organigrama presentado es únicamente una forma de representación que facilita el análisis, por lo cual, existen diversos organismos e instituciones que no se representan de manera explícita en el esquema; así también, no se establecen necesariamente relaciones de jerarquía; además, los clientes no se esquematizan ya que estos se encuentran presentes en múltiples cuadros del organigrama.²

¹ Díaz Mata, Alfredo y Hernández Almora, Luis A. 1999. *Sistemas Financieros Mexicano e Internacional en Internet*, SICCO, México, p. 3.

² El organigrama fue elaborado considerando las representaciones presentadas en: Asociación de Banqueros de México, A.C. 1999. *Anuario Financiero de la Banca en México*, Vol. LIX, México, p. 167 y Díaz Mata, Alfredo y Hernández Almora, Luis A. 1999. *Op. cit.*, pp. 4-5; así como también, el catálogo del sistema financiero mexicano presentado en la página de Internet de la SHCP: <http://www.shcp.gob.mx/servs/casfim/menu.html>

Figura 1.1 Sistema Financiero Mexicano



El principal objetivo que tienen las empresas, instituciones y organismos que forman parte del sistema financiero es el de ser generadores del crecimiento y desarrollo económico del país, fomentando el ahorro y realizando la canalización de recursos a quien los requiera, para la realización de diversos proyectos de inversión, que permitan obtener una base productiva estable y de permanencia en el tiempo.

El sistema financiero mexicano ha sufrido una serie de transformaciones profundas a lo largo de los últimos años; tanto en su estructura como en la normatividad en que se sustenta; entre otras, se pueden mencionar: la nacionalización de la banca en año de 1982 y su posterior reprivatización a partir de 1990; la conformación de diversos grupos financieros a partir de la publicación, en 1990, de la Ley para Regular Agrupaciones Financieras; la creación de las administradoras de fondos para el retiro, Afores, con la publicación en 1996, de la Ley de los Sistemas de Ahorro para el Retiro; la autorización para que los bancos extranjeros pudieran operar e invertir de forma más abierta dentro del país y el otorgamiento de la autonomía al Banco de México, a través de una reforma constitucional, en 1993. Como cambios importantes más recientes, se pueden citar, entre otros, la publicación en enero de 1999 de la Ley de Protección y Defensa al Usuario de Servicios Financieros y la creación de la Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros; así también, la publicación en 1999 de la Ley de Protección al Ahorro Bancario, que entre otras cosas, establece las bases de organización y funcionamiento del Instituto de Protección del Ahorro Bancario, IPAB.³

Los organismos gubernamentales que encabezan el sistema financiero mexicano son por una parte la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, SHCP, la cual tiene como principales funciones: "Proponer, definir y controlar la política del gobierno federal en materia financiera, fiscal, de gasto público, crediticia, bancaria, monetaria, de divisas, de precios y tarifas de bienes y servicios del sector público, de estadística, geografía e informática."⁴ Realiza labores de vigilancia para el sano funcionamiento del sistema, las cuales efectúa a través de las comisiones de vigilancia; así como también, es responsable de decisiones de alto nivel que afectan tanto de forma directa como indirecta a las principales variables económicas y financieras.⁵

Por otro lado, el Banco de México tiene como funciones principales: regular la emisión monetaria y su circulación, regular el volumen crediticio y regular el tipo de cambio; tiene como principal propósito lograr la estabilidad del poder adquisitivo, que haya condiciones favorables para el sano desenvolvimiento del sistema financiero y el crecimiento de la economía nacional, es el banco de reserva y es el agente financiero del gobierno federal.⁶ Así también, funge como asesor, en materia económica, del gobierno federal, tiene participación activa en el Fondo Monetario Internacional y en diversos organismos financieros internacionales.⁷

El sistema financiero mexicano se puede desglosar en una serie de subsistemas de acuerdo al diagrama de la *figura 1.1* y al tipo de operación que se realiza:⁸

³ Ugarte Chávez, Juan Manuel. 1999. *Las Instituciones del Sistema Financiero*, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México, pp. 60-61.

⁴ Díaz Mata, Alfredo y Hernández Almora, Luis A. 1999. *Op. cit.*, México, p. 9.

⁵ Núñez E., H. R. 1992. *Mercado de Dinero y Capitales*, Pac, México, p. 54.

⁶ *Ibid*, pp. 79-80.

⁷ Díaz Mata, Alfredo y Hernández Almora, Luis A. 1999. *Op. cit.*, México, p. 14-15.

⁸ Esta clasificación no indica, al igual que el organigrama de la *figura 1.1*, que no existan interrelaciones entre los diversos agentes que forman parte de un subsistema determinado con otro subsistema; de hecho, la

- I. *El subsistema bancario.* Es el que está constituido, por el Banco de México, las instituciones de banca múltiple, las instituciones de banca de desarrollo, y los fideicomisos del gobierno federal para el fomento económico; la supervisión está ejercida por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores, CNBV.
- II. *El subsistema de seguros y fianzas.* Este se encuentra integrado por las instituciones de seguros, las sociedades mutualistas de seguros y las instituciones de fianzas; la labor de vigilancia en las operaciones es llevada a cabo por la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, CNSF.
- III. *El subsistema bursátil.* Este se encuentra conformado por la Bolsa Mexicana de Valores, las casas de bolsa, las sociedades de inversión y las sociedades operadoras de sociedades de inversión; aquí la supervisión es llevada a cabo por la CNBV.
- IV. *El subsistema de las Organizaciones y Actividades Auxiliares del Crédito.* Lo integran las casas de cambio, las uniones de crédito, los almacenes generales de depósito, las arrendadoras financieras, las empresas de factoraje, las sociedades de ahorro y préstamo y las sociedades financieras de objeto limitado; la supervisión es realizada por la CNBV.⁹
- V. *El subsistema del SAR.* Esta parte del sistema financiero, involucra a las empresas administradoras de los fondos para el retiro y las sociedades de inversión especializadas en fondos para el retiro; las cuales son supervisadas por la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, CONSAR.

Las principales funciones de los organismos de vigilancia y regulación se resumen a continuación:

CNBV. La Ley de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores fue publicada en abril de 1995 y en el artículo 1° de dicha Ley se establece que la CNBV es un organismo desconcentrado de la SHCP; el artículo 2 establece que la CNBV tiene por objeto supervisar y regular en el ámbito de su competencia a las entidades financieras, a fin de procurar su estabilidad y correcto funcionamiento así como fomentar el desarrollo del sistema financiero; el artículo 4° establece que la CNBV debe realizar la supervisión de las entidades, personas físicas y morales cuando realicen actividades previstas en las leyes relativas al sistema financiero; cabe señalar que el artículo 3° establece que se entienden por entidades del sector financiero o entidades a las sociedades controladoras de grupos financieros, instituciones de crédito, casas de bolsa, especialistas bursátiles, bolsas de valores, sociedades operadoras de sociedades de inversión, sociedades de inversión, almacenes generales de depósito, uniones de crédito, arrendadoras financieras, empresas de factoraje

interrelación entre ellos es muy amplia. Asimismo, existen agentes que participan en más de uno de los subsistemas. Por otro lado, el orden en que se presenta la clasificación, no refleja de ninguna forma, la importancia que tiene algún subsistema en el sistema financiero global. Asimismo, se cita a los agentes financieros de forma general, por lo cual, es posible que de forma expresa no se nombren algunas organizaciones o instituciones. *Un catalogo bastante amplio que muestra la estructura, instituciones, organizaciones y normatividad en que se sustenta el sistema financiero mexicano puede hallarse en la página de Internet de la SHCP: <http://www.shcp.gob.mx/servs/casfim/menu.html>*

⁹ Es importante señalar, con respecto a la regulación y vigilancia de las Instituciones y Actividades Auxiliares del Crédito, que en la Ley General de Organizaciones y Actividades Auxiliares del Crédito en su artículo 56, a la letra dice: "La inspección y vigilancia de las organizaciones auxiliares del crédito y casas de cambio queda confiada a la Comisión Nacional Bancaria, la que tendrá en lo que no se oponga a esta Ley, respecto de dichas organizaciones auxiliares del crédito y casas de cambio, todas las facultades que en materia de inspección y vigilancia le confiere la Ley de Instituciones de Crédito." *La mencionada ley puede consultarse en la página de Internet de la CNBV: <http://www.cnbv.gob.mx/regulacion/contents.htm>*

financiero, sociedades de ahorro y préstamo, casas de cambio, sociedades financieras de objeto limitado, instituciones para el depósito de valores, instituciones calificadoras de valores, sociedades de información crediticia, así como otras instituciones y fideicomisos públicos que realicen actividades financieras y respecto de los cuales la Comisión ejerza facultades de supervisión.¹⁰

CNSF. "La Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF), se creó el 3 de enero de 1990 como un órgano desconcentrado de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Goza de las facultades y atribuciones que le confieren la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros, la Ley Federal de Instituciones de Fianzas, así como las demás leyes, reglamentos y disposiciones administrativas aplicables a los mercados asegurador y afianzador mexicanos. La CNSF se ocupa, entre otras, de las siguientes funciones: 1. La supervisión de solvencia de las instituciones de seguros y fianzas. 2. La autorización de los intermediarios de seguro directo y reaseguro. 3. El apoyo al desarrollo de los sectores asegurador y afianzador."¹¹

CONSAR. Se establece con la publicación, en mayo de 1996, de la Ley de los Sistemas de Ahorro para el Retiro, la cual en su artículo 2° establece que la coordinación, supervisión, regulación y vigilancia están a cargo de la CONSAR como órgano administrativo desconcentrado de la SHCP; el artículo 5°, de la misma ley, establece las facultades de la CONSAR que se pueden resumir en: regular lo relativo a la operación de los sistemas de ahorro para el retiro, recepción, depósito, transmisión y administración de las cuotas y aportaciones; expedir disposiciones a las que deberán sujetarse los participantes en los sistemas de ahorro para el retiro, en cuanto a su constitución, organización y funcionamiento, operación y participación; emitir, en el ámbito de su competencia, la regulación prudencial que regirá a los participantes en los sistemas de ahorro para el retiro; otorgar, modificar o revocar las autorizaciones a las Afores y las Siefores de acuerdo con lo referido por la Ley de los Sistemas de Ahorro para el Retiro; imponer multas y sanciones a los participantes en el sistema cuando incurran en infracciones o contravengan las disposiciones normativas.¹²

CONDUSEF. "La Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros (CONDUSEF) es un Organismo Público Descentralizado, cuyo objeto es promover, asesorar, proteger y defender los derechos e intereses de las personas que utilizan o contratan un producto o servicio financiero ofrecido por las Instituciones Financieras que operen dentro del territorio nacional, así como también crear y fomentar entre los usuarios una cultura adecuada respecto de las operaciones y servicios financieros."¹³

La legislación en que se sustenta el sistema financiero mexicano es muy amplia, a continuación se da una lista de algunas de las leyes que norman y regulan su funcionamiento:¹⁴

- Ley del Mercado de Valores.
- Ley del Banco de México.
- Ley de Instituciones de Crédito.
- Ley de Sociedades de Inversión.

¹⁰ La Ley de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores puede consultarse en la página de Internet de la CNBV: <http://www.cnbv.gob.mx/regulacion/contents.htm>

¹¹ Tomado de la página de Internet de la CNSF: http://www.cnsf.gob.mx/home_.htm

¹² La Ley de los Sistemas de Ahorro para el Retiro puede consultarse en la página de Internet de la CONSAR: http://www.consar.gob.mx/SAR/norma_imss.htm y también se puede referir a: Trueba Lara, José Luis. 1997. *Afores Bajo la Lupa*, Times, México, pp. 114-116.

¹³ Tomado de la página de Internet de la CONDUSEF: <http://www.condusef.gob.mx>

¹⁴ Véase en Internet la página de la SHCP, en donde se resume el marco jurídico en que se sustenta el sistema financiero mexicano: <http://www.shcp.gob.mx/servs/casfim/marcojuridico.html>

- Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.
- Ley para Regular las Agrupaciones Financieras.
- Ley General de Organizaciones y Actividades Auxiliares del Crédito.
- Ley Federal de las Entidades Paraestatales.
- Ley Orgánica del Pahnal (Patronato del Ahorro Nacional).
- Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros.
- Ley de los Sistemas de Ahorro para el Retiro.
- Ley de Protección y Defensa al Usuario de Servicios Financieros.
- Ley Federal de Instituciones de Fianzas.
- Ley de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores.

El presente trabajo involucra el estudio de un modelo para valorar un instrumento financiero el cual es negociado en la bolsa de valores, por esta razón, el enfoque se hará hacia los agentes que estructuran el subsistema bursátil.

El mercado de valores surge en México en el año de 1894 de forma rudimentaria, con el paso del tiempo, al hacerse cada vez más compleja la economía nacional, el mercado de valores va cobrando importancia y es necesario crear una infraestructura adecuada para que, de forma más sólida y profesional, se administren los recursos del público inversionista.¹⁵

El marco jurídico del mercado de valores tiene como base la Ley del Mercado de Valores, la cual fue promulgada en el año de 1975; con lo cual se promueve el desarrollo del mercado y de las casas de bolsa, quienes son los organismos básicos de intermediación en las operaciones de compra y venta de valores. Las casas de bolsa se constituyen como sociedades anónimas y pueden optar por el régimen de capital variable. Al cumplir los requisitos de ley queda autorizada e inscrita en la sección de intermediarios del Registro Nacional de Valores e Intermediarios, bajo la supervisión y vigilancia de la CNBV y debe ser aceptada cubriendo los requisitos del reglamento interior de la Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V., como socio por el consejo de administración de esta última, para poder actuar como intermediaria en el mercado bursátil.¹⁶

Los servicios que presta una casa de bolsa se pueden resumir en los siguientes: a) ser intermediarios en las operaciones de compra y venta de instrumentos en el mercado de valores; b) dar servicios de asesoría financiera y bursátil, a empresas y al público inversionista, en lo relativo al mercado de valores; c) recibir fondos por concepto de operaciones con valores; d) proporcionar servicio de custodia y administración de valores, a través del Instituto para el Depósito de Valores, Indeval y; e) ofrecer servicios de asesoría a las empresas para la colocación de sus títulos entre el público inversionista.¹⁷

La Bolsa Mexicana de Valores, BMV, es una sociedad anónima de capital variable, los accionistas son los agentes de valores (casas de bolsa) que integran el mercado mexicano.

En el artículo 22 de la Ley del Mercado de Valores se mencionan las actividades de las casas de bolsa; que entre otras son: servir de intermediarios en el mercado de valores; recibir fondos por conceptos de las operaciones que se les encomienden; prestar asesoría en materia de valores;

¹⁵ Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V. 1989. *Casas de Bolsa*, Folleto Informativo, Abril, México, p. 5.

¹⁶ *Idem*.

¹⁷ *Ibid*, p. 6.

recibir préstamos o créditos de instituciones de crédito o de organismos de apoyo al mercado de valores, para la realización de las actividades que les sean propias; conceder préstamos o créditos para la adquisición de valores con garantía de éstos; celebrar reportos y préstamos sobre valores; actuar como fiduciarias en negocios directamente vinculados con las actividades que les sean propias; realizar operaciones por cuenta propia que faciliten la colocación de valores o que coadyuven a dar mayor estabilidad a los precios de éstos y a reducir los márgenes entre cotizaciones de compra y venta de los propios títulos, o bien que procuren mejorar las condiciones de liquidez en el mercado, así como una mayor diversificación de las transacciones; prestar servicios de guarda y administración de valores.¹⁸

Así también, el artículo 29 de la Ley del Mercado de Valores establece las funciones de una bolsa de valores, entre otras: establecer locales, instalaciones y mecanismos que faciliten las relaciones y operaciones entre la oferta y la demanda de valores; proporcionar información sobre los valores inscritos en bolsa y los listados en el sistema internacional de cotizaciones de la propia bolsa; certificar las cotizaciones en bolsa.¹⁹

El artículo 30 de la misma ley establece que para que una bolsa de valores pueda operar se requiere una concesión, la cual es otorgada directamente por la SHCP, oyendo al Banco de México y a la CNBV. El otorgamiento de la concesión se resolverá en atención al mejor desarrollo y posibilidades del mercado, sin que pueda autorizarse el establecimiento de más de una bolsa en cada plaza.²⁰

La modernización también ha estado presente en la BMV, su modo de operar ha ido evolucionando, hace poco tiempo las operaciones se realizaban de la siguiente forma: en el "salón de remates" se reunían los agentes de bolsa y los operadores de piso, representantes de las casas de bolsa, quienes realizaban las operaciones de compra y venta de los valores inscritos en la bolsa, y también acudían intermediarios de la CNBV, para realizar funciones de vigilancia de las operaciones.²¹

En la actualidad se utilizan sistemas de computo para la realización de las operaciones; por un lado, el denominado BMV-SENTRA Capitales, para negociar títulos del mercado de capitales y el BMV-SENTRA Títulos de Deuda, para negociar títulos de deuda, los cuales fueron desarrollados por el mismo personal de la bolsa y cumplen con los estándares internacionales. El sistema permite realizar operaciones en tiempo real a través de una red de computadoras, que se encuentran en cada casa de bolsa y son controladas por el control central instalado en el recinto bursátil.²²

Para un eficaz control de las operaciones y de los participantes del mercado, la BMV cuenta con un reglamento interno, el cual establece una serie de sanciones y medidas de carácter preventivo; la bolsa podrá amonestar a algún participante del mercado emisor, intermediario u operador del intermediario, por incumplimiento de alguna de las obligaciones dentro de los plazos establecidos por la bolsa, pudiendo llegar incluso a suspender al intermediario o a la emisora por un tiempo, el cual es determinado por el órgano disciplinario de la bolsa; la suspensión puede ser parcial o, dependiendo de la magnitud de la falta, puede ser total. Los intermediarios pudieran ser suspendidos para operar con ciertos instrumentos, o con todos, y a las emisoras se les puede suspender en

¹⁸ La Ley del Mercado de Valores puede consultarse en la página de Internet de la CNBV: <http://www.cnbv.gob.mx/regulacion/contents.htm>

¹⁹ *Idem.*

²⁰ *Idem.*

²¹ Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V. 1989. *El Salón de Remates y sus Operaciones*, Folleto Informativo, Abril, México, p. 3.

²² Consúltense la página en Internet de la Bolsa Mexicana de Valores: <http://www.bmv.com.mx>

alguna de sus emisiones o en todas.²³

Así también, la BMV puede tomar medidas de carácter preventivo, que pueden ser: la suspensión de la cotización de un valor o la suspensión de la sesión de remates.²⁴

La suspensión de un valor puede ocurrir cuando la bolsa o la misma emisora consideran que existe algún evento o hecho relevante que pudiera afectar el comportamiento del precio del valor, y que el mercado debería conocer; así también, cuando la emisora va a dar a conocer algún tipo de información relevante y que afecte directamente el comportamiento de la oferta y la demanda del valor.²⁵

La suspensión de la cotización de un valor podrá durar hasta el término de la sesión de remates en curso, a criterio de la bolsa; si transcurre la sesión y la emisora no ha dado a conocer el hecho la bolsa puede determinarle una sanción.²⁶

Cuando existe algún acontecimiento o caso fortuito que altere, dificulte, limite o impida la postura y registro de operaciones y la divulgación de la información, la bolsa de valores puede determinar la suspensión de la sesión de remates. Cuando se haya superado el hecho que impedía realizar las operaciones de forma normal se levantará la suspensión.²⁷

Como ya se ha mencionado la CNBV es el organismo encargado de vigilar el funcionamiento del mercado de valores; en la Ley del Mercado de Valores en el artículo 41, entre otras, se establecen algunas de las facultades de dicho organismo; algunas de ellas son: dictar las disposiciones de carácter general relativas al establecimiento de índices que relacionen la estructura administrativa y patrimonial de las casas de bolsa y especialistas bursátiles, con su capacidad máxima para realizar las operaciones que les autoriza la ley, tomando en cuenta el volumen y riesgo de dichas operaciones, los intereses del público inversionista y las condiciones prevaletientes en el mercado; inspeccionar y vigilar el funcionamiento de las instituciones para el depósito de valores, así como autorizar y vigilar sistemas de compensación, de información centralizada, calificación de valores y otros mecanismos tendientes a facilitar las operaciones o a perfeccionar el mercado de valores; en el caso de las instituciones calificadoras de valores, la Comisión podrá expedir disposiciones de carácter general relativas a la información que deban proporcionarles periódicamente, los requisitos mínimos de divulgación al público sobre la calidad crediticia de las emisiones que hayan dictaminado y sobre otros aspectos tendientes a mejorar los servicios que prestan a los usuarios; dictar las disposiciones generales, a las que deberán sujetarse las casas de bolsa y especialistas bursátiles en la aplicación de su capital global, así como las bolsas de valores en la aplicación de su capital contable.²⁸

Existen una serie de instituciones que sirven de apoyo al mercado de valores: el Instituto para el Depósito de Valores, Indeval, la Asociación Mexicana de Intermediarios Bursátiles, AMIB, el Mercado Mexicano de Derivados, MEXDER; los servicios de Integración Financiera, SIF; y las calificadoras de valores; entre otros.

²³ *Idem.*

²⁴ *Idem.*

²⁵ *Idem.*

²⁶ *Idem.*

²⁷ *Idem.*

²⁸ *La Ley del Mercado de Valores puede consultarse en la página de Internet de la CNBV: <http://www.cnbv.gob.mx/regulacion/contents.htm>*

El Indeval tiene por objeto prestar servicios de guarda, administración, compensación, liquidación y transferencia de valores.²⁹

La AMIB tiene por objetivo fomentar el desarrollo del mercado de valores; es una agrupación gremial de todos los agentes de valores.³⁰

El MEXDER, de reciente inicio de operaciones, cuenta con autorización de la SHCP para proveer las instalaciones y los servicios que se requieran para la realización de la negociación de contratos de futuros y opciones. Es una sociedad anónima de capital variable.³¹

La SIF empresa subsidiaria de la BMV, tiene como finalidad facilitar las operaciones con títulos de deuda a través del uso de la tecnología más avanzada.³²

Las calificadoras de valores tienen el objetivo de dictaminar acerca de la capacidad crediticia de los títulos emitidos por las empresas mexicanas que pretenden colocar títulos de deuda; así como también, las acciones de las sociedades de inversión de deuda. La calificación consiste en opinar acerca del riesgo y la capacidad de pago de un emisor.³³

Otro tipo de instituciones que son de gran importancia dentro del mercado de valores son las sociedades de inversión.

Las sociedades de inversión son instituciones que se encuentran constituidas por una gran cantidad de ahorradores que aportan sus recursos para su constitución y desarrollo, los cuales son canalizados al mercado de valores.

Su creación data de los años cincuenta y están regidas por la Ley de Sociedades de Inversión promulgada en 1984.³⁴

Las sociedades de inversión tienen como principales objetivos: 1) la descentralización y fortalecimiento del mercado de valores, se constituyen como una alternativa que se necesita para poder conformar una cartera de inversión óptima para el público inversionista; 2) dar acceso al pequeño y mediano inversionista al mercado de valores, por los requerimientos mínimos de capital, una buena parte del público inversionista queda fuera del mercado; por lo cual, las sociedades de inversión constituyen una opción adecuada para los pequeños y medianos ahorradores; además, contribuyen a la expansión del mercado con la captación de recursos y, 3) contribuyen al financiamiento de la planta productiva del país.³⁵

El artículo 3° de la Ley de Sociedades de Inversión, establece que la cartera de inversión de una sociedad de inversión se estructura considerando que se deben diversificar los riesgos y ofreciendo liquidez. Estas carteras representan los activos de la sociedad y actúan de respaldo para la emisión

²⁹ Consúltase la página en Internet de la Bolsa Mexicana de Valores: <http://www.bmv.com.mx>

³⁰ *Idem.*

³¹ *Idem.*

³² *Idem.*

³³ *Idem.*

³⁴ Núñez E., H. R. 1992. *Op. cit.*, p. 134.

³⁵ *Ibid.*, p. 135. Es importante señalar que los objetivos listados se encuentran asentados en el artículo 1° de la Ley de Sociedades de Inversión; dicha ley puede consultarse en la página de Internet de la CNBV: <http://www.cnbv.gob.mx/regulacion/contents.htm>

de sus acciones, que se ofrecen en venta pública.³⁶

El artículo 4° de la Ley de Sociedades de Inversión establece que para organizar una sociedad de inversión se requiere autorización de la CNBV, que la otorgará o denegará discrecionalmente.³⁷

Las sociedades de inversión se clasifican en: 1) *comunes*, que estructuran sus carteras con valores de renta variable y valores de renta fija; 2) *de deuda o renta fija*, que enfocan la estructura de sus carteras a instrumentos de renta fija; por lo que no ofrece riesgos en términos del rendimiento nominal, pero se debe considerar el rendimiento real y 3) *de capitales*, que son aquellas que tienen por objetivo invertir en la creación, modernización o desarrollo de las empresas; se enfocan al mercado primario.³⁸

De acuerdo al artículo 28 de la Ley de Sociedades de Inversión, la administración de las sociedades de inversión es llevada a cabo por las sociedades operadoras de sociedades de inversión; que pueden ser las instituciones de crédito o las casas de bolsa, teniendo como órgano de regulación y vigilancia de las operaciones a la CNBV.³⁹

Es importante hacer la aclaración de que aquellas personas que destinan sus recursos para invertir en una sociedad de inversión, tienen como ganancia el diferencial del precio de compra contra el precio de venta; es decir:

$$G = PV - PC$$

donde: G = Ganancia, PV = Precio de Venta y PC = Precio de Compra

Cuando las empresas acuden al mercado de valores emitiendo algún tipo de instrumento para su colocación a través de un intermediario, para allegarse de recursos, este tipo de operaciones son las que constituyen el mercado primario; el precio del instrumento es fijo y es determinado por el emisor asesorado por el intermediario. Las operaciones de compra-venta que se realizan diariamente en la bolsa, por el público inversionista, constituyen el mercado secundario, en estas operaciones no intervienen directamente las empresas emisoras de valores para la determinación del precio, éste se fija por la oferta y demanda entre compradores y vendedores.⁴⁰

Los instrumentos que se manejan en el mercado de valores se pueden clasificar en dos grandes divisiones de acuerdo a sus características:⁴¹

Mercado de Dinero. Es un mercado de instrumentos financieros a corto plazo, el precio generalmente se maneja a descuento, son valores que representan bajo riesgo y alta liquidez.

Mercado de Capitales. Se manejan instrumentos financieros a largo plazo, los valores se destinan para la formación de capital; se tienen rendimientos variables y fijos y se maneja mayor riesgo en la

³⁶ Consúltase la Ley de Sociedades de Inversión en la página de Internet de la CNBV: <http://www.cnbv.gob.mx/regulacion/contents.htm>

³⁷ *Idem.*

³⁸ Núñez E., H. R. 1992. *Op. cit.*, pp. 137-140. La clasificación se establece en el artículo 4° de la Ley de Sociedades de Inversión; dicha ley puede consultarse en la página de Internet de la CNBV: <http://www.cnbv.gob.mx/regulacion/contents.htm>

³⁹ Consúltase la Ley de Sociedades de Inversión en la página de Internet de la CNBV: <http://www.cnbv.gob.mx/regulacion/contents.htm>

⁴⁰ Sánchez C., L., Núñez, S. de la B., C. y Couto C., E. 2000. *Invierta con Éxito en la Bolsa de Valores.* Pearson Educación, México, pp. 15-16.

⁴¹ Núñez E., H. R. 1992. *Op. cit.*, pp. 142 y 197.

inversión.

El presente trabajo está enfocado a estudiar el modelo APT considerando un portafolios de inversión accionario. Las acciones son instrumentos que forma parte del mercado de capitales, por lo cual, cabe hacer mención de lo que es una acción, por qué las emiten las empresas y cómo se valúan.

Las acciones son títulos que representan una de las partes iguales en que se divide el capital social de una empresa y acredita los derechos y obligaciones del poseedor como socio de la negociación.

"El capital social de una sociedad anónima representa el interés de los propietarios en la sociedad; este interés está dividido en acciones o unidades. La propiedad de las acciones del capital social se prueba por medio de certificados de acciones; los dueños de las acciones son conocidos como 'accionistas.' El importe que aparece como capital social representa el valor de la inversión de los accionistas, aun cuando no sea necesariamente su totalidad, si existe un superávit."⁴²

La finalidad que tienen las empresas al emitir acciones y con esto incorporar socios, en vez de acreedores si se contratara un préstamo, es el obtener capital necesario para el financiamiento y poder cubrir procesos ya sea de modernización, para expansión, para la formación de grupos industriales, para adquirir empresas ya existentes o, en general, para buscar desarrollar nuevos proyectos de inversión.⁴³

El rendimiento que ofrece la inversión en acciones es variable ya que no está sujeto a una tasa de interés o a una tasa de descuento determinada, éste se obtiene por medio de dividendos que es una distribución prorrata de las utilidades, actuales o acumuladas, que la asamblea de accionistas de la empresa decide repartir entre los poseedores, que puede ser en efectivo o en acciones.⁴⁴

También se puede obtener rendimiento o pérdida, de acuerdo a las variaciones que tenga el precio de la acción en el mercado; es decir, la diferencia entre el precio de venta y el precio de compra:

$$G = PV - PC$$

donde: G = Ganancia, PV = Precio de venta y PC = Precio de compra

El plazo a que se maneja una acción no está determinado, depende únicamente de la decisión del inversionista.

A las acciones se les puede clasificar en:

⇒ Acciones Preferentes.

⇒ Acciones Comunes.

En general, las acciones preferentes son aquellas que tienen derecho limitado de voto. "Puesto que el derecho a votar es uno de los básicos de los accionistas, no pueden ser privados de este privilegio, a menos de que se haya llegado a un acuerdo sobre una limitación específica. Por lo tanto, las acciones preferentes tienen derecho al voto, a menos de que se les haya denegado explícitamente. La mayoría de las acciones preferentes, sin embargo carecen de voto."⁴⁵ En el reparto de dividendos tienen preferencia ya que se les debe cubrir un porcentaje del 5% antes de determinar el correspondiente de las acciones comunes. Asimismo, en caso de liquidación de la

⁴² Kennedy, R. D. y McMullen, S. Y. 1992. *Estados Financieros. Forma, Análisis e Interpretación*, Segunda Edición, Limusa, México, p. 129.

⁴³ Núñez E., H. R. 1992. *Op. cit.*, pp. 200-201.

⁴⁴ Kennedy, R. D. y McMullen, S. Y. 1992. *Op. cit.*, pp. 132-133.

⁴⁵ *Ibid.*, p. 133.

empresa tienen preferencia sobre las acciones comunes.⁴⁶

Existen varios tipos de acciones preferentes:

- o Las preferentes acumulativas, son las que si las utilidades de la empresa no son suficientes para cubrir parte o todo el dividendo preferente a que tienen derecho, éste se irá acumulando hasta que se les pueda pagar completamente. A menos que se exprese explícitamente que las acciones no son acumulativas, las acciones preferentes si lo son;⁴⁷
- o Las preferentes no acumulativas, como su nombre lo indica, el dividendo preferente a que tienen derecho no es acumulable y la empresa no tiene obligación de cubrirlo posteriormente si las utilidades no son suficientes en su momento;
- o Las preferentes participantes son las que tienen derecho de obtener además del dividendo preferente la diferencia entre el preferente y el que se establezca para las acciones comunes. Las acciones preferentes participan en los dividendos, a menos que se exprese explícitamente lo contrario;⁴⁸
- o Las preferentes no participantes son las que no tienen el derecho anteriormente mencionado; y,
- o Las preferentes convertibles son aquellas que después de transcurrido un período de tiempo se convertirán en acciones comunes.⁴⁹

Las acciones comunes, o también llamadas acciones ordinarias, son las que tienen derecho de participar activamente en las asambleas de la empresa y los dividendos que reciben se determinan una vez que se ha repartido el correspondiente a las acciones preferentes.⁵⁰

Las acciones comunes dan derecho a su tenedor a tener voz activa en la administración de la empresa, tener participación en la distribución de las utilidades en la forma de dividendos declarados por la junta de accionistas, a suscribir en forma proporcional acciones de nueva emisión y a recibir en forma proporcional una parte de los activos al disolverse la sociedad después de que se les haya pagado a los acreedores y a los poseedores de acciones preferentes con derecho a recibir dividendos de liquidación.⁵¹

El principal indicador del comportamiento general del mercado accionario, en México, es el Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores, dicho índice se elabora a diario con los resultados de la sesión cotidiana. Hasta el 19 de septiembre de 1980 se utilizaba el "promedio de precios y cotizaciones" que contenía a 29 empresas, a partir del 22 de septiembre de 1980 se empezó a ocupar otro índice contemplando a 42 empresas que se revisan y de requerirse se actualizan cada bimestre con la finalidad de que se mantenga vigente su validez, en el bimestre de marzo-abril de 1984, el índice contemplaba en la muestra a 40 empresas.⁵²

La Bolsa de Valores maneja otros indicadores del mercado: el Índice México, INMEX; el Índice de

⁴⁶ Cortina O., Gonzalo. 1992. *Prontuario Bursátil y Financiero*, Trillas, México, p. 11.

⁴⁷ Kennedy, R. D. y McMullen, S. Y. 1992. *Op. cit.*, p. 133.

⁴⁸ *Ibid.*, p. 134.

⁴⁹ *Ibid.*, p. 136.

⁵⁰ Cortina O., Gonzalo. 1992. *Op. cit.*, p. 11.

⁵¹ Kennedy, R. D. y McMullen, S. Y. 1992. *Op. cit.*, p. 132.

⁵² Cortina O., Gonzalo. 1992. *Op. cit.*, p. 90.

Mediana Capitalización, IMC30; el Índice de Precios para la Mediana Empresa Mexicana, IP-MMEX, que perdió su razón de ser en enero de 1999; así también, se tienen 3 indicadores para sociedades de inversión y 7 Índices sectoriales.⁵³

Existen diversos modelos, tanto cuantitativos como cualitativos, para realizar el análisis de los precios, rendimientos y riesgo de las acciones, citando brevemente algunos de ellos en forma de antecedentes:

- El análisis fundamental. Este es uno de los métodos más conocidos para poder realizar la valuación del precio de las acciones. Se establece que el comportamiento de los precios de las acciones tiene como principales causas el comportamiento de diversas variables macroeconómicas; así como también de variables de otro tipo que pueden ser de índole político, psicológico, climático, etc., y se supone que todas estas causas pueden valorarse y ponderarse antes de que produzcan algún efecto en el mercado.⁵⁴

El método busca realizar la evaluación del mercado y de la empresa tanto en el entorno macro como en el entorno micro; es decir, se analizan balances financieros, flujo de efectivo, estado de resultados, proyectos de inversión, capacidad de producir ingresos, apalancamiento, capacidad gerencial, entorno político, análisis sectorial, inflación, tipo de cambio, legislación, etc.

A partir de haber analizado todas las variables se estima el valor intrínseco de la acción y se realiza la comparación contra el valor de mercado de la acción para estimar que tanto se encuentra subvaluado o sobrevaluado el precio.

- El análisis técnico. Este método tiene como postulados generales los siguientes:⁵⁵
 1. Es posible conocer y entender el orden intrínseco que existe en los movimientos del mercado, sin tener que conocer los valores de todas las variables que intervienen y no es necesario tener que ponderarlos. Muchos de los factores que se supone podrían intervenir en el comportamiento del mercado se consideran aleatorios y no es necesario buscar qué es lo que los causa.
 2. El comportamiento del ser humano se considera predecible cuando forma parte de un grupo. Las reacciones de los inversionistas son predecibles como grupo, no en forma aislada, con una probabilidad alta. El comportamiento como todo en la naturaleza tiene características cíclicas y genera patrones que permite identificarlos y predecirlos.
 3. Un gráfico es un reflejo de todos los factores que operan en el mercado. Al tener una representación gráfica del comportamiento de los precios y los volúmenes operados, se puede inferir el comportamiento del mercado como un todo, se consideran así, todos los factores económicos, políticos, sociales, etc., que intervienen.

Los fundamentos del análisis técnico comenzaron a conformarse en el año de 1884 cuando Charles Dow ideó los índices o promedios para la Bolsa de Valores de Nueva York, *New York Stock Exchange*, y en 1920 Richard Schabacker mostró como las señales de los

⁵³ Consúltase la página en Internet de la Bolsa Mexicana de Valores: <http://www.bmv.com.mx>

⁵⁴ Sánchez C., L., Núñez, S. de la B., C. y Couto C., E. 2000. *Op. cit.*, p. xxiv.

⁵⁵ *Ibid*, pp. xxiv-xxvii.

Indíces se podían aplicar en lo particular a las diferentes emisoras.

En el año de 1948 John Magee estableció tres principios fundamentales del análisis técnico:⁵⁶

- 1) La tendencia de los precios;
- 2) El volumen acompaña a la tendencia, y;
- 3) Una vez establecida una tendencia, ésta tiende a continuar.

Las herramientas básicas del análisis técnico son:

1. La línea de tendencia. Que es la línea recta que mejor describe esquemáticamente los movimientos del mercado. Son auxiliares visuales que ayudan a establecer cual es la situación de los precios en relación con los eventos, así como las entradas y salidas del mercado.⁵⁷
 2. Los niveles de soporte y resistencia. Un nivel de soporte es un punto que se puede identificar en el gráfico y con ayuda de la línea de tendencia, en donde el precio del instrumento tiene un nivel inferior, en donde "algo" detiene su caída y asimismo, en el pasado, ha venido ocurriendo en el mismo punto. Así también, sucede en los puntos altos cuando el precio va subiendo y llega un momento en que se detiene sin poder ascender más, éste es un punto de resistencia.⁵⁸
 3. Los patrones de reversa y continuación. Un cambio en la tendencia se verifica por una fase de transición entre compradores y vendedores acompañada de cierto equilibrio en el mercado a dicha fase es a lo que se le conoce como un patrón de reversa. Cuando el avance de los precios, tanto al alza como a la baja, se detiene es a esta fase a la que se le conoce como patrón de continuación.⁵⁹
 4. Las brechas. Son rango de precios dentro de los cuales no hay operaciones.⁶⁰
 5. Los indicadores. Que son el resultado que se obtiene, al aplicar una serie de modelos matemáticos, que sirven para manipular la información, y con ellos, obtener una serie de gráficos permitiendo evaluar los movimientos de las variables a lo largo del tiempo.⁶¹
- De acuerdo al rendimiento. Este método de valuación consiste en obtener la tasa de rendimiento esperada de una acción y compararla con la tasa libre de riesgo. La tasa de rendimiento esperado se obtiene después de hacer un análisis de los estados financieros de la empresa con la finalidad de estimar la utilidad en el próximo ejercicio y así saber cuál es la utilidad esperada por acción (utilidad total esperada entre el número total de acciones) y se expresa:⁶²

⁵⁶ *Ibid.*, p. 43.

⁵⁷ *Ibid.*, p. 57.

⁵⁸ *Ibid.*, p. 89.

⁵⁹ *Ibid.*, p. 117.

⁶⁰ *Ibid.*, p. 165.

⁶¹ *Ibid.*, p. 175.

⁶² Heyman, T. 1988. *Inversión Contra Inflación. Análisis y Administración de Inversiones en México*, Milenio, 3era. edición, México, p. 169.

$$i_s = \frac{UPAE / (1 + \pi)}{P}$$

donde: i_s = Rendimiento esperado por acción, $UPAE$ = Utilidad por acción esperada, π = Tasa de inflación esperada y P = Precio de la acción.

La tasa de rendimiento real se expresa: $i_r = \frac{(1+i)}{(1+\pi)} - 1$

donde: i_r = Tasa de rendimiento real e i = Tasa de rendimiento del instrumento libre de riesgo.

La inversión en acciones representa un riesgo mayor en comparación con los instrumentos de renta fija, por lo que es deseable que se cumpla: $i_s > i_r$.

- El múltiplo. Que es la razón entre el precio y la utilidad de una acción:

$$\text{Múltiplo} = \frac{P}{UPAC} \quad \delta \quad \text{Múltiplo} = \frac{P}{UPAE}$$

donde: P = Precio de la acción, $UPAC$ = Utilidad por acción conocida y $UPAE$ = Utilidad por acción esperada.

El múltiplo representa el precio que se paga en el mercado por cada peso de utilidad conocida o esperada. Si el múltiplo es alto quiere decir que se está pagando un precio caro por la acción considerando las utilidades y si es bajo todo lo contrario. También el múltiplo puede servir como indicador de la tendencia que pueda tener el precio de la acción; con el múltiplo alto la tendencia que se puede esperar es de que el precio baje y viceversa.⁶³

- El valor contable. Si se considera la relación entre el precio y el valor contable de la acción:

$$\frac{P}{VC}$$

donde: P = Precio de la acción y VC = Valor contable de la acción.

La relación indica que tan subvaluado o sobrevaluado está el precio de la acción. Al igual que el múltiplo, esta relación puede servir para estimar la tendencia del precio de la acción.

En relación con el método del rendimiento y el múltiplo que se pueden proyectar, la relación P/VC es más limitada ya que únicamente se considera el presente.⁶⁴

- El modelo del crecimiento.⁶⁵ Se basa en el supuesto de que el incremento anual de las utilidades en n períodos sea de la forma: $1, (1+g), (1+g)^2, \dots, (1+g)^{n-1}$

En donde se tiene que g es la tasa de crecimiento anual de las utilidades, y hay que considerar a i , la tasa de rendimiento e $i > g$, teniendo a i en la siguiente expresión:

⁶³ *Ibid.*, p. 170.

⁶⁴ *Ibid.*, p. 171.

⁶⁵ *Ibid.*, pp. 171-172.

$$i = \frac{UPAE}{P}$$

lo que implica que

$$P = \frac{UPAE}{i}$$

Considerando el tiempo se puede obtener el valor presente de P en n años, lo que se expresa

$$P = \frac{UPAE_1}{(1+i)} + \frac{UPAE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{UPAE_n}{(1+i)^n}$$

De acuerdo al supuesto para el primer período, por lo que:

$$P = \frac{UPAC}{(1+i)} + \frac{UPAC(1+g)}{(1+i)^2} + \frac{UPAC(1+g)^2}{(1+i)^3} + \dots + \frac{UPAC(1+g)^{n-1}}{(1+i)^n}$$

si se hace $(1+i)^{-1} = V$ entonces:

$$P = UPAC [V + (1+g)V^2 + (1+g)^2V^3 + \dots + (1+g)^{n-1}V^n]$$

$$P = (UPAC)(V) [1 + (1+g)V + (1+g)^2V^2 + \dots + (1+g)^{n-1}V^{n-1}]$$

la serie entre corchetes se puede se puede expresar como una serie geométrica,⁶⁶ por lo

que $P = UPAC(V) \left[\frac{1 - (1+g)^n V^n}{1 - (1+g)V} \right]$

simplificando: $P = UPAC \left[\frac{V - (1+g)^n V^{n+1}}{1 - (1+g)V} \right] = UPAC \left[\frac{1 - \frac{(1+g)^n}{(1+i)} - \frac{(1+g)^n}{(1+i)^{n+1}}}{1 - \frac{(1+g)}{(1+i)}} \right]$

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

El valor de n no se encuentra definido ya que una acción se puede retener el tiempo que el inversionista lo considere necesario; por lo que el valor de P se puede expresar a perpetuidad, tomando el límite cuando $n \rightarrow \infty$ de la expresión anterior, se tiene:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P = \lim_{n \rightarrow \infty} \left\{ UPAC \left[\frac{1 - \frac{(1+g)^n}{(1+i)}}{i-g} \right] \right\} = \frac{UPAC}{i-g} \text{ por lo que } P = \frac{UPAC}{i-g} \text{ y de aquí que}$$

$$g = i - \frac{UPAC}{P}$$

⁶⁶ Spiegel, M. R. 1987. *Manual de Fórmulas y Tablas Matemáticas*, McGraw-Hill, México, p. 107.

La fórmula implica que conociendo la tasa de interés, la utilidad por acción conocida y el precio de la acción en el mercado se puede estimar la tasa de crecimiento de las utilidades de la empresa. Ya teniendo el valor de g se puede comparar con la realidad que esté viviendo la negociación y así poder determinar si el precio de la acción está subvaluado o sobrevaluado.

- Un método cualitativo presentado por Timothy Heyman para realizar un análisis del riesgo que representan las acciones de una empresa se basa en el análisis minucioso de tres criterios fundamentales para el desarrollo de una empresa:⁶⁷
 - 1) El ramo al que pertenece. Considera el análisis del comportamiento de las variables macroeconómicas que tienen una influencia directa en el comportamiento del ramo o sector al que pertenece la empresa; pueden ser, entre otras variables: la inflación sectorial, la producción del sector, el tipo de cambio, etc.
 - 2) Su situación financiera. Este punto se refiere al análisis de los estados financieros de la empresa, considerando: apalancamiento, rentabilidad, liquidez, actividad, etc.
 - 3) Su administración. Se mide la calidad de la administración de acuerdo con la capacidad histórica de generar utilidades y dividendos en un periodo relativamente largo (cinco años); así también, por entrevistas con empleados, clientes y proveedores respecto de la calidad de los productos y/o servicios que ofrece la firma y de sus sistemas de administración.

Con los criterios anteriores se trata de determinar primero si el ramo al que pertenece la empresa a la cual se le está realizando el análisis del riesgo se encuentra en auge, en crecimiento moderado o en depresión, en segundo lugar al realizar el análisis de la situación financiera se trata de determinar si el negocio se encuentra en una situación aceptable, es decir, se pretende medir el grado de liquidez, rendimiento, actividad, apalancamiento, etc., y en tercer lugar tratar de formar un juicio de acuerdo a la calidad de la administración de la empresa considerando, entre otros, la calidad del servicio o producto que ofrece, capacidad para generar utilidades y dividendos, innovaciones, etc.

El método consiste en asignar una calificación a los tres criterios anteriores y así poder realizar la comparación de las calificaciones con otras empresas que presenten similares tasas de crecimiento y múltiplos y así poder determinar cuáles representan mayor grado de riesgo. Hay que tomar en cuenta que una empresa puede cambiar de categoría de riesgo (puede mejorar la situación del ramo al que pertenece o mejorar su situación financiera o sanear su administración) y esto no necesariamente se va a reflejar inmediatamente en el múltiplo o en las estimaciones del crecimiento de las utilidades. Por lo tanto, "el secreto del buen análisis (e inversión) de acciones es el reconocimiento de este cambio de categoría antes de que se vea reflejado en su múltiplo."⁶⁸

- El análisis de acciones se puede realizar también por medio de los dos métodos que se analizarán en el siguiente capítulo del presente estudio, el CAPM y el APT. Asimismo, se pueden aplicar diversas herramientas matemáticas y estadísticas, como serían las series de tiempo, los modelos econométricos, etc.

⁶⁷ Heyman, T. 1988. *Op. cit.*, pp. 190-193.

⁶⁸ *Ibid.*, p. 193.

De los diversos métodos citados, la calidad del resultado que se obtenga va a depender de la información a que tenga acceso el inversionista; así como también, de las condiciones económicas, políticas y sociales que prevalezcan en el país y en muchos de los casos del comportamiento de algunas variables internacionales.

Asimismo, no es posible establecer que método es el mejor, desde luego, no es esa la intención de la presente investigación. El inversionista puede utilizar el método que mejores resultados le proporcione, o también, realizar una mezcla de herramientas que le permitan realizar sus análisis e inferencias con un alto grado de confianza. Así también, hay que considerar las preferencias, cultura y estilo de inversión que tenga el inversionista, cada individuo es diferente y esto puede influir de alguna forma en la elección del modelo a utilizar.

1.1 Riesgo y Rendimiento

Una cartera o portafolios de inversión se define en forma sencilla como una combinación adecuada de activos; la Teoría del Portafolios trata de buscar cuál es la combinación óptima, cuál es la mejor cartera para cada inversionista. La creación de la Teoría del Portafolios se atribuye a Harry Markowitz,⁶⁹ que con su trabajo desarrollado en la década de los cincuenta abrió un campo de investigación; posteriormente J. Lintner⁷⁰ y William F. Sharpe,⁷¹ de forma independiente, en los años sesenta, trataron de simplificar el modelo de Markowitz, y no sólo se consiguió eso, sino que se dio paso a un modelo de valoración de activos, el CAPM, siglas en inglés de *Capital Asset Pricing Model*.⁷²

La Teoría del Portafolios contempla la selección adecuada de activos pero los activos pueden ser de dos tipos, que pueden o no estar relacionados:⁷³

- ✓ **Activos de capital.** Un activo de capital es un contrato entre un inversionista y el "mundo real"; es decir, es un bien tangible, es un bien real, como puede ser la maquinaria y el equipo, los bienes raíces, etc. De aquí que la inversión de capital o real sea la que se realiza con la negociación de bienes de capital.
- ✓ **Activos financieros.** Un activo financiero es un contrato entre dos inversionistas, se habla de una promesa de pago en el futuro. Un activo financiero es un bien que puede ser intangible representado por un contrato. De hecho el activo financiero puede representar la posesión

⁶⁹ Markowitz, H. 1952. "Portfolio Selection," *Journal of Finance*, Vol. VII, No. 1, Marzo, pp. 77-91 y Markowitz, H. 1959. *Portfolio Selection*, John Wiley & Sons, Inc., United States of America.

⁷⁰ Lintner, J. 1965. "Security Prices, Risk and Maximal Gains From Diversification," *Journal of Finance*, Diciembre, pp. 587-615.

⁷¹ Sharpe, William F. 1963. "A Simplified Model for Portfolio Analysis," *Management Science*, Enero, pp. 277-293.

⁷² Sharpe, William F. 1964. "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk," *Journal of Finance*, Septiembre, pp. 425-442.

⁷³ Sharpe, William F. 1970. *Portfolio Theory and Capital Markets*, McGraw-Hill, United States of America, pp. 79-80.

de activos de capital.

El desarrollo de la Teoría del Portafolios, no distingue su aplicación entre activos financieros y activos de capital, un activo simplemente representa una perspectiva para el futuro; de tal forma que si con el análisis del precio del activo es posible determinar su rendimiento esperado, la desviación estándar de dicho rendimiento y los coeficientes de correlación con otros activos, se puede aplicar la teoría.

Un portafolios de inversión adecuado va más allá de una gran lista de activos, es un conjunto perfectamente equilibrado el cual provee al inversionista de protección y oportunidades con respecto de una amplia variedad de contingencias.⁷⁴

El rendimiento que se pretende obtener al realizar una inversión, normalmente se expresa en términos de un porcentaje y es manejado como una tasa de interés.

El rendimiento es "la ganancia o utilidad que produce una inversión o negocio. Usualmente se expresa en términos de porcentajes anuales sobre la inversión."⁷⁵ Asimismo, el interés se define como la "renta que percibe el capitalista por su dinero dado en préstamo."⁷⁶

Cuando el inversionista decide invertir en algún activo se contemplan dos periodos de tiempo, el momento, t_0 , en que destina recursos para adquirir el activo y el momento, t_n , en donde el inversionista decide disponer de los recursos invertidos; el periodo de tiempo entre ambos momentos de tiempo puede variar un mes, un año o más, o simplemente es ahora y después, y se puede expresar como:⁷⁷

$$r = \frac{VI_{t_n} - VI_{t_0}}{VI_{t_0}}$$

donde: r = Tasa de Rendimiento, VI_{t_n} = Valor del activo en el momento t_n y

VI_{t_0} = Valor del activo en el momento t_0

De acuerdo con Sharpe cuando un individuo puede basar sus decisiones en una función de probabilidad se dice que se tiene una situación de riesgo, de otra forma estaría en una situación de certeza o en una situación de incertidumbre. La Teoría del Portafolios involucra decisiones bajo condiciones de riesgo; sin embargo, es conveniente mencionar que para muchas personas los términos riesgo e incertidumbre son usados muchas veces como sinónimos.⁷⁸

Considerando lo descrito en el párrafo anterior el análisis realizado en la presente investigación se realiza bajo condiciones de riesgo; asimismo, se establece una distinción entre los términos riesgo e incertidumbre; tal distinción se establece de acuerdo con los panoramas de inversión citados a continuación.

Cuando una persona debe tomar una decisión de inversión se le presentan tres posibles

⁷⁴ Markowitz, H. 1959. *Op. cit.*, p. 3.

⁷⁵ Cortina O., Gonzalo. 1992. *Op. cit.*, p. 132.

⁷⁶ *Ibid.*, p. 96.

⁷⁷ Sharpe, William F. 1970. *Op. cit.*, p. 15.

⁷⁸ *Ibid.*, pp. 25-26.

panoramas:⁷⁹

- i. *El panorama de certeza.* Es cuando se conocen todos los valores de todos los parámetros o variables que pueden afectar la inversión.
- ii. *El panorama de riesgo.* Es cuando no se dan todas las condiciones de certeza pero; se está en condiciones de establecer cuáles serán los posibles escenarios en los que se va a desarrollar la inversión y es posible asignar una probabilidad a cada uno de ellos.
- iii. *El panorama de incertidumbre.* La incertidumbre se presenta cuando no se da al menos una de las dos condiciones que caracterizan al riesgo; es decir, no se está en condiciones de establecer cuáles serán los posibles escenarios en los que se va a desarrollar la inversión y/o no es posible asignar una probabilidad a cada uno de ellos.

Existen múltiples formas de definir el riesgo, algunas de ellas se citan a continuación:

"el riesgo se puede entender como la posibilidad de perder en una inversión determinada, el riesgo suele asociarse a la incertidumbre. El riesgo no necesariamente es malo, ya que en la medida que aumenta se logra un premio. Así por ejemplo, los títulos que conllevan mayor riesgo, suelen tener una mejor tasa, como premio al inversionista que acepta el riesgo. En los instrumentos de renta fija, en que el riesgo es menor, no suele haber la posibilidad de ganancias de capital sustanciosas, mientras que en renta variable con riesgo, si hay ganancias de capital sustanciosas (o pérdida —de ahí el riesgo—.)"⁸⁰

Cuando se realiza una inversión se quiere obtener un rendimiento o beneficio futuro, y el futuro no se conoce, siempre existe la posibilidad de que lo que se pretende obtener no se realice, a esto es a lo que se le llama riesgo.

Algunas otras definiciones del riesgo son:

- "Riesgo es la incertidumbre de una pérdida (daño) medible.
- Riesgo un conjunto de azares medidos por la probabilidad.
- Riesgo es toda eventualidad que pueda suponer algún suceso desfavorable para el ser humano.
- Riesgo es un acontecimiento cuya característica es que puede producirse o no, por lo cual puede considerarse como variable aleatoria."⁸¹

Una forma de clasificar al riesgo es la siguiente:

- **Riesgos personales:** los que afectan la integridad física o corporal de un individuo o reducen su capacidad de trabajo; por ejemplo: muerte natural o accidental; invalidez; enfermedad; pérdida de algún miembro; etc., todo esto conlleva alguna erogación de dinero.
- **Riesgos reales:** los que afectan directamente a los bienes materiales de un individuo o empresa o sea la integridad de las cosas; en su defecto puede afectar solamente los derechos radicados en ellas; como ejemplo se citan los siguientes: incendio, avería,

⁷⁹ Domingo Jorge Messuti, Víctor Adrián Álvarez y Hugo Romano Graffi. 1992. *Selección de Inversiones*, Segunda edición, Buenos Aires, Macchi, Argentina, pp. 147-148.

⁸⁰ Cortina O., Gonzalo. 1992. *Op. cit.*, p. 136.

⁸¹ Minzoni C., Antonio. 1998. *Técnica Actuarial de los Seguros No-Vida*, Facultad de Ciencias, UNAM, México, p. 1.

hundimiento de un barco, terremoto, inundaciones, robo, vuelco de un vehículo de motor, etc.

- **Riesgos patrimoniales:** los que implican un detrimento económico y no propiamente físico a un individuo o a una empresa; en otras palabras se consideran 'patrimoniales' o 'financieros' aquellos riesgos que, por el hecho de realizarse, se limitan a crear situaciones que —sin perjudicar al individuo— originan un perjuicio económico.⁸²

La anterior clasificación no implica que la ocurrencia de algún evento inesperado no pueda considerarse en más de uno de los rubros citados.

Cuando se realiza una inversión no se conocen en forma cierta todos los factores que intervienen y son relevantes para poder tomar una decisión de elección. Se pueden establecer dos facetas en las que el inversionista puede estar, ya sea bajo un panorama de riesgo o bajo un panorama de incertidumbre.⁸³

1. Las apreciaciones subjetivas; es decir, juicios y valoraciones que van a depender de los gustos, la experiencia, la intuición, el estilo, etc., de cada uno de los inversionistas, esto es lo que hace a cada individuo único. Cuando dichos parámetros no se pueden apoyar racionalmente, es decir, no se puede realizar una descripción lógica rigurosa en todos sus aspectos el panorama es de incertidumbre; pero si es posible cuantificarlos de alguna forma e incorporarlos a una representación matemática el panorama es de riesgo.
2. La segunda fuente de riesgo o incertidumbre proviene del medio en donde se desarrolla la elección por parte del inversionista. Se puede tener incertidumbre o riesgo en cuanto a precio de los valores, movimientos de las variables económicas y sociales que pueden afectar la inversión, las decisiones gubernamentales en cuestiones legales y fiscales, las necesidades de liquidez que pudiera tener el inversionista en caso de que tuviera que enfrentar alguna contingencia como un accidente o enfermedad lo cual le exigiría disponer de sus recursos en inversión, etc.; sin embargo, si logra realizar la cuantificación de dichas variables de forma racional en algún modelo, pasa del panorama de incertidumbre al panorama de riesgo.

En el problema de selección de cartera no se está exento de ninguna de las dos facetas de riesgo. Sobre la base de esto, se puede clasificar al riesgo de un portafolios de inversión en tres formas:⁸⁴

- A. **Riesgo de pérdida.** Se refiere a que el inversionista puede no recuperar su inversión ocasionándole una pérdida en su patrimonio o capital.
- B. **Riesgo de desaprovechar oportunidades de inversión.** Aquí el inversionista puede asignar recursos a diversos instrumentos que sean menos redituables que otros a los que también puede tener acceso.
- C. **Riesgo de liquidez.** Esto es cuando el inversionista destina recursos a activos que puedan ser difíciles de convertir en dinero en efectivo, lo cual de alguna manera le puede ocasionar una pérdida cuando necesite disponer de sus recursos por algún imprevisto.

⁸² *Ibid.*, p. 2.

⁸³ Márquez Díez-Canedo, Javier. 1982. *Carteras de Inversión Fundamentos Teóricos y Modelos de Selección Óptima*. Limusa, México, pp. 56-57.

⁸⁴ *Ibidem.*

Cuando un inversionista busca instrumentos que le proporcionen alta liquidez, rendimientos altos a un plazo muy corto y con un riesgo relativamente alto, se dice que está especulando. A la especulación se le clasifica como un estilo de inversión.

Por el contrario, un inversionista conservador es el que busca, en comparación con el especulador, menor liquidez, rendimientos moderados a un plazo relativamente largo y afronta un riesgo mucho menor en su inversión.

De todo lo anterior se podría concluir que para la realización de una inversión financiera se tiene que hacer un análisis con respecto de la estimación de la tasa de rendimiento, considerando el plazo de inversión y el riesgo que se tiene que correr; no perdiendo de vista, desde luego, toda la gama de variables que influyen en las anteriores.

1.2 Modelo de Markowitz

El modelo de Markowitz, también llamado modelo de *media-varianza*, se desarrolla bajo un panorama de riesgo; es decir, se puede obtener una función de probabilidad del rendimiento de cada uno de los instrumentos que se tomen en consideración para conformar el portafolios; lo cual quiere decir, que el rendimiento de cada instrumento se maneja como una variable aleatoria independiente; por lo tanto, es posible determinar la media del rendimiento y la desviación estándar del rendimiento de cada uno de los valores.

La medida del riesgo del activo está dada por la desviación estándar del rendimiento, que es la variable que permite determinar el grado de dispersión que tienen los datos alrededor de la media. Con base en lo anterior y apoyándose en la Teoría de Probabilidad, Markowitz considera la suma de variables aleatorias para determinar el rendimiento esperado y la desviación estándar del rendimiento del portafolios de inversión, que en forma análoga a los instrumentos, representa el grado de riesgo de la cartera.

Los principales supuestos en que se basa el modelo de Markowitz son:⁸⁵

- El inversionista posee sólo activos líquidos; es decir, son convertibles sin demora en dinero a su valor total de mercado.
- Los activos pueden ser comprados o vendidos en cada momento del tiempo y al mismo precio tanto para el comprador como para el vendedor. No hay costos por la realización de transacciones.
- El rendimiento de cada uno de los activos y del portafolios es, cada uno, una variable aleatoria y es, por lo tanto, factible obtener una función de probabilidad.
- Los activos son perfectamente divisibles; es decir, pueden ser comprados o vendidos en cualquier cantidad.
- La distribución de probabilidad del rendimiento del portafolios es la misma durante el periodo

⁸⁵ Markowitz, H. 1959. *Portfolio Selection*, John Wiley & Sons, Inc., United States of America, p. 274.

de tiempo.

- El inversionista muestra aversión al riesgo; es decir, es aquel individuo que entre dos alternativas que le ofrezcan el mismo rendimiento pero con diferente riesgo, preferirá la de menor riesgo.

El criterio de Markowitz se basa en analizar el rendimiento y el riesgo del rendimiento de la cartera de inversión, así, si la desviación estándar del portafolios es cero no existirá riesgo.

El rendimiento de la cartera de inversión se obtendrá sumando los rendimientos de los diferentes instrumentos; pero se tiene que considerar la proporción del presupuesto del capital total a invertir que el inversionista desea destinar a cada uno de los diferentes instrumentos que conformen la cartera, así, se define:

x_i : proporción del capital total a invertir en una cartera de inversión, que se destina al instrumento i .

Por lo que se tiene entonces:⁸⁶

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1 \quad (1.2.1)$$

Si el rendimiento del portafolios es la suma del rendimiento de los instrumentos en proporción al capital destinado a invertir en cada uno de ellos; si se denota R_p como el rendimiento del portafolios y R_i como el rendimiento del instrumento i entonces:

$$R_p = R_1 x_1 + \dots + R_n x_n \quad (1.2.2)$$

obteniendo el valor esperado o esperanza matemática del rendimiento de la cartera:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n x_i E(R_i) \quad (1.2.3)$$

Para obtener la desviación estándar del rendimiento del portafolios, Markowitz utiliza la desviación estándar del rendimiento de cada activo; los coeficientes de correlación y covarianza entre cada par de activos, que van a permitir medir el grado de dependencia existente entre los valores y la proporción del capital total a invertir en cada uno de los instrumentos. Si estas variables son conocidas es posible entonces determinar el riesgo que representa el portafolios.

Sea σ_p la desviación estándar del rendimiento de la cartera de inversión, σ_i la desviación estándar

⁸⁶ Cabe hacer la aclaración que esta expresión no se encuentra restringida para los valores que puedan tomar las x_i , por lo que se podría tener el caso de que algunas tuvieran valores negativos. Markowitz nombra a los portafolios que cumplen la condición, $x_i \geq 0$, como portafolios legítimos, si no la satisfacen los nombra portafolios ilegítimos. El hecho de la negatividad se puede explicar con lo que se conoce como ventas en corto, o ventas descubiertas como también se les nombra. Las ventas en corto son aquellas operaciones en que el inversionista vende valores que en el momento de la venta no posee, para recomprarlos posteriormente a un precio más bajo al que vendió ganando la diferencia. El inversionista actúa bajo el supuesto de que el precio del instrumento va a bajar de aquí que con esta base decida vender en corto, para posteriormente poder obtener un beneficio de la baja en el precio del instrumento; el riesgo que se corre en una venta en corto es muy grande ya que teóricamente el precio de cualquier instrumento puede subir ilimitadamente, entre más alto sea el precio, mayor será la pérdida del inversionista.

del rendimiento del i -ésimo instrumento, $Cov(R_i, R_j)$ la covarianza del rendimiento del instrumento i con el instrumento j , en donde $i \neq j$, entonces, la varianza del portafolios es igual a:⁸⁷

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i < j} \sum_{i < j} x_i x_j Cov(R_i, R_j) \quad (1.2.4)$$

Hay que considerar lo que sucede cuando un inversionista se enfrenta al problema de decidir ante un conjunto de alternativas de inversión; de entre ellas existirán varias que le serán indiferentes y, asimismo, preferirá algunas sobre otras, al actuar de esta manera se está definiendo la función de utilidad, U , del inversionista; es decir, al poder comparar una alternativa con otra se puede establecer una regla que asocie un número llamado utilidad a cada una de las alternativas.

Cualquier individuo al estar frente a una serie de alternativas está realizando una elección, la cual va a realizar de forma racional; para esto, se valdrá de la información y el análisis para fincar su decisión.

Dentro del análisis de portafolios es posible conciliar el hecho de que el inversionista busque la máxima utilidad esperada basando su análisis en el criterio de la *media-varianza* para la selección del portafolios.

Entre diversas alternativas para las cuales es posible obtener su función de probabilidad el individuo podrá elegir entre ellas, conformando la función de utilidad, U , correspondiente.

Para diversos inversionistas el hecho de obtener un rendimiento relativamente bajo es preferible al hecho de obtener un rendimiento mucho mayor, pero que tenga una alta probabilidad de pérdida; de este modo, a los inversionistas se les va incrementando su rendimiento pero cada vez menos. Este comportamiento se puede definir como aversión al riesgo, la función de utilidad marginal del inversor es decreciente.

Geoméricamente la función de utilidad de un inversionista que muestra aversión al riesgo, en un espacio *rendimiento-utilidad*, será una función cóncava,⁸⁸ véase la *figura 1.2.1*. Se tendrá entonces una función de utilidad, para un inversionista con aversión al riesgo, que cumpla con las siguientes características:⁸⁹

- $U' > 0$ que la primera derivada sea positiva para que sea una función creciente.
- $U'' < 0$ que la segunda derivada sea negativa para que sea una función cóncava.

Sin embargo, existe solamente un tipo de funciones que cumplen con las características anteriores y que son consistentes con el criterio de elección basado en el rendimiento esperado y la desviación estándar del rendimiento; esto es, la función de utilidad del inversionista con aversión al riesgo, puede ser aproximada por una función cuadrática.⁹⁰

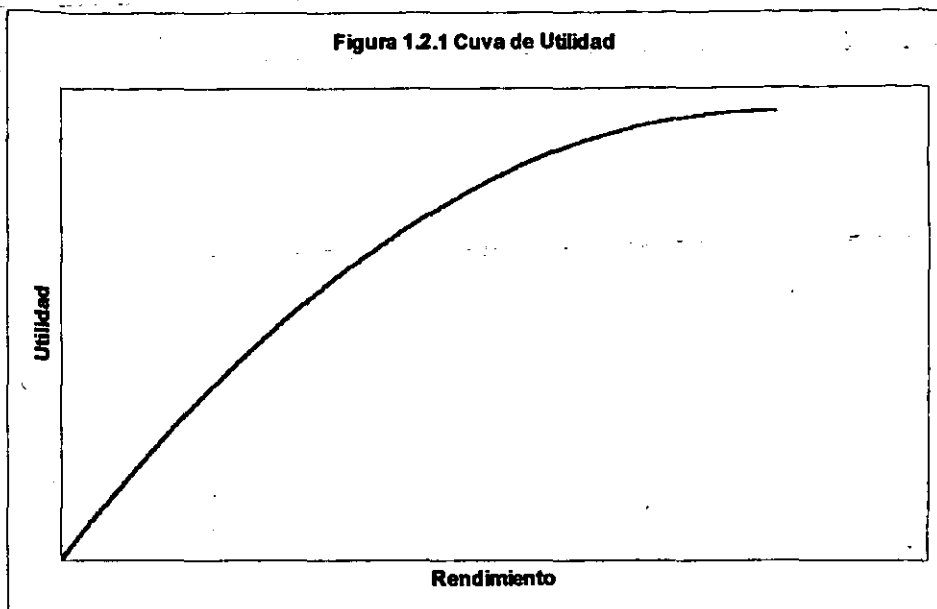
⁸⁷ Las fórmulas para la obtención del valor esperado del rendimiento y la varianza del portafolios se fundamentan en la Teoría Estadística y es factible demostrar teóricamente los planteamientos de dichos razonamientos. Véase: Mendenhall, W., Scheaffer, R. L., Wackerty, D. D. 1986. *Estadística Matemática con Aplicaciones*, Grupo Editorial Iberoamérica, México, pp. 210-212.

⁸⁸ Markowitz, H. 1959. *Op. cit.*, pp. 215-218.

⁸⁹ Domingo Jorge Messuti, Víctor Adrián Álvarez y Hugo Romano Graffi. 1992. *Op. cit.*, pp. 80-83 y 201.

⁹⁰ Sharpe, William F. 1970. *Op. cit.*, pp. 196-198.

Figura 1.2.1 Cuva de Utilidad



Markowitz, en el desarrollo de su teoría, muestra una serie de axiomas que resultan ser consistentes con la selección racional que realizará el inversionista:⁹¹

1. Entre las distribuciones de probabilidad P y Q , P es preferible a Q , o Q es preferible a P , o se es indiferente entre P y Q .
2. Si P es considerada mejor que Q , y Q es considerada mejor que R , entonces se considera que P es mejor que R .
3. Si P es preferible a Q y Q es preferible a R . Entonces una probabilidad a de obtener P y $(1-a)$ de obtener R , es preferible a una probabilidad a de obtener Q y $(1-a)$ de obtener R (a es diferente de cero.) O lo que es lo mismo:

$$aP+(1-a)R \text{ es preferible a } aQ+(1-a)R$$

4. Si P es preferible a Q , y Q es preferible a R , y existe un número $a < 1$ y un número $b > 0$, tales que:

(i) $aP+(1-a)R$ es preferible a Q ,

(ii) Q es preferible a $bP+(1-b)R$.

5. Si P es preferible a Q , y Q es preferible a R , entonces existe un número c , tal que:

$$cP+(1-c)R \text{ es indiferente a elegir } Q$$

Con base en los axiomas se establece que el inversionista tiene bien definido un criterio de decisión ante un conjunto de alternativas, en consecuencia el conjunto de alternativas se puede dividir en alternativas deseables o eficientes y alternativas indeseables o ineficientes.

⁹¹ Markowitz, H. 1959. *Op. cit.*, pp. 234-236.

Si el inversionista estuviera bajo un panorama de certeza simplemente preferirá mayor rendimiento a menor rendimiento, bajo un panorama de riesgo el inversionista involucrará entonces el riesgo que le representen cada uno de los instrumentos para determinar sus preferencias.

Markowitz define un portafolios ineficiente cuando es posible obtener otro portafolios que ofrezca el mismo o mayor rendimiento esperado pero que tenga menor desviación estándar o riesgo, o bien, ofrezca mayor rendimiento esperado pero menor o igual riesgo. Asimismo, un portafolios será eficiente cuando sea el que ofrezca mayor o igual rendimiento esperado pero con menor grado de riesgo, o bien, ofrezca mayor rendimiento esperado pero menor o igual grado de riesgo.⁹²

El modelo va a permitir obtener una serie de portafolios eficientes para ciertos rendimientos esperados; el inversionista tendrá así oportunidad de elegir, de acuerdo a su grado de aversión al riesgo, el portafolios que mejor convenga a sus necesidades.

Para la conformación de un portafolios se considera que el criterio de eficiencia descrito en párrafos anteriores también aplica a los activos considerados para formar parte de la cartera de inversión. De hecho, un solo activo representa un portafolios de inversión conformado por un único instrumento.

Si $E(R_i)$ se define como el rendimiento esperado del i -ésimo activo y σ_i la desviación estándar del rendimiento de dicho activo; entonces, de acuerdo al criterio de eficiencia, el activo i es eficiente respecto del activo j si se cumple que:

$$E(R_i) \geq E(R_j) \text{ y } \sigma_i < \sigma_j \quad (1.2.5)$$

o bien,

$$E(R_i) > E(R_j) \text{ y } \sigma_i \leq \sigma_j \quad (1.2.6)$$

Markowitz muestra entonces que el construir un portafolios de inversión implica resolver el problema de decidir que proporción de capital se destinará a cada uno de los instrumentos que formen parte de la cartera y que esa cartera sea eficiente.

Sea $E(R_p)$ y σ_p el rendimiento esperado y la desviación estándar del rendimiento del portafolios de inversión, respectivamente; y resulta factible determinar el valor de cada uno de ellos, entonces el modelo de Markowitz conduce a resolver los siguientes problemas de optimización:

$$i) \text{ Minimizar } \sigma_p^2 \quad (1.2.7-a)$$

Sujeto a

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1$$

$$ii) \text{ Minimizar } \sigma_p^2 \quad (1.2.7-b)$$

Sujeto a

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n x_i E(R_i)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1$$

En ambos casos, como ya se había indicado, x_i representa la proporción de capital que se va a destinar a inversión en el i -ésimo activo, por lo cual la suma representa el total de capital invertido.

De hecho el modelo de Markowitz, en este punto, nos conduce a determinar cuánto se debe invertir en cada uno de los activos considerados, de acuerdo al criterio de selección, para formar parte del

⁹² *Ibid.*, p. 129.

portafolios.

La solución del primer problema, 1.2.7-a, va a llevar a obtener el portafolios de mínimo riesgo al que pueda acceder el inversionista independientemente del rendimiento. El segundo planteamiento, 1.2.7-b, considera un rendimiento esperado para el portafolios fijado de antemano por el inversor, la solución dará la cartera que permita obtener el rendimiento fijado con el menor riesgo para dicho rendimiento.

Como se puede observar en ambos planteamientos, los valores de cada una de las proporciones, x_i , pueden tomar valores negativos, lo cual implicaría tener valores de $x_i > 1$; lo anterior se puede explicar con lo que se conoce como ventas en corto, ya citado. Para cualquier $x_i < 0$ implica que ese valor se vendió en corto y los recursos provenientes de esa inversión se canalizan a los $x_j > 1$.

De hecho es factible poder restringir los valores de las x_i a que sean valores positivos o cero, suponiendo que las ventas en corto no están permitidas.

Los problemas de optimización planteados para poder obtener la cartera eficiente son de forma cuadrática, lo cual acarrea cierto grado de complejidad para el usuario del modelo; una forma de saltar este problema es utilizar los Multiplicadores de Lagrange,⁹³ método matemático relativamente sencillo que va a implicar el manejo matricial para poder expresar el problema como un sistema de ecuaciones lineales para encontrar la solución óptima en el caso de que se permitan las ventas en corto.

Si se da el caso de que el mercado financiero en el que se va a aplicar el modelo no están permitidas las ventas en corto, por lo cual hay que considerar la restricción de no negatividad de las proporciones, se está enfrente de un problema de optimización cuadrático, en donde una de las restricciones es una desigualdad y cuyas técnicas de solución implica métodos mucho más complejos. Existe una técnica desarrollada por A. D. Martín para poder encontrar la frontera eficiente en el caso de que se restrinjan las ventas en corto.⁹⁴

La técnica consiste en eliminar de los portafolios aquellos cuyas proporciones son negativas. Para ello se plantea la solución como si se permitieran las ventas en corto y se utilizan los Multiplicadores de Lagrange para expresar un sistema de ecuaciones lineales, de la matriz así obtenida se va a eliminar la fila y la columna correspondiente al instrumento i cuya proporción es negativa y luego se resuelve el sistema. Las soluciones encontradas tendrán entonces un instrumento menos y se encontrará una nueva frontera eficiente de portafolios que no contendrán al activo i , en el caso de que alguno de los nuevos portafolios contenga una proporción negativa entonces se repite el procedimiento anterior.

Al obtener ambas soluciones de los problemas de optimización, es posible entonces poder construir, en un espacio *riesgo-rendimiento*, la curva que va a representar a todas las carteras que sean eficientes para un rendimiento determinado, a esta curva se le denomina frontera eficiente, la cual parte del portafolios de mínimo riesgo. Todas las carteras que estén fuera de la frontera eficiente, son carteras ineficientes; véase la figura 1.2.2.

⁹³ Véase el apéndice sección A.9, o puede consultarse: Louis Leithold. 1987. *El Cálculo con Geometría Analítica*, Quinta edición, Harla, México, pp. 1366-1373.

⁹⁴ A. D. Martín, Jr. 1955. "Mathematical Programming of Portfolio Selection," *Management Science*, Vol. 1, No. 2, Enero, pp. 160-165.

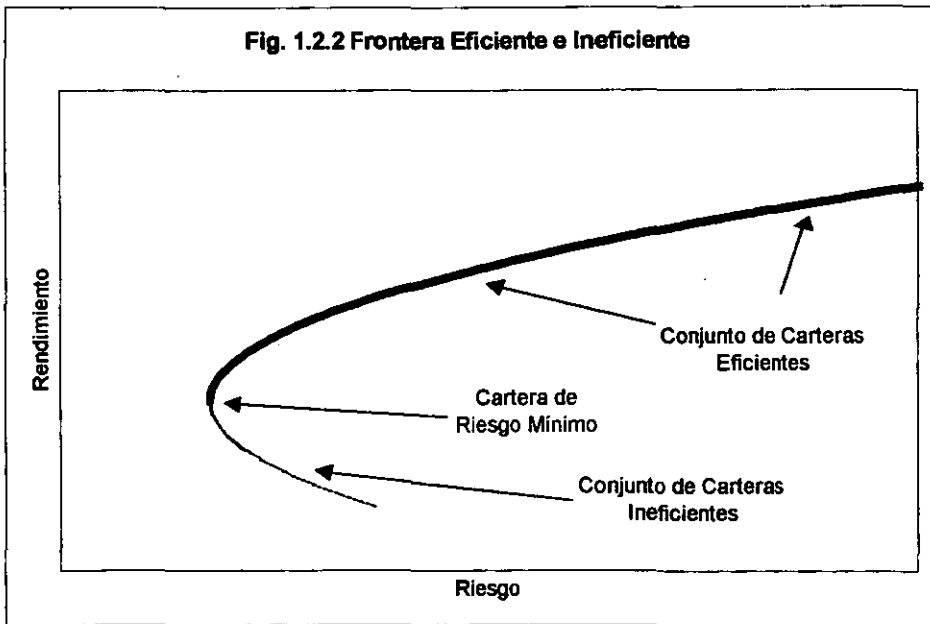
Para la construcción de la frontera eficiente es de valiosa ayuda el conocer dos características que esta curva presenta:

1. *Variación monótona de las proporciones.* Si se dieran diferentes valores para el rendimiento esperado se puede notar que las proporciones de capital crecen o decrecen en forma monótona según que el rendimiento esperado aumente o disminuya; esto es, las proporciones de capital pueden expresarse en forma lineal respecto del rendimiento esperado.
2. *Todo portafolios eficiente puede expresarse como combinación lineal de dos portafolios eficientes arbitrarios.* Lo anterior implica que las proporciones de capital de un portafolios se pueden expresar como combinación de las proporciones de capital de dos carteras de inversión. Entonces existe un escalar $0 < \Gamma < 1$ tal que:

$$X = \Gamma X_1 + (1 - \Gamma) X_2 \tag{1.2.8}$$

en donde X , X_1 y X_2 son vectores de proporciones

Cómo se observa en la *figura 1.2.2*, si el inversionista quisiera poder acceder a obtener mayor rendimiento invirtiendo en alguno de los portafolios eficientes, tiene que estar dispuesto a correr un riesgo mayor, a mayor rendimiento mayor riesgo y viceversa.



Se ha descrito el criterio *media-varianza* considerando esos dos parámetros como base para la toma de decisiones del inversionista. Es importante hacer mención, que la validez de dicho criterio, respecto de cómo se distribuye el rendimiento de los activos, considera que dicha distribución sea de forma normal.

En un artículo publicado en 1958, Tobin realiza un análisis del comportamiento del inversionista cuando éste se basa en los dos parámetros, la media y la varianza del rendimiento, para tomar sus

decisiones de inversión y muestra que la distribución del rendimiento de los activos se puede aproximar utilizando la función de distribución de probabilidad normal.⁹⁵

Tobin asume que la ganancia o pérdida que pueda obtener el inversionista es una variable aleatoria con media igual a cero, la dispersión o riesgo es medida por la desviación estándar de dicha variable aleatoria. Asimismo, se asume que el inversionista muestra ciertas preferencias entre las diversas combinaciones que puedan darse entre el rendimiento esperado y el riesgo; así también, el inversionista tiene definida su función de utilidad.

Al considerar que el rendimiento se distribuye normalmente, el inversionista puede entonces obtener el valor esperado de su función de utilidad, considerando únicamente los dos parámetros *media-varianza* del rendimiento. Dichos parámetros contienen toda la información necesaria para que se pueda estimar el valor esperado de la función de utilidad ante diversos valores de la media y la varianza del rendimiento de los activos o del portafolios.

Este razonamiento flexibiliza la forma en que debe de ser la curva de utilidad del inversionista, ya que éste únicamente se basará en los dos parámetros para la toma de decisiones.

1.3 Diversificación

"Un aspecto fundamental de la teoría de la cartera es la idea de que el riesgo inherente a cualquier activo mantenido en una cartera es diferente al riesgo de ese activo mantenido en forma aislada."⁹⁶

El párrafo anterior expresa la idea de la diversificación; es decir, al realizar una combinación adecuada de activos, el riesgo al que enfrentará sus recursos el inversionista será relativamente menor que el que pudiera correr destinando sus recursos a uno solo de los activos.

Al riesgo total de un activo se le puede clasificar en dos partes:⁹⁷

1. *La parte del riesgo que depende del mercado.* Este tipo de riesgo es denominado como riesgo de mercado, riesgo sistemático o riesgo no diversificable.
2. *La parte de riesgo que no depende del mercado.* A esta otra parte del riesgo se le denomina riesgo no relacionado con el mercado, riesgo no sistemático o riesgo diversificable.

El riesgo total puede entonces expresarse:

$$\text{Riesgo Total} = \text{Riesgo de Mercado} + \text{Riesgo No Relacionado con el Mercado}$$

$$\text{Riesgo Total} = \text{Riesgo Sistemático} + \text{Riesgo No Sistemático}$$

$$\text{Riesgo Total} = \text{Riesgo No Diversificable} + \text{Riesgo Diversificable}$$

⁹⁵ Tobin, J. 1958. "Liquidity Preference As Behaviour Towards Risk." *The Review of Economic Studies*, Vol. XXVI, No. 1, Febrero, pp. 65-86.

⁹⁶ Weston, J. Fred y Copeland, Thomas E. 1988. *Finanzas en Administración*, Vol. I, Octava edición, McGraw-Hill, México, p. 415.

⁹⁷ Kolb, Robert W. 1993. *Inversiones*, Primera edición, Limusa, México, pp. 497-498.

Así, las tres ecuaciones expresan la misma idea; el riesgo de mercado es similar al riesgo sistemático y al riesgo no diversificable. Esta parte del riesgo es la que está asociada directamente con el comportamiento de las variables sociales, económicas y políticas del entorno en donde se desarrolla la inversión, variables cuyo comportamiento no puede ser controlado por el inversionista y cuyos cambios pueden ser, en algunos casos, hasta sorprendivos.

El riesgo sistemático "es cualquier riesgo que afecta un gran número de activos, cada uno en mayor o menor grado."⁹⁸

El riesgo no relacionado con el mercado, el riesgo no sistemático y el riesgo diversificable, es el inherente a las características propias de cada uno de los activos, este tipo de riesgo puede ser diluido por el inversionista haciendo una adecuada combinación de activos, la idea general de la diversificación considera que entre más activos tenga la cartera el riesgo diversificable va a tender a disminuir.

El riesgo no sistemático "es un riesgo que afecta específicamente a un activo en particular o un grupo reducido de activos."⁹⁹

Markowitz en su trabajo menciona la importancia que tiene la diversificación en el análisis del portafolios de inversión. Cuando se tienen activos cuyos rendimientos no están perfectamente correlacionados, implica que la diversificación puede disminuir pero no eliminar por completo el riesgo. El modelo de Markowitz permite alcanzar niveles de eficiencia superiores a los que se obtendrían con la diversificación intuitiva, que se entiende como solamente el incremento del número de títulos; el modelo hará disminuir el riesgo hasta, prácticamente, el nivel sistemático.

La diversificación de una cartera de inversión no tiene como única fuente al riesgo, también se puede pensar en la diversificación por los requisitos de liquidez. Si se estima una liquidez mayor de la necesaria se puede incurrir en pérdidas por no acceder a utilidades potenciales. De modo contrario, si se recorta mucho la liquidez se puede caer en pérdidas al tener que, posiblemente, vender activos por debajo de su precio.

De acuerdo al modelo de Markowitz el análisis de un portafolios de inversión se va a caracterizar por:¹⁰⁰

1. La información que concierne a cada activo en particular.
2. El criterio que va a determinar la mejor elección; y,
3. Los procedimientos matemáticos en que se basa el criterio en el inciso (2) y cuya base se encuentra en los datos del inciso (1).

Si se considera que el inversionista busca simplemente maximizar el valor esperado del rendimiento de su inversión entonces el inversionista nunca preferirá o elegirá un portafolios diversificado, él se decidirá por invertir su capital en aquel activo o instrumento que le permita obtener la máxima utilidad del rendimiento de la inversión.¹⁰¹

Si varios activos le ofrecen por igual el maximizarle su rendimiento, en este caso, el inversionista

⁹⁸ Ross, S. A., Westerfield R. W. y Jaffe, J. F. 1995. *Finanzas Corporativas*, Primera edición, Irwin, España, p. 332.

⁹⁹ *Idem*.

¹⁰⁰ Markowitz, H. 1959. *Op. cit.*, p. 205.

¹⁰¹ *Ibid*, p. 207.

será indiferente entre elegir a cualquiera de ellos. Por otro lado, si se considera a la diversificación como un principio firme de la inversión, entonces, se rechaza el objetivo de simplemente maximizar el rendimiento del portafolios.

Considerando los períodos de tiempo de la inversión, existen diversas posibilidades que va a enfrentar el inversionista al final del período; es decir, el inversionista podrá disponer de su capital más su rendimiento para poder satisfacer sus necesidades de consumo, pero este consumo puede tomar diversos valores aleatorios, que pueden asociarse a una función de probabilidad, C_t , aquí diversos aspectos subjetivos como las preferencias, gustos, etc., pueden influir en el comportamiento de la función del consumo.

Cuando el inversionista planifica sus necesidades de consumo y sabe que al final de un período de inversión tendrá necesidad de disponer de sus recursos, debe considerar el hecho de poder contar con activos que sean preferentemente líquidos, ya que de no ser así corre el riesgo de no contar con los recursos necesarios para poder satisfacer sus necesidades de consumo al final del período. El inversionista planificará su portafolios de inversión de forma tal que pueda obtener una función de utilidad que le permita maximizar su riqueza de acuerdo al criterio *media-varianza*, pero considerando el hecho de los requisitos de liquidez que deberán tener los activos para la disposición de recursos y la satisfacción de las necesidades de consumo. En otras palabras, el inversionista diversificará su cartera buscando disminuir el riesgo al que se enfrentan sus recursos y maximizará su rendimiento con activos que le permitan disponer de sus recursos para poder satisfacer sus necesidades de consumo al final del período, bajo el criterio *media-varianza*. Lo anterior sólo lo logrará si para la conformación del portafolios, busca activos que le brinden la liquidez necesaria para su consumo y diversifica la cartera para disminuir el riesgo al que va a enfrentar su capital.

James Tobin en un artículo de la Universidad de Yale, desarrolla un modelo para la selección de cartera, él sigue el desarrollo original de Markowitz planteando la selección que hará el inversionista bajo un panorama de certeza y luego bajo un panorama de riesgo, él considera al rendimiento de cada activo considerado para formar parte del portafolios como una variable aleatoria, por lo cual, es posible obtener el rendimiento esperado del activo y como medida del riesgo, al igual que Markowitz, utiliza la desviación estándar del rendimiento de cada activo. Tobin, en su artículo, destaca la importancia de la diversificación del portafolios, así como también, ocupa la media del rendimiento de los activos, la desviación estándar y las correlaciones entre los activos para obtener el rendimiento esperado y el riesgo del portafolios. Asimismo, Tobin muestra que la función de utilidad que conforme el inversionista para maximizar el rendimiento esperado de la inversión debe satisfacer sus necesidades de consumo al final del período de tiempo considerado para la inversión.¹⁰²

Un estudio empírico realizado por Wagner y Lau puede demostrar los efectos de la diversificación.¹⁰³ Dividieron una muestra aleatoria de doscientas acciones de la bolsa de valores de Nueva York en seis grupos basados en las clasificaciones de calidad de *Standard and Poor*, con fecha de junio de 1960. Posteriormente construyeron carteras a partir de cada uno de los grupos, usando de uno a

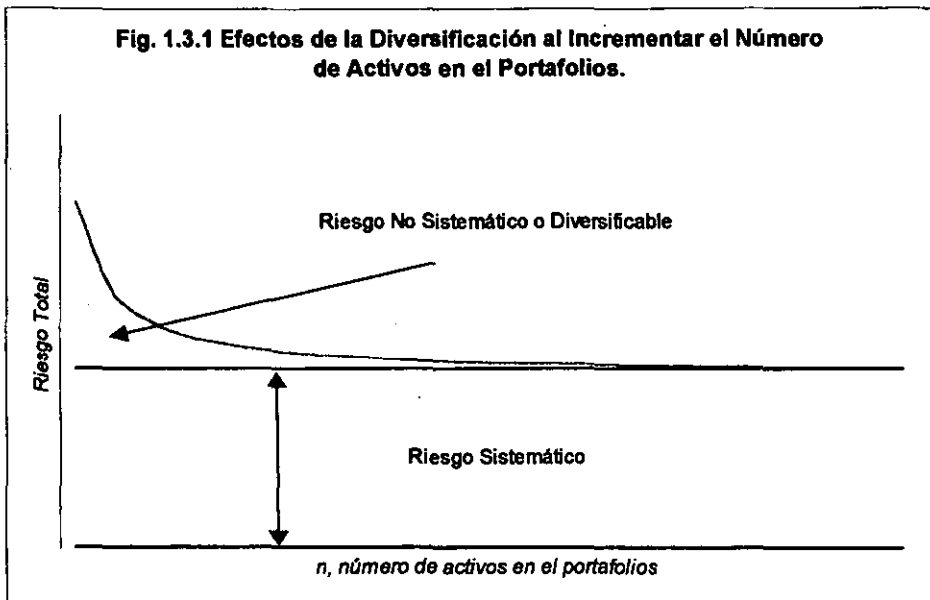
¹⁰² Tobin, James. 1974. "Teoría de la Selección de Cartera" en: *Teoría de los Tipos de Interés*, dirigido por F. H. Hahn y F. P. R. Brechling, título original *The Theory of Interest Rates*, International Economic Association, MacMillan & Ltd, Londres, traducción de Rosa Rovira y Manuel Oller, revisión de José García-Durán, Barcelona, España, Labor, pp. 19-70 y pp. 317-321.

¹⁰³ Wagner, W. H., and Lau, S. C. 1971. "The Effect of Diversification on Risk," *Financial Analysts Journal*, 27, Noviembre-Diciembre, pp. 48-53.

veinte valores seleccionados al azar y aplicando pesos iguales a cada valor. Después calcularon la desviación estándar promedio de cada uno de los diferentes tamaños de carteras. A medida que aumentó el número de valores en las carteras, disminuye la desviación estándar de los rendimientos de las carteras, aunque a una tasa decreciente, con mayores reducciones en el riesgo que son más o menos pequeñas después de que se incluyen unos diez valores en la cartera. Las carteras de inversión con el mayor nivel de riesgo promedio fueron las que únicamente contenían una acción; las de dos acciones tuvieron menor riesgo y así sucesivamente, hasta las carteras de veinte acciones, con el riesgo promedio más bajo. En comparación con el nivel de riesgo para una acción individual, una cartera de veinte acciones tuvo alrededor de 40% menos riesgo.

Está demostrado que el riesgo diversificable puede eliminarse prácticamente por completo incrementando el número de activos en el portafolios, por lo cual el inversionista debe preocuparse por el riesgo sistemático; véase la *figura 1.3.1*.

Fig. 1.3.1 Efectos de la Diversificación al Incrementar el Número de Activos en el Portafolios.



Capítulo II

2. Modelos de Fijación de Precios

Uno de los paradigmas más importantes de las últimas décadas en el ámbito de las Finanzas Modernas, es el *Capital Asset Pricing Model*, CAPM, el cual basándose en el desarrollo de la Teoría de Markowitz, implanta una fructífera línea de investigación que hasta hoy es centro de amplia polémica entre los estudiosos del tema.

Debido a una serie de estudios que cuestionan la validez del CAPM, surgió una teoría alternativa a dicho modelo con bases teóricas más amplias que permiten subsanar algunos de los problemas y críticas a que se ha tenido que enfrentar y que han lesionado al CAPM; el modelo denominado *Arbitrage Pricing Theory*, APT, desarrollado por Stephen A. Ross y publicado en 1976, el cual ha contribuido a robustecer las líneas de investigación, criticado y cuestionado por algunos investigadores, comprobado de forma empírica por otros, es hoy una nueva fuente de investigación y una alternativa para todos los interesados en el tema.

2.1 CAPM (*Capital Asset Pricing Model*)

Si se supone que todos los inversionistas tienden a realizar sus elecciones bajo el criterio establecido por la Teoría del Portafolios planteada por Harry Markowitz y James Tobin, entonces se llegaría a un estado de equilibrio en el mercado.

El CAPM, siglas en inglés de *Capital Asset Pricing Model*, desarrollado por William F. Sharpe¹⁰⁴ proporciona una medida del riesgo sistemático de un solo activo; pero se basa en un solo factor, la cartera de mercado, para explicar los rendimientos de los valores. Los supuestos de la Teoría del Mercado de Capitales en que se sustenta el CAPM, son:¹⁰⁵

- i. El objetivo de los inversionistas es maximizar la utilidad de la riqueza final, actuando como enemigos del riesgo.
- ii. Los inversionistas tienen un horizonte temporal idéntico, que se considera como un periodo de tiempo.
- iii. La información es libre y disponible de forma simultánea por parte de los inversionistas, que le interpretan de igual manera, lo que da lugar a expectativas homogéneas de riesgos y rendimientos.

¹⁰⁴ Sharpe, William F. 1964. *Op. cit.*, pp. 425-442.

¹⁰⁵ Sharpe, William F. 1970. *Op. cit.*, pp. 77-78.

- iv. Los inversionistas hacen su elección sobre la base del riesgo y del rendimiento medio. Dada una cartera, el rendimiento medio se mide con el valor esperado de la rentabilidad de la cartera, y el riesgo con la desviación estándar del rendimiento.
- v. Existe un activo sin riesgo, los inversionistas pueden prestar y pedir prestado de forma ilimitada a la tasa de interés libre de riesgo.
- vi. Los mercados son competitivos, así hay sustitutos perfectos para cada bien o valor, con infinidad de compradores y vendedores que acceden al mercado en idénticas condiciones; ningún agente es suficientemente grande para influir en el mercado.
- vii. No existen impuestos, costos de transacción, restricciones para vender en posición corta u otras imperfecciones del mercado.
- viii. La cantidad total de activos es fija; con todos los activos se puede comerciar y son divisibles.

Sharpe plantea las siguientes incógnitas a las cuales el estudio de equilibrio busca darles respuesta:

- 1) ¿Qué relación existe entre el rendimiento esperado y el riesgo de un portafolios?
- 2) ¿Cuál es la relación entre el rendimiento esperado y el riesgo para un activo?

Y de forma implícita en las preguntas anteriores:

- a) ¿Cuál es la medida apropiada para el riesgo de un portafolios?
- b) ¿Cuál es la medida apropiada para el riesgo de un activo?

De acuerdo a los supuestos todos los inversionistas seleccionaran la misma cartera de riesgo, que se denomina cartera del mercado, denotando E_M y σ_M el rendimiento esperado y el riesgo respectivamente; esta cartera contendrá todos los activos riesgosos del mercado. Cada inversionista ajustará, de acuerdo a sus preferencias de inversión, optando por una combinación entre la cartera del mercado y el activo sin riesgo cuyo rendimiento se denotará por p . En su trabajo Sharpe hace la aclaración de que para su análisis, el activo sin riesgo, es por definición, un activo financiero.¹⁰⁶

Se ha supuesto un activo sin riesgo, el cual es una constante y no una variable aleatoria, por lo cual se verifica que su rendimiento esperado y su riesgo son, respectivamente:

$$E = p \quad (2.1.1)$$

$$y$$

$$\sigma = 0 \quad (2.1.2)$$

Siguiendo el análisis de Sharpe, en condiciones de equilibrio el inversionista va a contemplar una sola cartera de riesgo, la cartera del mercado, esta cartera, a su vez, va a estar conformada por una serie de activos, si P_i representa el precio del activo i y Q_i representa el número de porciones del activo a adquirir por el inversionista y X_i^M representa la proporción invertida en el activo i , entonces:

¹⁰⁶ *Ibid*, p. 80.

$$X_i^M = \frac{P_i Q_i}{\sum_{i=2}^n P_i Q_i} \quad (2.1.3)$$

Nótese que se excluyo al activo para el cual $i=1$, que es el activo libre de riesgo, entonces, las proporciones del presupuesto de capital a invertir cumplen que:

$$\sum_{i=2}^n X_i^M = 1 \quad (2.1.4)$$

El rendimiento del portafolios será entonces:

$$R_M = \sum_{i=2}^n X_i^M R_i \quad (2.1.5)$$

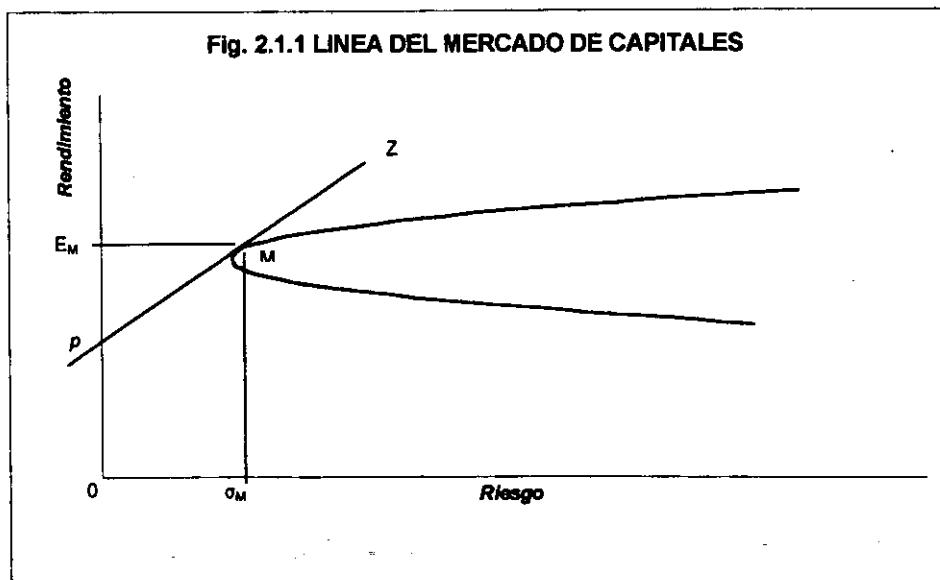
y el rendimiento esperado del portafolios:

$$E_M = \sum_{i=2}^n X_i^M E_i \quad (2.1.6)$$

y la varianza del rendimiento:

$$\sigma_M^2 = \sum_{i=2}^n \sum_{j=2}^n X_i^M X_j^M \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j \quad (2.1.7)$$

En condiciones de equilibrio, los inversionistas elegirán como portafolios eficiente destinar sus recursos en alguna cartera situada a lo largo de la recta pMZ , véase la figura 2.1.1.



Es posible ver que si los inversores pueden realizar operaciones a la tasa de interés libre de riesgo y deciden sobre la base del criterio *media-varianza* entonces la cartera óptima de riesgo es la cartera

indicada por el punto M ; punto tangente a la curva eficiente y con rendimiento esperado E_M y riesgo σ_M , además; cualquier portafolios que se encuentre a lo largo de la línea pMZ resulta ser eficiente en comparación a cualquier otro que se pudiera conformar, con lo cual esta recta es ahora la frontera eficiente.

La recta descrita se denomina *Línea Del Mercado De Capitales*, conocida en inglés como *Capital Market Line*. Es evidente que en esta frontera eficiente la única cartera conformada exclusivamente por activos riesgosos es la cartera situada en el punto M .

De esta forma se establece entonces una condición de equilibrio en el mercado; es decir, todos los inversionistas bajo el mismo horizonte de tiempo perciben el mismo conjunto factible de inversión, por lo cual, la recta es ahora la frontera eficiente de equilibrio. El inversionista, de acuerdo a sus preferencias ante el riesgo y el rendimiento, podrá conformar su inversión considerando una parte en la cartera del mercado y el resto en la inversión sin riesgo. La cartera de inversión M es el portafolios de equilibrio ya que contiene todos los activos del mercado en la proporción adecuada de acuerdo a lo que cada uno de ellos representa respecto del total del mercado, si esto no fuera así, se tendría una situación de inestabilidad, lo que llevaría a que ocurriera una etapa de arbitraje que tendería a restablecer las condiciones de equilibrio.

Lo anterior conlleva la importancia que se sustenta como supuesto del CAPM, respecto de la eficiencia del mercado; es decir, que el mercado asimila de forma sumamente rápida cualquier información o situación que pudiera influir en la pérdida del equilibrio existente, por lo cual el equilibrio se restituye manteniendo siempre la eficiencia del mercado.

De forma similar a lo que se comentó respecto de las ventas en corto para el modelo de Markowitz, el inversionista puede decidir financiarse a la tasa de interés libre de riesgo, lo cual daría un valor negativo de la proporción de capital que va destinar a dicha tasa, los fondos así obtenidos representarían una inversión adicional en la cartera del mercado M .

En este momento es posible dar respuesta a dos de las cuatro preguntas planteadas por Sharpe, en el caso de los portafolios:

- ¿Cuál es la medida apropiada para el riesgo de un portafolios?

Se establece como medida apropiada del riesgo a la desviación estándar del rendimiento del portafolios; de hecho, esto se encuentra establecido en uno de los supuestos del CAPM.

- ¿Qué relación existe entre el rendimiento esperado y el riesgo de un portafolios?

La relación existente, bajo condiciones de equilibrio del mercado, se establece de forma lineal. La frontera eficiente es la Línea del Mercado de Capitales, cualquier portafolios que elija el inversionista se encontrará en un punto situado a lo largo de dicha línea.

La relación entre el riesgo y el rendimiento esperado de todo portafolios eficiente, en un espacio *riesgo-rendimiento*, y que se encuentra a lo largo de la Línea del Mercado de Capitales es la siguiente:

$$E_p = p + r_e \sigma_p \quad (2.1.8)$$

donde:

E_p = Rendimiento esperado del portafolios.

p = Rendimiento del activo libre de riesgo.

r_e = Precio del riesgo.

σ_p = Desviación estándar del portafolios.

Esta cartera de inversión contiene una parte invertida en el activo libre de riesgo y otra en la cartera del mercado.

El portafolios del mercado es, desde luego, un portafolios eficiente, sustituyendo M por p en la ecuación 2.1.8, se puede expresar:

$$E_M = p + r_e \sigma_M \quad (2.1.9)$$

Si se despeja el valor de r_e :

$$r_e = \frac{E_M - p}{\sigma_M} \quad (2.1.10)$$

El numerador de la expresión 2.1.10 indica el premio por invertir en la cartera del mercado sobre la tasa pura de riesgo y el denominador representa el riesgo que corre el inversor por obtener dicho premio.

Sharpe hace en este punto una aclaración muy importante, la representación lineal entre el rendimiento esperado y el riesgo en un escenario de equilibrio es para un único período de tiempo, si la tasa de interés libre de riesgo sufre cambios entonces cambiará la relación ajustándose a dichos cambios.

Asimismo, los resultados que se obtengan en análisis ex ante, son sólo estimaciones en un momento dado para obtener valores ex post; en la realidad, el portafolios en un análisis ex post, no necesariamente formará parte de la frontera eficiente.¹⁰⁷

Para dar respuesta a las dos preguntas restantes planteadas por Sharpe, para explicar la relación entre el rendimiento esperado y el riesgo de un activo y cuál es la medida apropiada del riesgo de un activo, se considera que se va a invertir en un activo i y el portafolios del mercado M , si a dicho portafolio se le nombra z , entonces de 1.2.1:

$$X_i + X_M = 1 \quad (2.1.11)$$

que son las proporciones de capital a invertir en el activo i y en la cartera del mercado M .

De 1.2.3 y 1.2.4:

$$E_z = X_i E_i + X_M E_M \quad (2.1.12)$$

y

$$\sigma_z^2 = X_i^2 \sigma_i^2 + X_M^2 \sigma_M^2 + 2X_i X_M Cov(R_i, R_M) \quad (2.1.13)$$

representan el rendimiento esperado y el riesgo del portafolios z respectivamente.

El activo i puede ser eficiente o ineficiente; entonces, debe encontrarse en un punto por debajo o a lo largo de la línea del mercado, si se encontrara en un punto por arriba de la línea del mercado

¹⁰⁷ *Ibid*, p. 85.

entonces el portafolios eficiente en la línea no sería tal ya que existiría el activo i , que de acuerdo al criterio de eficiencia otorga mayor rendimiento para un mismo riesgo, no se cumplirían las condiciones de equilibrio en este caso.

Dependiendo de las proporciones que se inviertan en el activo i y en la cartera del mercado, se conformará una línea suave que será tangente a la Línea del Mercado de Capitales en el punto M , es necesario determinar la pendiente de la curva tangente a la línea del mercado, considerando los cambios en las proporciones de capital. En el punto M , $X_i = 0$.

Despejando X_M de 2.1.11

$$X_M = 1 - X_i \quad (2.1.14)$$

y sustituyéndolo en 2.1.12 y 2.1.13, respectivamente y simplificando la expresión; para el rendimiento esperado se tiene:

$$\begin{aligned} E_i &= X_i E_i + (1 - X_i) E_M \\ E_i &= X_i E_i - X_i E_M + E_M \end{aligned} \quad (2.1.15)$$

y para el riesgo:

$$\begin{aligned} \sigma_i^2 &= X_i^2 \sigma_i^2 + (1 - X_i)^2 \sigma_M^2 + 2X_i(1 - X_i)Cov(R_i, R_M) \\ \sigma_i^2 &= X_i^2 \sigma_i^2 + \sigma_M^2 - 2X_i \sigma_M^2 + X_i^2 \sigma_M^2 + 2X_i Cov(R_i, R_M) - 2X_i^2 Cov(R_i, R_M) \\ \sigma_i &= [X_i^2 \sigma_i^2 + \sigma_M^2 - 2X_i \sigma_M^2 + X_i^2 \sigma_M^2 + 2X_i Cov(R_i, R_M) - 2X_i^2 Cov(R_i, R_M)]^{1/2} \end{aligned} \quad (2.1.16)$$

Diferenciando parcialmente ambas expresiones con respecto de X_i y simplificando, primeramente para 2.1.15 se tiene:

$$\frac{\partial E_i}{\partial X_i} = E_i - E_M \quad (2.1.17)$$

y para la expresión 2.1.16 la diferencial respecto de X_i :

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_i}{\partial X_i} &= \frac{1}{2} [2X_i \sigma_i^2 - 2\sigma_M^2 + 2X_i \sigma_M^2 + 2Cov(R_i, R_M) - 4X_i Cov(R_i, R_M)] \\ &= [X_i^2 \sigma_i^2 + \sigma_M^2 - 2X_i \sigma_M^2 + X_i^2 \sigma_M^2 + 2X_i Cov(R_i, R_M) - 2X_i^2 Cov(R_i, R_M)]^{1/2} \end{aligned}$$

tomando 2.1.16 y elevando a la potencia -1 :

$$\sigma_i^{-1} = [X_i^2 \sigma_i^2 + \sigma_M^2 - 2X_i \sigma_M^2 + X_i^2 \sigma_M^2 + 2X_i Cov(R_i, R_M) - 2X_i^2 Cov(R_i, R_M)]^{-1/2}$$

por lo cual:

$$\frac{\partial \sigma_i}{\partial X_i} = [X_i \sigma_i^2 - \sigma_M^2 + X_i \sigma_M^2 + Cov(R_i, R_M) - 2X_i Cov(R_i, R_M)] \sigma_i^{-1}$$

entonces:

$$\frac{\partial \sigma_z}{\partial X_i} = \frac{X_i (\sigma_i^2 + \sigma_M^2 - 2Cov(R_i, R_M)) - \sigma_M^2 + Cov(R_i, R_M)}{\sigma_z} \quad (2.1.18)$$

Diferenciando parcialmente E_z respecto de σ_z , tomando 2.1.17 y 2.1.18:

$$\frac{\partial E_z}{\partial \sigma_z} = \frac{\partial E_z}{\partial X_i} \frac{\partial X_i}{\partial \sigma_z} = \frac{E_i - E_M}{X_i (\sigma_i^2 + \sigma_M^2 - 2Cov(R_i, R_M)) - \sigma_M^2 + Cov(R_i, R_M)} \sigma_z$$

$$\frac{\partial E_z}{\partial \sigma_z} = \frac{(E_i - E_M) \sigma_z}{X_i (\sigma_i^2 + \sigma_M^2 - 2Cov(R_i, R_M)) - \sigma_M^2 + Cov(R_i, R_M)} \quad (2.1.19)$$

valuando 2.1.19 en $X_i = 0$, para obtener la pendiente de la curva tangente, del activo i a la cartera del mercado M .

$$\left. \frac{\partial E_z}{\partial \sigma_z} \right|_{X_i=0} = \frac{(E_i - E_M) \sigma_z}{Cov(R_i, R_M) - \sigma_M^2}$$

Recuérdese de 2.1.11 que se consideraron dos activos en la inversión, el activo i y la cartera del mercado M , como la proporción $X_i = 0$ todo el capital se destina a la cartera del mercado; es decir, $X_M = 1$, lo que implica entonces que $\sigma_z = \sigma_M$, por lo cual:

$$\left. \frac{\partial E_z}{\partial \sigma_z} \right|_{X_i=0} = \frac{\sigma_M (E_i - E_M)}{Cov(R_i, R_M) - \sigma_M^2} \quad (2.1.20)$$

En 2.1.8 y 2.1.9 se definió r_z como el precio del riesgo que tiene que correr el inversionista para un cambio en el rendimiento esperado de su portafolios; dicha idea es consistente con la pendiente de la curva tangente para el portafolios por lo que se pueden igualar las fórmulas 2.1.10 y 2.1.20:

$$\frac{\sigma_M (E_i - E_M)}{Cov(R_i, R_M) - \sigma_M^2} = \frac{E_M - p}{\sigma_M} \quad (2.1.21)$$

Simplificando:

$$\frac{\sigma_M^2 (E_i - E_M)}{Cov(R_i, R_M) - \sigma_M^2} = E_M - p$$

$$\sigma_M^2 (E_i - E_M) = (E_M - p) [Cov(R_i, R_M) - \sigma_M^2]$$

$$\sigma_M^2 E_i - \sigma_M^2 E_M = (E_M - p) Cov(R_i, R_M) - (E_M - p) \sigma_M^2$$

$$\sigma_M^2 E_i - \sigma_M^2 E_M = E_M Cov(R_i, R_M) - p Cov(R_i, R_M) - E_M \sigma_M^2 + p \sigma_M^2$$

$$\sigma_M^2 E_i = E_M Cov(R_i, R_M) - p Cov(R_i, R_M) + p \sigma_M^2$$

$$\sigma_M^2 E_i - p \sigma_M^2 = E_M Cov(R_i, R_M) - p Cov(R_i, R_M)$$

$$\sigma_M^2 (E_i - p) = (E_M - p) Cov(R_i, R_M)$$

por lo tanto:

$$E_i - p = \left[\frac{(E_M - p)}{\sigma_M^2} \right] Cov(R_i, R_M) \quad (2.1.22)$$

Esta expresión muestra que el premio esperado del activo i respecto del activo sin riesgo está en función del rendimiento esperado y riesgo del mercado y de la covarianza del rendimiento del activo i y el rendimiento del mercado M .

Entonces el rendimiento del activo i se puede expresar:

$$E_i = p + \left[\frac{(E_M - p)}{\sigma_M^2} \right] Cov(R_i, R_M) \quad (2.1.23)$$

$$E_i = p + r_i Cov(R_i, R_M)$$

donde:

r_i = Precio del riesgo.

El término r_i es similar a r_e de 2.1.10 pero no igual; aquí la medida del riesgo está dada por la covarianza de los rendimientos del activo i y la cartera del mercado, M , en 2.1.8 y 2.1.9 la medida del riesgo está dada por la desviación estándar del portafolios. Se contestan así las dos preguntas restantes planteadas por Sharpe:

- ¿Cuál es la medida apropiada para el riesgo de un activo?
Se establece como medida apropiada del riesgo a la covarianza del rendimiento del activo y la cartera del mercado.
- ¿Qué relación existe entre el rendimiento esperado y el riesgo de un activo?
La relación existente, bajo condiciones de equilibrio del mercado, se establece de forma lineal.

Cuando se habla de la covarianza se piensa en la dependencia de dos variables aleatorias, que se relacionan linealmente.

Sharpe en su trabajo analiza la relación lineal existente, bajo condiciones de equilibrio, entre el rendimiento de un activo cualquiera y el rendimiento del mercado.

Usando las definiciones anteriores primero se calcula la covarianza entre el rendimiento del activo i y el rendimiento de la cartera del mercado M .

$$Cov(R_i, R_M) = E[(R_i - E_i)(R_M - E_M)] \quad (2.1.24)$$

Se establece que las variables aleatorias del rendimiento son variables continuas.

En un espacio R_i, R_M se analiza entonces la relación lineal entre estas dos variables aleatorias; por lo que geoméricamente se pueden relacionar de la forma:

$$\begin{aligned} R_i &= a_i + b_i R_M \\ E_i &= a_i + b_i E_M \end{aligned} \quad (2.1.25)$$

El rendimiento del activo i está en función del rendimiento de la cartera del mercado M ; es decir, la probabilidad de ocurrencia de R_i depende de la probabilidad de que ocurra R_M . De hecho la

cartera del mercado es, bajo los supuestos del CAPM, una fuente de riesgo. Sustituyendo 2.1.25 en 2.1.24 y desarrollando la expresión:

$$\text{Cov}(R_i, R_M) = \sum P(R_M) [(a_i + b_i r_M) - (a_i + b_i E_M)] (r_M - E_M)$$

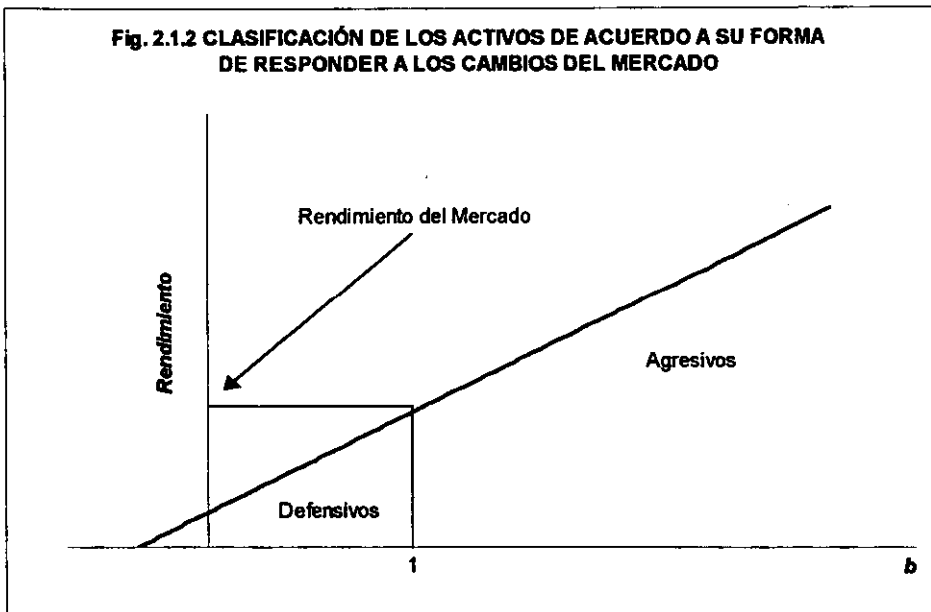
$$\text{Cov}(R_i, R_M) = b_i \sum P(R_M) (r_M - E_M)^2$$

$$\text{Cov}(R_i, R_M) = b_i \sigma_M^2$$

por lo tanto:

$$b_i = \frac{\text{Cov}(R_i, R_M)}{\sigma_M^2} \quad (2.1.26)$$

donde: b_i representa la volatilidad de los cambios entre el rendimiento del activo i respecto de los cambios del rendimiento del portafolios del mercado. A esta variable se le conoce como "beta".



Sharpe hace una distinción especial, dependiendo del valor de b .¹⁰⁸ Un activo con un valor de $b < 1$ se le nombra defensivo; es decir, responde de forma relativamente moderada a los cambios en el mercado. Cuando el valor de $b > 1$ es un activo agresivo ya que responde de forma amplificada o agresiva a los cambios del mercado; véase la figura 2.1.2.

Si se tiene el portafolios z , que puede ser eficiente o ineficiente, y se calcula la covarianza de z con la cartera del mercado M :

$$\text{Cov}(R_z, R_M) = E[(R_z - E_z)(R_M - E_M)] \quad (2.1.27)$$

¹⁰⁸ Ibid, p. 93.

pero:

$$\begin{aligned}R_z &= X_1 R_1 + \dots + X_n R_n \\E_z &= X_1 E_1 + \dots + X_n E_n\end{aligned}\quad (2.1.28)$$

Sustituyendo 2.1.28 en 2.1.27 y simplificando:

$$\begin{aligned}\text{Cov}(R_z, R_M) &= \sum P(R_M) [(X_1 r_1 + \dots + X_n r_n) - (X_1 E_1 + \dots + X_n E_n)] (r_M - E_M) \\ \text{Cov}(R_z, R_M) &= \sum X_i P(R_M) (r_i - E_i) (r_M - E_M).\end{aligned}$$

por lo cual:

$$\text{Cov}(R_z, R_M) = \sum_{i=1}^n X_i \text{Cov}(R_i, R_M) \quad (2.1.29)$$

que expresado en términos de b_i en 2.1.26:

$$\begin{aligned}b_z \sigma_M^2 &= \sum_{i=1}^n X_i b_i \sigma_M^2 \\ b_z &= \sum_{i=1}^n X_i b_i\end{aligned}\quad (2.1.30)$$

Esta expresión muestra que la beta de un portafolios cualquiera, eficiente o ineficiente, va a ser igual a la suma de las betas de los activos que lo conforman.

De acuerdo a lo anterior el premio requerido, en condiciones de equilibrio, por invertir en un activo riesgoso será mayor cuando mayor sea la sensibilidad respecto de los cambios del rendimiento del mercado. De hecho la expresión de equilibrio 2.1.23 puede escribirse:

$$\begin{aligned}R_i &= p + b_i (E_M - p) \\ E_i &= p + b_i (E_M - p)\end{aligned}\quad (2.1.31)$$

Cuando el valor de $b = 0$ se sustituye en la ecuación 2.1.31, se observa que la tasa de rendimiento del activo i es igual a la tasa de interés libre de riesgo; es decir, el activo cuya $b = 0$ es la tasa de interés libre de riesgo.

Sharpe establece en su análisis que la verdadera aproximación entre R_i y R_M es la expresión lineal. Es muy probable entonces que existan puntos que se encuentren no necesariamente a lo largo de la línea. Sharpe considera estas dos fuentes de riesgo:¹⁰⁹

- El valor actual de R_M es incierto.
- La divergencia entre las líneas que se conformen dependiendo de la volatilidad del activo o del portafolios.

Así, Sharpe establece que el inciso a) es el riesgo sistemático y el inciso b) es el riesgo no sistemático.

Si se considera que sólo puntos a lo largo de la línea son posibles, entonces se tendría un activo que

¹⁰⁹ *Ibid*, p. 96.

se encontraría en la frontera eficiente y además, una sola fuente de riesgo; el riesgo sistemático, calculando entonces la varianza del activo:

$$\sigma_i^2 = \sum P(R_M) (R_i - E_i)^2$$

$$\sigma_i^2 = \sum P(R_M) [(a_i + b_i R_M) - (a_i + b_i E_M)]^2$$

$$\sigma_i^2 = b_i^2 \sum P(R_M) (R_M - E_M)^2$$

por lo cual la desviación estándar del activo es:

$$\sigma_i = b_i \sigma_M \quad (2.1.32)$$

que es el riesgo sistemático.

Y de forma análoga para cualquier portafolios:

$$\sigma_p = b_p \sigma_M \quad (2.1.33)$$

Sharpe establece, que bajo el enfoque de equilibrio, todo portafolios que se encuentre fuera de la línea del mercado es un portafolios ineficiente; entonces, para los que si formen parte de la línea del mercado, existirá una perfecta correlación de los rendimientos entre sí y con la tasa de rendimiento de la cartera del mercado. Así, los portafolios a lo largo de la recta del mercado tienen únicamente una fuente de riesgo y es sobre la tasa de rendimiento del portafolios eficiente. De esta forma cualquier portafolios eficiente carecerá de riesgo no sistemático, ya que los portafolios ineficientes se encuentran fuera de la línea del mercado. El riesgo total, sistemático más no sistemático, no es relevante ya que en la frontera eficiente se encuentran portafolios perfectamente diversificados cuyo riesgo no sistemático se encuentra diluido; la parte importante es el riesgo sistemático y ya se ha determinado una forma de medirlo que es por medio de la volatilidad.¹¹⁰

2.2 Cuestionamientos de la Validez del CAPM

El CAPM ha sido estudiado por diversos autores, los cuales han mostrado una serie de resultados que pueden ser tanto a favor como en contra de la validez del modelo.

En este inciso se cita primeramente el estudio elaborado por Blume, después la investigación de Miller y Scholes y posteriormente la crítica realizada por Roll.

El estudio de Blume se enfoca en los problemas que se tienen para poder estimar el valor de la beta; él comenta respecto del CAPM, que se basa en supuestos que no se pueden dar en la realidad, pero sostiene que el modelo no debe de juzgarse por la validez de sus supuestos sino por la calidad de sus predicciones; así, mantiene el interés en estudiar a la beta como medida del riesgo y su estabilidad a lo largo del tiempo.¹¹¹

¹¹⁰ *Ibid*, p. 97.

¹¹¹ Blume, M. E. 1971. "On the assessment of risk," *Journal of Finance*, Marzo, pp. 1-10.

En un estudio realizado por Miller y Scholes ellos toman rentabilidades anuales de 631 compañías en diez años (1954-1963) y un índice de las acciones de la muestra para estimar la cartera del mercado; hacen una regresión para estimar la beta con el modelo del mercado y estimar también la varianza de los residuos, que sería el riesgo diversificable, después hacen una regresión entre el rendimiento esperado y las betas, teóricamente debería darse que el término independiente fuera igual al rendimiento del título sin riesgo, el coeficiente de la beta fuera el premio por riesgo asumido por el inversor y que el coeficiente de la varianza de los residuos fuera no significativo; sin embargo, sus resultados muestran que el coeficiente de la varianza de los residuos es bajo pero significativo, lo cual no es acorde con la teoría ya que esto indica que los inversionistas tienen un premio por riesgo diversificable. Ellos tratan de explicar este resultado analizando las variables utilizadas y realizan una serie de ajustes al modelo, pero obtienen resultados similares.¹¹²

Uno de los estudios más importantes que giran alrededor de la veracidad del CAPM es la investigación realizada por Richard Roll en el año de 1977, su importancia radica en que él va más allá de las pruebas empíricas haciendo un análisis teórico de los supuestos del CAPM, llegando a conclusiones que ponen en entredicho la validez del modelo, y dichas conclusiones no han sido refutadas. La investigación realizada por Roll muestra diversos puntos de análisis de la teoría del CAPM, como es la validez de la relación lineal entre el rendimiento esperado y la beta, la validez de la cartera del mercado utilizada, así como también la validez de la beta como verdadera medida del riesgo.¹¹³

Las conclusiones de la investigación de Roll que se arrojan de su análisis pueden resumirse en los siguientes puntos:¹¹⁴

1. Roll parte en su crítica realizando una prueba a la hipótesis: "El portafolios del mercado es eficiente de acuerdo al criterio *media-varianza*." Esta prueba está asociada con la generalización de los dos parámetros clave del CAPM.
2. El CAPM maneja una relación lineal entre el rendimiento esperado y la "beta" del instrumento suponiendo la eficiencia del portafolios del mercado, ambos hechos no son independientes; es decir, el CAPM se cumple, si y sólo si, existe una relación lineal entre el rendimiento esperado y la "beta" y el portafolios del mercado es eficiente. Si alguno de los dos hechos descritos, linealidad de los parámetros y eficiencia del portafolios del mercado, no se satisface, la teoría no se cumple.
3. Roll señala los graves riesgos que se corren si se realiza la comprobación del modelo utilizando una muestra para aproximar el verdadero portafolios del mercado. Él señala que no necesariamente debe cumplirse el hecho de que si la aproximación del portafolios del mercado resulta ser eficiente, de acuerdo al criterio *media-varianza*, el verdadero portafolios del mercado sea también eficiente. Suponiendo que se parte de una muestra para aproximar el portafolios del mercado, la cual sea razonablemente adecuada, puede entonces dar como resultado un portafolios diversificado para el cual la relación lineal existente entre el rendimiento esperado observado lleve exactamente a una relación lineal

¹¹² Miller, M. H. and Scholes, M. "Rates of return in relation to risk: a re-examination of some recent findings" en Jensen, ed., *Studies in the theory of capital markets*, Praeger, Nueva York, pp. 47-78. Citado en Gómez-Bezares Fernando. 1993. *Gestión de Carteras*, Desclee de Brower, España, pp. 123-125.

¹¹³ Roll, R. 1977. "A Critique of The Asset Pricing Theory Test," *Journal of Financial Economics*, Marzo, pp. 129-176.

¹¹⁴ *Ibid*, pp. 130-132.

con las betas observadas. Sin embargo, si el portafolios de mercado que se obtiene no resulta eficiente, esto no implica que el verdadero portafolios del mercado sea ineficiente.

4. La identificación del verdadero portafolios del mercado conlleva entonces al modelo a una serie de severas limitaciones al realizar cualquier comprobación. Existe el grave problema, señala Roll, de que no todos los investigadores están de acuerdo en cuál es la verdadera composición del portafolios del mercado.
5. De acuerdo al inciso anterior, entonces no se puede comprobar que el verdadero portafolios del mercado sea eficiente de acuerdo al criterio *media-varianza*. Si se utiliza una aproximación del verdadero portafolios del mercado se corre el riesgo de que la aproximación resulte ser un portafolios ineficiente, bajo el criterio de la *media-varianza*, pero sin embargo, el verdadero portafolios del mercado puede ser eficiente. Roll pone un ejemplo; si se supusiera que existen 1,000 activos pero sólo 500 son utilizados en la prueba, para la muestra el portafolios puede resultar ser eficiente y diversificado y cuyo rendimiento se relaciona de forma lineal con la beta observada. Pero por el otro lado, la aproximación del portafolios puede resultar ser ineficiente; pero no necesariamente el verdadero portafolios del mercado va a ser ineficiente. La aproximación puede tener una alta correlación con el verdadero portafolios del mercado y se puede llegar a pensar que la exacta composición tal vez no es importante; sin embargo, esto puede causar considerables diferencias en las inferencias.
6. En su crítica Roll hace referencia a los trabajos realizados por Fama y MacBeth,¹¹⁵ Black, Jensen y Scholes¹¹⁶ y, Blume y Friend,¹¹⁷ sobre pruebas empíricas para probar la validez del CAPM; estos autores muestran que las hipótesis planteadas resultan ser compatibles con el modelo teórico. La aproximación del portafolios usada por Black, Jensen y Scholes presenta una correlación alta de 0.895 con la aproximación usada por Roll para su prueba. Aquí Roll establece que no necesariamente se puede esperar que en análisis futuros otro portafolios satisfaga los requisitos de ser una buena aproximación del portafolios del mercado.
7. Si se utiliza una aproximación del portafolios del mercado, se tendrían diversas dificultades para poder comprobar su eficiencia. Problemas computacionales por el tamaño de la matriz de covarianzas del rendimiento de los activos, esta matriz sería sumamente grande y difícil de manejar para poder obtener la matriz inversa, así también, existen implicaciones estadísticas porque la distribución muestral es generalmente desconocida. Para resolver las dificultades estadísticas se han hecho diversas pruebas que muestran que el portafolios del mercado contiene proporciones positivas invertidas en todos los activos. Asimismo, se han hecho pruebas para determinar cuál es la distribución muestral de la aproximación del portafolios del mercado, dichas pruebas asumen que la distribución del rendimiento del portafolios del mercado debe ser normal.
8. Utilizando una aproximación del portafolios del mercado y realizando diversas pruebas

¹¹⁵ Véase: Fama, E. F. and MacBeth, J. D. 1973. "Risk, return and equilibrium: Empirical test," *Journal of Political Economy*, 81, pp. 607-636.

¹¹⁶ Consúltense: Black, F. Jensen, M. C., and Scholes, M. "The capital asset pricing model: Some empirical test," en: Jensen, M. C. 1972, ed., *Studies in the theory of capital markets*, Praeger, New York.

¹¹⁷ Refiérase a: Blume, M. E. and Friend, I. 1972. "A new look at the capital asset pricing model," *Journal of Finance*, 28, pp. 19-34.

empíricas del modelo, se tienen también serias dificultades para poder comprobar la relación lineal entre el rendimiento esperado y la beta:

- a) Los valores de los parámetros del modelo no son aproximados, de esta forma sólo se aproxima la relación lineal existente entre ellos;
 - b) El procedimiento empírico puede sostener la teoría aunque ésta sea falsa, se pueden obtener desviaciones de las "betas" de activos individuales que no van a estar directamente asociadas con información que se va a encontrar fuera de la muestra que aproxima el portafolios del mercado.
9. Roll realiza pruebas matemáticas más fuertes para comprobar la relación lineal. Hace pruebas de sección cruzada de activos individuales y utiliza un procedimiento asintótico hacia la linealidad para medir la tasa de decremento de la variación residual con respecto del incremento en el tamaño de la muestra de la serie temporal.
 10. Las desviaciones de la relación lineal del rendimiento esperado y la beta son ligadas a fenómenos diferentes a los que establece la teoría.
 11. Roll critica a la "beta" como verdadera medida del riesgo ya que va a depender de la aproximación del portafolios del mercado que se utilice y pone el siguiente ejemplo: si dos inversionistas utilizan dos diferentes aproximaciones del portafolios del mercado que se suponga sean eficientes, puede suceder que para uno de ellos la "beta" de un instrumento en particular sea totalmente diferente a la "beta" que obtenga el otro inversionista, para uno puede ser alta y para el otro puede ser muy baja, de esta forma la decisión que van a tomar va a ser totalmente diferente, la proporción de capital que destinen no va a ser igual, esto puede llevar a que lo que uno considere como una posible pérdida el otro lo considere como una posible ganancia.

2.3 Modelo APT (*Arbitrage Pricing Theory*)

Debido a los cuestionamientos que se hacen acerca de la validez teórica del CAPM, surgió una teoría alternativa la cual fue desarrollada por Stephen A. Ross en los años setenta, el modelo APT, siglas en inglés de *Arbitrage Pricing Theory*.¹¹⁸

Tanto el CAPM como el APT son modelos de fijación de precios en condiciones de equilibrio del mercado, ambos modelos se centran en el estudio del riesgo sistemático, basándose en que el riesgo no sistemático se hará prácticamente ignorable al realizar una adecuada diversificación de la cartera de inversión.

Como se describió en las secciones anteriores el CAPM utiliza una sola fuente de riesgo, un índice del mercado, para explicar el rendimiento de los activos; el APT, en cambio, utiliza diversas fuentes de riesgo para explicar el rendimiento.

¹¹⁸ Stephen A. Ross. 1976. "The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing," *Journal of Economic Theory*, 13, pp. 341-360.

El CAPM considera que el rendimiento de un activo está determinado únicamente por la tasa de interés libre de riesgo y el rendimiento que proporcione el mercado, el modelo contempla la correlación que existe entre el activo y el mercado pero no explica las causas o factores subyacentes que originan dicha correlación. Para el APT el rendimiento del activo tiene su origen en diversos factores económicos, no únicamente un índice del mercado; además, el modelo va a permitir determinar el grado de correlación que tienen cada uno de los factores subyacentes de la economía para explicar el rendimiento del activo.

Asimismo, el CAPM contempla de antemano el hecho de que la función de utilidad del inversionista es de forma cuadrática, así como también, el hecho de que supone normalidad en el comportamiento de los rendimientos. Para el APT no es necesaria ninguna de las dos afirmaciones anteriores.

Los supuestos en que sustenta Stephen A. Ross el modelo APT son los siguientes:

- i. Limitaciones de responsabilidad.¹¹⁹ Existe cuando menos un activo con responsabilidad limitada en el sentido de que hay algún límite, t , (por unidad de inversión) a las pérdidas por las que es responsable un agente.

Una de las consideraciones de este supuesto es el riesgo sistemático, en el sentido de que el rendimiento esperado del activo se va a explicar de forma tal, que cuando se tienda a considerar la mayor cantidad de factores explicativos para que formen parte del modelo, la diferencia entre el rendimiento esperado óptimo y el rendimiento esperado aproximado que se vaya obteniendo con el modelo se irá diluyendo de forma considerable, conforme el número de factores n aumente. Así, si se da una diferencia importante entre el rendimiento esperado óptimo y el rendimiento esperado aproximado será atribuible únicamente a los cambios no esperados, o sorpresas, en el comportamiento de las variables económicas explicativas del rendimiento del activo.

Para poder empezar a explicar más detalladamente la teoría hay que hacer, primeramente, algunas consideraciones acerca de la función de utilidad del inversionista. Si la función de utilidad del inversionista es de tipo cuadrático, la aversión al riesgo aumentará conforme aumenta la riqueza. Asimismo, la función de utilidad constante considera la aversión al riesgo igual en todos los niveles de riqueza.¹²⁰ Por otra parte, una persona cuya conducta se caracteriza por mostrar una aversión relativa constante al riesgo es aquella a la que le interesan las ganancias o pérdidas proporcionales de riqueza.¹²¹

Es improbable que la disposición de un individuo a correr un riesgo sea independiente del nivel de riqueza del individuo; es más atractivo suponer que la disposición es inversamente proporcional a la riqueza y la expresión:¹²²

$$Wr(W) = -W \frac{U''(W)}{U'(W)}$$

es aproximadamente constante. De acuerdo a Pratt la función anterior representa la aversión relativa

¹¹⁹ *Ibid*, p. 347.

¹²⁰ Walter Nicholson. 1997. *Teoría Macroeconómica*. Sexta edición, McGraw-Hill, España, p. 173.

¹²¹ *Ibid*, p. 174.

¹²² El coeficiente de aversión al riesgo es una medida que fue desarrollada por J. W. Pratt en los años sesenta, y se define de la siguiente forma: $r(W) = -U''(W)/U'(W)$. Véase: Pratt, J. W. 1964. "Risk Aversion in the Small and in the Large," *Econometrica*, Enero-Abril, pp. 122-136.

al riesgo.¹²³

Ross, en su artículo, considera a los inversionistas o agentes con aversión al riesgo de forma relativa por quienes el coeficiente de aversión está limitado de manera no uniforme:

$$\sup_x \left\{ - \left(\frac{U''(x)x}{U'(x)} \right) \right\} \leq R < \infty$$

y los define como agentes del Tipo B, por la existencia del límite.

Los agentes del Tipo B, son aquellos con menos aversión al riesgo, de manera uniforme, que algunos agentes con aversión relativa constante.

Se supone que, bajo la teoría del APT, los inversores consideran que los rendimientos de los activos del mercado son generados por un modelo de la forma:

$$x_i = E_i + \beta_{i1} \delta_1 + \dots + \beta_{ik} \delta_k + \tilde{\varepsilon}_i$$

donde:

$E\{\tilde{\varepsilon}_i\} = E\{x_i\} = 0$ y los x_i no están mutuamente correlacionados estocásticamente. Ross no impone restricción a la distribución multivariada de (x_i, δ_i) más allá de que $(\exists \sigma < \infty)$.

$$\sigma_i^2 \equiv E\{\tilde{\varepsilon}_i^2\} \leq \sigma^2$$

Las δ_i entonces no son conjuntamente independientes o incluso independientes de las x_i , no tienen varianzas y no se requiere que estén normalmente distribuidas.

Si α^0 es un portafolio óptimo de n activos en donde cada uno de sus componentes tiene un peso aproximado de $1/n$; además, $(\exists \sigma < \infty)$ y $(\exists m < \infty)$ entonces el rendimiento cierto de un portafolio de arbitraje,¹²⁴ con riesgo sistemático igual a cero, con base en la ecuación del APT es:

$$\alpha^0 x \approx \alpha^0 E \leq m$$

m es un rendimiento cierto. Además, los términos de error se vuelven ignorables tomando como base la Ley de los Grandes Números.¹²⁵

La condición de arbitraje que establece Ross es que va a existir ρ y un vector γ ; en donde, ρ es el rendimiento del activo libre de riesgo, o es el rendimiento del activo con factores de riesgo igual a cero, y γ va a representar el precio del riesgo en condiciones de equilibrio para el k -ésimo factor.

Se puede afirmar entonces que para un agente del Tipo B, si el rendimiento esperado óptimo tiene

¹²³ *Ibidem*.

¹²⁴ "En equilibrio, todas las carteras que puedan seleccionarse entre el conjunto de activos considerados, y que satisfacen las condiciones de no usar riqueza y no tener riesgo, no deben ganar rendimiento alguno en promedio. Estas carteras se denominan carteras de arbitraje." *Consúltese*: Weston, J. Fred y Copeland, Thomas E. 1988. *Op. cit.*, p. 487.

¹²⁵ La Ley de los Grandes Números, establece que al considerar una muestra lo suficientemente grande de una variable aleatoria, la probabilidad de que la media muestral se igual a la media de la población será cada vez más cercana a 1, conforme el valor de n crece. *Véase*: Parzen, E. 1987. *Teoría Moderna de Probabilidades y sus Aplicaciones*. Limusa, México, pp. 407-408.

límites uniformes, entonces debe ser el caso que la condición de arbitraje:

$$\begin{aligned} E &\approx \rho + \beta_i \gamma \\ &= \rho + \gamma_1 \beta_{i1} + \dots + \gamma_k \beta_{ik} \end{aligned}$$

en donde:

β_i : Se refiere al vector columna $[\beta_{i1}, \dots, \beta_{ik}]$.

k : Se refiere al número de factores que van a formar parte del modelo.

La relación se mantiene en el sentido de que la suma de los cuadrados de las desviaciones tiene límites uniformes. Lo que va a implicar que cuando n crece:

$$|E - \rho - \beta_n \gamma| \rightarrow 0$$

- ii. No existe posibilidad de ignorar a los agentes Tipo B.¹²⁶ Existe al menos un agente Tipo B que cree que los rendimientos son generados por un modelo de la forma:

$$x_i = E_i + \beta_{i1} \delta_i + \dots + \beta_{ik} \delta_k + \xi_i$$

y que no es asintóticamente ignorable.

Ross pretende con este supuesto establecer bases firmes para el APT como modelo explicativo del comportamiento del mercado; es decir, si un agente es asintóticamente ignorable la relación de activos que posea con respecto del total de activos del mercado será tendiente a cero. Ross establece así, que una parte del mercado se estará explicando sobre la base del modelo APT y no será desecho por el resto de la economía.

- iii. Homogeneidad de expectativas.¹²⁷ Todos los agentes mantienen las mismas expectativas, E . Además, todos los agentes tienen aversión al riesgo.

Ya se había mencionado que Ross establece que la función de utilidad de los inversionistas es de aversión relativa al riesgo. Se estandariza aquí la perspectiva del inversionista en cuanto al valor que va a tomar el activo libre de riesgo y la información a la cual va a tener acceso el inversor, la cual es la misma para todos.

- iv. Magnitud del desequilibrio.¹²⁸ Dejando que ξ_i denote la demanda agregada para el i -ésimo activo como una fracción de la inversión total. Se asume que solamente situaciones en que $\xi_i \geq 0$ son consideradas.
- v. Existencia de límites en las expectativas.¹²⁹ La secuencia $\langle E_i \rangle$ tiene límites uniformes; es decir:¹³⁰

¹²⁶ Stephen A. Ross. 1976. *Op. cit.*, p. 351.

¹²⁷ *Idem.*

¹²⁸ *Idem.*

¹²⁹ *Idem.*

¹³⁰ La expresión matemática del supuesto, explica el hecho de que la norma, o la medida del tamaño, que se supone tiene el vector de rendimiento, E , está acotada superiormente y asegura que tendrá un valor positivo, ya que se considera el valor absoluto.

$$|E| = \sup |E_i| < \infty$$

Los dos supuestos anteriores sirven para establecer que el mercado tendrá límites uniformes, y que se mantendrán aún, en una gran cantidad de situaciones de desequilibrio. Los agentes pueden diferir acerca de cómo se distribuyen las diferentes variables que intervienen en el modelo APT; sin embargo, esto no viola la condición de arbitraje básica, manteniéndose la relación.

Ampliando lo hasta aquí descrito, hay que realizar algunas consideraciones acerca de cómo se conforma el rendimiento de los títulos con riesgo, bajo el esquema del APT:¹³¹

- 1) Cada activo riesgoso conforma su rendimiento de una parte esperada y una parte riesgosa; es decir, la parte esperada es aquella que los inversionistas han pronosticado y esperan y está conformada por toda la información a la que tienen acceso todos los participantes del mercado.
- 2) La parte riesgosa de los activos es aquella que está conformada por el factor sorpresa; es decir, son todos aquellos factores que salen de la expectativa que ha conformado el inversionista en la parte esperada, ejemplo de lo anterior son:
 - a) Anuncios inesperados acerca del pronóstico de variables económicas como la inflación, el producto interno bruto, el tipo de cambio, el precio del petróleo, las tasas de interés, etc., que de una u otra forma afectan directa o indirectamente el precio de los activos y por lo tanto su rendimiento.
 - b) Anuncios que solamente afectan a un activo o algunos activos en particular como pueden ser decisiones acerca de la estructura organizacional de la empresa, desarrollo de nuevos productos, anuncio del resultado obtenido por una empresa que no fue el esperado, etc.

Lo descrito se puede expresar de forma matemática de la siguiente manera:

$$E_k = E_k + S_k \quad (2.3.1)$$

en donde:

E_k = Rendimiento total del activo k .

E_k = Rendimiento esperado por el inversionista para el activo k .

S_k = Parte inesperada de la rentabilidad del activo k .

Hay que realizar una observación importante, el hecho de recibir un anuncio que influya en el rendimiento de los activos implica que una parte del anuncio va a ser esperada y otra sorpresa. Si la expectativa del inversionista concuerda con el anuncio no se va a registrar ninguna sorpresa y no se afectará la parte del rendimiento riesgoso del activo, ejemplo de esto podría ser la expectativa de la inflación; si el inversionista espera una inflación mensual del 0.4% y el anuncio por parte del Banco de México es de 0.4%, esto no trae ninguna sorpresa a la expectativa del inversionista y la parte del rendimiento riesgoso no se incrementa.

Se podría expresar de la siguiente manera:

$$\text{Anuncio} = \text{Parte Esperada} + \text{Sorpresa}$$

El mercado utiliza la parte esperada para conformar la rentabilidad esperada de los activos; como se

¹³¹ Ross, S. A., Westerfield R. W. y Jaffe, J. F. 1995. *Op. cit.*, pp. 330-331.

mencionó se conforma con la información que está disponible para todos los participantes. Asimismo, la sorpresa va a influir de forma directa en la rentabilidad no anticipada de los activos.

Como se observa de la expresión anterior la sorpresa está constituida solamente por una parte del anuncio, que es la diferencia entre lo que se anunció y lo que ya se esperaba —parte que ya estaba integrada por el mercado—. Por lo que se habla mencionado, que si el anuncio es igual a la parte esperada entonces no hay sorpresa y por lo tanto no se afecta la parte riesgosa o inesperada del rendimiento del activo.

Se ha mencionado en el principio de este capítulo que el riesgo total al que se enfrenta el inversionista está conformado por el riesgo sistemático y el riesgo diversificable, ya se ha mencionado que el riesgo no diversificable puede disminuirse si se incrementa el número de activos que conforman el portafolios, lo cual está ya demostrado.

El CAPM utiliza la beta del mercado como medida del riesgo sistemático, bajo el enfoque que se está desarrollando, es factible pensar que existe más de una beta, las cuales van a estar asociadas con los diferentes factores que pudieran afectar el rendimiento del activo.

Las sorpresas respecto de diversas variables como inflación, producto interno bruto, precios del petróleo, etc., afectan de forma diferente a cada activo; es decir, pueden existir valores cuya relación con las variables se comporten de forma diferente a como lo harían otros activos, así, por ejemplo, si la inflación sube y el rendimiento de un activo sube, entonces existe una correlación positiva del activo respecto del comportamiento al alza de dicha variable. Si la inflación baja y el rendimiento del activo sube entonces existirá una correlación negativa del rendimiento del activo con la variable. Asimismo, si el movimiento de la inflación no influye de ninguna forma en el rendimiento del activo, entonces no existirá correlación alguna o dicha correlación será de cero entre el rendimiento del activo y el comportamiento que tenga la variable.

De esta forma es factible pensar que pueden existir diferentes betas para cada variable que influya en el rendimiento de los activos y cuyos valores de las betas van a ser diferentes dependiendo de cada activo en particular.

Lo anterior se puede expresar de la siguiente forma:

$$E_k = E_k + S_k \quad (2.3.2)$$

$$E_k = E_k + m + \varepsilon_k \quad (2.3.3)$$

$$E_k = E_k + \sum \beta_i \delta_i + \varepsilon_k \quad (2.3.4)$$

en donde:

E_k = Rendimiento total del activo k .

E_k = Rendimiento esperado por el inversionista para el activo k .

S_k = Parte inesperada de la rentabilidad del activo k .

m = Riesgo sistemático o inherente a los diversos factores o variables que conforman el entorno en donde se desarrolla la inversión.

β_i = Es la beta de cada variable i que influye en el rendimiento inesperado o riesgo sistemático del activo k .

δ_i = Sorpresa o cambios que da la variable i .

ε_k = Riesgo inherente a cada activo k en particular; es decir, riesgo no sistemático o diversificable.

Como se puede observar en el modelo el valor de la δ_i , no afecta el rendimiento del activo cuando el valor de la β_i de ese activo sea igual a cero para la variable i .

Si se diera el caso de que para un activo k en particular todas las betas fueran cero el modelo tomaría la forma:

$$E_k = E_k + \varepsilon_k \quad (2.3.5)$$

Cuando β_i es positivo los cambios positivos δ_i , incrementarán el rendimiento del activo, así también, los cambios negativos de δ_i , traerán una disminución del rendimiento. Asimismo, si β_i es negativo los cambios positivos de δ_i , traerán una disminución del rendimiento del activo, si por el contrario, se tienen cambios negativos de δ_i , entonces se tendrá un incremento en el rendimiento del activo k .

Es factible demostrar que el factor de riesgo no sistemático, ε_k , que figura hasta este momento en el modelo APT, se puede eliminar por completo del modelo.

Del desarrollo de la teoría de la cartera se sabe que para todo portafolios su rendimiento esperado está dado por:

$$E_p = \sum_{k=1}^n x_k E_k \quad (2.3.6)$$

donde:

E_p = Rendimiento del portafolios.

x_k = Proporción del capital total que se destina a inversión en el activo k .

E_k = Rendimiento esperado del activo k .

n = Número de activos totales que conforman el portafolios.

Determinando el rendimiento del portafolios utilizando el modelo APT, se tiene:

$$E_p = \sum_{k=1}^n x_k (E_k + \beta_k \delta_k + \varepsilon_k)$$

desarrollando la ecuación:

$$\begin{aligned} E_p &= x_1(E_1 + \beta_1 \delta_1 + \varepsilon_1) + x_2(E_2 + \beta_2 \delta_2 + \varepsilon_2) + \dots + x_n(E_n + \beta_n \delta_n + \varepsilon_n) \\ E_p &= (x_1 E_1 + x_2 E_2 + \dots + x_n E_n) + (x_1 \beta_1 \delta_1 + x_2 \beta_2 \delta_2 + \dots + x_n \beta_n \delta_n) + \\ &+ (x_1 \varepsilon_1 + x_2 \varepsilon_2 + \dots + x_n \varepsilon_n) \end{aligned} \quad (2.3.7)$$

el primer sumando de la ecuación 2.3.7 es el promedio ponderado de las rentabilidades esperadas de los activos:

$$E_p = (x_1 E_1 + x_2 E_2 + \dots + x_n E_n) \quad (2.3.8)$$

el segundo sumando representa el riesgo sistemático del portafolios, es el promedio ponderado del producto de las betas por el cambio de la variable de riesgo:

$$+(x_1 \beta_1 \delta_1 + x_2 \beta_2 \delta_2 + \dots + x_n \beta_n \delta_n) \quad (2.3.9)$$

y el tercer sumando refleja el promedio ponderado del riesgo no sistemático o diversificable del portafolios:

$$+(x_1 \varepsilon_1 + x_2 \varepsilon_2 + \dots + x_n \varepsilon_n) \quad (2.3.10)$$

El primer sumando, expresión 2.3.8, no encierra riesgo para el inversionista ya que los factores que lo conforman son conocidos y esperados por él. El segundo sumando, expresión 2.3.9, trae consigo riesgo para el inversionista ya que lo conforman los factores que pueden, de forma inesperada, traer afectaciones serias en el rendimiento esperado de su portafolios, lo mismo pueden incrementar el rendimiento que lo pueden disminuir seriamente. El tercer sumando, expresión 2.3.10, contiene también riesgo ya que trae el riesgo no sistemático inherente a cada uno de los activos.

Ya se había mencionado en el inciso anterior de este capítulo que conforme se incrementa el número de activos en el portafolios el riesgo no sistemático o diversificable disminuye, esto fue empíricamente probado por Wagner y Lau.¹³²

Para demostrar que el tercer sumando de la expresión prácticamente es cero se puede considerar por separado, así también se supone que se invierte en partes iguales en cada uno de los activos, por lo cual, tomando el límite cuando el valor de n crece indefinidamente, se tiene:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (x_1 \varepsilon_1 + x_2 \varepsilon_2 + \dots + x_n \varepsilon_n) \quad (2.3.11)$$

desarrollando:

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{n} \varepsilon_1 + \frac{1}{n} \varepsilon_2 + \dots + \frac{1}{n} \varepsilon_n \right) \quad (2.3.12)$$

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\varepsilon_1}{n} + \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\varepsilon_2}{n} + \dots + \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\varepsilon_n}{n} \quad (2.3.13)$$

el grado de riesgo no sistemático o diversificable es un valor diferente de cero, por lo cual del Cálculo Diferencial se sabe que el valor límite de una constante entre una variable cuando la variable tiende a cero, es un valor cada vez más cercano a cero, por lo cual se puede concluir que:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{n} \varepsilon_1 + \frac{1}{n} \varepsilon_2 + \dots + \frac{1}{n} \varepsilon_n \right) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\varepsilon_1}{n} + \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\varepsilon_2}{n} + \dots + \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\varepsilon_n}{n} = 0 \quad (2.3.14)$$

Cuando el valor de las proporciones, x_i , es diferente el resultado que se obtiene sería el mismo, ya que al crecer indefinidamente el número, n , de activos, los valores de las proporciones van disminuyendo su valor hasta acercarse a un valor cercano a cero. Así bien, el riesgo no sistemático o diversificable prácticamente desaparece y el inversionista debe fijar su atención en el riesgo sistemático. Véase la **figura 1.3.1**.

¹³² *Ibidem*.

Eliminado el tercer sumando de la expresión 2.3.7, el riesgo diversificable o no sistemático, es factible suponer que el rendimiento del portafolios sería una variable aleatoria. Se tiene entonces:

$$E_p = (x_1 E_1 + x_2 E_2 + \dots + x_n E_n) + (x_1 \beta_1 \delta_1 + x_2 \beta_2 \delta_2 + \dots + x_n \beta_n \delta_n) \quad (2.3.15)$$

Si se supone que se quiere tener una cartera de inversión la cual contenga un riesgo sistemático de cero; es decir, una cartera con beta de cero en cada factor, bajo las siguientes condiciones:

$$x_k \approx \frac{1}{n} \quad (2.3.16)$$

en donde n es un número grande.

$$\sum_k x_k \beta_k = 0 \quad (2.3.17)$$

para cada uno de los factores.

La segunda condición elimina por completo el riesgo sistemático, ya que es posible comprobarla matemáticamente de forma análoga a como se comprobó para el tercer sumando que representaba el riesgo diversificable de la expresión.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (x_1 \beta_1 + x_2 \beta_2 + \dots + x_n \beta_n) \quad (2.3.18)$$

desarrollando:

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{n} \beta_1 + \frac{1}{n} \beta_2 + \dots + \frac{1}{n} \beta_n \right) \quad (2.3.19)$$

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\beta_1}{n} + \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\beta_2}{n} + \dots + \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\beta_n}{n} \quad (2.3.20)$$

análogamente entonces:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{n} \beta_1 + \frac{1}{n} \beta_2 + \dots + \frac{1}{n} \beta_n \right) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\beta_1}{n} + \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\beta_2}{n} + \dots + \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\beta_n}{n} = 0 \quad (2.3.21)$$

Asimismo, si se considera que la cartera no debe de tener cambios en la cantidad invertida inicialmente, entonces el inversionista tendría un portafolios de arbitraje.

Bajo la teoría del APT, el conformar un portafolios de arbitraje en condiciones de equilibrio del mercado implica que estas carteras no deben ganar rendimiento alguno en promedio.

$$E_p = (x_1 E_1 + x_2 E_2 + \dots + x_n E_n) \quad (2.3.22)$$

$$E_p = \sum_k^n x_k E_k$$

Si el rendimiento no fuese de cero entonces sería factible pensar que el inversionista pudiera obtener un rendimiento ilimitado en su cartera de inversión.

El modelo APT puede expresar entonces el rendimiento esperado de un activo como:

$$E = E + \beta_1 \delta_1 + \beta_2 \delta_2 + \dots + \beta_{n-1} \delta_{n-1} + \beta_n \delta_n + \varepsilon \quad (2.3.23)$$

para toda $n > 0$, entero.

En donde la teoría del APT tiene como expectativas al principio del período de inversión:

$$E(\delta_1) = E(\delta_2) = \dots = E(\delta_n) = E(\varepsilon) = 0 \quad (2.3.24)$$

además:

$$\text{Cov}(\delta_j, \varepsilon) = 0 \quad (2.3.25)$$

para toda $j=1\dots n$

Y para diferentes períodos de tiempo, t y t' , se asume que:

$$\text{Cov}[\delta_j(t), \delta_j(t')] = \text{Cov}[\varepsilon(t), \varepsilon(t')] = 0 \quad (2.3.26)$$

Es indispensable hacer notar que los supuestos del APT no implican que entre los factores que se integran para explicar el rendimiento de los activos, se tenga una correlación de cero; es decir, es posible integrar diversos factores los cuales van a poder estar presentado algún grado de correlación, tanto positiva como negativa o cero.

Otro postulado del APT, ya mencionado, es que es imposible obtener ganancias por condiciones de arbitraje puro.

En el caso del activo sin riesgo, se sabe que el rendimiento es cierto y que la beta de riesgo sistemático sería cero; expresando a dicho activo como P_0 ; entonces, esto implica que existen $n+1$ coeficientes no todos iguales a cero que satisfacen la ecuación:

$$E = P_0 + \beta_1 P_1 + \beta_2 P_2 + \dots + \beta_{n-1} P_{n-1} + \beta_n P_n \quad (2.3.27)$$

para toda $n \geq 0$, entero.

Como P_0 , es el activo libre de riesgo entonces $P_0 = \rho$ y la ecuación puede escribirse:

$$E = \rho + \beta_1 P_1 + \beta_2 P_2 + \dots + \beta_{n-1} P_{n-1} + \beta_n P_n \quad (2.3.28)$$

Haciendo la suma miembro a miembro de las ecuaciones 2.3.23 y 2.3.28 y simplificando:

$$E = \rho + \beta_1(\delta_1 + P_1) + \beta_2(\delta_2 + P_2) + \dots + \beta_{n-1}(\delta_{n-1} + P_{n-1}) + \beta_n(\delta_n + P_n) + \varepsilon \quad (2.3.29)$$

Una interpretación que se le da aquí a la P_n , es que representa el premio o prima de riesgo asociado a cada uno de los factores considerados; es decir, es el precio del riesgo en condiciones de equilibrio para el n -ésimo factor.

Considerando ahora el modelo APT de un solo factor, para obtener el rendimiento del activo k , en donde dicho factor sea la cartera del mercado, se tiene:

$$E_k = \rho + (E_m - \rho)\beta_k \quad (2.3.30)$$

Esta expresión sería el equivalente en la teoría del APT a la ecuación que plantea el CAPM. La β del APT sería un aproximado de la beta utilizada por el CAPM, $E_m - \rho$, es el rendimiento del factor del mercado respecto de la tasa de interés libre de riesgo, que en el CAPM representa el premio por invertir en activos con riesgo. La diferencia sustancial que se tiene entre ambos modelos es que el CAPM sustenta la relación bajo condiciones de equilibrio, para el APT la relación se mantiene tanto en condiciones de equilibrio como de profundo desequilibrio, además, la cartera de mercado no tiene un peso fundamental para el modelo APT.

Resumiendo las diferencias sustanciales entre la teoría del APT y la del CAPM:¹³³

1. El APT no hace supuestos de la distribución empírica de los rendimientos de los activos.
2. El APT no hace supuestos fuertes acerca de las funciones de utilidad de los individuos.
3. El APT permite que los rendimientos de equilibrio de los activos dependan de muchos factores, y no tan sólo de uno.
4. El APT proporciona una afirmación de la fijación relativa de precios de cualquier subconjunto de activos; por consiguiente, no se necesita medir la totalidad del universo de activos para probar la teoría.
5. No existe tarea especial para la cartera del mercado en el APT, mientras que el CAPM requiere que la cartera del mercado sea eficiente.
6. El APT puede ampliarse con facilidad a un marco conceptual de múltiples periodos.

2.4 Críticas y Pruebas Empíricas del APT

La teoría desarrollada por Stephen A. Ross, el APT, ha sido cuestionada por diversos investigadores; los cuales, han realizado una serie de pruebas al modelo, para demostrar su validez como una representación más completa y explicativa del rendimiento de los activos. Se han publicado resultados que validan el modelo; así también, pruebas que sino lo validan no tienen soporte suficiente para poder afirmar que el modelo resulta ser inadecuado para explicar el rendimiento de los activos; de igual forma, se han presentado críticas a dichos resultados. La investigación se encuentra abierta y va a ser materia de estudio durante mucho tiempo.¹³⁴

En el año de 1980, Roll y Ross publican una investigación empírica para validar el modelo APT,¹³⁵ para lo cual ocupan una base de datos del rendimiento de acciones estadounidenses, durante el periodo de 1962 a 1972; ellos reportan haber encontrado cuatro factores económicos representativos para el proceso generador del rendimiento de los activos.

La base de datos utilizada por Roll y Ross contiene 1,260 activos en 42 grupos de 30 activos cada grupo, en orden alfabético cada uno, los datos son rendimientos diarios de los activos y fueron seleccionados de las listas de New York o del American Exchange o de ambas del 3 de julio de 1962 al 31 de diciembre de 1972; la muestra máxima por activo fue de 2,619 rendimientos diarios.

El procedimiento que siguieron fue:

- 1) Para cada grupo determinaron la matriz de covarianzas del rendimiento;
- 2) Utilizaron análisis factorial en la matriz de covarianzas para determinar el número de

¹³³ Weston, J. Fred y Copeland, Thomas E. 1988. *Op. cit.*, p. 491.

¹³⁴ Cabe aclarar aquí, que al realizar la presente investigación no se encontró trabajo alguno que cuestionara al modelo en sus cimientos, como sucede con la crítica de Richard Roll en el caso del CAPM.

¹³⁵ Roll, R. and Ross S. A. 1980. "An Empirical Investigation of the Arbitrage Pricing Theory," *Journal of Finance*, Vol. XXXV, No. 5, Diciembre, pp. 1073-1103.

factores y estimarlos;

- 3) Los factores estimados los usaron posteriormente para explicar la variación del rendimiento esperado de cada activo en lo individual;
- 4) Y, por último, determinaron la significancia estadística del premio por el riesgo asociado con el factor estimado.

Ellos determinaron cuantos factores fueron representativos en la mayoría de los grupos, encontrando que la probabilidad más alta, de acuerdo a las pruebas estadísticas realizadas, les señalo que posiblemente existen cuatro factores verdaderos los cuales están implicados en la generación del rendimiento de los activos.

Ross y Roll concluyen que los datos empíricos soportan el modelo APT, validan estadísticamente la existencia de cuatro factores verdaderos como generadores del rendimiento esperado de los activos; sin embargo, en el estudio no hacen mención de cuáles son; así también, dicen haber encontrado algunas dificultades empíricas las cuales dejan abierta la puerta para investigaciones posteriores.

Otra prueba de la teoría del APT fue realizada, en el año de 1981, por Reinganum,¹³⁶ quien publicó una investigación, que si bien no aporta resultados empíricos de la validez del modelo, muestra que no se puede descartar como representación del rendimiento de los activos. Reinganum hace la observación en su artículo, de que la evidencia empírica encontrada para el CAPM, resulta ser muy inconsistente por lo que modelos alternativos merecen ser parte de la investigación; señalando al modelo APT de Ross como un modelo alternativo al modelo de factor único, el CAPM.

Reinganum menciona que al utilizar el CAPM, en el caso de las pequeñas empresas, se tienen grandes diferencias respecto de las betas calculadas para las empresas de mayor tamaño, cuyas acciones se cotizan en New York y en el American Stock Exchange; es decir, el modelo no muestra consistencia para explicar el rendimiento esperado. Si el modelo APT puede explicar dichas diferencias el modelo debe ser más confiable que el CAPM, de no ser así, el APT debe ser rechazado.

La prueba que realiza Reinganum consiste de dos etapas:

1. En el año $Y-1$ se estiman los factores para todos los activos; los activos que tengan factores similares son agrupados en portafolios de control. En el año Y se calcula el rendimiento esperado en exceso sustrayendo el rendimiento diario del portafolios de control del rendimiento diario de los activos.
2. Con el rendimiento en exceso, se clasifican los activos sobre la base de su valor de mercado al final del año $Y-1$. El rendimiento en exceso de los activos por debajo del 10% de su clasificación se combina en proporciones iguales para conformar el portafolios a valor de mercado, MV_1 , que va a contener a las empresas de menor tamaño. Similarmente el rendimiento en exceso para los activos en los otros nueve deciles se combina para formar los otros nueve portafolios a valor de mercado, MV_2 hasta MV_{10} . Se plantea la hipótesis nula de que los portafolios de mercado poseen idéntico rendimiento en exceso promedio que debe ser indistinguible de cero. Si los 10 portafolios no poseen idéntico rendimiento promedio en exceso, entonces la evidencia es inconsistente con el APT.

Los datos diarios que Reinganum utiliza en su investigación, son tomados de la versión hasta

¹³⁶ Reinganum, M. R. 1981. "Empirical Test of Multi-Factor Pricing Model. The Arbitrage Pricing Theory: Some Empirical Results," *Journal of Finance*, Vol. XXXVI, No. 2, Mayo, pp. 313-321.

diciembre de 1978 del University of Chicago's Center for Research in Security Prices, se incluyen activos que se negocian en New York y en el American Stock Exchanges desde julio de 1962. El número de activos de que consta la muestra es de 1,457 en 1963 hasta 2,500 a mediados de los 70s.

Reinganum concluye su estudio indicando que el modelo APT ofrece una alternativa al modelo de un solo factor. La prueba indica que los portafolios conformados por acciones de empresas pequeñas obtienen 20% más que los conformados por firmas grandes, a pesar de que el riesgo es controlado por el APT. El resultado es independiente del número de factores que se utilicen en el modelo ya sea tres, cuatro o cinco.

Aunque la evidencia resulta inconsistente con el modelo APT, Reinganum considera que la prueba realizada no es definitiva, ya que no es posible detectar cuál es la fuente que ocasiona el error, que puede motivarse por diversas causas, como puede ser, por ejemplo, una serie de anomalías empíricas. La prueba no puede concluir, no muestra evidencia para afirmar, que la representación que plantea el APT sea un modelo inadecuado para la valuación de precios.

Una crítica al modelo APT es realizada por Shanken en el año de 1982.¹³⁷ El artículo hace énfasis en que la teoría del APT es más susceptible de ser comprobada empíricamente que la teoría del CAPM; este hecho lo atribuye en gran medida a la crítica de Roll en el sentido de que el verdadero portafolios del mercado se desconoce.¹³⁸ La diversidad de evidencia empírica que se muestra y valida el modelo ha sido aceptada por la comunidad financiera; sin embargo, Shanken sugiere que la aceptación de esta evidencia no puede ser garantizada.

Se critica el hecho de que al utilizar herramientas estadísticas como el análisis factorial, éstas no sean las herramientas adecuadas para identificar los componentes aleatorios de los rendimientos, que pudieran ser relevantes para fijar el precio de los activos.

Shanken hace referencia al trabajo realizado por Connor,¹³⁹ quien realiza una ampliación del trabajo de Ross. De acuerdo con Shanken, Connor hace mención en su trabajo de que el análisis factorial se enfoca a las correlaciones estadísticas y que no hace ninguna contribución para añadir aspectos económicos; tal anomalía es una desventaja en la formulación empírica del modelo APT. Shanken hace la observación, de que en el trabajo de Connor, el portafolios del mercado juega un papel importante acarreado las dificultades ya citadas por Roll para el modelo APT.¹⁴⁰

Una prueba empírica del modelo APT es presentada en 1983 por Chen;¹⁴¹ en la investigación se realiza una comparación de la evidencia empírica del modelo APT con evidencia empírica del CAPM; y muestran pruebas de que el APT puede explicar algunas anomalías empíricas relacionadas con el CAPM.

Los datos utilizados por Chen para su prueba fueron obtenidos del Center for Research in Security

¹³⁷ Shanken, J. 1982. "The Arbitrage Pricing Theory: Is it Testable?," *Journal of Finance*, Vol. XXXVII, No. 5, Diciembre, pp. 1129-1140.

¹³⁸ Roll, R. 1977. *Op. cit.*, pp. 129-176.

¹³⁹ Refiérase a: Connor, G. 1982. "Asset Pricing in Factor Economies," *Doctoral dissertation, Yale University*.

¹⁴⁰ Las dificultades a que se refiere Shanken, citadas por Roll, son referentes a que el verdadero portafolios del mercado es inobservable y por lo tanto se tiene que recurrir a utilizar aproximaciones del mismo.

¹⁴¹ Chen, Nai-Fu. 1983. "Some Empirical Test of the Theory of Arbitrage Pricing," *Journal of Finance*, Vol. XXXVIII, No. 5, Diciembre, pp. 1393-1414.

Prices de la University of Chicago; son rendimientos diarios del periodo que va de 1963 a 1978, dividiendo en 4 periodos (1963-1966, 1967-1970, 1971-1974 y 1975-1978), el número de activos seleccionados fue de 1,064 en el primer periodo, 1,522 en el segundo, 1,580 en el tercero y 1,378 en el cuarto periodo.

Chen utiliza análisis factorial para estimar los factores de riesgo, "betas," requeridas por el modelo APT. Utiliza las primeras 180 acciones, ordenadas alfabéticamente, para conformar la matriz de covarianzas; los primeros 10 factores se calculan utilizando el paquete de computo EFAP II. De los factores de riesgo encontrados Chen selecciona cinco tomando como base para ello la metodología de Roll y Ross,¹⁴² así como el análisis realizado por Reinganum.¹⁴³

Como una aproximación de la cartera del mercado Chen utiliza el índice S&P 500, tanto para el análisis del APT como el del CAPM.

Al considerar el tamaño de las empresas contra el modelo APT, Chen concluye que el tamaño de las firmas no influye de forma significativa después de que el riesgo es explicado por los factores de riesgo.¹⁴⁴ Asimismo, Chen considera que el modelo APT no puede ser rechazado y menciona que investigaciones futuras deben orientarse en la búsqueda y explicación de los factores comunes de riesgo.

Dhrymes, Friend y Gultekin, en el año de 1984, publican un estudio en donde critican las investigaciones que validan empíricamente al APT;¹⁴⁵ ellos afirman que la investigación empírica de Roll y Ross,¹⁴⁶ en la cual se centran en particular, presenta serias limitaciones. Parte del problema se encuentra en el universo de activos utilizados al realizar las pruebas empíricas del modelo APT; y mencionan tres puntos importantes:

- 1) No es permisible llevar a cabo una prueba que provee factores de riesgo, que son resultado inherente a la estructura del modelo analítico, a menos que sea sabido, que en la verdadera estructura, ciertos factores son conocidos.
- 2) Analizar los factores en pequeños grupos, 30 activos, no es equivalente a analizar los factores en grupos suficientemente grandes como los que puede soportar el APT.
- 3) Al aumentar el tamaño de los activos en el grupo el número de los factores determinados se incrementa.

Dhrymes, Friend y Gultekin afirman que la metodología usada para estudiar pequeños grupos de activos conlleva a mostrar deficiencias en el modelo APT. Consideran que no es posible comprobar directamente que un factor sea relevante para explicar los rendimientos y se tiene que recurrir al uso de pruebas estadísticas para determinar el grado de significación del factor en lo individual, y asimismo, se pueden realizar pruebas estadísticas al vector de factores que se suponen sean explicativos del riesgo.

¹⁴² Roll, R. and Ross S. A. 1980. *Op. cit.* pp. 1073-1103.

¹⁴³ Reinganum, M. R. 1981. *Op. cit.*, pp. 313-321.

¹⁴⁴ El estudio de Reinganum se origina porque el CAPM presenta una serie de inconsistencias, considerando el tamaño de las firmas, al realizar el cálculo de las betas de las pequeñas contra las empresas de mayor tamaño.

¹⁴⁵ Dhrymes P. J., Friend I. and Gultekin, N. B. 1984. "A Critical Reexamination of the Empirical Evidence on the Arbitrage Pricing Theory," *Journal of Finance*, Vol. XXXIX, No. 2, Junio, pp. 323-346.

¹⁴⁶ Roll, R. and Ross S. A. 1980. *Op. cit.* pp. 1073-1103.

La conclusión de Roll y Ross de que existen de tres a cinco factores no es una prueba fuerte, los resultados de los análisis de Dhrymes, Friend y Gultekin muestran que se obtienen muchos factores dependiendo del tamaño del grupo de activos; por ejemplo, para un grupo de 15 activos ellos encuentran 2 factores, para un grupo de 30 activos ellos encuentran 3 factores, para un grupo de 60 activos ellos mencionan que se tienen 6 factores y, para un grupo de 90 activos encuentran 9 factores. En general, consideran que el número de factores es aproximadamente igual al 10% del número total de activos en el grupo estudiado. Concluyen que esto demuestra que no es posible afirmar que de 3 a 5 factores sean los representativos de manera común para el riesgo total del mercado; lo cual lleva a buscar nuevas líneas de investigación.

En 1984 Roll y Ross¹⁴⁷ publican una replica al estudio de Dhrymes, Friend y Gultekin.¹⁴⁸ En dicho estudio Dhrymes, Friend y Gultekin mencionan que la investigación de Roll y Ross¹⁴⁹ presenta algunos errores. Roll y Ross hacen algunos comentarios de forma breve y de manera no técnica respecto de los tres puntos en que concluye el trabajo de Dhrymes, Friend y Gultekin con los cuales no están de acuerdo:

1. *De que la metodología de Roll y Ross presenta fallas serias.* Este punto, para Roll y Ross, es únicamente cuestión de juicio y no se puede entablar una disputa de forma lógica y analítica acerca de si es valido o no.
2. *De que a los factores en lo individual no se les puede probar su significación en el riesgo de los activos.* El argumento de Roll y Ross, para este punto, gira en torno de que la metodología y las muestras utilizadas, así como el herramental estadístico puede llevar a obtener diferentes resultados; presentando diversos problemas, pero el resultado es valido; diferentes muestras van a generar diferentes resultados, pero de forma consistente. Asimismo, se mencionan los problemas que conlleva el manejo de las matrices por su tamaño, los problemas computacionales y lo que esto puede acarrear en las conclusiones.
3. *Que más de 3 a 5 factores pueden encontrarse incrementando el número de activos utilizados en el análisis.* Roll y Ross consideran irrelevante el hecho de afirmar que más de 5 factores se encuentran incrementando el número de activos, lo explican considerando que las empresas que se encuentran en la misma industria o en la misma región tendrán más factores en común, siendo éstas algunas de las razones por las cuales se incrementa el número de factores, el hecho de encontrar muchos factores no quiere decir que deban ser significativos como parte explicativa del precio del riesgo de los activos, este problema puede disminuirse al diversificar la cartera de inversión; muchos factores de esta forma pueden ser ignorados.

Para Roll y Ross su trabajo no lo consideran como definitivo para probar el modelo APT, pero si, como un primer paso en los procedimientos los cuales pueden irse mejorando.

En el año de 1985 Dybvig y Ross¹⁵⁰ publican una investigación en donde afirman que el APT es un modelo alternativo para el CAPM. Consideran que el APT si es comprobable y que los puntos que

¹⁴⁷ Roll, R., and Ross, S. A. 1984. "A Critical Reexamination of the Empirical Evidence on the Arbitrage Pricing Theory: A Reply," *Journal of Finance*, Vol. XXXIX, No. 2, Junio, pp. 347-350.

¹⁴⁸ Dhrymes P. J., Friend I. and Gultekin, N. B. 1984. *Op. cit.*, pp. 323-346.

¹⁴⁹ Roll, R. and Ross S. A. 1980. *Op. cit.* pp. 1073-1103.

¹⁵⁰ Dybvig, P. H. and Ross, S. A. 1985. "Yes, The APT Is Testable," *Journal of Finance*, Vol. XL, No. 4, Septiembre, pp. 1173-1188.

acarrear errores en la prueba no son relevantes. Asimismo, refutan el argumento de Shanken¹⁵¹ en el sentido de que el argumento citado en la crítica de Roll¹⁵² hacia el CAPM sea aplicable al modelo APT.

Dybvig y Ross afirman que el análisis de Shanken tiene muy poca relevancia para las pruebas empíricas del APT; el modelo empírico del APT de Shanken, es sólo una aplicación del modelo APT a portafolios arbitrarios pero nunca fue una prueba empírica.

Ellos examinan el CAPM y el APT considerando el modelo de un factor, argumentan que el CAPM implica el APT pero lo contrario no es verdadero. El modelo APT es comprobable en un subconjunto de activos cuando el CAPM no lo es, haciendo referencia al trabajo de Roll.¹⁵³

En 1982, Shanken¹⁵⁴ realiza una replica al trabajo de Dybvig y Ross;¹⁵⁵ Shanken empieza argumentando que para muchos estudiosos el modelo APT es una interpretación multifactorial del CAPM; de acuerdo a la crítica de Roll,¹⁵⁶ el CAPM puede ser comprobable en principio pero no en la práctica, el hecho de que el verdadero portafolios del mercado no pueda ser identificado y se utilicen aproximaciones para las pruebas crea cierta ambigüedad al considerar que el CAPM no es comprobable.

Shanken define lo que es el modelo APT para él,¹⁵⁷ en su trabajo de 1982 y lo que es para Dybvig y Ross. Para él, el APT es un modelo de factores de equilibrio; mientras que Dybvig y Ross lo consideran como un estricto modelo factorial en donde las variaciones no están correlacionadas y el rendimiento de un subconjunto de activos no se extiende sobre todo el universo de posibles inversiones. De acuerdo con lo anterior Shanken dice que se trata de dos paradigmas diferentes.

Shanken concluye su trabajo diciendo que es notable la aportación de la teoría del APT, y que su interés se centra en la comprobación empírica del modelo.

En el año de 1986, Chen, Roll y Ross publican un estudio en donde relacionan el riesgo sistemático del mercado accionario con algunas variables macroeconómicas.¹⁵⁸ Esta investigación no pretende probar directamente el modelo APT, pero es importante listarla, ya que muestra y valida la existencia de diversos factores económicos que influyen, de alguna forma, en la explicación del rendimiento de los activos, idea que resulta ser fundamental en la base teórica del modelo APT.

Chen, Roll y Ross parten de la idea de que, sobre la base de la experiencia, se puede observar que los precios de los activos se encuentran influenciados por una variedad de eventos cuyo comportamiento influye, en mayor o menor grado respecto de otros, en los precios de los activos.

Asimismo, se fundamenta en la idea de que los inversionistas tienden a diversificar sus portafolios de inversión, de hecho el argumento de la diversificación está implícito en la teoría del mercado de

¹⁵¹ Shanken, J. 1982. *Op. cit.*, pp. 1129-1140.

¹⁵² Roll, R. 1977. *Op. cit.*, pp. 129-176.

¹⁵³ *Ibidem.*

¹⁵⁴ Shanken, J. 1985. "Multi-Beta CAPM or Equilibrium-APT?: A Reply," *Journal of Finance*, Vol. XL, No. 4, Septiembre, pp. 1189-1196.

¹⁵⁵ Dybvig, P. H. and Ross, S. A. 1985. *Op. cit.*, pp. 1173-1188.

¹⁵⁶ Roll, R. 1977. *Op. cit.*, pp. 129-176.

¹⁵⁷ Shanken, J. 1982. "The Arbitrage Pricing Theory: Is it Testable?," *Journal of Finance*, Vol. XXXVII, No. 5, Diciembre, pp. 1129-1140.

¹⁵⁸ Chen, Nai-Fu, Roll, R. and Ross, S. A. 1986. "Economic Forces and the Stock Market," *Journal of Business*, Vol. 59, No. 3, Julio, pp. 383-403.

capital; lo que conlleva a que la moderna teoría financiera se enfoque a estudiar el riesgo sistemático y las diversas fuentes que lo originan, ejemplo de lo anterior, es el desarrollo de la teoría del APT.

El problema que se encuentra aquí es que la teoría no ha podido identificar cuáles son las variables que influyen directamente en el rendimiento de los valores; es decir, las variables que conforman el riesgo sistemático. El trabajo de Chen, Roll y Ross, se enfoca en este problema.

Chen, Roll y Ross, proponen un conjunto de factores, para analizar, que a su juicio influye en el precio de los activos. Estos factores son:

- *La producción industrial.* Se considera que los precios de las acciones involucran la valuación de flujos de efectivo futuros, los cambios en los precios de los activos probablemente refleja cambios en la producción industrial esperada.
- *Inflación no esperada.* Es un factor que influye directamente en la tasa de rendimiento real de los activos.
- *Premio por riesgo.* Este factor mide los cambios no esperados entre el rendimiento de los bonos corporativos y los bonos gubernamentales.¹⁵⁹
- *Tasa de interés.* Cambios entre la tasa de rendimiento de los bonos gubernamentales a largo plazo y la tasa de rendimiento libre de riesgo a corto plazo.
- *Índice de mercado.* Los cambios en esta variable consideran la información que captura el mercado, pero que no se encuentra explicada por las otras variables económicas.
- *Consumo.* Se estudian los cambios en el consumo real que va medir los cambios en la utilidad o riqueza obtenida.
- *Precios del petróleo.* Chen, Roll y Ross estiman que los precios del petróleo pueden ser incluidos dentro de la lista de factores sistemáticos que influyen en el rendimiento y precio de los activos.

Chen, Roll y Ross arman una serie de modelos relacionando las variables económicas y el rendimiento de los activos; asimismo, aplican una serie de pruebas estadísticas para determinar el nivel de significancia en la explicación del riesgo sistemático de las variables estudiadas.

Concluyen que los cambios en la producción industrial, los cambios en la inflación no esperada, los cambios en la tasa de interés y el índice del mercado, resultan tener un alto grado de significancia como generadoras del riesgo sistemático al que se enfrentan los activos.

Por otro lado, los cambios en el consumo y los precios del petróleo no tuvieron, de acuerdo a sus pruebas, un nivel de significancia importante como variables generadoras del riesgo sistemático.

Lehmann publica, en el año de 1988, un estudio en donde buscar validar con evidencia empírica la teoría del APT.¹⁶⁰ Para realizar su prueba, Lehmann, sigue el desarrollo empírico de Roll y Ross,¹⁶¹ usa rendimientos diarios de activos del período de 1963 a 1982, dividiendo el período total en 4 grupos, 1963-1967, 1968-1972, 1973-1977 y 1978-1982, el número de activos considerados dentro

¹⁵⁹ Las emisiones gubernamentales se consideran de bajo riesgo, precisamente por estar avaladas por el gobierno, en comparación con las emisiones realizadas por las empresas privadas, las cuales son merecedoras de un nivel de riesgo más alto.

¹⁶⁰ Lehmann, B. N. 1988. "The Empirical Foundations of The Arbitrage Pricing Theory," *Journal of Financial Economics*, 21, Enero, pp. 213-254.

¹⁶¹ Roll, R. and Ross S. A. 1980. *Op. cit.*, pp. 1073-1103.

de cada grupo es de 1,001, 1,359, 1,346 y 1,281, respectivamente; los datos provienen del New York Exchange (NYSE) y del American Stock Exchange (AMEX) y la aproximación utilizada como cartera del mercado contiene activos de ambas fuentes.

La estrategia utilizada para poder comprobar el modelo APT, involucra examinar la habilidad de la teoría para explicar las anomalías empíricas que proporcionan la base para rechazar la eficiencia, de acuerdo al criterio *media-varianza*, de la usual aproximación del portafolios del mercado; citando como tales anomalías a: el tamaño de la empresa, rendimiento de dividendos y la varianza de los rendimientos. Lehmann utiliza el APT con 5, 10 y 15 factores de riesgo; conformando portafolios sobre la base de cada una de las anomalías citadas.

Su estudio muestra que en el caso del rendimiento de los dividendos, el modelo APT provee una adecuada explicación de la relación entre el riesgo y el rendimiento de los dividendos; así también para el caso de la varianza del portafolios del mercado, en donde el riesgo ajustado por la aproximación del portafolios del mercado, en el caso del CAPM, presenta fallas. Por otro lado, la prueba basada en el tamaño de la empresa presenta resultados en contra del modelo APT.

Lehmann interpreta en su análisis que los resultados no favorables al APT, en el caso del tamaño de la firma, se pueden centrar en el tamaño de la muestra, así también considera que el ciclo económico en el que se desenvuelven las empresas puede ser otra causa del resultado no favorable, esto es, las empresas pueden presentar un riesgo mucho mayor en una parte del ciclo económico, lo cual tendría que considerarse al realizar la estimación de los factores. El tamaño de la firma implica errores en los factores.

Lehmann concluye que las pruebas realizadas al modelo APT indican que el modelo refleja adecuadamente el rendimiento de los activos con un pequeño error.

En el año de 1994, Roll y Ross junto con Burmeister, presentan un estudio en donde realizan una breve descripción de los fundamentos teóricos del modelo APT.¹⁶² Asimismo, hacen mención de cuáles son los factores económicos que se tienen que considerar como elementos explicativos y generadores del rendimiento esperado de los activos, en el entorno del mercado de los Estados Unidos.

Ellos empiezan el estudio señalando la importancia que tiene para los inversores el medir adecuadamente el riesgo de un portafolios o de un activo en particular y señalan brevemente las ventajas del APT, como modelo para expresar la relación *riesgo-rendimiento*, respecto del CAPM.

Posteriormente realizan una descripción teórica de la expresión matemática del modelo APT y los supuestos que lo fundamentan.

Al comparar CAPM y APT, señalan que en el CAPM la medida del riesgo sistemático está dada por la beta; para el modelo APT se realiza un proceso más general al considerar que el riesgo sistemático tiene como fuente no a un único factor sino a varios y los listan:

- o *Confianza del inversionista*. El riesgo está dado por los cambios no esperados en las inversiones y es la diferencia entre la tasa de rendimiento de los bonos corporativos y la tasa de rendimiento de los bonos gubernamentales, ambos con vencimiento a 20 años.

¹⁶² Roll, R., Ross, S. A. and Burmeister, E. 1994. "Using Macroeconomic Factors to Control Portfolio Risk," estudio basado en una versión de "A Practitioner's Guide to Arbitrage Pricing Theory," como contribución a *A Practitioner's Guide to Factor Models for the Research Foundation of the Institute of Chartered Financial Analysts*, Revisado en Marzo de 1997.

- *Tasas de interés.* Se refiere a cambios no esperados en un horizonte de tiempo de la tasa libre de riesgo; es decir, la diferencia entre la tasa de rendimiento de los bonos gubernamentales a 20 años y el rendimiento de los Treasury Bills a 30 días.¹⁶³
- *Inflación.* Esta parte del riesgo está asociada con la sorpresa que pudiera darse entre la inflación real a fin de mes y la inflación que se esperaba a principios del mes. La inflación es una variable económica que influye directamente en otras variables como pudieran ser las tasas de interés.
- *Actividad industrial.* El riesgo aquí se considera como los cambios no esperados en la actividad industrial. Se considera el nivel de actividad industrial al final del mes contra el nivel de actividad industrial que se esperaba al principio del mes.
- *Un índice del mercado.* Roll, Ross y Burmeister, en su estudio utilizan como Índice del mercado al S&P 500; y explican que el riesgo dado por el índice del mercado consiste en la parte del rendimiento total del mercado que no es explicado por los cuatro factores de riesgo macroeconómico ya listados.

Roll, Ross y Burmeister, ejemplifican el uso del modelo APT, utilizando el BIRR;¹⁶⁴ manejando datos mensuales, 72 observaciones, desde abril de 1986 hasta finales de marzo de 1992. Manejan a los Treasury Bills como el instrumento que proporciona una buena aproximación a la tasa de interés totalmente libre de riesgo.

Ellos determinan por medio del software el precio del riesgo asociado con cada uno de los factores y muestran lo correspondiente para el índice S&P 500, véase la *tabla 2.4.1*.

Tabla 2.4.1. Precio del riesgo asociado a cada factor para el Índice S&P 500.

Factor de Riesgo	Exposición al Riesgo	Precio del Riesgo (% anual)	Contribución del Factor Riesgo al Rendimiento Esperado (% anual)
Confianza del inversionista	0.27	2.59	0.70
Tasas de interés	0.56	-0.66	-0.37
Inflación	-0.37	-4.32	1.60
Actividad industrial	1.71	1.49	2.55
Índice del mercado	1.00	3.61	3.61
Suma			8.09

De estas cifras se determina que si la tasa libre de riesgo es del 5% anual el rendimiento esperado para el índice S&P 500 es del 13.09% anual.

¹⁶³ "El instrumento más comercializado en el Mercado de dinero de Estados Unidos, con un volumen diario de aproximadamente 10 000 millones USD es el U.S. Treasury Bill o T-Bill, instrumento de deuda del gobierno norteamericano con vencimiento a un año o menos. Los T-Bill no son evaluados por las agencias calificadoras, ya que se consideran exentos de riesgo crediticio, o libre de riesgo para cualquier propósito práctico, lo cual es posible por el respaldo de buena fe del gobierno norteamericano y su capacidad de imponer y cobrar impuestos." Véase: Mansell Carstens, C. 1992. *Las Nuevas Finanzas en México*, Milenio, México, p. 155.

¹⁶⁴ El BIRR es un paquete de computo, desarrollado por Burmeister, Roll, Ross e Ibbotson, cuyo nombre se desprende de las siglas de los apellidos de sus creadores.

Calculan la exposición al riesgo para la firma Reebok International Ltd., y lo comparan contra el S&P 500; véase la *tabla 2.4.2*.

Tabla 2.4.2. Comparación de la Exposición al riesgo de Reebok International Ltd. y el Índice S&P 500.

Factor de Riesgo	Exposición al Riesgo Reebok	Exposición al Riesgo S&P 500
Confianza del inversionista	0.73	0.27
Tasas de interés	0.77	0.56
Inflación	-0.48	-0.37
Actividad industrial	4.59	1.71
Índice del mercado	1.50	1.00

Y de aquí que el rendimiento esperado para Reebok sea de 15.71% anual contra el 8.09% esperado para el índice S&P 500.

Concluyen aquí diciendo que existen indicios empíricos para mostrar que el rendimiento del mercado S&P 500 no es eficiente de acuerdo al criterio *media-varianza*, lo cual implica que utilizar el CAPM con índices de mercado como aproximación del mercado total puede resultar no ser válido. Asimismo, concluyen que el utilizar un modelo multifactor tiene más poder explicativo que el CAPM.

En el año de 1995 Bailey y Chung¹⁶⁵ publican una investigación en donde analizan el impacto de las fluctuaciones de la tasa de cambio y el riesgo político, en el rendimiento de las acciones del mercado de México.

Bailey y Chung consideran a los dos factores, fluctuaciones de la tasa de cambio y el riesgo político, como parte trascendental en la administración financiera internacional; los efectos que ocasionan no desaparecen aún teniendo una adecuada diversificación de los portafolios de inversión.

Las compañías que realizan operaciones de exportaciones o importaciones pueden verse afectadas en forma favorable o desfavorable por la apreciación o depreciación del valor real de la moneda doméstica. Los precios de las acciones pueden reflejar de forma anticipada el riesgo por las fluctuaciones de la tasa de cambio. Las empresas que no realizan transacciones en el ámbito internacional también pueden reflejar algún impacto por los cambios en la tasa de cambio, en función de competidores extranjeros, costo de insumos, demanda agregada, u otros factores que afecten los flujos de efectivo y el rendimiento esperado.

El riesgo político tiene un impacto similar en el precio de las acciones; aquellas empresas que tengan un nivel significativo de financiamiento externo, proveedores o clientes extranjeros, o algún otro tipo de transacción en el ámbito internacional, se encuentran expuestas a cambios adversos en el control monetario, barreras en los flujos de capital, y otras leyes o regulaciones. La nacionalización de las empresas es otro riesgo que se tiene que correr, Bailey y Chung citan como ejemplo, la nacionalización de la banca que México realizó en el mes de septiembre de 1982.

Bailey y Chung pretenden en su investigación, explorar el impacto que tiene la exposición a las fluctuaciones de la tasa de cambio y el riesgo político, en los precios de las acciones. Utilizan un

¹⁶⁵ Bailey, W. and Chung, Y. P. 1995. "Exchange Rate Fluctuations, Political Risk, and Stock Returns: Some Evidence from an Emerging Market," *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 30, No. 4, Diciembre, pp. 541-561.

modelo multifactorial considerando los cambios en las variables ya mencionadas, realizando un análisis de sección cruzada del rendimiento de activos individuales y del portafolios industrial.

Bailey y Chung realizan este análisis en México, ya que lo consideran un país en donde las fluctuaciones de la tasa de cambio y la incertidumbre política es acentuada.

El periodo que contiene la muestra de datos es del mes de enero de 1986 al mes de junio de 1994, teniendo como fuente de los precios de las acciones a la Casa de Bolsa Interacciones, S.A. de C.V., y de las variables económicas al Banco de México.

En el caso de las acciones utilizan precios de cierre diarios; para representar la tendencia de la economía en general, fluctuaciones de la moneda y riesgo político, ocupan cuatro factores:

1. El cambio porcentual mensual en el tipo de cambio oficial de pesos por dólares de los Estados Unidos;
2. El cambio porcentual mensual en la tasa del premio en el mercado libre por dólares, en donde el premio en el mercado libre es igual a la diferencia entre la tasa libre y la tasa oficial de cambio dividido entre la tasa de cambio oficial; la tasa oficial concierne a exportaciones, importaciones y servicio de deuda, la tasa libre aplica a recursos generados por el turismo, viajes al extranjero de mexicanos y otras importaciones
3. El cambio en el rendimiento mensual de los bonos en dólares expedidos por el gobierno mexicano y los Treasury Notes¹⁶⁶ del gobierno de los Estados Unidos, y;
4. El cambio en el Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores en demasia contra la tasa de rendimiento de los CETES.¹⁶⁷

Bailey y Chung concluyen su investigación afirmando que existe evidencia significativa de que las fluctuaciones de la tasa de cambio y el riesgo político, son factores que influyen en el rendimiento y precio de las acciones de las empresas que cotizan en el mercado de México. Ellos hacen notar que al realizar el estudio en un mercado emergente, se tienen limitaciones en la muestra de datos.

Bailey y Chung hacen notar la dirección que pueden seguir las investigaciones futuras, resaltando que se puede aportar mucho realizando estudios en países que tengan una larga historia de precios similar a la de los Estados Unidos. Así también, el seguir realizando investigaciones en países que tienen un historial de turbulencia inflacionaria y riesgo político provee mucho interés.

Es importante aclarar que el estudio de Bailey y Chung no es una aplicación directa del modelo APT; sin embargo, ellos realizan un análisis multivariado, idea que no está alejada de la teoría que sustenta al APT, y asimismo, muestran evidencia de la existencia de factores que influyen en la fijación del precio de las acciones en el mercado mexicano, lo cual lleva a pensar que pudieran existir algunos otros factores, no solamente los estudiados por Bailey y Chung, que resulten ser base explicativa del rendimiento de las acciones en el mercado nacional.

Citando, por último, el trabajo de Groenewold y Fraser¹⁶⁸ el cual fue publicado en el año de 1997, en

¹⁶⁶ Los Treasury Notes o T-Notes son instrumentos emitidos por el gobierno de los Estados Unidos, a mediano plazo, de 1 a 10 años. Véase: Mansell Carstens, C. 1992. *Op. cit.*, pp. 174-175.

¹⁶⁷ Bailey y Chung consideran en su investigación, que la tasa de interés libre de riesgo del mercado mexicano, es la que ofrecen los Certificados de la Tesorería de la Federación (CETES).

¹⁶⁸ Groenewold, N. and Fraser, P. 1997. "Share Prices and Macroeconomic Factors," *Journal of Business Finance and Accounting*, Vol. 24, No. 8-9, Octubre-Diciembre, pp. 1367-1384.

donde muestran pruebas realizadas al modelo APT en el mercado australiano, para el período de 1980 a 1994, y en donde exponen que la tasa de inflación fue un factor consistente en el precio de los activos y que la importancia de otros factores depende del período de donde se extraiga la muestra.

Ellos consideran que el modelo APT de Ross es una mejor alternativa respecto del muy difamado CAPM, que se ha discutido que se encuentra cimentado en supuestos que no son realistas y con defectos en su comprobación empírica.

El modelo APT, para Groenewold y Fraser, tiene la ventaja de que se basa en un simple argumento de arbitraje para estimar el rendimiento de los activos, considerando múltiples factores de riesgo. El APT teóricamente es un modelo que eclipsa al CAPM.

La razón principal para que el APT pueda reemplazar al CAPM, es que el APT no identifica que factores son relevantes para explicar el rendimiento. Esta la razón de la intensidad del trabajo empírico, búsqueda y selección de factores de riesgo.

Groenewold y Fraser consideran que la aportación de su estudio se centra en aplicar el modelo APT a un nuevo conjunto de datos (el mercado australiano) y se obtiene evidencia para la identificación de los factores, se realiza una comparación entre factores macro y factores artificiales; así también, comparan el APT y el CAPM.

Su muestra de datos consiste de observaciones mensuales del Australian Stock Exchange para el período de diciembre de 1979 a abril de 1994, omitiendo dividendos; asimismo, utilizan la clasificación sectorial que maneja el Australian Stock Exchange. Calculan la tasa de rendimiento de cada sector sobre la base de la variación del índice sectorial.

Al utilizar el modelo APT con factores artificiales, determinan la sensibilidad de los factores por medio del análisis factorial. Al usar el APT con factores macro, estos fueron escogidos arbitrariamente sobre la base de su interacción con el mercado, considerando que cambios en estas variables acarrearán cambios en las inversiones.

Los factores que Groenewold y Fraser identifican son:

- ✓ La tasa de interés a corto plazo;
- ✓ La tasa de inflación; y,
- ✓ La tasa de crecimiento del circulante.

Al ir identificando variables, Groenewold y Fraser, consideran al CAPM como un caso particular del APT en el sentido de que hay variables diferentes a la cartera del mercado que proveen información del rendimiento de los activos, las cuales no son consideradas por el CAPM, concluyen que ésta es una ventaja del modelo APT.

De los estudios citados se puede extraer la idea principal que sustenta empíricamente la teoría del APT, así también, es importante resaltar la existencia de diversos factores macroeconómicos, ya citados por los investigadores, tanto en el entorno de los grandes mercados como en el entorno del mercado mexicano.

Capítulo III

3. Metodología e Hipótesis

Antes de realizar el planteamiento formal del problema, la hipótesis y objetivo de la investigación, es importante hacer la observación de que el presente estudio es de índole empírica, ya que no se pretende realizar una comprobación de los fundamentos teóricos del modelo APT; por el contrario, se parte de que el modelo es teóricamente válido y sobre esa base se pretende aplicarlo al mercado nacional, como posible opción para la explicación y administración del riesgo sistemático y por lo tanto del rendimiento de las acciones.

Bajo el enfoque anterior, se toma al modelo APT como un método alternativo para el análisis y valuación de acciones; pero sin quitarle su valor a cada uno de los diferentes métodos existentes, cada uno tiene su contribución al desarrollo de la teoría financiera; el método a emplear, la calidad de los resultados que se obtengan y la elección de las fuentes de información a utilizar va a ser responsabilidad absoluta del analista.

3.1 Planteamiento del Problema y Objetivo

Uno de los principales problemas a que se enfrentan los inversionistas en el mercado nacional, si se revisa la historia reciente, es el alto riesgo que representa la posibilidad de que el país tenga que afrontar alguna crisis económica, como las que se han vivido en los últimos sexenios, lo cual ha llevado a los participantes del mercado, empresarios e inversionistas, en muchos de los casos, a tener que ver mermado su patrimonio.

Cabe aclarar también que la presente investigación no abarca a todo el mercado, se va a considerar la parte correspondiente al mercado de capitales en su modalidad de inversión en acciones corporativas.

Por ende, se realiza el planteamiento del siguiente problema a darle respuesta:

- ¿Existirá evidencia significativa para poder afirmar que el modelo APT es aplicable en el mercado mexicano en la valuación de portafolios de inversión accionarios?

La búsqueda de la solución al problema planteado va a permitir, a lo largo del desarrollo del análisis, dar respuesta a las siguientes interrogantes:

1. ¿Las variables macroeconómicas que se proponen, serán una base adecuada para conformar factores de riesgo sistemático de las acciones?
2. De las variables macroeconómicas propuestas ¿cuáles serían las más significativas en la explicación del riesgo sistemático de las acciones?

3. ¿Es factible explicar el rendimiento y el riesgo de un portafolios de inversión accionario, en el mercado mexicano, utilizando el modelo APT?
4. Al utilizar el APT ¿es factible administrar un portafolios de inversión accionario?
5. ¿Las variables macroeconómicas propuestas serán una base adecuada para conformar factores de riesgo sistemático de un portafolios de inversión accionario?

Sobre la base anterior, se desprende el objetivo general:

- Comprobar la existencia de evidencia significativa que permita afirmar que el modelo APT es aplicable en el mercado mexicano para la valuación de portafolios de inversión accionarios.

El poder lograr el objetivo planteado implica que se puedan realizar una serie de objetivos a lo largo del desarrollo del análisis; por lo cual, se plantean los siguientes objetivos secundarios:

- Comprobar que existe alta significación de las variables macroeconómicas propuestas, para la estimación del riesgo sistemático y la explicación del rendimiento de las acciones en el mercado nacional.
- De las variables propuestas, dar indicios, de cuáles son las que tienen mayor influencia en la explicación del riesgo sistemático a que enfrentan los inversionistas su patrimonio en el mercado de México.
- Conformar factores de riesgo sistemático con las variables macroeconómicas propuestas.
- Demostrar que sobre los fundamentos del modelo APT, resulta factible conformar y administrar un portafolios de inversión accionario en el mercado mexicano.
- Detectar posibles problemas de aplicación de orden empírico, respecto de las fuentes de información y aplicación de la teoría.

Para realizar lo descrito el procedimiento general será:

- a) Recabar una muestra de variables macroeconómicas que se presume sean importantes para explicar el riesgo sistemático del mercado nacional.
- b) Obtener una muestra de acciones que coticen en bolsa, que resulten ser una opción de inversión atractiva para el inversionista.
- c) Por medio de herramientas de análisis multivariado conformar factores de riesgo que puedan servir como base explicativa del riesgo sistemático.
- d) Sobre la base del análisis multivariado, de las variables macroeconómicas propuestas, identificar cuáles son las más significativas en el rendimiento y riesgo del mercado accionario.
- e) Probar que existe significación estadística para afirmar que el APT permite explicar el riesgo sistemático de una acción y por ende su rendimiento —portafolios de un solo activo—.
- f) Conformar un portafolios de inversión accionario valuado bajo el enfoque del APT.
- g) Verificar que el portafolios de inversión accionario conformado se puede administrar adecuadamente bajo el enfoque del APT.

3.2 Hipótesis y Proposiciones

Se desea aceptar la siguiente hipótesis principal:

H_0 : "Existe evidencia significativa que permite afirmar que el modelo APT es aplicable en el mercado mexicano en la valuación de portafolios de inversión accionarios."

Y en consecuencia se tiene entonces la hipótesis alternativa:

H_1 : "No existe evidencia significativa que permite afirmar que el modelo APT es aplicable en el mercado mexicano en la valuación de portafolios de inversión accionarios."

Si el análisis permite confirmar la hipótesis planteada se podrá entonces comprobar si la siguiente proposición es verdadera:

- "Un portafolios de inversión accionario se puede administrar utilizando el modelo APT, en el mercado mexicano."

3.3 Metodología

El planteamiento que se está realizando como tema de estudio encierra un problema que se sitúa dentro del ámbito de las ciencias sociales —ciencias empíricas—, refleja un problema real; pero que puede a su vez ser estudiado, analizado y explicado por medio de diversas técnicas y métodos analíticos.

Una forma de definir la verdad científica es la utilización de la lógica para establecer una relación entre la realidad observada y una regla que generalmente se puede representar en forma matemática.

La ciencia se puede considerar un instrumento esquematizador de la realidad. Es un instrumento que permite prever la realidad más allá de la experiencia humana inmediata. Se logra tal simplificación por medio de la búsqueda de pautas, reglas o leyes que expresan un comportamiento generalizado de lo observado.

Lo que constituye la explicación científica es la relación entre tales leyes y la realidad empírica. Por esta razón, una ley científica se considera una explicación satisfactoria (o "verdad" en sentido amplio de la palabra) sólo cuando implica lógicamente ciertos hechos observables que se pueden comprobar. Por consiguiente, su generalización consiste en su capacidad para prever tales hechos.

Uno de los principios fundamentales en el avance de la ciencia es el de prueba y falsificabilidad. Cualquier afirmación se deberá comprobar, y el experimento que se diseñe para lograr esta prueba siempre deberá dejar abierta la posibilidad de demostrar que es inválida la afirmación en cuestión. En las ciencias empíricas, tanto como en las matemáticas, la lógica es un instrumento fundamental

para diseñar tales pruebas, pero en forma rígida se admite que sólo las matemáticas son capaces de dar pruebas en el sentido estricto de la palabra. En cuanto a las ciencias sociales; sólo se puede llegar a niveles muy altos de plausibilidad; es decir, a afirmar que los hechos se comportan como si una determinada ley fuera verdad. Por consiguiente, se acepta esa ley como verdad provisional hasta que se presente algún contraejemplo que sugiera otra explicación y otra prueba.

En el problema en estudio, se analizan algunos modelos matemáticos que son utilizados para representar una situación real, y que van a ayudar a probar la hipótesis nula planteada. Se da énfasis en estos modelos porque pretenden ser una representación de la realidad del problema. Nos permiten estudiar el comportamiento y las dificultades que tiene que enfrentar una persona cuando decide invertir recursos en determinados activos. Con el uso de dichos modelos el inversionista puede medir y administrar el riesgo al que va a enfrentar sus recursos; se pueden realizar pruebas experimentales del posible comportamiento de los activos dentro del ámbito económico, político y social en que se encuentran inmersos, que es la situación real a la que se tiene que enfrentar el inversionista. Así, se pretende verificar si la teoría del APT funciona en nuestro mercado; entiéndase que una teoría funciona si explica, sistematiza y predice adecuadamente el fenómeno al que se refiere.¹⁶⁹ Cabe hacer la aclaración que si resultase que la teoría no funciona adecuadamente, no es porque sea una teoría errónea sino que el resultado indicaría que la teoría es inoperante en nuestro contexto.¹⁷⁰

El estudio que se está planteando será una investigación descriptiva, correlacional y explicativa; estos, descriptiva, porque se han citado algunos estudios que dan indicios empíricos de la validez del modelo APT y han detectado algunas variables significativas, así también, se están considerando algunas variables diferentes a las mencionadas en dichos estudios. Correlacional porque el aplicar y estudiar el APT implica la existencia de varias relaciones entre variables. Y explicativa porque, como ya se mencionó, existe evidencia empírica de la validez del APT en otros mercados y, por lo tanto, se pretende aplicar el APT en nuestro entorno.¹⁷¹

Para poder verificar la hipótesis nula del problema se tiene que realizar un análisis que muestre el papel que juega el comportamiento de los diversos agentes sociales y económicos inmersos en el problema, la relación que guardan entre ellos y su influencia en la toma de decisiones; lo cual se logrará a través de analizar las diversas variables que dichos agentes emiten.

Por otro lado, el tema en estudio encierra también la utilización de diversos modelos teóricos para el estudio de las diversas variables; se implica el uso del análisis estadístico-matemático para la explicación y determinación del comportamiento de las variables que son emitidas por los agentes económicos que forman parte del problema, y los resultados que se obtengan del análisis servirán como base para la aceptación o rechazo de la hipótesis.

Se ha presentado una descripción de la teoría del modelo APT, esto es, se explicaron los supuestos en los que se sustenta el modelo y se ha desarrollado el mismo, siguiendo siempre los lineamientos

¹⁶⁹ Hernández S., R., Fernández C., C. y Baptista L., P. 1998. *Metodología de la Investigación*, Segunda Edición, McGraw-Hill, México, pp. 40-41.

¹⁷⁰ *Ibid*, p. 41.

¹⁷¹ Existen diferentes tipos de investigaciones: *exploratorias*, cuando el tema en estudio ha sido poco estudiado o no ha sido abordado antes; *descriptivas*, cuando se busca especificar las propiedades importantes de un fenómeno sometido a análisis; *correlacionales*, cuando se busca medir el grado de relación que exista entre varias variables; y *explicativas*, cuando se busca responder a las causas de los eventos físicos o sociales. *Consúltese*: Hernández S., R., Fernández C., C. y Baptista L., P. 1998. *Op. cit.*, pp. 58-71.

establecidos por su autor, Stephen A. Ross.

Se realizará un muestreo de las variables económicas, sociales e industriales propuestas a considerar en el estudio; para lo cual se consultarán fuentes de información fidedigna como es la BMV, el Banco de México, el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) y la SHCP.¹⁷²

En el caso de las acciones que se van a considerar como parte del portafolios de inversión a conformar, se tomará como criterio base el comportamiento del índice de bursatilidad,¹⁷³ el cual lo determina y publica la BMV, para en primera instancia ir desechando malas opciones de inversión, se tomará una muestra del comportamiento del índice de bursatilidad durante los últimos dos años; es decir, de enero de 1999 hasta diciembre de 2000.

Las acciones que se van a tomar como prospectos para el portafolios de inversión serán acciones de empresas que, desde luego coticen en bolsa, de todos los sectores económicos.¹⁷⁴ Esto es, acciones de empresas de la industria manufacturera, de transporte y comunicaciones, del sector financiero, etc. Al mantener acciones de todos los sectores se está influyendo en que el portafolios de inversión tenga instrumentos que no sean sensibles, de manera uniforme, a los acontecimientos que afectan a un sector económico en lo particular y; por lo tanto, a diversificar.

Las acciones de empresas que pertenecen a un mismo sector tienden a moverse juntas en su mayoría; es decir, existen ciclos económicos que afectan el comportamiento del precio de las acciones, en condiciones de auge los precios tenderán a subir, unos más que otros y algunos de forma más rápida, y el caso contrario será en condiciones de crisis, los precios de las acciones tenderán a bajar, unos más que otros y algunos más rápido, este efecto se llama también movimiento de marea.¹⁷⁵

Al conformar la base de datos de las acciones, puede ser posible encontrar algunas que hayan pasado de un nivel de baja bursatilidad a un nivel medio y de ahí al nivel de bursatilidad alta; así también, si una acción, de acuerdo a su comportamiento, ha tenido bursatilidad media y alta a lo largo del tiempo, y se ha mantenido, intercalándose, en estos dos conjuntos, se va a considerar también como un aceptable prospecto de inversión y no se va a desechar. Las acciones que cumplan con lo anterior sí podrán considerarse como prospectos para conformar la cartera de

¹⁷² En el capítulo I se realizó una breve descripción de las funciones de la BMV, el Banco de México y la SHCP. Por otra parte, hay que recordar que el INEGI es un organismo dependiente del gobierno federal y su principal función es ofrecer el servicio público de la información en las materias de: Estadística (censos de población y censos económicos, elabora las cuentas nacionales, obtiene estadísticas nacionales y estatales), Geografía (elabora la cartografía del territorio nacional) e Informática (establece normas y políticas técnicas para las dependencias públicas, promueve mejoras, normas adquisiciones, etc.)

¹⁷³ La bursatilidad indica el grado de negociación que tiene una acción alta, media, baja y mínima; si una acción tiene una alta bursatilidad entonces será una acción que puede ser vendida o comprada en cualquier momento (ofrece liquidez); al contrario una acción con una bursatilidad mínima que será difícil de negociar y le acarreará problemas de liquidez al tenedor de la acción. Así también la bursatilidad puede definirse como "Característica de un título-valor, que significa la posibilidad de encontrar compradores o vendedores del mismo con relativa facilidad." Véase: Cortina O., Gonzalo. 1992. *Op. cit.*, p. 32.

¹⁷⁴ Al considerar el comportamiento del índice de bursatilidad para determinar las acciones que se estudiarán, se contempla a todas aquellas empresas que cotizan en bolsa y que aparecen en el reporte del índice de bursatilidad sin importar a que sector industrial pertenecen. Si en las acciones seleccionadas, ocurriera que no aparecieran acciones de empresas de algún sector económico determinado, esto se debería a que dichas acciones no son atractivas desde el punto de vista de la bursatilidad.

¹⁷⁵ Kolb, Robert W., 1993. *Op. cit.*, pp. 325-328.

inversión; esto es así porque, como opciones de inversión, se han vuelto cada vez más atractivas, o se han mantenido sus perspectivas tanto de desarrollo como de rendimiento bajo el criterio de la bursatilidad.

Ahora bien, si la acción ha ido de una bursatilidad alta a una bursatilidad media y de ahí a una bursatilidad baja, las acciones con este tipo de comportamiento serán desechadas como posibles prospectos de inversión. No resulta atractivo considerar una acción que tiene un índice de bursatilidad que se ha ido deteriorando a lo largo del tiempo.

Asimismo, se buscará consistencia en el tiempo por parte de la acción con respecto de la bursatilidad; es decir, se buscará que la acción presente el índice de bursatilidad en el 95% de las observaciones que contempla el período en estudio.

De las acciones que se seleccionen del modo antes descrito, se realizará un muestreo de los precios de cierre al final del mes, el período que se considerará es de enero de 1992 a diciembre de 2000. Se pretende disponer de una muestra de 108 observaciones por acción. En la BMV, a través de su Centro de Información, se puede disponer de dichos precios.

Para las variables macroeconómicas el intervalo de tiempo es de enero de 1986 a septiembre de 2000, el muestreo se hará de documentos emitidos por los organismos gubernamentales, INEGI, Banco de México y la SHCP.

De acuerdo al período de tiempo, para estas series, si se obtienen de reportes mensuales, se tendrá un número de 177 observaciones; si se reportan trimestralmente serán 59 observaciones.¹⁷⁶

Las variables macro propuestas cuyo comportamiento se espera influya en el rendimiento de las acciones se listan a continuación:¹⁷⁷

- 1) Tasa de interés, se emplea el rendimiento de los CETES a 28 días.¹⁷⁸
- 2) Costo Porcentual Promedio (CPP).
- 3) Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC).
- 4) La Producción medida por:
 - a) Producto Interno Bruto (PIB).
 - b) Índice de Volumen Físico de la Producción Industrial.
- 5) Precio del Petróleo.
- 6) Tipo de Cambio (Peso por Dólar de los Estados Unidos de América).
- 7) Base Monetaria o Circulante.
- 8) Deuda Pública.
- 9) Balanza de Pagos.

¹⁷⁶ Se considera, para el caso de la variables macroeconómicas, una base de datos más amplia en comparación de la que se va a conformar para las acciones, porque, como es bien sabido, en los años 80s se vivieron turbulencias económicas; y las variables no reflejan de forma inmediata las medidas o mejoras que se van realizando en materia económica, por dicha razón, la base es más amplia.

¹⁷⁷ Una definición más amplia de cada una de las variables macro a incluir como parte de la investigación se encuentra en el inciso 3.4 siguiente de este capítulo.

¹⁷⁸ Los CETES a 28 días serán considerados como el instrumento libre de riesgo.

- a) Saldo de Cuenta Corriente.
 - b) Saldo de Cuenta de Capital.
 - c) Reservas Internacionales.
- 10) Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores (IPC).
- 11) Tasa de Desempleo.

Un problema que se presenta en este punto del trabajo es que algunas de las variables macroeconómicas, son presentadas en intervalos de tiempo no comparables con el período mensual que se está considerando para las acciones; es decir, se tendrán datos ausentes. Para poder resolver este conflicto, se recurrirá a realizar un proceso de ajuste en las variables macro, que son las que se tienen en periodos más amplios.¹⁷⁹

Para cubrir los datos ausentes se va a suponer que la variable tiene un crecimiento constante en el intervalo de tiempo que se encuentra entre una y otra observación, de esta forma, se obtendrá una observación estimada de la variable; la tasa de crecimiento que se aplicará será diferente de un intervalo a otro.¹⁸⁰ Expresado en forma matemática:

$$r = \ln\left(\frac{x_T}{x_{T-1}}\right) \quad y \quad x_t = x_T e^{\frac{r}{n}} \quad (3.3.1)$$

donde:

r = Tasa de crecimiento en el período de $T-1$ a T .

x_{T-1} y x_T : Son las observaciones de la serie de tiempo muestreada en un período mayor al mensual.

n = Periodicidad de la serie de tiempo muestreada; por ejemplo, si la serie se encuentra reportada trimestralmente entonces $n=3$.

x_t = Dato ausente; es decir, x_t está entre los datos x_{T-1} y x_T en la serie de tiempo muestreada con periodicidad mayor a la mensual.

En el caso de que no pudiera calcularse la tasa de crecimiento continuo porque existieran cantidades negativas, se aplicará la fórmula:

$$r = \frac{x_T - x_{T-1}}{x_{T-1}} \quad y \quad x_t = x_T (1+r)^{\frac{t-T}{n}} \quad (3.3.2)$$

en donde r , x_T , x_t y n se definen como en 3.3.1.

Es de esperar que al realizar el análisis bajo las dos consideraciones anteriores no se tengan

¹⁷⁹ Existen diversos métodos de imputación de datos ausentes, entre otros, la supresión de variables, la sustitución por la media o la imputación por regresión simple o múltiple. Véase: Hair, J. F., Jr., Anderson, R. E., Tatham, R. L. y Black, W. C. 1999. *Análisis Multivariante*, Quinta edición, Prentice Hall, Madrid, España. pp. 39-56.

¹⁸⁰ Si la serie está expresada en dólares se convierte a pesos al tipo de cambio correspondiente. Al calcular una tasa de crecimiento en un intervalo de tiempo dado, cuando la serie se encuentre en pesos corrientes, primero se expresará la serie en pesos constantes de diciembre de 2000 para no obtener desviaciones debido al efecto inflacionario.

diferencias significativas en los resultados obtenidos. Una solución al problema de los datos ausentes de estas variables hubiera sido omitirlas pero como es bien sabido, resultan ser variables fundamentales para el estudio del comportamiento de la economía nacional.

La determinación de los factores de riesgo que son la parte explicativa del riesgo sistemático bajo el enfoque del modelo APT, se realizará utilizando el análisis de componentes principales.

Cabe aquí hacer un paréntesis para ampliar un poco lo que se pretende obtener aplicando los componentes principales. Este modelo es una herramienta estadística que va a permitir analizar la estructura de las correlaciones entre el total de variables macro en estudio; va a permitir condensar la información contenida en la serie de variables originales en una serie más pequeña, con una mínima pérdida de información, va a buscar y definir las construcciones fundamentales o dimensiones que se supone sirven de base para las variables originales.¹⁸¹

En el contexto de los componentes principales, factorizar una matriz de correlaciones implica poder construir factores que resuman información, dada la existencia de cierto nivel de asociación lineal mínimo entre las variables originales.

Al aplicar los componentes principales se va a poder detectar que factores macroeconómicos son significativos y que otros no tienen significación importante en la explicación del riesgo sistemático, y de esta forma, se determinará que variables son más relevantes en la explicación del comportamiento de la economía y por ende, en el rendimiento de las acciones.

Con los componentes principales se obtendrán una serie de factores los cuales gozan de independencia entre ellos, el primer factor será el que explique la mayor cantidad de varianza y así sucesivamente hasta el n -ésimo factor que explicará una parte mínima de la varianza total. Al haber obtenido los factores se puede determinar, previo análisis de las cargas factoriales de cada variable, cuál resulta ser la variable representativa de cada uno de los factores obtenidos. Hecho lo anterior se procede a obtener las puntuaciones factoriales para cada período de tiempo t . De esta forma se contará con factores de riesgo subyacente conformados por las relaciones existentes entre las diversas variables macro propuestas para explicar el riesgo sistemático.

Una vez determinados los factores de riesgo subyacentes para cada período de tiempo t , se procederá a estimar el valor de cada una de las betas de riesgo requeridas por el modelo APT planteando así un modelo de regresión múltiple.

Para poder aceptar o rechazar las hipótesis se analizará la estructura de los modelos resultantes del análisis de regresión; es decir, se verificará si las betas son parte explicativa del modelo.

Si las pruebas estadísticas muestran que el modelo APT es aceptable como alternativa para explicar el riesgo sistemático y por lo tanto el rendimiento de las acciones, entonces, la hipótesis nula principal se habrá probado para el caso del portafolios de inversión que contiene un solo activo.

Si se acepta la hipótesis de que el rendimiento y el riesgo de las acciones se puede explicar con el APT; se conformará un portafolios de inversión de más de una acción. Para dicho portafolios se usará la misma muestra de acciones ya estudiada.

El análisis para verificar que el portafolios de inversión accionario puede ser administrado al valuar bajo el enfoque del APT, considera conformar la cartera de inversión en el último año de la muestra, al cierre de cada mes y comparar contra la cartera conformada con datos reales, para verificar

¹⁸¹ Hair, J. F., Jr., Anderson, R. E., Tatham, R. L. y Black, W. C. 1999. *Op. cit.*, pp. 79-83.

cuáles serían las diferencias más significativas que se tendrían y que impactarían directamente en la toma de decisiones por parte del inversionista. Para cada cierre de mes se determinará la frontera de carteras eficientes mostrando el grado de riesgo y rendimiento a que se encuentran expuestas.

Para poder comprobar que el rendimiento y el riesgo sistemático de los portafolios de inversión accionario se explica con el APT, se plantea hacer pruebas estadísticas respecto del rendimiento medio y del riesgo de los portafolios valuado con el APT comparado con el rendimiento medio y el riesgo de los portafolios con datos reales.

Si el resultado de la prueba arroja que no existe una diferencia significativa tanto del rendimiento medio como del riesgo de cada portafolio, entonces se podría afirmar que el modelo APT explica adecuadamente el rendimiento y el riesgo de la cartera de inversión de más de una acción y, por lo tanto, el inversionista puede confiar en el modelo APT para la toma de sus decisiones de inversión con lo cual, estará administrando adecuadamente su portafolio de inversión.

3.4 Descripción de Variables

Revisando un poco cuál ha sido el comportamiento del mercado mexicano en los últimos años, se puede observar que, desafortunadamente, México ha vivido una serie de turbulencias económicas y acontecimientos nada favorables para su sano desarrollo y crecimiento económico; como son: devaluaciones, crisis financieras, la nacionalización de la banca y posteriormente su privatización, movimientos drásticos en los precios del petróleo, etc. Todos estos eventos y procesos han tenido repercusiones y consecuencias para el comportamiento económico y financiero de los diversos agentes, empresas, instituciones y personas que forman parte del mercado y del país en general.

Se ha dado un cambio drástico en los sistemas y costumbres de inversión en el mercado mexicano. El mercado de valores ha mostrado un notable crecimiento, se han desarrollado más opciones de inversión para los ahorradores, nuevos instrumentos financieros con más liquidez y se ha incrementado el acceso de los inversionistas e instrumentos mexicanos a los mercados internacionales.¹⁸²

Las variables macroeconómicas a incluir como parte del estudio se seleccionan bajo el criterio de que son parte importante en la medición del desenvolvimiento de la política económica del país, la cual tiene como lineamientos a mediano plazo: incrementar la acumulación del capital, expandir la infraestructura, crear fuentes de empleo y mejorar la productividad de la economía.¹⁸³

Es bien sabido que el universo de variables macroeconómicas que se podrían considerar es muy amplio; sin embargo, es posible demostrar que existe una correlación en mayor o menor grado entre ellas; por ejemplo, el CPP y alguna tasa de interés como podría ser la TIE, tasa de interés interbancaria de equilibrio, se encuentran altamente correlacionadas, por lo cual, al incorporar solo una de ellas al estudio se tiene el efecto global que pudieran tener las tasas de interés en la economía; por otro lado, las tasas de interés de otros mercados no se consideran ya que el efecto

¹⁸² Heyman, T. 1988. *Op. cit.*, p. 11.

¹⁸³ Véase el documento: Criterios Generales de Política Económica para 2001, p. 7, en la página de Internet de la SHCP: <http://www.shcp.gob.mx/docs/index.html#criterios>

que pudieran tener en la economía mexicana es capturado en algunas otras variables como son los saldos de balanza de pagos y el tipo de cambio peso / dólar. Otro ejemplo es el caso del ingreso, gasto y superávit o déficit del gobierno federal, el efecto de estas variables se puede capturar al considerar el comportamiento de la deuda total del gobierno federal; por ejemplo, si los ingresos son insuficientes el gobierno se endeudará, internamente y/o externamente, para poder obtener recursos y destinarlos al gasto público.

Por otra parte, de las variables que sí se incluyen, se busca tener algunas coincidencias con las variables estudiadas por los investigadores en el entorno de los mercados en donde se ha realizado la investigación acerca de la validez del APT y de los estudios enfocados a estudiar el impacto de algunas variables en el rendimiento de las acciones; estas variables son: actividad industrial, precios del petróleo, índice del mercado, inflación, tipo de cambio y circulante.¹⁸⁴

Sobre la base anterior, los factores macroeconómicos que se proponen como explicativos del riesgo sistemático, cuyos cambios o variaciones no esperadas pueden tener un nivel significativo en el rendimiento de los activos, en el mercado mexicano son:

- 1) Costo Porcentual Promedio. "Dentro del sistema bancario mexicano, en una buena parte de los créditos otorgados, y en especial los de largo plazo, el correspondiente costo está regido con relación al C.P.P. Este último es el costo promedio ponderado de captación de recursos de la banca nacional. La cifra correspondiente es calculada y publicada mensualmente alrededor del día veinte por el Banco de México."¹⁸⁵

"Es el costo de captación que tiene la banca, considerando una cierta mezcla de recursos que se allega. El CPP es calculado por Banco de México y publicado ampliamente, con el fin de que puedan definirse las diversas tasas de interés que contractualmente se relacionan a él."¹⁸⁶

De acuerdo a las dos definiciones citadas se puede establecer la importancia que tiene dentro del contexto financiero el CPP; esta variable permite entonces servir de base para la fijación de algunas tasas de interés; por esto, es de esperarse que su comportamiento se encuentra altamente correlacionado con otras variables económicas importantes como podría ser la inflación y la tasa de rendimiento de diversos instrumentos financieros; por estas razones se incluye dentro del estudio.

Asimismo, esta variable se selecciona porque una alta volatilidad de las tasas de interés ocasiona que a las empresas y personas se les dificulte la toma de decisiones en materia de gasto e inversión, se dificulta la obtención de financiamiento y se ocasiona un ambiente de inestabilidad económica.

- 2) Índice Nacional de Precios al Consumidor. Permite estudiar la evolución de los precios en nuestro país, es elaborado por el Banco de México. Este indicador es una variable de una importancia fundamental ya que la variación que presenta se define como la depreciación o apreciación del valor de la moneda; el que la moneda se deprecie es uno de los peores enemigos del inversionista, ya que se ve afectado el rendimiento real sobre su inversión; éste es el fenómeno conocido como inflación. Una definición de inflación es: "aquel período

¹⁸⁴ Véase: Inciso 2.4 del Capítulo II.

¹⁸⁵ Marmolejo G. M. 1991. *Inversiones... Práctica, Metodología, Estrategia y Filosofía*, IMEF, México, p. 459.

¹⁸⁶ Cortina O., Gonzalo. 1992. *Op. cit.*, p. 68.

en el que suben sistemáticamente los precios de los bienes de capital y productos de consumo. La inflación puede venir por múltiples causas, aunque tradicionalmente se agrupan en dos: por exceso de dinero circulante, emitido por un gobierno que gasta sin medida, y con una burocracia e infraestructura no productivas (incrementan medios de compra sin incrementar producción), o por una falta de balance entre la oferta y la demanda, de forma tal que la producción marginal es ineficiente y provoca incremento en costos que a su vez repercute en incremento de precios.¹⁸⁷ Por otra parte, "las inflaciones intensas, agudas y galopantes, situadas sobre los límites críticos de tolerancia, son indeseables por las consecuencias que acarrearán a los sistemas económicos. Entre las principales, generalmente destacan las siguientes: a) sobre el poder adquisitivo, b) sobre el mercado de crédito, c) sobre las inversiones productivas, d) sobre la balanza internacional de pagos y e) sobre el papel orientador del mercado."¹⁸⁸ Se han llevado a cabo una serie de estudios formales sobre los efectos que tiene la inflación en el rendimiento de las acciones; tanto si es prevista o no, parece que existe una fuerte repercusión negativa en el rendimiento de los valores, tanto nominal como real.¹⁸⁹ Otros estudios indican que en diversos países las empresas muestran un desarrollo más pobre en el rendimiento de sus acciones durante los períodos de alta inflación.¹⁹⁰ En general, la inflación es uno de los peores enemigos de los inversionistas. Incluso cuando se pronostica una alta inflación los rendimientos reales tienden a ser inferiores. Sin embargo, la situación es peor cuando la inflación no es prevista, debido a que por lo regular los rendimientos tienden a ser negativos durante estos períodos. La tarea de pronosticar la inflación es parte del campo tradicional de los economistas, sin embargo, en ocasiones no se realizan pronósticos acertados, la causa principal de estos errores de pronóstico es el comportamiento humano que tiene su raíz en las expectativas de los seres humanos respecto a la tendencia de los precios. Si estas expectativas permanecen altas, los aumentos de los precios y de sueldos siguen un alto nivel. Los errores en los pronósticos de la inflación muestran que la economía está inmersa en un entorno social, con todas las imperfecciones e imprecisiones que esto implica.

De no existir un combate firme contra la inflación no se puede tener un adecuado marco de certidumbre y estabilidad económica.

- 3) **Producción.** El sistema de producción de cualquier economía está constituido por bases humanas y productivas. De la forma en que dichas bases interactúan se obtiene un proceso de producción.¹⁹¹ De dicho proceso se obtiene entonces una serie de bienes y servicios, materiales e intangibles que pueden ser: de consumo, intermedios y de capital. Los de consumo, durables o no, se destinan a satisfacer las necesidades de la población. Los

¹⁸⁷ *Ibid.*, p. 90.

¹⁸⁸ Paschoal Rossetti, José, 1994. *Introducción a la Economía*, Decimoquinta edición, Harla, México, pp. 193-194.

¹⁸⁹ Nelson, Charles R., 1976, "Inflation and Rates of Return on Common Stock," *Journal of Finance*, Vol. 31, Mayo, pp. 471-483. Fama, E., and Schwert, 1977. "Asset Returns and Inflation," *Journal of Financial Economics*, Vol. 5, Noviembre, pp. 115-146. Reilly, F., Jonson, G., and Smith, R., 1975. "A Correction and Update Regarding Individual Common Stocks as Inflation Hedges," *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 10, Diciembre, pp. 871-880.

¹⁹⁰ Branch, B., 1974. "Common Stock Performance and Inflation: An International Comparison," *Journal of Business*, Vol. 47, Enero, pp. 48-52. Cohn, R., and Lessard, D., 1981. "The Effect of Inflation Stock Prices: International Evidence," *Journal of Finance*, Mayo, pp. 277-289.

¹⁹¹ Paschoal Rossetti, José, 1994. *Op. cit.*, p 362.

intermedios son productos para reproceso. Y los de capital, que son bienes que forman la infraestructura necesaria para seguir o ampliar los procesos productivos.¹⁹²

El Producto Interno Bruto es una de las variables económicas más importantes, ya que expresa la estimación del valor de la producción a precios de mercado, realizada dentro del territorio económico del país. El concepto de territorio incluye el territorio terrestre o espacio aéreo y las aguas territoriales del país, los yacimientos y las exploraciones en las plataformas ligadas a territorio de otros países y explotadas bajo régimen concesionario, las "designaciones de los territorios" extraterritoriales fuera de las fronteras geográficas del país (embajadas, consulados, bases militares y bases de explotación e investigación científica), así como los equipos móviles (barcos de pesca, navíos, aeronaves, satélites artificiales y plataformas flotantes). Todos los bienes y servicios finales producidos dentro del territorio económico, resultantes de las transacciones intermediarias, se incluyen en el valor agregado del producto interno bruto, PIB, independientemente de que los recursos movilizados, sean o no de la propiedad de residentes del país.

El PIB es, desde luego, un agregado que depende del país donde residan los propietarios de los recursos de producción que se movilizaron en su generación. La actividad productora, sea situada dentro del territorio económico del país, se computa en la evaluación del PIB. Ésta es la razón de ser de designación interna.¹⁹³

Para el presente estudio; además del PIB, se usará el Índice de Volumen Físico de la Producción Industrial como medida del comportamiento global de la producción nacional.

- 4) Precio del petróleo. México ha sido exportador de petróleo durante casi todo el siglo XX, pero se convirtió en exportador importante sólo a partir de 1976. A principios de la década de los setenta, los precios del crudo aumentaron drásticamente a raíz del embargo de petróleo de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP).¹⁹⁴ Esto dio impulso a países ajenos a la OPEP, como México, Estados Unidos, La Unión Soviética y el Reino Unido, se abocaron a explorar nuevos yacimientos petroleros y aumentar su capacidad de producción. A mediados de la década de los setenta, se descubrieron importantes yacimientos en el Golfo de México y el país comenzó a exportar grandes cantidades de crudo maya y de istmo ligero. Para el año 1980, las exportaciones de crudo se convirtieron en las más importantes del país, situación que prevaleció hasta 1985.

El petróleo resulta ser de una alta importancia en México, al principio del sexenio de José López Portillo, México producía aproximadamente 1 millón de barriles (bbl.) de petróleo diarios y exportaba aproximadamente 200,000 bbl./día. A finales del sexenio México producía 2.7 millones de bbl./día y exportaba 1.4 millones de bbl./día. Mientras tanto el precio del petróleo de exportación de México subió de un nivel de US\$13.35 por barril en 1976 a un máximo de US\$38.50 por barril en 1981.

Este importante aumento de capacidad productiva de Petróleos Mexicanos no se pudo

¹⁹² *Ibid.*, pp. 367-369.

¹⁹³ *Ibid.* p. 470.

¹⁹⁴ "La OPEP está formada por Arabia Saudita, los Emiratos Árabes Unidos, Irak, Irán, Katar, Egipto, Argelia, Gabón, Nigeria, Indonesia, Venezuela, Ecuador y Kuwait. En 1973, la OPEP impuso un embargo petrolero al Occidente que provocó el aumento de precios del barril del crudo de US\$2.91 en 1973 a US\$10.77 en 1974. México jamás ha sido miembro de la OPEP, aunque es evidente que se ha beneficiado con el alza de los precios inducidos por el cartel." *Consultese*: Mansell Carstens, C. 1992. *Op. cit.*, p. 99.

hacer sin una enorme inversión, financiada en su gran mayoría por préstamos externos hasta un monto de aproximadamente US\$22 mil millones. Aún así, los ingresos provenientes del aumento del precio de exportación del petróleo fueron más que suficientes para pagar el servicio del aumento de la deuda de PEMEX.

El problema fue que, con base en el enorme flujo de ingresos petroleros y las expectativas de aún más en el futuro, México se embarcó en un programa no sólo de inversión petrolera sino de gastos corrientes y subsidios en otras áreas. Este programa, a su vez, fue tan ambicioso que se tuvo que financiar no únicamente con los ingresos petroleros sino también con préstamos denominados en moneda extranjera.

El resultado fue que, de un nivel de US\$21 mil millones en 1976, la deuda externa del sector público creció a un nivel de US\$59 mil millones en 1982. Con la nacionalización de la banca el gobierno asumió también la deuda externa combinada del sistema bancario de aproximadamente US\$9 mil millones. La consecuencia fue que al empezar el siguiente sexenio la deuda externa del sector público ascendía a aproximadamente US\$68 mil millones.

La consecuencia del boom petrolero, por lo tanto, fue que, por un lado, el país vio aumentar sus exportaciones de US\$3.7 mil millones en 1976 a un nivel de US\$21.2 mil millones en 1982 (5.7 veces). Pero por otro lado el pago de intereses sobre la deuda pública contratada durante el mismo lapso subió de US\$1.3 mil millones en 1976 a US\$9.6 mil millones (7.6 veces).

De ser relativamente independientes y autosuficientes en su historia posrevolucionaria, las finanzas públicas se habían vuelto excesivamente dependientes de dos factores externos y, por lo tanto, fuera de su control: el precio (y la demanda) del petróleo y las tasas de interés internacionales.¹⁹⁵

Las exportaciones de petróleo han sido y son una fuente clave de divisas para México, así se puede percibir la estrecha relación que se tiene entre la fluctuación de los precios del petróleo y la captación de divisas.

Como se ha descrito, México es hasta ahora un país que depende en un gran porcentaje de los ingresos generados por el petróleo. Una baja considerable en el precio del barril ocasiona que se tengan que realizar drásticos ajustes al presupuesto de egresos de la federación y esto, como consecuencia, frena el crecimiento y desarrollo de la economía nacional.

- 5) Tipo de cambio. Esta variable se puede definir como el precio de una moneda que se expresa en términos de la unidad de otra moneda. Cuando se realiza una inversión y dicha inversión no tiene una tasa de rendimiento real positiva, una solución a este problema la tiene el inversionista en cambiar de divisa; es decir, encontrar una moneda que sí dé una tasa real de rendimiento positiva. Se busca protegerse contra la depreciación del peso, en el caso de México, en relación con otras monedas, la inversión dependerá del comportamiento futuro del peso. El comportamiento futuro del peso depende no sólo de la inflación comparativa entre México y otros países, sino también del sistema de tipos de cambio y la política cambiaria que adopte el gobierno.

¹⁹⁵ Heyman, T. 1988. *Op. cit.*, pp. 54-58.

Si bien hay una intensa actividad de compra y venta de monedas extranjeras en México, la más importante es sin duda, el cambio del peso / dólar. Lo anterior no es sorprendente, ya que el mayor porcentaje del comercio exterior mexicano se realiza con los Estados Unidos, y parte muy importante del comercio realizado con Europa, Asia y Latinoamérica es en dólares.

La política cambiaria del actual gobierno se establece en un sistema de libre flotación el cual busca prevenir que la paridad se aleje de niveles congruentes con las condiciones económicas; de esta forma, el tipo de cambio se ajusta a las variaciones del entorno interno y externo; así, se protege a las actividades productivas, el nivel de empleo y los salarios. Asimismo, se desalienta la entrada de capital a corto plazo y especulativo y se alienta el capital externo a largo plazo.¹⁹⁶

6) Base Monetaria o Circulante. Esta variable económica es muy importante para el sano desarrollo de las inversiones; va a permitir medir el sano o malo desenvolvimiento de la administración de las finanzas públicas. La base monetaria o circulante se define como "la suma de billetes y monedas en circulación más el saldo neto de las cuentas corrientes que el banco de México lleva a las instituciones de crédito."¹⁹⁷ Normalmente si la tasa de aumento al circulante es menor que la tasa de inflación para el mismo período, existe la posibilidad de una baja posterior en la tasa de inflación y viceversa. Cuando el gobierno decide realizar un incremento al circulante, dicha decisión puede acarrear un incremento en la tasa de inflación, que como ya se ha mencionado repercute directamente en el rendimiento real esperado de las inversiones.

7) Deuda pública. Esta variable puede repercutir para que, dependiendo de las decisiones del gobierno para financiarla, el nivel de las tasas de interés sea alto para atraer fondos o se cree dinero adicional lo que traería la estimulación de la inflación. Básicamente si el gobierno desea gastar más de lo que recauda puede hacerlo de dos formas: pedir prestado en los mercados financieros o aumentar las existencias de dinero. Sin duda alguna, un nivel "excesivo" de la deuda pública es un mal presagio para los mercados financieros.¹⁹⁸

Esta variable puede ser termómetro de inestabilidad económica. "Esto se debe a que cuando el gobierno gasta más de lo que le permiten sus fuentes de ingreso. Se incurre en un mayor endeudamiento que reduce y encarece los recursos disponibles para financiar inversión privada."¹⁹⁹

Por la razón citada es importante considerar a la deuda pública como parte importante del comportamiento de la economía nacional.

8) Balanza de Pagos. "La balanza de pagos de un país se define generalmente, como el croquis sistemático de todas las transacciones económicas que suceden durante determinado período entre los residentes en determinado país —personas físicas y jurídicas, instituciones con fines lucrativos o sin ellos, y entidades gubernamentales— y los residentes

¹⁹⁶ Véase el documento: Criterios Generales de Política Económica para 2001, p. 7, en la página de Internet de la SHCP: <http://www.shcp.gob.mx/docs/index.html#criterios>

¹⁹⁷ Banco de México. 2000. *Informe Monetario*, Septiembre, México.

¹⁹⁸ Kolb, Robert W., 1993. *Op. cit.*, p. 333.

¹⁹⁹ Véase el documento: Criterios Generales de Política Económica para 2001, p. 9, en la página de Internet de la SHCP: <http://www.shcp.gob.mx/docs/index.html#criterios>

de otros países.²⁰⁰

La estructura general de la balanza de pagos de un país se compone de las siguientes categorías:²⁰¹

Transacciones Corrientes

1. Balanza Comercial
 - 1.1. Exportaciones
 - 1.2. Importaciones
2. Balanza de Servicios.
 - 2.1. Viajes Internacionales
 - 2.2. Transportes
 - 2.3. Seguros
 - 2.4. Ingresos de capitales
 - 2.5. Servicios Gubernamentales
 - 2.6. Servicios Diversos
3. Transferencias de Unilaterales

Movimientos de Capital

1. Inversiones y Reinversiones Extranjeras Totales
2. Préstamos a Mediano y Largo Plazo
3. Amortizaciones

La balanza comercial es la que engloba, generalmente, los valores más altos de la balanza de pagos. Esa balanza se define como la diferencia entre las exportaciones y las importaciones de mercancías.

La balanza de servicios comprende cuentas internacionales, cuyos valores como regla general, tienden a ser relativamente inferiores a los de la balanza comercial. En viajes internacionales se integran como ingresos, los gastos realizados por turistas y hombres de negocios del exterior y temporalmente en viaje por el país; en gastos, registra los gastos de residentes en el país en sus viajes hacia el exterior. En la categoría de transporte se arrojan los ingresos resultantes de los fletes internacionales pagados por los residentes en otros países debido a la utilización de la infraestructura y de los medios de transporte pertenecientes a empresas nacionales; los gastos cambiarios ingresados en esta cuenta resultan de los pagos hechos por los residentes en el país, a las empresas extranjeras abastecedoras de medios o de infraestructura para el transporte internacional. Sólo los países que poseen grandes flotas de marina mercante y una infraestructura portuaria estratégicamente localizada obtienen un importante superávit en este rubro. La categoría seguros registra los ingresos recibidos por las empresas aseguradoras del país a través de

²⁰⁰ Paschoal Rossetti, José, *Op. cit.*, pp. 685-686.

²⁰¹ *Ibid.*, pp. 687-688.

primas e indemnizaciones resultantes de prestaciones de servicios de seguros a residentes en el exterior. Al contrario, se registran los pagos realizados en el sentido inverso. La categoría ingresos de capitales considera los intereses, las utilidades y los dividendos, derivados de préstamos y de inversiones internacionales. La categoría servicios gubernamentales comprende básicamente los gastos para la manutención de efectivos militares y de actividades diplomáticas en el exterior; también incluye las contribuciones nacionales transferidas a organizaciones internacionales, a título de contribución para manutención de sus estructuras administrativas. Finalmente las transacciones unilaterales comprenden los más diversos tipos de donativos voluntarios o forzosos, privados u oficiales, de país a país, sin ninguna compensación previa o futura.

Otro rubro de la balanza de pagos está constituido por los movimientos de capital. Se incluyen cuatro rubros importantes: inversiones extranjeras netas, préstamos a mediano y a largo plazo, préstamos a corto plazo y amortizaciones. Las inversiones extranjeras netas básicamente están representadas por el ingreso de capital de riesgo al país, con deducción de las salidas correspondientes para inversiones realizadas por residentes en el exterior. Los préstamos a mediano y a largo plazo comprenden las operaciones internacionales, junto a instituciones privadas u oficiales de crédito, destinadas al financiamiento de proyectos de altos costos y de largos plazos de maduración; pertenecen también a este rubro los préstamos internacionales compensatorios, destinados a cubrir déficits de transacciones normales no anulados por ingresos autónomos de inversiones directas de riesgo. Los préstamos a corto plazo también pueden destinarse a compensar déficits de transacciones corrientes no estructurales, que normalmente resulten de eventuales desajustes temporales. Bajo el rubro amortizaciones se registran las amortizaciones parciales o totales de préstamos a corto, mediano y largo plazo contraídos con el exterior.²⁰²

Como puede verse la balanza de pagos es un retrato del comportamiento de las transacciones del país con el exterior, la sensibilidad de los saldos de la balanza de pagos se verá influenciada por el buen o mal comportamiento de la economía nacional; es decir, por ejemplo, si se tuviera una crisis económica la estructura de capitales pudiera verse fuertemente afectada por la salida de los inversionistas extranjeros hacia otros mercados que les ofrecieran mayor seguridad en su rendimiento y menor riesgo.

La presentación de la balanza de pagos que reporta el gobierno de México es la siguiente:

- i. Cuenta Corriente. Refleja el saldo del comercio en mercancías y servicios.
- ii. Cuenta de Capital. Saldo neto de endeudamiento o desendeudamiento con el exterior e inversión extranjera.
- iii. Errores y Omisiones. Discrepancias en los datos, residuos u omisiones (transacciones ilegítimas).
- iv. Variación de Reservas Internacionales. Las reservas son los fondos de que dispone un país para hacer frente a sus pagos en el exterior. Incluyen el oro monetario y las divisas a disposición de las autoridades principalmente. Esta cuenta es como la cuenta de caja de las empresas, la que equilibra finalmente los cobros con los pagos. De ahí que ocupe un lugar central en la balanza de pagos y la definición de su déficit.

²⁰² *Ibid.*, pp. 685-691.

v. Ajustes por Valoración.

Con respecto a las reservas internacionales del país la balanza de pagos reporta la variación, cifra que indica si subió o bajo el saldo de las reservas; si se obtiene la tasa de cambio de la variación de las reservas internacionales se obtendría un valor que no resulta ser representativo del verdadero comportamiento de las reservas internacionales. Para subsanar el problema descrito se omite este renglón de la balanza de pagos y se reemplaza por el saldo de las reservas internacionales.

El incluir dentro del estudio variables que forman parte de la balanza de pagos se debe también, a que México ha mostrado una política de apertura comercial y se ha ampliado la oferta de bienes exportados; de igual forma, la apertura comercial influye en incentivar la inversión, nacional y extranjera, al crear oportunidades para la apertura de nuevos negocios.²⁰³

- 9) Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores. Con el fin de medir lo más adecuadamente el desenvolvimiento del mercado accionario se elabora el índice de precios y cotizaciones. Éste se elabora con una muestra de ciertas acciones que cotizan en la bolsa mexicana de valores y que se consideran representativas. En general, el índice muestra el comportamiento y el rendimiento global del mercado y sirve como base para determinar las tendencias que pudieran observarse en el mismo. El índice de precios y cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores es "el índice oficial que elabora la Bolsa Mexicana de Valores diariamente, a partir de los resultados de la sesión cotidiana. Hasta el 19 de septiembre de 1980 se tenía el 'promedio de precios y cotizaciones' que incluía 29 empresas y era poco representativo de la operatividad del mercado bursátil. A partir del 22 de septiembre de 1980, la Bolsa inició el uso de otro índice, tomando ahora 42 empresas para la muestra. Sus cálculos se inician desde el 1° de noviembre de 1978, cuando el promedio de precios y cotizaciones tenía el valor de 781 puntos y ese mismo valor se tomó como base para el nuevo índice. Cada bimestre las empresas contenidas en el índice cambian ligeramente, con objeto de que se conserve en forma dinámica su validez."²⁰⁴

Desafortunadamente el mercado de valores tiene un desarrollo incipiente en comparación con otros países, el Gobierno Federal pretende que el número de empresas que cotizan en bolsa sea cada vez mayor, que dichas empresas tengan su capital más diversificado y que el mercado secundario sea más activo y líquido. Pero para lograr lo anterior es requisito tener un ambiente de certidumbre y estabilidad económica, las empresas podrán acceder a este medio de financiamiento con instrumentos financieros de largo plazo y con proyectos productivos también a largo plazo.²⁰⁵

- 10) Tasa de desempleo. Esta variable económica y social permite medir el comportamiento de la población que no tiene empleo y así mismo, en forma indirecta, la capacidad que tiene el gobierno federal para incentivar la inversión y crear nuevas fuentes de empleos permanentes y/o temporales. Cuando se ha llegado a tener una crisis económica esta variable se incrementa, a veces, en forma preocupante, ya que si no se realiza inversión

²⁰³ Véase el documento: Criterios Generales de Política Económica para 2001, pp. 14-17, en la página de Internet de la SHCP: <http://www.shcp.gob.mx/docs/index.html#criterios>

²⁰⁴ Cortina O., Gonzalo. 1992. *Op. cit.*, p. 90.

²⁰⁵ Véase el documento: Criterios Generales de Política Económica para 2001, pp. 22-24, en la página de Internet de la SHCP: <http://www.shcp.gob.mx/docs/index.html#criterios>

directa no se pueden crear plantas productivas en el país, en crisis el riesgo para la inversión crece y los dueños de los medios de producción no invierten y se reducen las oportunidades de empleo, lo que puede traer consigo movimientos sociales por el descontento que ocasiona la falta de trabajo.

Cuando se tiene un ambiente económico estable y las familias tienen salarios reales es de esperarse que menos miembros del hogar participen en el ingreso familiar; por ejemplo, los estudiantes. Por el contrario en una situación económica de inestabilidad más miembros del núcleo familiar se ven obligados a buscar una oportunidad laboral para complementar el ingreso familiar, esto ocasiona que la población económicamente activa se incremente y se tengan una base mayor para medir el comportamiento del empleo y la economía se vea forzada a ofrecer mayores alternativas de empleo.²⁰⁶

Las variables que constituyen los instrumentos financieros base del portafolios a conformar, bajo el enfoque del APT, son:

- 1) Acciones: Que como ya se ha mencionado son instrumentos financieros que acreditan al poseedor como parte de los socios que conforman la negociación.²⁰⁷
- 2) Certificados de la Tesorería de la Federación: Conocidos por sus siglas CETES, es el instrumento representativo del mercado de dinero en México. Al haber explicado los modelos de valoración de activos, CAPM y APT, se habló de la existencia de la tasa de interés libre de riesgo; dentro de los estudios presentados en las pruebas empíricas del APT, los investigadores, al estudiar el modelo en los Estados Unidos, utilizaron la tasa de interés de los T-Bills, instrumento equivalente a los CETES mexicanos; en general, en cualquier mercado de dinero el papel gubernamental está considerado como libre de riesgo.²⁰⁸

Los Certificados de la Tesorería de la Federación, CETES, son títulos de crédito al portador emitidos por el gobierno federal a través del Banco de México, son instrumentos de renta fija ya que tienen un plazo y un rendimiento previamente determinado, se colocan a tasa de descuento y en plazos menores de un año que por lo regular son de 28, 90, 182 y 364 días. Los CETES pueden ser adquiridos aplicando la tasa de descuento a su valor nominal que es de \$10.00 (diez pesos 00/100 M.N.), ya sea por personas físicas o por personas morales; así como también por extranjeros que radiquen en México. Para las personas físicas los rendimientos obtenidos por inversión en CETES están libres de impuestos y para las personas morales, los rendimientos, son acumulables a sus resultados.

Los CETES son instrumentos que tienen una alta liquidez, ya que cuando se realiza una operación de compra o de venta ésta tiene que liquidarse en un plazo de 24 horas, y su riesgo es prácticamente nulo ya que son garantizados por el gobierno federal.

Los CETES tienen su antecedente en el año de 1977 que fue cuando se autorizó la iniciativa

²⁰⁶ *Ibid.*, pp. 25-26.

²⁰⁷ La definición de las acciones, sus características y la revisión de algunos métodos de valuación, puede consultarse más a fondo en el Capítulo I, inciso 1.

²⁰⁸ Mansell Carstens, C. 1992. *Op. cit.*, p. 204.

para que el gobierno emitiera CETES, la primera emisión data de enero de 1978.²⁰⁹ La colocación de CETES se realiza semanalmente por medio de un sistema de subasta que funciona de la siguiente manera: la subasta puede ser de dos formas, 1) a tasa única, cuando los CETES se asignan de acuerdo a la mejor postura para el emisor y todas las posturas asignadas se atienden a la misma tasa y, 2) a tasa múltiple, los CETES se asignan a partir de la mejor postura para el emisor y las posturas asignadas se atienden a la tasa solicitada. Los postores en forma primaria podrán ser las casas de bolsa, instituciones de crédito, sociedades de inversión y cualquier otra persona autorizada por Banco de México. La convocatoria se publica en Internet en la página de Banco de México, o a través de cualquier otro medio electrónico o de computo autorizado para tal efecto, a partir de las 12:00 hrs. del último día hábil de la semana inmediata anterior a aquella en que se efectuará la subasta, dando a conocer todas las características de la subasta, entre otras, monto ofrecido, número de subasta, tipo de subasta.²¹⁰

Las posturas se presentan a través del Sistema de Atención a Cuenta habientes del Banco de México, SIAC-BANXICO, o a través de algún otro medio autorizado por el emisor. Las posturas se presentan el segundo día hábil bancario inmediato anterior a la fecha de colocación a más tardar a las 13:30 hrs. En el caso de las subastas a tasa única el postor debe indicar el monto y la menor tasa de descuento a la que está dispuesto a adquirir los CETES; para las subastas a tasa múltiple el postor indica el monto a adquirir y la tasa de descuento a la que desea adquirir los CETES; en ambos casos el monto a adquirir no debe exceder el 60% del monto total a subastar.²¹¹

En el caso de subastas a tasa única, se asignan las posturas conforme al orden ascendente de las correspondientes tasas de descuento y la tasa se determina considerando la de la última postura que reciba asignación. En las subastas de tasa múltiple se asignan los CETES considerando en orden ascendente las tasas de descuento, la asignación se realiza a la tasa que indica cada postura. El gobierno federal puede determinar en cualquier subasta la tasa de descuento máxima al que esté dispuesto a colocar los CETES.²¹²

Banco de México informa a los postores los resultados de la subasta a más tardar a las 10:30 hrs. del día hábil siguiente en que se realizó la subasta a través del SIAC-BANXICO; así también, por medio de su página de Internet o cualquier otro medio autorizado a más tardar a las 18:30 hrs. del día en que se realizó la subasta. La entrega y liquidación de los CETES la realiza el Banco de México a través del Indeval. Por otro lado, con base en las posturas a las que recibieron asignación se determina la tasa promedio ponderada de la subasta correspondiente.²¹³

El sistema de subasta, para la colocación de los instrumentos descrito, no estaba en vigor con las primeras emisiones de CETES, ya que era el Banco de México el que fijaba la tasa de

²⁰⁹ En un decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 1977, se autoriza al gobierno federal la colocación, a través de Banco de México, de Certificados de la Tesorería de la Federación. *Consúltese: Diario Oficial de la Federación, 28 de Noviembre de 1977.*

²¹⁰ Véase en la página de Internet del Banco de México el Anexo 6 de la Circular 2019/95 de Banco México en donde se establecen las reglas para la colocación de valores gubernamentales: <http://www.banxico.org.mx/dDisposiciones/Disposiciones2019/anexos/anexo6.html#anexo6>

²¹¹ *Idem.*

²¹² *Idem.*

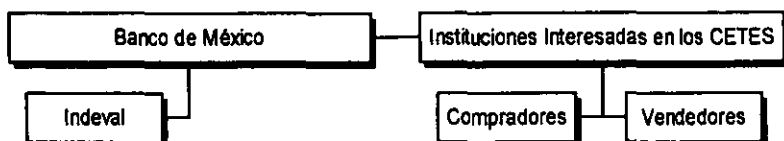
²¹³ *Idem.*

descuento y las instituciones únicamente podían variar la magnitud del monto que iban a adquirir.

El Banco de México es el intermediario colocador del gobierno federal y las instituciones compradoras de CETES son las intermediarias colocadoras ante todos los demandantes, personas físicas o personas morales, interesados en adquirir los CETES; la ganancia que obtienen las diferentes instituciones, al funcionar de esta manera, está dada por medio de la diferencia entre el precio de compra y el precio de venta.

La **figura 3.4.1** muestra un diagrama en donde se trata de resumir el flujo de las emisiones de CETES.²¹⁴

Figura 3.4.1. Flujo de las Emisiones de CETES.



Las transacciones con CETES se realizan en forma mixta; es decir, entre agentes de valores se realizan a través de la BMV, pero, entre agentes de valores y clientes se realizan fuera de la BMV; sin embargo, éstas se reflejan en las cotizaciones de la BMV.

Por otro lado, los títulos no se manejan físicamente éstos permanecen en Banco de México, los agentes de valores manejan comprobantes, y de esta forma se agilizan todas las operaciones.

El tipo de operaciones que se pueden realizar con los CETES son: operaciones de compra-venta y operaciones de reporto.

Cuando se realizan operaciones de compra-venta de CETES éstas deben ser liquidadas a las 24 horas después de haberse realizado; aquí se puede obtener una variante ya que se puede conseguir la liquidación el mismo día, esto se conoce como CETES "cash". Esto es posible ya que las casas de bolsa pueden recibir depósitos de sus clientes e invertirlos el mismo día, entonces la contrapartida es la liquidación de instrumentos el mismo día; con los CETES "cash" la casa de bolsa se hace cargo del riesgo de que al día siguiente no pueda colocar los CETES que liquidó, o que pueda colocarlos pero con pérdida. Con los CETES "cash" se aumenta aún más el grado de liquidez que representa para los inversionistas la inversión en CETES.

Las operaciones de reporto consisten en que el cliente (reportador) compra CETES al agente de valores (reportado) y se compromete a revendérselos al mismo precio en una fecha futura (que desde luego no debe rebasar el plazo de vencimiento de la emisión) dando el agente un premio por este tipo de operación; el plazo mínimo de este tipo de operación es de 3 días y el máximo de 45 días, existiendo la posibilidad de renovarlas por periodos no menores a 3 días. Con las operaciones de reporto el riesgo de que las tasas de descuento bajen o suban se pasa del lado del reportador.

El emitir CETES por parte del gobierno federal tiene como objetivos: obtener financiamiento para el desarrollo gubernamental y realizar una regulación monetaria; es decir, controlar el

²¹⁴ El esquema establece el flujo que siguen los CETES para que el público inversionista pueda acceder a ellos, de ninguna manera establece relaciones de jerarquías.

circulante e influir en las tasas de interés. Por todo lo anterior los CETES son instrumentos de una gran importancia para la economía del país y es prácticamente el instrumento financiero con el que se empieza a estructurar de manera formal el mercado de dinero en México.

Para realizar los cálculos referentes a CETES se tomará en cuenta el año comercial que es de 360 días. Si se tiene que:

$P = \text{Precio}$

$VN = \text{Valor Nominal}$

$d = \text{Tasa de descuento anual}$

$T = \text{Plazo}$

$D = \text{Descuento o rendimiento neto}$

$i = \text{Tasa de rendimiento anual}$

Para calcular el precio, que es el costo de cada CETE una vez aplicado el descuento respectivo:

$$P = VN - VN \left[\frac{d \cdot T}{360} \right]$$

El precio también puede ser calculado por medio de la fórmula:

$$P = VN - D \quad \text{donde} \quad D = VN \left[\frac{d \cdot T}{360} \right]$$

Para calcular la tasa de descuento que es el porcentaje que se debe descontar del valor nominal considerando el plazo:

$$d = \frac{VN - P}{VN} \left[\frac{360}{T} \right]$$

La tasa de rendimiento que se obtiene de un CETE es el porcentaje con respecto del precio ya que ésta es la cantidad que se está invirtiendo. La tasa de rendimiento es de mucha importancia ya que es la que va a servir al inversionista para poder hacer comparaciones de los CETES con otros instrumentos y así determinar y tomar la decisión de invertir en los valores que más le convengan (para las comparaciones hay que considerar que no todos los instrumentos tienen los mismos plazos por lo que hay que hacer las conversiones necesarias); se calcula:

$$i = \frac{VN - P}{P} \left[\frac{360}{T} \right] \quad \text{ó} \quad i = \frac{D}{P} \left[\frac{360}{T} \right]$$

En las fórmulas anteriores se consideró que los títulos se conservaban hasta el vencimiento; si el inversionista quisiera vender sus CETES después de transcurridos algunos días, las fórmulas se tienen que ajustar. Sea:

$PV = \text{Precio de Venta}$

$PC = \text{Precio de compra}$

d' = Tasa de descuento a la fecha en que se quiere vender

t = Días transcurridos a partir de la fecha de emisión

i' = Rendimiento obtenido en el período t

D' = Rendimiento neto en el período t

Se tiene entonces que:

$$PV = VN - VN \left(\frac{d'}{360} \right) (T - t)$$

Para el precio de venta se considera entonces la tasa de descuento del día en que se quiera negociar, así como también los días que faltan para la fecha de vencimiento.

Para calcular la tasa de rendimiento, i' , que se obtuvo en el período t en que se retiraron los CETES, ya no hay que considerar el valor nominal, VN , sino el precio de venta, PV , ya que este último fue el que se alcanzó en dicho período t , así como también el precio de compra, PC , que se haya pagado por los títulos, entonces:

$$i' = \frac{PV - PC}{PC} \left(\frac{360}{t} \right) \quad \delta \quad i' = \frac{D'}{PC} \left(\frac{360}{t} \right)$$

De lo anterior se desprende que el rendimiento neto, D' , está dado por:

$$D' = PV - PC$$

Si un inversionista desconoce la tasa de descuento con la que se colocó alguna emisión de CETES pero, sin embargo, conoce la tasa de rendimiento, i , es posible obtener el valor de la tasa de descuento, d ; o viceversa.

La expresión para obtener el valor de la tasa de descuento, d , al plazo T de una emisión de CETES a partir de su tasa de rendimiento, i , es:

$$d = \frac{i}{\left(1 + \frac{i \cdot T}{360} \right)}$$

La fórmula para obtener la tasa de rendimiento, i , de una emisión de CETES a partir de la tasa de descuento, d , a un plazo T es:

$$i = \frac{d}{\left(1 - \frac{d \cdot T}{360} \right)}$$

Para que el inversionista pueda comparar la tasa de rendimiento de los CETES (o de cualquier otro tipo de inversión) con otro instrumento. Supóngase que se tiene un instrumento al plazo t_1 y otro al plazo t_2 , donde $t_1 < t_2 < 360$. (Se utiliza el año comercial).

Sea i_1 e i_2 la tasa de rendimiento anualizada para los instrumentos con plazo t_1 y t_2 respectivamente. La tasa equivalente anualizada, T_e , entre i_1 e i_2 está dada por la expresión:

$$Te = \left[\left(1 + \frac{i_2 \cdot t_2}{360} \right)^{1/2} - 1 \right] \left(\frac{360}{t_1} \right)$$

En el análisis de la presente investigación, se considerara a los CETES a 28 días como el instrumento financiero que proporciona la mejor aproximación de la tasa de interés libre de riesgo en el mercado mexicano, debido a que se tiene la actualización de dicha tasa en un plazo relativamente corto (una semana); la tasa se fija de acuerdo con las perspectivas que tienen las instituciones financieras que pueden comprar los CETES y el propio Banco de México; es decir, se tienen varias perspectivas, tanto de empresas privadas como del gobierno, acerca del panorama económico prevaeciente en el momento y dichas instituciones se enfocan a obtener una tasa de rendimiento real y, por último, por ser un valor gubernamental el riesgo de incumplimiento del gobierno es sumamente bajo.²¹⁵

En función de las variables macro listadas y explicadas en los párrafos anteriores se definen las transformaciones a ser consideradas como parte de la prueba del APT.

1. Tasa libre de riesgo mensual:

$$r_t = (1 + CETES_t)^{1/12} - 1 \quad (3.4.1)$$

donde: $CETES_t$ = Tasa de rendimiento anual para el mes t de los CETES a 28 días.

2. Variación mensual del CPP:

$$VCPP_t = \ln \left(\frac{CPP_t}{CPP_{t-1}} \right) \times 100 \quad (3.4.2)$$

donde: CPP_t = Costo porcentual promedio en el mes t .

3. Cambio mensual del Índice Nacional de Precios al Consumidor:

$$CINPC_t = \ln \left(\frac{INPC_t}{INPC_{t-1}} \right) \times 100 \quad (3.4.3)$$

donde: $INPC_t$ = Índice nacional de precios al consumidor en el mes t .

4. Cambio mensual del PIB:

$$CPIB_t = \ln \left(\frac{PIB_t}{PIB_{t-1}} \right) \times 100 \quad (3.4.4)$$

donde: PIB_t = Producto interno bruto en el periodo t .

5. Cambio mensual del Índice de Volumen Físico de la Producción Industrial:

$$CIVFPI_t = \ln \left(\frac{IVFPI_t}{IVFPI_{t-1}} \right) \times 100 \quad (3.4.5)$$

²¹⁵ La garantía del gobierno federal ya se comprobó en la crisis económica desatada en 1994, el gobierno federal cumplió con sus obligaciones respecto de las emisiones de Tesobonos.

donde: $IVFPI_t$, = Índice de volumen físico de la producción industrial en el mes t .

6. Cambio mensual del precio del petróleo:

$$CPET_t = \ln\left(\frac{PPET_t}{PPET_{t-1}}\right) \times 100 \quad (3.4.6)$$

donde: $PPET_t$, = Precio del petróleo en el mes t .

7. Variación mensual del tipo de cambio:

$$VTC_t = \ln\left(\frac{TC_t}{TC_{t-1}}\right) \times 100 \quad (3.4.7)$$

donde: TC_t , = Tipo de cambio al final del mes t .

8. Variación mensual del circulante:

$$VCIR_t = \ln\left(\frac{CIR_t}{CIR_{t-1}}\right) \times 100 \quad (3.4.8)$$

donde: CIR_t , = Circulante en el mes t .

9. Variación mensual de la deuda del gobierno federal:²¹⁶

$$VDEU_t = \ln\left(\frac{DEU_t}{DEU_{t-1}}\right) \times 100 \quad (3.4.9)$$

donde: DEU_t , = Deuda total del gobierno en el mes t .

10. Variación mensual del saldo de cuenta corriente:

$$VCCORR_t = \left(\frac{CCORR_t - CCORR_{t-1}}{CCORR_{t-1}}\right) \times 100 \quad (3.4.10)$$

donde: $CCORR_t$, = Saldo de cuenta corriente en el mes t .

11. Variación mensual del saldo de cuenta de capital:

$$VCCAP_t = \left(\frac{CCAP_t - CCAP_{t-1}}{CCAP_{t-1}}\right) \times 100 \quad (3.4.11)$$

donde: $CCAP_t$, = Saldo de cuenta de capital en el mes t .

12. Cambio mensual de las reservas internacionales:

$$CRESINT_t = \left(\frac{RESINT_t - RESINT_{t-1}}{RESINT_{t-1}}\right) \times 100 \quad (3.4.12)$$

²¹⁶ Comprende deuda interna a corto y largo plazo, así como también deuda externa a corto y largo plazo.

donde: $RESINT_t$ = Saldo de las reservas internacionales en el mes t .

13. Rendimiento mensual del mercado:

$$RM_t = \ln\left(\frac{IPC_t}{IPC_{t-1}}\right) \times 100 \quad (3.4.13)$$

donde: IPC_t = Índice de precios y cotizaciones de la BMV al cierre del mes t .

14. Cambio mensual de la tasa de desempleo abierto:

$$CTD_t = \ln\left(\frac{TD_t}{TD_{t-1}}\right) \times 100 \quad (3.4.14)$$

donde: TD_t = Tasa de desempleo abierto en el mes t .

15. Rendimiento mensual de las acciones:

$$R_{it} = \ln\left(\frac{P_{it}}{P_{i,t-1}}\right) \times 100 \quad \text{para toda } i = 1, \dots, n \quad (3.4.15)$$

donde: R_{it} = Rendimiento de la acción i al mes t y P_{it} = Precio de la acción i al cierre del mes t .

3.5 Razones para Seleccionar el Tema

El tema en estudio fue seleccionado primeramente por interés personal, y además, porque considero que es un tema vigente y de actualidad. El estudio del riesgo es de gran importancia en el área de las Finanzas, sobre todo aquel que durante varios años ha sido y seguirá siendo materia de investigación y discusión: el riesgo sistemático. Considero que dicho riesgo, por lo menos en este momento, no puede ser controlado en su totalidad por los agentes económicos que conforman el mercado, llámese gobierno, bancos, casas de bolsa, inversionistas, etc.

Por otra parte, el mercado de valores en México es un mercado joven que se encuentra en pleno desarrollo, sus bases actuales son fincadas de forma sólida en la década de los setentas, y cualquier aportación por pequeña y modesta que sea contribuye al sano desarrollo y crecimiento del mercado y por lo tanto de la economía y del país.

El desarrollo de herramientas técnicas que sirvan como soporte para la toma de decisiones, es un área que, desafortunadamente, en nuestro país se encuentra en un nivel rudimentario, por esto el conocer y saber aplicar, en nuestro mercado herramientas que han sido desarrolladas en otros lugares es de suma importancia, esto también, por el proceso de globalización y apertura comercial que día a día resulta ser cada vez más intenso y del cual México no está aislado.

El manejo del modelo APT resulta ser de una importancia especial, ya que aunque es un modelo que se desarrollo a finales de los años setenta, actualmente sigue ocasionado una serie de controversias entre los conocedores del tema; sin embargo, la mayoría de los estudios han sido

realizados en los grandes mercados, por lo cual el realizar una aplicación del modelo en un mercado como el de México que se puede considerar pequeño, comparado con los Estados Unidos, resulta ser de un alto interés.

Desgraciadamente, los últimos años para México, han estado rodeados de un intenso riesgo económico, político y social, se han vivido intensas crisis financieras que han lastimado seriamente el desarrollo y crecimiento económico, como ejemplo, recuérdese la crisis desatada en el mes de diciembre de 1994. Asimismo, en lo político han ocurrido eventos que desatan una serie de desconfianza en el país, basta citar el asesinato del candidato del Partido Revolucionario Institucional, PRI, Luis Donaldo Colosio, en el mes de marzo de 1994. En lo social, el ejemplo más claro es lo acontecido en el estado de Chiapas con la aparición del Ejército Zapatista de Liberación Nacional, EZLN, que ha mantenido ya por varios años una intensa discusión entre diversos sectores de la sociedad, acrecentado el riesgo de inversión y; por lo tanto, deteriorando el desarrollo y crecimiento en esa parte del país.

Estos y otros acontecimientos ocasionan un ambiente de riesgo en el mercado financiero mexicano, el poder tener un control de todas las variables que influyen en el riesgo es prácticamente imposible. Por esto, la teoría del modelo APT, puede ser una opción; el APT es una herramienta amplia y compleja y como cualquier modelo matemático, es una idealización de la realidad, bajo este enfoque, el pensar que en México se viven una serie de acontecimientos económicos, políticos y sociales, que conforman el riesgo sistemático, y que en consecuencia existirán una serie de factores inmersos en el problema, lleva a pensar que, algunos factores serán más significativos que otros, y por lo tanto, se deben de considerar al establecer o plantear un modelo para la toma de decisiones.

El modelo APT, por su naturaleza misma es un modelo que se sitúa dentro del estudio de las Finanzas Modernas, se apoya en el manejo de la probabilidad y la estadística, interactuando con el entorno económico, político y social en que se encuentran los inversionistas y el mercado mismo, este modelo se puede hacer tan complejo como uno quiera y de ahí el interés, siempre existente, de ver cual ha de ser su comportamiento y grado de explicación al considerarlo como punto de apoyo en la toma de decisiones.

El hecho de centrar la atención en el modelo APT, no quiere decir que, en lo personal, se le quite valor a otros métodos y modelos. El CAPM, es un modelo muy importante en el desarrollo de las Finanzas, su valor y aportación no se discute; sin embargo, se ha mostrado que el CAPM presenta severas críticas en sus cimientos; con esta investigación lo que se pretende es mostrar una alternativa a dicho modelo.

Así también, los demás modelos alternativos para el estudio de los precios de los activos, algunos de los cuales ya han sido citados, aunque de forma breve a lo largo de este trabajo, tienen su valor y aportación al problema que encierra la toma de decisiones de los inversionistas.

Es importante señalar que el APT ya ha sido probado de forma empírica en otros mercados, la serie de investigaciones citadas en el inciso correspondiente del capítulo anterior, muestran indicios de la validez del modelo. Lo anterior muestra el interés que se tiene por el APT en los grandes mercados, México no puede estar al margen del estudio de dicha herramienta; la innovación es una de las bases del desarrollo y del crecimiento.

Capítulo IV

4. Análisis Empírico

En este capítulo se presenta el análisis que va a permitir dar respuesta al problema; se realizan las pruebas de hipótesis estadísticas correspondientes. Asimismo, se amplía a detalle la descripción metodológica descrita en el capítulo anterior, para cada punto del análisis.

4.1 Selección de Acciones

Se quiere asegurar que las acciones que se van a estudiar sean buenas opciones de inversión desde el punto de vista de la liquidez; una forma de lograrlo es considerar de inicio a aquellas acciones que presenten un nivel de bursatilidad adecuado en un periodo de tiempo relativamente largo; se establece entonces que un tiempo adecuado para determinar si la acción ha sido atractiva desde el punto de vista de la bursatilidad es de dos años.

La muestra del índice de bursatilidad obtenida contempla de enero de 1999 a diciembre de 2000, y es de forma mensual; por lo cual, se busca obtener una muestra de 24 observaciones de dicho índice por acción, el total de acciones contempladas es de 246, véase la *tabla A.1* en el apéndice en donde se listan dichas acciones.

Al revisar los reportes de bursatilidad, se verificó que no todas las acciones presentan el total de las 24 observaciones del índice. De esta forma, todas aquellas acciones que presentan menos de 24 observaciones de dicho índice son rechazadas, de inicio, como alternativas viables de inversión, de acuerdo al criterio establecido.²¹⁷

Aplicando lo descrito en el párrafo anterior, del total de la muestra de 246 acciones, se obtiene como resultado que sólo 103 acciones presentan 24 observaciones, véase la *tabla A.2* en el apéndice, en donde se listan dichas acciones. De estas 103 acciones hay que determinar si la tendencia que presenta el índice se sitúa en niveles adecuados para que la acción sea considerada una buena alternativa de inversión.

Un problema que se presenta aquí es que, para el análisis, el índice de bursatilidad no se puede considerar en forma absoluta; es decir, los intervalos en que se separa el índice para determinar el nivel de bursatilidad no son constantes, presentan variaciones de un mes a otro; por ejemplo, las

²¹⁷ Se ha establecido como condición que la acción sea atractiva desde el punto de vista de la bursatilidad; dicha condición puede establecerse únicamente si se cuenta con un reporte del Índice de Bursatilidad en el periodo establecido, por la razón expuesta es que se desechan aquellas acciones que no tengan una presentación constante del indicador a lo largo del tiempo. El reporte de bursatilidad de la BMV excluye a aquellas acciones que se encontraban suspendidas o que por alguna otra razón no cotizaron.

acciones que se encuentre en un nivel alto de bursatilidad para el mes de enero de 1999 presentan un índice igual o mayor a 7.244, para el mes de enero de 2000 las acciones con alta bursatilidad presentan un índice mayor o igual a 7.552; de este modo, las acciones con un índice entre 7.244 y 7.552 en enero de 1999 se ubicaban con alta bursatilidad, pero en enero de 2000 las acciones con un índice en dicho intervalo se sitúan con un nivel de bursatilidad media.

Para poder saltar el problema anterior se asignan dígitos del 1 al 4 a cada uno de los niveles de bursatilidad, mínima, baja, media y alta respectivamente; en cada uno de los meses. Si el promedio de estos dígitos en el período se encuentra en valores cercanos a 1 quiere decir que la acción se mantuvo en un nivel mínimo de bursatilidad, si el promedio se sitúa en valores alrededor de 2 el nivel de bursatilidad promedio en el período muestreado es bajo, si se presenta un promedio alrededor de 3 el nivel de bursatilidad promedio se mantuvo en un nivel medio y si se sitúa cercano o igual a 4 el nivel de bursatilidad promedio es alto.

Se buscan acciones con niveles de bursatilidad alto o que se encuentre oscilando en los niveles medio y alto; para garantizar que las acciones se encuentren en el nivel de bursatilidad deseado, se consideraran solamente las que presenten un nivel promedio mayor a 3.²¹⁸

Al haber aplicado el criterio descrito en el párrafo anterior se llega a obtener una muestra de 32 acciones, que serán las que se consideren para el análisis del portafolios de inversión, véase la *tabla 4.1.1* en donde se listan dichas acciones.²¹⁹

Tabla 4.1.1. Lista de las 32 acciones resultantes del análisis del nivel de bursatilidad.

Acción	Serie	Acción	Serie	Acción	Serie	Acción	Serie	Acción	Serie
ALFA	A	CONTAL	*	GISSA	B	MASECA	B	TELMEX	L
APASCO	*	DESC	B	GMODELO	C	PE&OLES	*	TLEVISA	CPO
ARA	*	ELEKTRA	CPO	GRUMA	B	PEPSIGX	CPO	TVAZTCA	CPO
BIMBO	A	FEMSA	UBD	HYLSAMX	BCP	SANLUIS	CPO	VITRO	A
CEMEX	CPO	GCARSO	A1	ICA	*	SORIANA	B		
CIE	B	GCC	B	ICH	B	TAMSA	*		
COMERCI	UBC	GEO	B	KIMBER	A	TELECOM	A1		

En los siguientes párrafos se describe el comportamiento del índice de bursatilidad para cada una de las 32 acciones seleccionadas:

ARA * tuvo nivel medio de enero a marzo de 1999 manteniéndose en un nivel alto el resto del período.

CONTAL * de enero de 1999 a agosto de 2000 estuvo con un nivel de bursatilidad media y de septiembre a diciembre de 2000 presenta bursatilidad alta.

GCC B en enero y febrero de 1999 tiene bursatilidad media, de marzo a agosto de 1999 obtiene un nivel de bursatilidad alta y el resto del período se mantiene con un índice de bursatilidad media.

GISSA B presentó un nivel medio de bursatilidad de enero a julio de 1999 y en junio, julio y octubre

²¹⁸ Se está tomando un promedio del nivel de bursatilidad y puede ser que alguna de las acciones haya presentado un nivel de bursatilidad bajo o mínimo en alguna observación, pero como el promedio es de todo el período el comportamiento del índice será considerado como adecuado y no será desechada como alternativa válida.

²¹⁹ Cabe recordar que hasta este momento solamente se ha considerado el nivel de bursatilidad como único criterio de selección, aplicando por igual independientemente del sector económico al que pertenece la empresa emisora de la acción.

de 2000 manteniendo un nivel alto en los demás meses.

GRUMA B tiene bursatilidad media en enero de 1999, de febrero a junio del mismo año opera con alta bursatilidad, el resto del período regresa a un nivel medio.

HYLSAMX BCP estuvo en nivel medio en enero y febrero de 1999, así como también de agosto a diciembre de 2000 y con alta bursatilidad en los demás meses.

ICA * venía con un nivel alto, pero a partir de marzo de 2000 presenta un nivel medio.

ICH B tiene un nivel medio de bursatilidad en enero y febrero de 1999, de marzo a mayo del mismo año opera con bursatilidad alta y de junio de 1999 hasta el final del período opera en un nivel medio.

MASECA B muestra un nivel alto hasta mayo de 2000 y a partir de ahí está en un nivel medio.

PE&OLES * tiene bursatilidad media en enero y febrero de 1999, en marzo obtiene un nivel alto, de abril de 1999 a enero de 2000 opera en un nivel medio, en febrero sube de nivel y de marzo en adelante opera en el nivel medio y en diciembre de 2000 presenta un nivel alto.

PEPSIGX CPO en enero y marzo de 1999 tiene un nivel de bursatilidad alto, los demás meses se comporta con un nivel medio.

SANLUIS CPO en abril, junio y julio de 1999 es cuando presenta bursatilidad alta, los demás meses opera con bursatilidad media.

TAMSA * de enero de 1999 a marzo de 2000 tiene un nivel alto, de abril a julio de 2000 mantiene un nivel medio y se recupera volviendo al nivel alto en los siguientes meses.

VITRO A tiene un nivel alto excepto de septiembre a diciembre de 2000 que muestra un nivel medio.

Las demás acciones se comportan con un nivel de bursatilidad alto en todo el período.

En el apéndice, **tablas A.3 y A.3-Bis**, se puede consultar cuál ha sido el comportamiento del nivel de bursatilidad para cada una de estas acciones en el período estudiado.

Se ha elegido un grupo de acciones que pertenecen a diferentes sectores industriales. Así, se están seleccionando acciones que garantizan liquidez al portafolios de inversión.²²⁰

Una vez que se ha definido que acciones se usarán en el estudio, se procede a obtener los precios históricos de cada una de ellas; dicha información se obtuvo del Centro de Información de la BMV, en donde se permite realizar consultas históricas de los precios a través de una serie de terminales de computo.

El período que se estableció para la muestra de precios es de enero de 1992 a diciembre de 2000 en cifras mensuales al cierre del mes, buscando obtener un tamaño de la muestra por acción de 108 observaciones y un total de 3,456 observaciones por las 32 acciones consideradas. Hay que aclarar que lo anterior no fue posible, en su totalidad, debido a que no todas las acciones presentan historia en el período establecido.

De acuerdo a la muestra obtenida del sistema de consulta de la bolsa de valores se desprende la **tabla 4.1.2** resumen de las cifras obtenidas. El detalle de precios históricos de cierre de mes por acción se encuentra en la **tabla A.4** en el apéndice.

²²⁰ Las empresas del sector financiero no se encuentran dentro de la muestra; no representaron una alternativa viable, desde el punto de vista de la liquidez, medida por el índice de bursatilidad; de acuerdo al criterio de selección establecido.

Tabla 4.1.2. Número de observaciones del precio de cierre de mes muestreado por acción.

<i>Acción</i>	<i>Serie</i>	<i>Observaciones por Acción</i>	<i>Fecha Inicial</i>	<i>Fecha Final</i>
ALFA	A	108	Ene-92	Dic-00
APASCO	*	33	Abr-98	Dic-00
ARA	*	52	Sep-96	Dic-00
BIMBO	A	108	Ene-92	Dic-00
CEMEX	CPO	105	Abr-92	Dic-00
CIE	B	61	Dic-95	Dic-00
COMERCI	UBC	108	Ene-92	Dic-00
CONTAL	*	103	Jun-92	Dic-00
DESC	B	108	Ene-92	Dic-00
ELEKTRA	CPO	78	Jul-94	Dic-00
FEMSA	UBD	108	Ene-92	Dic-00
GCARSO	A1	108	Ene-92	Dic-00
GCC	B	107	Feb-92	Dic-00
GEO	B	76	Sep-94	Dic-00
GISSA	B	108	Ene-92	Dic-00
GMODELO	C	83	Feb-94	Dic-00
GRUMA	B	81	Abr-94	Dic-00
HYSAMX	BCP	75	Oct-94	Dic-00
ICA	*	105	Abr-92	Dic-00
ICH	B	33	Abr-98	Dic-00
KIMBER	A	108	Ene-92	Dic-00
MASECA	B	108	Ene-92	Dic-00
PE&OLES	*	108	Ene-92	Dic-00
PEPSIGX	CPO	82	Mar-94	Dic-00
SANLUIS	CPO	70	Mar-95	Dic-00
SORIANA	B	108	Ene-92	Dic-00
TAMSA	*	108	Ene-92	Dic-00
TELECOM	A	54	Jul-96	Dic-00
TELMEX	L	108	Ene-92	Dic-00
TLEVISA	CPO	85	Dic-93	Dic-00
TVAZTCA	CPO	41	Ago-97	Dic-00
VITRO	A	33	Abr-98	Dic-00
Total de Observaciones		2,761		

En la *tabla 4.1.3*, se presentan los principales datos de las 32 acciones seleccionadas.

Tabla 4.1.3. Acciones consideradas en la muestra para conformar el portafolios de inversión, lista ordenada por sector.

Acción	Serie	Nombre de la Empresa	Sector	Listada en la BMV
COMERCI	UBC	CONTROLADORA COMERCIAL MEXICANA, S.A. DE C.V.	Comercio (Casas Comerciales)	25-Abr-91
ELEKTRA	CPO	GRUPO ELEKTRA, S.A. DE C.V.	Comercio (Casas Comerciales)	10-Dic-91
SORIANA	B	ORGANIZACION SORIANA, S.A. DE C.V.	Comercio (Casas Comerciales)	30-Sep-97
TELECOM	A1	CARSO GLOBAL TELECOM, S.A. DE C.V.	Comunicaciones y Transportes (Comunicaciones)	26-Jul-96
TELMEX	L	TELEFONOS DE MEXICO, S.A. DE C.V.	Comunicaciones y Transportes (Comunicaciones)	06-Feb-51
TLEVISA	CPO	GRUPO TELEVISA, S.A.	Comunicaciones y Transportes (Comunicaciones)	10-Dic-91
TVAZTCA	CPO	TV AZTECA, S.A. DE C.V.	Comunicaciones y Transportes (Comunicaciones)	15-Ago-97
APASCO	*	APASCO, S.A. DE C.V.	Industria de la Construcción (Cemento)	12-Oct-81
CEMEX	CPO	CEMEX, S.A. DE C.V.	Industria de la Construcción (Cemento)	05-Ene-76
GCC	B	GRUPO CEMENTOS DE CHIHUAHUA, S.A. DE C.V.	Industria de la Construcción (Cemento)	27-Feb-92
ICA	*	EMPRESAS ICA SOCIEDAD CONTROLADORA, S.A. DE C.V.	Industria de la Construcción (Construcción)	09-Abr-92
ARA	*	CONSORCIO ARA, S.A. DE C.V.	Industria de la Construcción (Vivienda)	26-Sep-96
GEO	B	CORPORACION GEO, S.A. DE C.V.	Industria de la Construcción (Vivienda)	29-Jul-94
BIMBO	A	GRUPO BIMBO, S.A. DE C.V.	Industria de la Transformación (Alimento, Bebida y Tabaco)	19-Feb-80
CONTAL	*	GRUPO CONTINENTAL, S.A.	Industria de la Transformación (Alimento, Bebida y Tabaco)	30-May-79
FEMSA	UBD	FOMENTO ECONÓMICO MEXICANO, S.A. DE C.V.	Industria de la Transformación (Alimento, Bebida y Tabaco)	03-Sep-87
GMODELO	C	GRUPO MODELO, S.A. DE C.V.	Industria de la Transformación (Alimento, Bebida y Tabaco)	16-Feb-94
GRUMA	B	GRUMA, S.A. DE C.V.	Industria de la Transformación (Alimento, Bebida y Tabaco)	19-Abr-91
MASECA	B	GRUPO INDUSTRIAL MASECA, S.A. DE C.V.	Industria de la Transformación (Alimento, Bebida y Tabaco)	05-Dic-84
PEPSIGX	CPO	PEPSI-GEMEX, S.A. DE C.V.	Industria de la Transformación (Alimento, Bebida y Tabaco)	17-Dic-91
KIMBER	A	KIMBERLY - CLARK DE MEXICO S.A. DE C.V.	Industria de la Transformación (Celulosa y Papel)	24-Ago-61
VITRO	A	VITRO, S.A. DE C.V.	Industria de la Transformación (Minerales No Metálicos)	11-Nov-94

<i>Acción</i>	<i>Serie</i>	<i>Nombre de la Empresa</i>	<i>Sector</i>	<i>Listada en la BMV</i>
CH	B	INDUSTRIAS CH, S.A. DE C.V.	Industria de la Transformación (Producción de metal)	05-Jul-62
HYLSAMX	BCP	HYLSAMEX, S.A. DE C.V.	Industria de la Transformación (Siderúrgica)	27-Oct-94
TAMSA	*	TUBOS DE ACERO DE MEXICO, S.A.	Industria de la Transformación (Siderúrgica)	03-Nov-53
PE&OLES	*	INDUSTRIAS PEÑOLES, S. A. DE C. V.	Industria Extractiva	05-Sep-61
ALFA	A	ALFA, S.A. DE C.V.	Varios (Controladoras)	15-Ago-78
CIE	B	CORPORACION INTERAMERICANA DE ENTRETENIMIENTO, S.A. DE C.V.	Varios (Controladoras)	19-Dic-95
DESC	B	DESC, S.A. DE C.V.	Varios (Controladoras)	26-Ago-75
GCARSO	A1	GRUPO CARSO, S.A. DE C.V.	Varios (Controladoras)	19-Jun-90
GISSA	B	GRUPO INDUSTRIAL SALTILLO, S. A. DE C.V.	Varios (Controladoras)	24-Ago-76
SANLUIS	CPO	SANLUIS CORPORACION, S. A. DE C. V.	Varios (Controladoras)	01-Oct-84

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V., Indicadores Bursátiles, Diversos Números.

4.2 Análisis de Series Macroeconómicas y Series de Precios Históricos de las Acciones

Las series macroeconómicas que se van a utilizar en el análisis fueron obtenidas en reportes con periodicidad mensual, salvo el PIB, los saldos de balanza de pagos y el saldo de la deuda total del gobierno federal que se tomaron de listados reportados trimestralmente. Las series en detalle se pueden consultar en la *tabla A.5* en el apéndice.

Algunas de las variables al momento del muestreo tenían cifras reportadas hasta el mes de septiembre de 2000, por lo cual el análisis se realiza con datos de enero de 1986 a septiembre de 2000 omitiendo los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2000 por la razón ya expuesta.

Para proceder a realizar el análisis de las series macroeconómicas, y determinar la serie de variaciones o cambios de cada una de ellas, hay que realizar ajustes a las series trimestrales para poder tener todas en una base mensual. Debido a lo anterior se realizará la estimación de datos ausentes bajo la consideración de la tasa de crecimiento o variación trimestral.²²¹

A los saldos de balanza de pagos, que se encuentran expresados en dólares, se les convierte primeramente a pesos al tipo de cambio de cada período y después se les reexpresa en pesos constantes de diciembre de 2000. Para estas series no es posible estimar el crecimiento logarítmico, fórmula 3.3.1, porque algunas observaciones presentan valores negativos, por lo cual se estima el crecimiento con la fórmula 3.3.2, hecho lo anterior se estiman los datos ausentes para cada uno de los meses.

El saldo de la deuda y el PIB, se encuentran expresados en pesos corrientes por lo cual primeramente se reexpresan a pesos constantes de diciembre de 2000 y posteriormente se calcula la tasa de crecimiento para estimar los datos ausentes de cada mes utilizando la fórmula 3.3.1.

Las demás series de tiempo no presentan el problema de datos ausentes, por lo cual, aquellas series que están expresadas en pesos del período: el tipo de cambio, las reservas internacionales, el circulante y todos los precios de las acciones; se reexpresan en pesos constantes de diciembre de 2000.

Las serie del precio del petróleo se encuentra en dólares, se convierte a pesos del periodo y se reexpresa a pesos constantes de diciembre de 2000.

Para las series restantes INPC, tasa de desempleo, IPC, CPP, rendimiento de CETES y el Índice de Volumen Físico de la Producción Industrial; no existe el problema de reexpresión, ya que no se encuentran en términos monetarios.

Al tener homologadas todas las series se procede a obtener las nuevas variables r_t , $VCPP_t$, $CINPC_t$, $CPIB_t$, $CIVFPI_t$, $CPET_t$, VTC_t , $VCIR_t$, $VDEU_t$, $VCCORR_t$, $VCCAP_t$,

²²¹ Para el caso del PIB, el saldo de la Deuda y los saldos de Balanza de Pagos las series de tiempo empiezan con la observación del último trimestre de 1985, que es en el mes de diciembre. El método ya se explicó de forma amplia en el inciso 3.3 del Capítulo III.

$CRESINT_t$, RM_t , CTD_t y R_{it} .²²² En estas nuevas variables se pierde la primera observación ya que se representa el cambio o variación porcentual de las variables originales. Listados de estas nuevas variables pueden consultarse en la *tabla A.6 y A.6-Bis* en el apéndice.

4.3 Determinación de los Factores de Riesgo

Al estar considerando una serie de variables macroeconómicas como fuente principal del riesgo de las acciones, se está estableciendo una relación directa entre los rendimientos de dichos instrumentos y el reflejo que se observe del desenvolvimiento económico del país. Esta idea que resulta ser acorde con la teoría del modelo APT, implica en primera instancia determinar los factores de riesgo macroeconómico conformados por las variables propuestas y posteriormente realizar la validación teórica del APT en México.

La determinación de los factores de riesgo a través del análisis de componentes principales implica primeramente, un análisis previo del tamaño de la muestra. Para el estudio se usó el software estadístico SPSS 10.0 el cual contiene las herramientas necesarias para poder realizar el análisis de componentes principales. La sintaxis de los comandos utilizados se encuentra en la *tabla A.7* en el apéndice. Todos los resultados mostrados en las tablas del presente inciso fueron obtenidos a través del SPSS.

La *tabla 4.3.1* muestra las variables que de primera instancia se consideraran para el análisis con una serie de estadísticas para describir su comportamiento; como son: el número de observaciones consideradas, el recorrido, la observación máxima y mínima, la suma, la tasa de cambio medio estableciendo límites de confianza al nivel del 95% y la desviación estándar con límites de confianza al nivel del 95%.

Para un uso adecuado del análisis de componentes principales es conveniente tener una muestra de por lo menos 50 observaciones y como regla empírica general se pide como mínimo un número de observaciones 5 veces mayor al número de variables.²²³ Para el estudio se cuenta con 13 variables, aplicando la regla empírica se necesitarían por lo menos 65 observaciones por variable; como se muestra en la *tabla 4.3.1* se cuenta con 176 observaciones por lo que se encuentra dentro del límite aceptable.

El análisis de componentes principales obtiene un número de k factores extraídos de un total de w variables en donde $k < w$, y los k factores es combinación lineal de las w variables.²²⁴

Asimismo, el análisis de componentes principales no se apoya en ninguna hipótesis previa del comportamiento de las variables, sólo se sabe que el total de variabilidad de las variables en estudio se puede explicar por un número determinado de factores.²²⁵

²²² La definición de cada variable se encuentra en el inciso 3.4 del Capítulo III.

²²³ Hair, J. F., Jr., Anderson, R. E., Tatham, R. L. y Black, W. C. 1999. *Op. cit.* p. 88.

²²⁴ Álvarez, R. C. 1995. *Estadística Multivariante y No Paramétrica con SPSS*, Díaz de Santos, España, p.

232.

²²⁵ *Idem.*

Tabla 4.3.1. Principales Estadísticas Descriptivas de las Variables Transformadas.

	Núm. de Obs. ¹	Recorrido ²	Mínimo ³	Máximo ⁴	Suma ⁵	Media ⁶	Límite Inferior para la Media al 95% ⁷	Límite Superior para la Media al 95% ⁷	Desviación Estándar ⁸	Límite Inferior para la Desviación Estándar al 95% ⁹	Límite Superior para la Desviación Estándar al 95% ⁹
VCPP	176	93.4718	-38.8721	56.5997	-184.0552	-0.9321	-2.5188	0.6546	10.7397	9.6178	11.8617
CINPC	176	14.0043	0.3731	14.3774	403.2849	2.2914	1.9327	2.6500	2.4276	2.1740	2.6812
CIVFAI	176	21.8860	-10.5908	11.2952	18.1268	0.0916	-0.5233	0.7065	4.1621	3.7273	4.5968
CPIB	178	8.3697	-2.8406	3.5291	43.0892	0.2447	0.0168	0.4727	1.5429	1.3818	1.7041
CPET	176	75.0721	-29.3857	45.8864	-54.1439	-0.3076	-1.8809	1.2657	10.6490	9.5366	11.7615
VTC	176	68.6256	-24.0892	42.5364	-87.9851	-0.4998	-1.1781	0.1785	4.5909	4.1113	5.0705
VCJR	176	48.9122	-20.2533	28.6589	49.9115	0.2836	-0.8606	1.4278	7.7447	6.9357	8.5538
VDEU	176	41.2743	-20.5013	20.7730	-1.7815	-0.0101	-0.8874	0.6471	4.4487	3.9840	4.9135
VCCORR	176	533.2077	-438.3541	94.8536	-4.605.4763	-26.1675	-38.7072	-13.6277	84.8788	78.0099	93.7437
VCCAP	176	394.8444	-278.6517	115.9927	-5.452.7436	-30.9815	-43.7313	-18.2317	86.2983	77.2828	95.3137
CRESINT	176	156.6929	-63.6974	92.9955	79.1523	0.4497	-1.5999	2.4993	13.8728	12.4236	15.3221
RM	176	92.7808	-56.5470	36.2339	610.0534	3.4662	1.6072	5.3252	12.5829	11.2684	13.8974
CTD	176	73.5707	-36.1013	37.4693	-48.6012	-0.2648	-2.1991	1.6695	13.0925	11.7247	14.4602

Notas:

- /1 El número de observaciones representa el tamaño n de la muestra tomada de cada variable.
- /2 El recorrido se refiere a la diferencia entre la observación mayor y la menor contenida en la muestra.
- /3 Es la menor de las observaciones en la muestra.
- /4 Es la mayor de las observaciones en la muestra.
- /5 Es la suma aritmética de todas las observaciones en la muestra, puede ayudar a determinar cómo se comporta la variable; es decir, si la suma es negativa, por ejemplo, indica que la variable tiene una parte importante de observaciones negativas y podría tener una tendencia decreciente.
- /6 Es la medida de tendencia central de los valores en la muestra refleja el valor típico o promedio.
- /7 Los intervalos de confianza para la media nos permiten establecer que la probabilidad de que la media poblacional se va a encontrar en dicho intervalo es del 95%; por lo tanto, se tiene una confianza del 95% de que la media poblacional se encuentra en dicho intervalo y de que la media calculada es un buen estimador de la media poblacional.
- /8 La desviación estándar refleja el grado de dispersión que tienen los valores de la variable alrededor de la media.
- /9 Los intervalos de confianza para la desviación estándar nos permiten establecer que la probabilidad de que la desviación estándar poblacional se va a encontrar en dicho intervalo es del 95%; por lo tanto, se tiene una confianza del 95% de que la desviación estándar poblacional se encuentra en dicho intervalo y de que la desviación estándar calculada es un buen estimador de la desviación estándar poblacional.

Tabla 4.3.2. Matriz de correlación.

	VCPP	CINPC	CIVFPI	CPIB	CPET	VTC	VCIR	VDEU	VCCORR	VCCAP	CRESINT	RM	CTD	
Correlación	VCPP	1.0000	0.2126	0.0656	-0.0345	0.0967	0.1190	-0.0883	0.1189	0.1334	-0.1734	-0.1863	0.0143	0.0696
	CINPC	0.2126	1.0000	-0.0858	-0.1310	-0.1169	-0.1365	-0.1282	0.0034	-0.0685	-0.2885	0.0964	0.1912	0.0375
	CIVFPI	0.0656	-0.0858	1.0000	-0.0293	0.0707	0.0604	-0.2692	-0.0942	0.0044	-0.0460	-0.1836	0.0737	0.1059
	CPIB	-0.0345	-0.1310	-0.0293	1.0000	0.0211	0.0734	0.4192	-0.0734	0.3022	0.0612	-0.0609	0.0878	-0.3374
	CPET	0.0967	-0.1169	0.0707	0.0211	1.0000	0.3633	-0.0321	0.1727	0.1160	-0.0344	-0.0121	-0.0580	-0.0854
	VTC	0.1190	-0.1365	0.0604	0.0734	0.3633	1.0000	0.1693	0.2449	0.0825	-0.1323	-0.1034	-0.1540	-0.1372
	VCIR	-0.0883	-0.1282	-0.2692	0.4192	-0.0321	0.1693	1.0000	0.1939	0.0372	0.0973	0.0173	-0.0447	-0.4984
	VDEU	0.1189	0.0034	-0.0942	-0.0734	0.1727	0.2449	0.1939	1.0000	0.0028	-0.2102	-0.0115	-0.1245	-0.0948
	VCCORR	0.1334	-0.0685	0.0044	0.3022	0.1160	0.0825	0.0372	0.0028	1.0000	0.2717	0.0169	-0.0046	-0.0469
	VCCAP	-0.1734	-0.2885	-0.0460	0.0612	-0.0344	-0.1323	0.0973	-0.2102	0.2717	1.0000	0.0981	-0.0922	-0.0346
	CRESINT	-0.1863	0.0964	-0.1836	-0.0609	-0.0121	-0.1034	0.0173	-0.0115	0.0169	0.0981	1.0000	-0.0450	-0.0536
	RM	0.0143	0.1912	0.0737	0.0878	-0.0580	-0.1540	-0.0447	-0.1245	-0.0046	-0.0922	-0.0450	1.0000	0.1052
	CTD	0.0696	0.0375	0.1059	-0.3374	-0.0854	-0.1372	-0.4984	-0.0948	-0.0469	-0.0346	-0.0536	0.1052	1.0000
Sig. (1-cola)	VCPP		0.0023	0.1934	0.3245	0.1009	0.0579	0.1218	0.0580	0.0388	0.0107	0.0067	0.4252	0.1794
	CINPC	0.0023		0.1289	0.0415	0.0611	0.0354	0.0450	0.4822	0.1833	0.0001	0.1014	0.0055	0.3108
	CIVFPI	0.1934	0.1289		0.3496	0.1755	0.2129	0.0002	0.1068	0.4769	0.2721	0.0074	0.1655	0.0810
	CPIB	0.3245	0.0415	0.3496		0.3903	0.1665	0.0000	0.1666	0.0000	0.2099	0.2109	0.1232	0.0000
	CPET	0.1009	0.0611	0.1755	0.3903		0.0000	0.3363	0.0109	0.0627	0.3251	0.4367	0.2221	0.1298
	VTC	0.0579	0.0354	0.2129	0.1665	0.0000		0.0124	0.0005	0.1381	0.0400	0.0861	0.0208	0.0347
	VCIR	0.1218	0.0450	0.0002	0.0000	0.3363	0.0124		0.0050	0.3121	0.0994	0.4097	0.2779	0.0000
	VDEU	0.0580	0.4822	0.1068	0.1666	0.0109	0.0005	0.0050		0.4854	0.0026	0.4399	0.0499	0.1055
	VCCORR	0.0388	0.1833	0.4769	0.0000	0.0627	0.1381	0.3121	0.4854		0.0001	0.4120	0.4761	0.2682
	VCCAP	0.0107	0.0001	0.2721	0.2099	0.3251	0.0400	0.0994	0.0026	0.0001		0.0975	0.1117	0.3242
	CRESINT	0.0067	0.1014	0.0074	0.2109	0.4367	0.0861	0.4097	0.4399	0.4120	0.0975		0.2768	0.2401
	RM	0.4252	0.0055	0.1655	0.1232	0.2221	0.0206	0.2779	0.0499	0.4761	0.1117	0.2768		0.0824
	CTD	0.1794	0.3108	0.0810	0.0000	0.1298	0.0347	0.0000	0.1055	0.2682	0.3242	0.2401	0.0824	

Determinante = 0.1730

Tabla 4.3.3. Matriz de correlación Anti-Imagen.

	VCPP	CINPC	CIVFPI	CPIB	CPET	VTC	VCIR	VDEU	VCCORR	VCCAP	CRESINT	RM	CTD
VCPP	0.5627	-0.2177	-0.0316	0.0281	-0.0572	-0.0669	0.0252	-0.0722	-0.1735	0.1000	0.1920	0.0301	-0.0468
CINPC	-0.2177	0.5277	0.1132	0.1040	0.1004	0.1008	0.0739	0.0251	-0.0294	0.2653	-0.1365	-0.1800	0.0861
CIVFPI	-0.0316	0.1132	0.5568	-0.0485	-0.0204	-0.0811	0.2582	0.0551	0.0144	0.0209	0.1477	-0.0816	0.0380
CPIB	0.0281	0.1040	-0.0485	0.5547	-0.0078	0.0206	-0.3410	0.1816	-0.3362	0.1238	0.0663	-0.1197	0.1777
CPET	-0.0572	0.1004	-0.0204	-0.0078	0.5824	-0.3178	0.1461	-0.1165	-0.0677	-0.0069	-0.0466	-0.0326	0.1052
VTC	-0.0669	0.1008	-0.0811	0.0206	-0.3178	0.6207	-0.1541	-0.1101	-0.0737	0.1533	0.0652	0.1252	0.0204
VCIR	0.0252	0.0739	0.2582	-0.3410	0.1461	-0.1541	0.5607	-0.2233	0.1224	-0.1381	0.0152	-0.0486	0.3878
VDEU	-0.0722	0.0251	0.0551	0.1816	-0.1165	-0.1101	-0.2233	0.5533	-0.0807	0.2227	-0.0091	0.0879	-0.0034
VCCORR	-0.1735	-0.0294	0.0144	-0.3362	-0.0677	-0.0737	0.1224	-0.0807	0.4303	-0.3184	-0.0499	-0.0046	-0.0280
VCCAP	0.1000	0.2653	0.0209	0.1238	-0.0069	0.1533	-0.1381	0.2227	-0.3184	0.4867	-0.0719	0.0735	-0.0032
CRESINT	0.1920	-0.1365	0.1477	0.0663	-0.0466	0.0652	0.0152	-0.0091	-0.0499	-0.0719	0.5155	0.0462	0.0527
RM	0.0301	-0.1800	-0.0816	-0.1197	-0.0326	0.1252	-0.0486	0.0879	-0.0046	0.0735	0.0462	0.5277	-0.1234
CTD	-0.0468	0.0861	0.0380	0.1777	0.1052	0.0204	0.3878	-0.0034	-0.0280	-0.0032	0.0527	-0.1234	0.6593

Tabla 4.3.4. Prueba de adecuación en el muestreo y prueba de esfericidad de Bartlett.

Pruebas	Niveles
MSA	0.5529
Prueba de Esfericidad de Bartlett	
Aprox. Chi-Cuadrada	297.8560
Grados de libertad	78.0000
Significación	0.0000

Desde el punto de vista del análisis que se está realizando es de esperarse que exista cierto grado de multicolinealidad entre las variables ya que se pretende identificar las interrelaciones entre ellas, la **tabla 4.3.2** muestra la matriz de correlación muestral y una matriz con niveles de significación estadística; estos niveles de significación muestran que tanto la correspondiente correlación es diferente de cero; para que se establezca lo anterior es de esperarse que los valores que refleja la matriz sean valores cercanos a cero.²²⁶ Se han resaltado en negritas las correlaciones más significativas y asimismo, se resaltan aquellos niveles de significación en donde se rechaza la hipótesis nula, $H_0 : r_{ij} = 0$ frente a la hipótesis alternativa $H_1 : r_{ij} > 0$ si r_{ij} es positivo ó $H_1 : r_{ij} < 0$ si r_{ij} es negativo, dependiendo el caso, al nivel de significación del 5%; tomando el nivel de significación del 1% se rechaza la hipótesis nula en todos los casos resaltados excepto cuando el coeficiente de correlación es igual a -0.1282 y -0.1245.

En la misma tabla se encuentra el determinante de la matriz de correlación que si no existiera entonces no podría realizarse el análisis de componentes principales ya que es una condición teórica que la matriz de correlación sea invertible.

El determinante de la matriz de correlación sirve como un indicador de la varianza generalizada de dicha matriz, si el valor del determinante se encuentra cercano a cero indica que una o más variables pueden ser expresadas como una combinación lineal de las demás variables.²²⁷

Desde el punto de vista del análisis de componentes principales no tiene sentido alguno el examinar la matriz de correlación ya que no se está partiendo de la hipótesis de existencia de factores comunes.²²⁸

En la **tabla 4.3.3** se muestra la matriz de correlación anti-imagen, que es el valor negativo de la correlación parcial entre las variables; es decir, la correlación que no se debe a factores comunes. Los valores de la diagonal principal reflejan una prueba de adecuación del muestreo, MSA, para cada variable, la MSA va de 0 a 1 interpretándose en 1 cuando la variable es perfectamente predecible por las otras variables; cuando la $MSA < 0.50$ puede considerarse la conveniencia de no incluir la variable en el análisis.²²⁹

²²⁶ La matriz con niveles de significación estadística refleja el resultado de la prueba de hipótesis: $H_0 : r_{ij} = 0$ vs. $H_1 : r_{ij} > 0$ si r_{ij} es positivo ó $H_1 : r_{ij} < 0$ si r_{ij} es negativo; en donde, r_{ij} es el coeficiente de correlación muestral entre la variable i y la variable j . La información que refleja la matriz parte del hecho de que la relación entre un coeficiente de correlación muestral y el coeficiente de correlación poblacional es similar a la de un estadístico muestral y el parámetro poblacional; es decir, r es considerado un estimador de ρ . Puede ocurrir que en una muestra se tenga $r \neq 0$ aún en el caso de variables independientes. Para muestras grandes, $n > 50$, muestras de r 's se distribuyen normalmente cuando $\rho = 0$ con media igual a 0 y desviación estándar $s_r = 1/\sqrt{n}$. Para muestras grandes entonces, el estadístico de prueba $Z = r / (1/\sqrt{n}) = r\sqrt{n}$ se distribuye normalmente. Para muestras pequeñas el estadístico

$t = r \cdot \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$ sigue una distribución t de Student con $n-2$ grados de libertad. Véase: Byrkit, Donald R. 1980.

Elements of Statistics, D. Van Nostrand Company, 3era. edición, United States of America, pp. 377-378.

²²⁷ Álvarez, R. C. 1995. *Op. cit.*, p. 242.

²²⁸ *Ibid.*, p. 241.

²²⁹ Hair, J. F., Jr., Anderson, R. E., Tatham, R. L. y Black, W. C. 1999. *Op. cit.* pp. 88-89.

La MSA también se obtiene en forma general interpretándose de igual manera, esta medida se encuentra en la **tabla 4.3.4**.

Otro criterio que es importante y que hay que tomar en consideración es la prueba de esfericidad de Bartlett, que examina la correlación entre las variables calculando la probabilidad de que la matriz de correlación sea una matriz identidad; es decir, se considera la hipótesis nula de que la matriz de correlación es una matriz identidad frente a la hipótesis alternativa de que dicha matriz es diferente de la matriz identidad; es de esperarse que se rechace la hipótesis nula.²³⁰ El nivel de significación de esta prueba debe ser cercano a cero para que exista la factibilidad de realizar el análisis; se muestra en la **tabla 4.3.4**.

Sobre la base de los criterios señalados se concluye, en este punto, que existe un nivel de significación aceptable en la matriz de correlación; así también la MSA general y la prueba de esfericidad de Bartlett muestran niveles adecuados; sin embargo, la MSA, de cada variable refleja que para las variables *VCCORR* y *VCCAP* un nivel de rechazo, 0.4303 y 0.4867 respectivamente. Por lo tanto, se elimina *VCCORR* que es la que tiene el nivel de MSA más bajo para que el conjunto restante entre en un nivel aceptable.

Para las variables seleccionadas se obtiene entonces la matriz de correlación, los niveles de significación, la matriz anti-imagen, la MSA y la prueba de esfericidad de Bartlett. Véanse las **tablas 4.3.5, 4.3.6 y 4.3.7**.

Como puede observarse al haber retirado *VCCORR* de la muestra, el conjunto restante entra en niveles de significación adecuada en todos los criterios; por lo cual, es factible continuar el análisis.

Es importante tener presente que desde el punto de vista del análisis de componentes principales se tiene una varianza total que está conformada por la varianza común, la varianza específica y el error. La varianza común se refiere a la variación de una variable compartida con todas las demás, la varianza específica es la variación asociada a una sola variable, y el error es el término aleatorio. Los componentes principales incorporan la varianza total en el análisis y los primeros factores que se obtienen no contienen gran cantidad de varianza específica y error como para distorsionar la estructura en su conjunto.²³¹

Al dar la instrucción correspondiente al SPSS para realizar el análisis de componentes principales se obtiene la solución mostrada en la **tabla 4.3.8**.

Existen diversos criterios para seleccionar el número de componentes a ser extraídos, entre los que se pueden citar el de porcentaje de varianza, el de raíz latente y el de contraste de caída que son los utilizados en el presente estudio.²³²

El criterio de porcentaje de varianza está basado en obtener un porcentaje de varianza acumulado de la varianza extraída. En el ámbito de las Ciencias Naturales los investigadores buscan por lo menos un porcentaje del 95% de varianza explicada; en el caso de las Ciencias Sociales, en donde la información tiene mayor error de precisión, lo normal es considerar un 60% de varianza explicada

²³⁰ La prueba de hipótesis planteada es similar a tener como hipótesis nula el hecho de que el determinante de la matriz de correlación sea igual a 1, frente a la hipótesis alternativa de que el determinante de dicha matriz sea diferente de 1.

²³¹ Hair, J. F., Jr., Anderson, R. E., Tatham, R. L. y Black, W. C. 1999. *Op. cit.*, pp. 89-91.

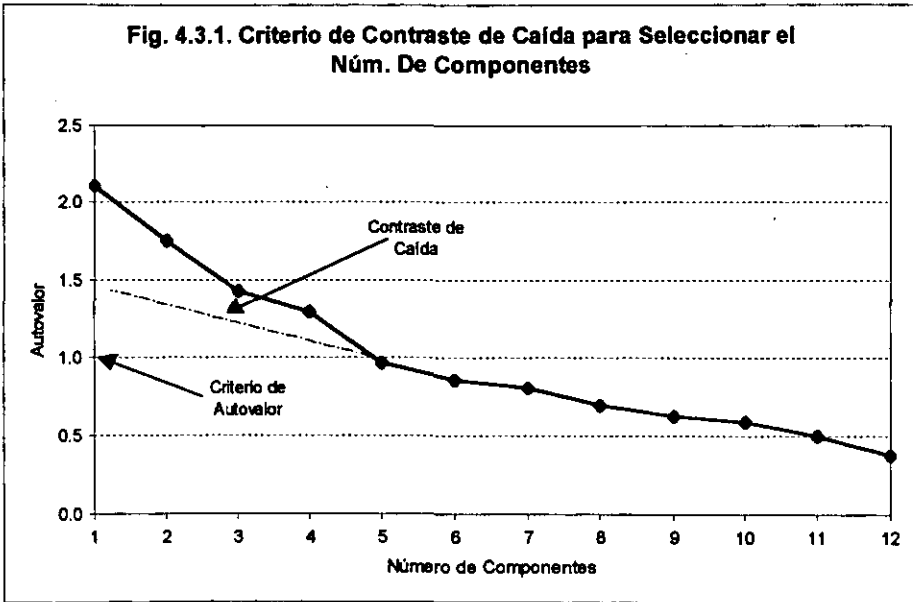
²³² *Ibid.*, pp. 92-94.

acumulada total y en muchos casos hasta un porcentaje menor.²³³

El criterio de raíz latente o autovalor considera que cada factor debe por lo menos explicar la variación de una variable, en donde cada variable aporta un autovalor igual a 1; por lo cual, aquellos componentes que tengan autovalores mayores a 1 son significativos y son los que hay que seleccionar.²³⁴

El contraste de caída consiste en una inspección de la gráfica de los autovalores en función del número de factores en orden de extracción buscando el punto de corte en la curva; dicho punto es en donde la curva empieza a formar una línea recta. Con este criterio se busca el número de componentes óptimos antes de que la varianza específica empiece a dominar en los componentes, en un párrafo anterior se explicó lo que es la varianza específica.²³⁵

En la **tabla 4.3.8** se observa que la solución no rotada tiene 4 componentes que son significativos bajo el criterio de raíz latente pero; sin embargo, el porcentaje de varianza acumulada es de 54.755%, que resulta ser bajo de acuerdo con la regla empírica mencionada párrafos arriba; por lo cual, se tendrían que seleccionar 5 factores para tener una varianza acumulada de 62.8074%. Asimismo, al observar gráficamente los autovalores en función del número de componentes se establece que el número adecuado de componentes, bajo el criterio de contraste de caída es de 5. Véase la **figura 4.3.1**.



En la **tabla 4.3.9** pueden observarse las comunalidades de cada variable. Las comunalidades son una estimación de la varianza en común que es explicada por el análisis de componentes principales para cada variable.

²³³ *Ibid*, p. 93.

²³⁴ *Ibid*, p. 92.

²³⁵ *Ibid*, p. 93.

Tabla 4.3.5. Matriz de correlación.

	VCP	CINPC	CIVFPI	CPB	CPET	VTC	VCIR	VDEU	VCCAP	CRESINT	RM	CTD	
Correlación	VCP	1.0000	0.2126	0.0656	-0.0345	0.0967	0.1190	-0.0883	0.1189	-0.1734	-0.1863	0.0143	0.0696
	CINPC	0.2126	1.0000	-0.0858	-0.1310	-0.1169	-0.1365	-0.1282	0.0034	-0.2885	0.0964	0.1912	0.0375
	CIVFPI	0.0656	-0.0858	1.0000	-0.0293	0.0707	0.0604	-0.2692	-0.0942	-0.0460	-0.1838	0.0737	0.1059
	CPB	-0.0345	-0.1310	-0.0293	1.0000	0.0211	0.0734	0.4192	-0.0734	0.0612	-0.0609	0.0878	-0.3374
	CPET	0.0967	-0.1169	0.0707	0.0211	1.0000	0.3633	-0.0321	0.1727	-0.0344	-0.0121	-0.0580	-0.0854
	VTC	0.1190	-0.1365	0.0604	0.0734	0.3633	1.0000	0.1693	0.2449	-0.1323	-0.1034	-0.1540	-0.1372
	VCIR	-0.0883	-0.1282	-0.2692	0.4192	-0.0321	0.1693	1.0000	0.1939	0.0973	0.0173	-0.0447	-0.4984
	VDEU	0.1189	0.0034	-0.0942	-0.0734	0.1727	0.2449	0.1939	1.0000	-0.2102	-0.0115	-0.1245	-0.0948
	VCCAP	-0.1734	-0.2885	-0.0460	0.0612	-0.0344	-0.1323	0.0973	-0.2102	1.0000	0.0981	-0.0922	-0.0346
	CRESINT	-0.1863	0.0964	-0.1838	-0.0609	-0.0121	-0.1034	0.0173	-0.0115	0.0981	1.0000	-0.0450	-0.0536
	RM	0.0143	0.1912	0.0737	0.0878	-0.0580	-0.1540	-0.0447	-0.1245	-0.0922	-0.0450	1.0000	0.1052
	CTD	0.0696	0.0375	0.1059	-0.3374	-0.0854	-0.1372	-0.4984	-0.0948	-0.0346	-0.0536	0.1052	1.0000
Sig. (1-cola)	VCP		0.0023	0.1934	0.3245	0.1009	0.0579	0.1218	0.0580	0.0107	0.0067	0.4252	0.1794
	CINPC	0.0023		0.1289	0.0415	0.0611	0.0354	0.0450	0.4822	0.0001	0.1014	0.0055	0.3108
	CIVFPI	0.1934	0.1289		0.3496	0.1755	0.2129	0.0002	0.1068	0.2721	0.0074	0.1655	0.0810
	CPB	0.3245	0.0415	0.3496		0.3903	0.1665	0.0000	0.1666	0.2099	0.2109	0.1232	0.0000
	CPET	0.1009	0.0611	0.1755	0.3903		0.0000	0.3363	0.0109	0.3251	0.4367	0.2221	0.1298
	VTC	0.0579	0.0354	0.2129	0.1665	0.0000		0.0124	0.0005	0.0400	0.0861	0.0206	0.0347
	VCIR	0.1218	0.0450	0.0002	0.0000	0.3363	0.0124		0.0050	0.0994	0.4097	0.2779	0.0000
	VDEU	0.0580	0.4822	0.1068	0.1666	0.0109	0.0005	0.0050		0.0026	0.4399	0.0499	0.1055
	VCCAP	0.0107	0.0001	0.2721	0.2099	0.3251	0.0400	0.0994	0.0026		0.0975	0.1117	0.3242
	CRESINT	0.0067	0.1014	0.0074	0.2109	0.4367	0.0861	0.4097	0.4399	0.0975		0.2768	0.2401
	RM	0.4252	0.0055	0.1655	0.1232	0.2221	0.0206	0.2779	0.0499	0.1117	0.2768		0.0824
	CTD	0.1794	0.3108	0.0810	0.0000	0.1298	0.0347	0.0000	0.1055	0.3242	0.2401	0.0824	

Determinante = 0.2240

Tabla 4.3.6. Matriz de correlación Anti-Imagen.

	VCPP	CINPC	CIVFPI	CPIB	CPET	VTC	VCIR	VDEU	VCCAP	CRESINT	RM	CTD
VCPP	0.5901	-0.2263	-0.0296	-0.0326	-0.0702	-0.0812	0.0475	-0.0878	0.0479	0.1864	0.0298	-0.0525
CINPC	-0.2263	0.5176	0.1137	0.1000	0.0987	0.0989	0.0781	0.0228	0.2701	-0.1382	-0.1802	0.0854
CIVFPI	-0.0296	0.1137	0.5563	-0.0463	-0.0194	-0.0802	0.2584	0.0565	0.0269	0.1486	-0.0815	0.0384
CPIB	-0.0326	0.1000	-0.0463	0.6311	-0.0325	-0.0044	-0.3208	0.1645	0.0187	0.0527	-0.1288	0.1788
CPET	-0.0702	0.0987	-0.0194	-0.0325	0.5381	-0.3244	0.1560	-0.1226	-0.0300	-0.0502	-0.0330	0.1035
VTC	-0.0812	0.0989	-0.0802	-0.0044	-0.3244	0.6227	-0.1465	-0.1167	0.1374	0.0618	0.1252	0.0184
VCIR	0.0475	0.0781	0.2584	-0.3208	0.1560	-0.1465	0.5770	-0.2158	-0.1053	0.0215	-0.0484	0.3943
VDEU	-0.0878	0.0228	0.0565	0.1645	-0.1226	-0.1167	-0.2158	0.5764	0.2085	-0.0132	0.0878	-0.0057
VCCAP	0.0479	0.2701	0.0269	0.0187	-0.0300	0.1374	-0.1053	0.2085	0.5608	-0.0927	0.0760	-0.0128
CRESINT	0.1864	-0.1382	0.1486	0.0527	-0.0502	0.0618	0.0215	-0.0132	-0.0927	0.5198	0.0460	0.0514
RM	0.0298	-0.1802	-0.0815	-0.1288	-0.0330	0.1252	-0.0484	0.0878	0.0760	0.0460	0.5213	-0.1236
CTD	-0.0525	0.0854	0.0384	0.1788	0.1035	0.0184	0.3943	-0.0057	-0.0128	0.0514	-0.1236	0.6533

Tabla 4.3.7. Prueba de adecuación en el muestreo y prueba de esfericidad de Bartlett.

Pruebas	Niveles
MSA	0.5820
Prueba de Esfericidad de Bartlett	
Aprox. Chi-Cuadrada	254.7734
Grados de libertad	66.0000
Significación	0.0000

Tabla 4.3.8. Matriz de componentes solución inicial, solución no rotada y solución rotada.

Componente	AUTOVALORES INICIALES			SOLUCIÓN NO ROTADA			SOLUCIÓN ROTADA		
	Total	% Variación	Var. Acum. %	Total	% Variación	Var. Acum. %	Total	% Variación	Var. Acum. %
1	2.1021	17.5173	17.5173	2.1021	17.5173	17.5173	1.9303	16.0862	16.0862
2	1.7463	14.5521	32.0695	1.7463	14.5521	32.0695	1.5559	12.9659	29.0522
3	1.4305	11.9205	43.9900	1.4305	11.9205	43.9900	1.5020	12.5168	41.5690
4	1.2919	10.7655	54.7555	1.2919	10.7655	54.7555	1.2808	10.6731	52.2421
5	0.9662	8.0519	62.8074	0.9662	8.0519	62.8074	1.2678	10.5653	62.8074
6	0.8561	7.1340	69.9414						
7	0.8068	6.7234	76.6649						
8	0.6969	5.8077	82.4726						
9	0.6295	5.2460	87.7186						
10	0.5944	4.9535	92.6721						
11	0.5012	4.1769	96.8490						
12	0.3781	3.1510	100.0000						

Tabla 4.3.9. Comunalidades

	Inicial	Extracción
VCPP	1	0.478
CINPC	1	0.680
CIVFPI	1	0.559
CPIB	1	0.670
CPET	1	0.717
VTC	1	0.613
VCIR	1	0.748
VDEU	1	0.547
VCCAP	1	0.535
CRESINT	1	0.756
RM	1	0.660
CTD	1	0.574

Tabla 4.3.10 Matriz de componentes rotada

	COMPONENTE				
	1	2	3	4	5
VCPP	-0.0748	0.4989	0.0747	-0.1143	-0.4532
CINPC	-0.0886	0.7443	-0.2241	0.1539	0.2095
CIVFPI	-0.2875	-0.1459	0.3046	0.4276	-0.4237
CPIB	0.7336	-0.1201	0.0361	0.3067	-0.1474
CPET	-0.0209	-0.0067	0.8403	0.0343	0.0955
VTC	0.1737	0.0583	0.7083	-0.2279	-0.1612
VCIR	0.8365	-0.0476	-0.0256	-0.2080	0.0410
VDEU	0.1258	0.3480	0.3123	-0.5591	-0.0050
VCCAP	0.0501	-0.7029	-0.1567	0.0020	-0.1191
CRESINT	-0.0367	-0.0189	0.0365	-0.0013	0.8678
RM	0.0688	0.3097	-0.0662	0.7433	0.0492
CTD	-0.7357	0.0163	-0.1259	0.0745	-0.1039

En promedio se tiene una comunalidad de 62.8%, siendo la más alta del 75.6% para *CRESINT* y la más baja del 47.8% para *VCPP*.

En la **tabla 4.3.8** se observan dos soluciones una no rotada y la otra rotada, esta última tiene la característica de que se ha redistribuido la varianza de los primeros componentes a los siguientes para lograr un patrón de factores más significativo. La solución no rotada extrae factores según su orden de importancia; el primer factor tiende a ser un factor general por el que casi toda variable se ve afectada significativamente, los siguientes factores se basan en la varianza residual.

Existen diversos métodos para realizar la rotación que puede ser ortogonal u oblicua; en general todos los métodos buscan simplificar la matriz de componentes para facilitar su interpretación. Al utilizar la rotación ortogonal las comunalidades de cada variable se conservan; aunque cambian las cargas factoriales. En la rotación oblicua las comunalidades cambian y es mucho más compleja que la rotación ortogonal.²³⁶

El resultado de la **tabla 4.3.8** es una solución rotada ortogonal obtenida con el método VARIMAX. No existe una razón analítica que resulte ser de carácter incuestionable que sirva como pauta para la elección de uno u otro método de rotación.²³⁷

La elección del tipo de rotación, ortogonal u oblicua, se basa en los objetivos de la investigación; "si el objetivo del investigador es reducir el número de variables originales, con independencia de la significación resultante de los factores, la solución apropiada debería ser la ortogonal. Además, si el investigador desea reducir un gran número de variables a un conjunto pequeño de variables incorrelacionadas para un uso posterior en el análisis de regresión u otras técnicas de predicción, la solución ortogonal resulta ser la más adecuada. Sin embargo, si el objetivo último del análisis factorial es obtener varios factores teóricamente significativos, resulta apropiada una solución oblicua."²³⁸

La **tabla 4.3.10** muestra la matriz de componentes rotada y en ella se señalan las cargas factoriales más significativas en cada componente.

El primer componente denominado F_1 tiene como variables más significativas al *CPIB*, *VCIR* y *CTD*, la producción junto con el nivel de empleo y el circulante, siendo *VCIR* la de mayor carga factorial.

F_2 tiene a *VCPP*, *CINPC* y *VCCAP*, factores que tienen que ver con el costo del dinero y la inversión, aquí *CINPC* es la de mayor carga factorial.

F_3 tiene *CPET* y *VTC* dos variables importantes en el mercado internacional, en donde *CPET* es la de mayor carga factorial.

En F_4 el *CIVFPI*, *VDEU* y *RM* son las variables que resaltan, una variable de producción relacionada al comportamiento del mercado y el endeudamiento del país, *RM* es la de mayor carga factorial.

Por último, F_5 es significativa por *CRESINT* los movimientos de las reservas internacionales del país.

²³⁶ Álvarez, R. C. 1995. *Op. cit.*, pp. 236-238.

²³⁷ Hair, J. F., Jr., Anderson, R. E., Tatham, R. L. y Black, W. C. 1999. *Op. cit.*, p. 98.

²³⁸ *Ibid.* p. 99.

Se observan aquí variables que concuerdan con lo ya establecido en diversas investigaciones realizadas en otros mercados, como son la inflación, el precio del petróleo, la producción y un indicador del comportamiento del mercado.²³⁹

En este momento se tiene que decidir si, de acuerdo con la matriz de componentes para cada factor, se obtienen variables representativas para continuar el estudio o se obtiene una medida compuesta. De acuerdo con la teoría del APT se tendrían múltiples factores de riesgo sistemático, por lo cual si se toman variables representativas se estaría propenso a tener algún tipo de sesgo o error por la pérdida de información contenida en las variables desechadas por lo cual se determinarán las puntuaciones factoriales, medida que involucra la carga factorial de cada una de las variables contenida en la matriz de componentes.

Por lo tanto, al tener las cargas factoriales para cada componente se está en posibilidades de calcular los factores de riesgo que se van a determinar por las puntuaciones factoriales sobre la base de las fórmulas:

$$\begin{aligned}
 F_{1t} = & -0.0748VCPP_t - 0.0886CINPC_t - 0.2875CIVPI_t + \\
 & + 0.7336CPIB_t - 0.0209CPET_t + 0.1737VTC_t + \\
 & + 0.8365VCIR_t + 0.1258VDEU_t + 0.0501VCCAP_t - \\
 & - 0.0367CRESINT_t + 0.0688RM_t - 0.7357CTD_t,
 \end{aligned} \tag{4.3.1}$$

$$\begin{aligned}
 F_{2t} = & 0.4989VCPP_t + 0.7443CINPC_t - 0.1459CIVPI_t - \\
 & - 0.1201CPIB_t - 0.0067CPET_t + 0.0583VTC_t - \\
 & - 0.0476VCIR_t + 0.3480VDEU_t - 0.7029VCCAP_t - \\
 & - 0.0189CRESINT_t + 0.3097RM_t + 0.0163CTD_t,
 \end{aligned} \tag{4.3.2}$$

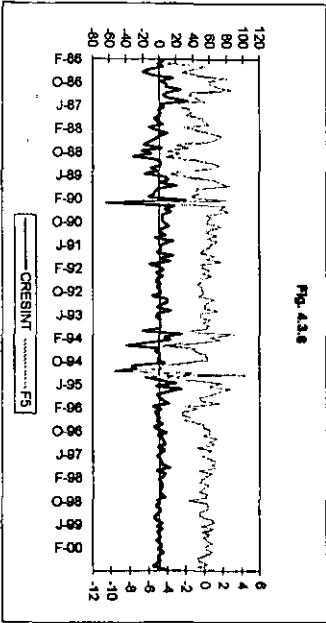
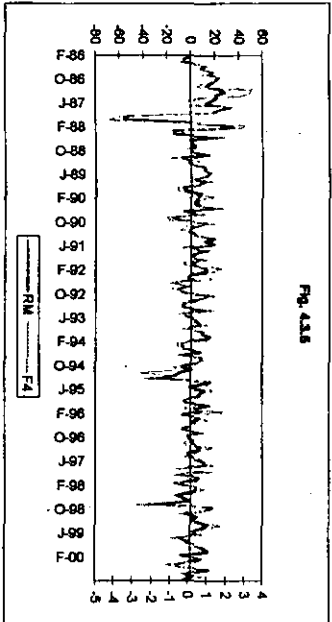
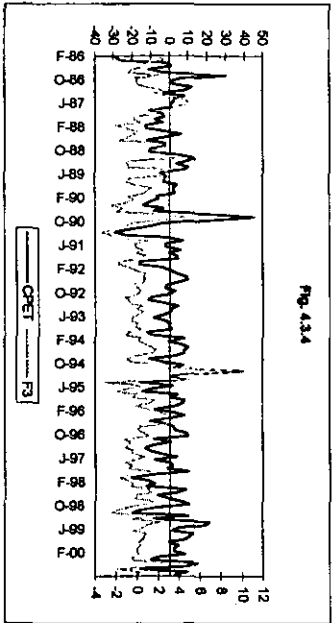
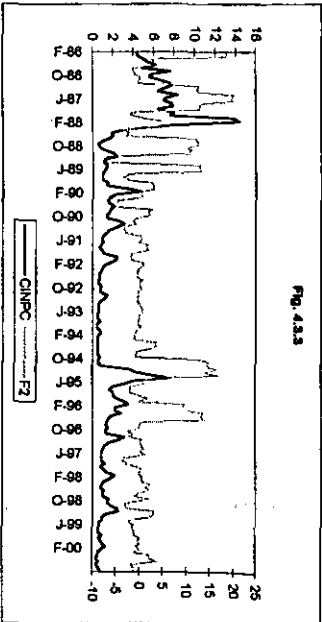
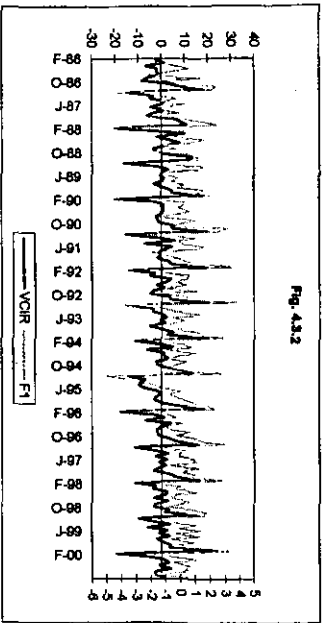
$$\begin{aligned}
 F_{3t} = & 0.0747VCPP_t - 0.2241CINPC_t + 0.3046CIVPI_t + \\
 & + 0.0361CPIB_t + 0.8403CPET_t + 0.7083VTC_t - \\
 & - 0.0256VCIR_t + 0.3123VDEU_t - 0.1567VCCAP_t + \\
 & + 0.0365CRESINT_t - 0.0662RM_t - 0.1259CTD_t,
 \end{aligned} \tag{4.3.3}$$

$$\begin{aligned}
 F_{4t} = & -0.1143VCPP_t + 0.1539CINPC_t + 0.4276CIVPI_t + \\
 & + 0.3067CPIB_t + 0.0343CPET_t - 0.2279VTC_t - \\
 & - 0.2080VCIR_t - 0.5591VDEU_t + 0.0020VCCAP_t - \\
 & - 0.0013CRESINT_t + 0.7433RM_t + 0.0745CTD_t,
 \end{aligned} \tag{4.3.4}$$

$$\begin{aligned}
 F_{5t} = & -0.4532VCPP_t + 0.2095CINPC_t - 0.4237CIVPI_t - \\
 & - 0.1474CPIB_t + 0.0955CPET_t - 0.1612VTC_t + \\
 & + 0.0410VCIR_t - 0.0050VDEU_t + 0.1191VCCAP_t - \\
 & - 0.8678CRESINT_t + 0.0492RM_t - 0.1039CTD_t,
 \end{aligned} \tag{4.3.5}$$

donde:

²³⁹ Refiérase al inciso 2.4 del Capítulo II.



$VCPP_t$, $CINPC_t$, $CPIB_t$, $CIVFPI_t$, $CPET_t$, VTC_t , $VCIR_t$, $VDEU_t$, $VCCAP_t$, $CRESINT_t$, RM_t , CTD_t , se introducen normalizadas.

Las figuras 4.3.2 a 4.3.6 muestran las gráficas de cada uno de los factores de riesgo sistemático contra el comportamiento de la variable de mayor carga factorial dentro del factor correspondiente.

4.4 Determinación y Validación de los Coeficientes "Beta" del Modelo APT para Acciones Individuales

La determinación de los coeficientes *beta* requeridos por el modelo APT puede realizarse estableciendo un modelo de regresión múltiple para cada una de las 32 acciones elegidas.

Debido a que la determinación de los factores de riesgo se cerró al mes de septiembre de 2000 porque para algunas variables las fuentes de información aún no reportaban las cifras del último trimestre del 2000; la estimación de las *betas* se realiza con los rendimientos de las acciones hasta el mes de septiembre de 2000.

El análisis de componentes principales establece por definición que los factores resultantes tienen la característica de estar incorrelacionados, por esta razón, no se tienen problemas de multicolinealidad.

Se tienen determinados los factores de riesgo sistemático para poder estimar el rendimiento de las acciones en la muestra, por lo cual, se establece la siguiente expresión:

$$R_{it} - r_t = \beta_0 + \beta_1 F_{1t} + \beta_2 F_{2t} + \beta_3 F_{3t} + \beta_4 F_{4t} + \beta_5 F_{5t} + \varepsilon_t \quad (4.4.1)$$

para $i = 1, \dots, 32$ y en donde:

β_0 = Constante de regresión.

ε_t = Término de error.

Se pretende realizar la siguiente prueba de hipótesis:

$$\begin{aligned} H_0 : \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = 0 \\ H_1 : \beta_0 \neq \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4 \neq \beta_5 \neq 0 \end{aligned} \quad (4.4.2)$$

De comprobarse la hipótesis nula planteada, desde el punto de vista estadístico, habrá evidencia para poder afirmar que el rendimiento de las acciones no presenta una sensibilidad significativa con respecto de los factores de riesgo conformados por las puntuaciones factoriales de las variables macroeconómicas propuestas; y por consecuencia, habría evidencia para rechazar al APT y afirmar que dicho modelo no puede ser aplicado en el mercado mexicano. Si se comprueba la hipótesis nula en la mayoría de los casos habría evidencia, aunque en forma débil, para rechazar el APT. Asimismo, si se acepta la hipótesis alternativa en la mayoría de los casos, se puede pensar en la existencia de evidencia, aunque de forma débil, que valida al APT como modelo explicativo del rendimiento de las acciones.

Para determinar en que proporción de los casos, en que se acepta la hipótesis alternativa de 4.4.2, resulta representativa la evidencia de la validez del APT, se plantea la siguiente aseveración:

- Existe evidencia de que el APT es aplicable como modelo de valuación en el 90% del total de acciones que cotizan en la BMV.

Se establece la siguiente prueba de hipótesis, con un nivel de significación del 5% y 1%:²⁴⁰

$$\begin{aligned} H_0 : p &= 0.90 \\ H_1 : p &< 0.90 \end{aligned} \quad (4.4.3)$$

donde:

p = La probabilidad de que el APT es aplicable como modelo de valuación de las acciones que cotizan en la BMV.

La regla de decisión que se establece es:

1. La aseveración no es verdadera si el estadístico $Z < -2.327$, para el nivel de significación del 1%, ó $Z < -1.645$, para el nivel de significación del 5%; en cuyo caso se rechaza H_0 .²⁴¹
2. En caso contrario, la aseveración es verdadera y los resultados que se obtengan de la muestra, si son menores al 90%, se deberán a problemas de otra índole; en cuyo caso se aceptará H_0 .

Resolviendo el modelo de regresión utilizando el SPSS se obtienen los valores de los estimadores del modelo:²⁴²

$$R_{it} = r_t + \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 F_{1t} + \hat{\beta}_2 F_{2t} + \hat{\beta}_3 F_{3t} + \hat{\beta}_4 F_{4t} + \hat{\beta}_5 F_{5t} \quad (4.4.4)$$

La **tabla 4.4.1** muestra el valor de R , coeficiente de correlación; R^2 , coeficiente de determinación; R^2 ajustado; el número de observaciones utilizadas para realizar la estimación de las betas y la prueba de Durbin-Watson.²⁴³

De la tabla se obtiene el valor promedio de R^2 que es de 0.32, el de R^2 ajustado que es de 0.27 y en el caso de la prueba de Durbin-Watson se encontraron valores en el intervalo [1.661, 2.765]

²⁴⁰ Se plantea la prueba de cola inferior, considerando que $Z = \frac{x - np}{\sqrt{npq}}$ en donde x : número real de éxitos en

la muestra; n : tamaño de la muestra; p : proporción de éxitos y q : $1-p$. Véase: Spiegel, M. R. 1976. *Probabilidad y Estadística*. McGraw-Hill, México, p. 214.

²⁴¹ Los valores -2.327 y -1.645 son las abscisas tomadas de tablas para el área bajo la curva normal estandarizada del 1% y 5% respectivamente. Véase: Spiegel, M. R. 1987. *Op. cit.*, p. 257.

²⁴² Los resultados de todas las tablas mostradas en este inciso se obtuvieron con el SPSS. Los detalles de los comandos utilizados se encuentran en la **tabla A.8** en el apéndice.

²⁴³ Cabe recordar que el valor de R se encuentra en el intervalo $[-1, 1]$ y R^2 en $[0, 1]$; el modelo obtiene el mejor ajuste cuando R^2 es igual a 1. El R^2 ajustado tiene la característica de que considera el número de variables independientes incluidas en el modelo y a diferencia de R^2 , que aumenta conforme se incrementa el número de variables a la regresión, el valor de R^2 ajustado puede caer si las variables independientes añadidas tienen escaso poder explicativo y/o si los grados de libertad se vuelven cada vez más pequeños. Por otra parte, la prueba de Durbin-Watson mide la autocorrelación de los residuos, es de esperarse que no exista autocorrelación por lo cual, el valor esperado del estadístico es igual a 2.

encontrándose dentro de límites aceptables para la muestra en general.

Asimismo, se obtiene que únicamente 6 acciones, 19% del total de acciones en la muestra, presentaron R^2 por arriba de 0.50; 9 acciones, 28% del total, tienen R^2 entre 0.30 y 0.40; 8 acciones, lo que representa el 25% del total, tienen R^2 entre 0.20 y 0.30; 6 acciones, 19% del total, tienen R^2 entre 0.10 y 0.20 y; por último, 3 acciones, 9% del total, tienen a R^2 entre 0.00 y 0.10.

Tabla 4.4.1. Ajuste del modelo.

Acción	Serie	R	R cuadrada	R cuadrada Ajustada	n	-Durbin-Watson
VITRO	A	0.855	0.731	0.672	29	2.765
ICH	B	0.810	0.656	0.581	29	2.481
APASCO	*	0.793	0.628	0.547	29	2.738
GCC	B	0.790	0.624	0.604	103	2.023
COMERCI	UBC	0.765	0.585	0.564	104	2.127
GIE	B	0.717	0.514	0.467	57	1.925
HYLSAMX	BCP	0.660	0.435	0.392	71	2.025
CEMEX	CPO	0.621	0.386	0.354	101	1.882
GCARSO	A1	0.617	0.381	0.349	104	2.092
TELMEX	L	0.616	0.379	0.348	104	2.181
TVAZTCA	CPO	0.608	0.369	0.268	37	1.815
GEO	B	0.603	0.364	0.316	72	1.981
TAMSA	*	0.587	0.344	0.311	104	2.104
SORIANA	B	0.556	0.309	0.274	104	1.707
MASECA	B	0.548	0.300	0.265	104	1.753
ARA	*	0.536	0.287	0.203	48	1.892
ELEKTRA	CPO	0.525	0.276	0.223	74	2.013
SANLUIS	CPO	0.516	0.266	0.205	66	2.436
ALFA	A	0.493	0.243	0.204	104	1.877
DESC	B	0.489	0.240	0.201	104	2.019
CONTAL	*	0.477	0.228	0.186	99	2.123
PE&OLES	*	0.471	0.222	0.182	104	1.875
PEPSIGX	CPO	0.458	0.209	0.154	78	2.111
ICA	*	0.425	0.180	0.137	101	2.016
TELECOM	A	0.414	0.171	0.077	50	2.077
TLEVISA	CPO	0.394	0.155	0.099	81	1.875
GRUMA	B	0.383	0.147	0.087	77	1.661
FEMSA	UBD	0.339	0.115	0.070	104	1.930
KIMBER	A	0.336	0.113	0.068	104	1.939
GISSA	B	0.313	0.098	0.052	104	2.482
BIMBO	A	0.311	0.097	0.051	104	1.857
GMODELO	C	0.198	0.039	-0.027	79	2.262

De acuerdo a los indicadores, en general, se tiene un ajuste bajo de los factores de riesgo para explicar el rendimiento de las acciones. De acuerdo a la teoría cuando el número de factores de riesgo aumente el riesgo sistemático irá diluyéndose, al observar el grado de ajuste del modelo en el caso de acciones individuales, puede suponerse que existe una parte de riesgo sistemático inherente a algunos otros factores macroeconómicos y a factores propios de cada empresa, bajo el enfoque del APT, que no se han incluido en el modelo.

La **tabla 4.4.2** presenta el análisis de varianza de cada acción respecto del modelo de regresión

planteado, se muestra la suma de cuadrados debida a la regresión, la suma de cuadrados de los residuos, los grados de libertad asociados, el cuadrado medio de la regresión y del error o residual, el estadístico F y el nivel de significación al 5%; la prueba F que aquí aparece permitir aceptar o rechazar la hipótesis nula planteada en la expresión 4.4.2, de tal forma que, el total de acciones en donde se rechaza la hipótesis nula es de 28 y el número de acciones en donde se acepta la hipótesis nula es de 4; es decir, en el 87.5% de las acciones en la muestra se tiene evidencia significativa con un nivel de confianza del 95% para poder afirmar que el modelo APT es aplicable como modelo de valuación de las acciones que cotizan en la BMV y en el 12.5% restante se tiene que aceptar la hipótesis con un nivel de confianza del 95% de que el modelo APT no es aplicable como modelo de valuación de las acciones que cotizan en la BMV.

Tabla 4.4.2. Análisis de varianza.

Acción	Serie		Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media Cuadrada	F	Significación
ALFA	A	Regresión	7,427.443	5	1,485.489	6.292	0.000
		Residuos	23,137.713	98	236.099		
		Total	30,565.155	103			
APASCO	*	Regresión	3,320.920	5	664.184	7.768	0.000
		Residuos	1,966.440	23	85.497		
		Total	5,287.359	28			
ARA	*	Regresión	5,207.165	5	1,041.433	3.388	0.012
		Residuos	12,909.160	42	307.361		
		Total	18,116.326	47			
BIMBO	A	Regresión	2,498.076	5	499.615	2.106	0.071
		Residuos	23,249.499	98	237.240		
		Total	25,747.574	103			
CEMEX	CPO	Regresión	11,120.644	5	2,224.129	11.949	0.000
		Residuos	17,683.310	95	186.140		
		Total	28,803.954	100			
CIE	B	Regresión	10,787.762	5	2,157.552	10.798	0.000
		Residuos	10,190.390	51	199.812		
		Total	20,978.152	56			
COMERCI	UBC	Regresión	10,942.174	5	2,188.435	27.641	0.000
		Residuos	7,759.036	98	79.174		
		Total	18,701.209	103			
CONTAL	*	Regresión	6,122.043	5	1,224.409	5.485	0.000
		Residuos	20,762.001	93	223.247		
		Total	26,884.045	98			
DESC	B	Regresión	10,171.667	5	2,034.333	6.175	0.000
		Residuos	32,284.099	98	329.430		
		Total	42,455.766	103			
ELEKTRA	CPO	Regresión	22,174.902	5	4,434.980	5.179	0.000
		Residuos	58,226.142	68	856.267		
		Total	80,401.045	73			
FEMSA	UBD	Regresión	11,229.315	5	2,245.863	2.548	0.033
		Residuos	86,392.985	98	881.561		

Acción	Serie		Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media Cuadrada	F	Significación
		Total	97,622.300	103			
GCARSO	A1	Regresión	11,433.159	5	2,286.632	12.063	0.000
		Residuos	18,576.386	98	189.555		
		Total	30,009.546	103			
GCC	B	Regresión	17,360.098	5	3,472.020	32.179	0.000
		Residuos	10,465.859	97	107.895		
		Total	27,825.957	102			
GEO	B	Regresión	6,176.824	5	1,235.365	7.545	0.000
		Residuos	10,806.088	66	163.729		
		Total	16,982.912	71			
GISSA	B	Regresión	6,451.431	5	1,290.286	2.136	0.067
		Residuos	59,194.743	98	604.028		
		Total	65,646.174	103			
GMODELO	C	Regresión	1,806.050	5	361.210	0.597	0.702
		Residuos	44,171.325	73	605.087		
		Total	45,977.375	78			
GRUMA	B	Regresión	1,455.487	5	291.097	2.441	0.042
		Residuos	8,467.288	71	119.258		
		Total	9,922.775	76			
HYLSAMX	BCP	Regresión	8,446.969	5	1,689.394	10.027	0.000
		Residuos	10,951.837	65	168.490		
		Total	19,398.806	70			
ICA	*	Regresión	9,044.944	5	1,808.989	4.182	0.002
		Residuos	41,097.531	95	432.606		
		Total	50,142.475	100			
ICH	B	Regresión	3,968.383	5	793.677	8.753	0.000
		Residuos	2,085.406	23	90.670		
		Total	6,053.790	28			
KIMBER	A	Regresión	4,945.964	5	989.193	2.497	0.036
		Residuos	38,828.499	98	396.209		
		Total	43,774.464	103			
MASECA	B	Regresión	5,587.320	5	1,117.464	8.410	0.000
		Residuos	13,021.806	98	132.876		
		Total	18,609.126	103			
PE&OLES	*	Regresión	2,671.724	5	534.345	5.593	0.000
		Residuos	9,362.800	98	95.539		
		Total	12,034.524	103			
PEPSIGX	CPO	Regresión	5,076.206	5	1,015.241	3.813	0.004
		Residuos	19,169.715	72	266.246		
		Total	24,245.921	77			
SANLUIS	CPO	Regresión	13,839.617	5	2,767.923	4.353	0.002
		Residuos	38,151.072	60	635.851		
		Total	51,990.690	65			

Acción	Serie		Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media Cuadrada	F	Significación
SORIANA	B	Regresión	11,911.628	5	2,382.326	8.762	0.000
		Residuos	26,645.250	98	271.890		
		Total	38,556.878	103			
TAMSA	*	Regresión	7,128.397	5	1,425.679	10.286	0.000
		Residuos	13,583.744	98	138.610		
		Total	20,712.141	103			
TELECOM	A	Regresión	4,960.285	5	992.057	1.820	0.129
		Residuos	23,985.887	44	545.134		
		Total	28,946.172	49			
TELMEX	L	Regresión	4,931.151	5	986.230	11.985	0.000
		Residuos	8,064.243	98	82.288		
		Total	12,995.398	103			
TLEVISA	CPO	Regresión	8,573.290	5	1,714.658	2.752	0.025
		Residuos	46,724.809	75	622.997		
		Total	55,298.099	80			
TVAZCA	CPO	Regresión	15,449.249	5	3,089.850	3.633	0.011
		Residuos	26,364.242	31	850.459		
		Total	41,813.491	36			
VITRO	A	Regresión	4,730.791	5	946.158	12.479	0.000
		Residuos	1,743.911	23	75.822		
		Total	6,474.701	28			

Lo descrito en el párrafo anterior va de la mano con la comprobación de la aseveración de la prueba de hipótesis planteada en la expresión 4.4.3; para lo cual se calcula el estadístico Z obteniendo que $Z = -0.471$.

De acuerdo a la regla de decisión $Z = -0.471 > -2.327$ para el nivel de significación del 1%, y $Z = -0.471 > -1.645$ para el nivel de significación del 5%; por lo tanto, en ambos casos se acepta la hipótesis nula de la expresión 4.4.3 y se puede afirmar con una confianza del 95% y del 99% inclusive, que existe evidencia de que el APT es aplicable como modelo de valuación en el 90% del total de acciones que cotizan en la BMV.

La aseveración de la hipótesis nula de la expresión 4.4.3 es en términos prácticos lo mismo que explica la muestra; es decir, en el 87.5% de las acciones en la muestra, se tiene evidencia significativa para afirmar que el modelo APT es aplicable como modelo de valuación en el 90% del total de las acciones que cotizan en la BMV; y el hecho de que la muestra refleje un valor explicativo de 87.5% que es menor al 90% aseverado se debe a cuestiones de otra índole ajenos al APT.

En la **tabla 4.4.3** se observan las betas estimadas así como también la significación de cada una de ellas en la explicación del rendimiento de la acción; así también, se muestra el intervalo de confianza al 95% para cada beta. Se encuentran en negritas aquellas betas que resultaron ser significativas en la explicación del riesgo sistemático de las acciones; es decir, se plantea la prueba de la hipótesis:

$$\begin{aligned}
 H_0 : \beta_i &= 0 \\
 H_1 : \beta_i &\neq 0
 \end{aligned}
 \tag{4.4.5}$$

para $i = 0, \dots, 5$

Las betas representan el precio por unidad de riesgo adicional para cada factor en términos de rendimiento; el hecho de que existan betas tanto positivas como negativas se refiere al hecho de cómo responde la empresa emisora al movimiento de cada factor económico. Es de esperarse que cuando menos una de las betas para cada acción sea significativa; es decir, que se rechace la hipótesis nula planteada en la expresión 4.4.5.

Tabla 4.4.3. Betas estimadas.

Acción	Serie	Factor	Beta	t	Significación	Int. de Conf. para Beta al 95%	
ALFA	A	Constante	-4.396	-2.573	0.012	-7.788	-1.005
		F1	1.780	1.521	0.131	-0.542	4.102
		F2	-0.779	-1.282	0.203	-1.984	0.427
		F3	0.187	0.117	0.907	-3.000	3.374
		F4	9.197	4.505	0.000	5.146	13.248
		F5	-1.559	-1.290	0.200	-3.956	0.838
APASCO	*	Constante	-4.011	-2.164	0.041	-7.845	-0.177
		F1	2.210	1.273	0.216	-1.382	5.802
		F2	3.199	2.262	0.033	0.274	6.124
		F3	-4.113	-2.164	0.041	-8.044	-0.182
		F4	10.422	5.164	0.000	6.247	14.597
		F5	2.972	0.693	0.495	-5.894	11.838
ARA	*	Constante	-6.581	-2.312	0.026	-12.326	-0.836
		F1	3.616	1.573	0.123	-1.023	8.255
		F2	2.647	1.326	0.192	-1.382	6.676
		F3	-4.664	-1.684	0.100	-10.253	0.926
		F4	9.914	3.029	0.004	3.308	16.520
		F5	5.655	1.033	0.307	-5.389	16.700
BIMBO	A	Constante	-4.133	-2.412	0.018	-7.532	-0.733
		F1	2.837	2.419	0.017	0.509	5.164
		F2	0.093	0.153	0.879	-1.116	1.301
		F3	0.724	0.450	0.654	-2.471	3.919
		F4	4.641	2.268	0.026	0.580	8.702
		F5	0.384	0.317	0.752	-2.019	2.787
CEMEX	CPO	Constante	-5.465	-3.573	0.001	-8.501	-2.429
		F1	2.516	2.418	0.018	0.450	4.582
		F2	0.453	0.837	0.405	-0.622	1.528
		F3	-1.552	-1.080	0.283	-4.402	1.299
		F4	11.848	6.448	0.000	8.200	15.496
		F5	0.247	0.230	0.819	-1.888	2.381
CIE	B	Constante	-2.033	-0.925	0.359	-6.443	2.377
		F1	1.352	0.772	0.444	-2.163	4.866
		F2	-0.194	-0.201	0.841	-2.122	1.735
		F3	-5.389	-2.486	0.016	-9.740	-1.038
		F4	15.421	6.077	0.000	10.326	20.516
		F5	-4.438	-1.063	0.293	-12.820	3.945
COMERCI	UBC	Constante	-3.731	-3.771	0.000	-5.695	-1.767

Acción	Serie	Factor	Beta	t	Significación	Int. de Conf. para Beta al 95%	
		F1	3.326	4.909	0.000	1.981	4.671
		F2	0.604	1.716	0.089	-0.095	1.302
		F3	-2.771	-2.979	0.004	-4.617	-0.925
		F4	10.677	9.032	0.000	8.331	13.023
		F5	-1.578	-2.256	0.026	-2.967	-0.190
CONTAL	*	Constante	-3.983	-2.341	0.021	-7.360	-0.605
		F1	3.042	2.667	0.009	0.777	5.308
		F2	0.616	1.030	0.305	-0.572	1.805
		F3	-3.032	-1.917	0.058	-6.173	0.108
		F4	6.824	3.346	0.001	2.774	10.874
		F5	-2.101	-1.780	0.078	-4.445	0.243
DESC	B	Constante	-6.469	-3.204	0.002	-10.474	-2.463
		F1	3.825	2.768	0.007	1.082	6.568
		F2	1.357	1.890	0.062	-0.067	2.781
		F3	-0.955	-0.503	0.616	-4.720	2.810
		F4	9.576	3.971	0.000	4.790	14.361
		F5	3.456	2.422	0.017	0.624	6.288
ELEKTRA	CPO	Constante	-9.282	-2.343	0.022	-17.185	-1.378
		F1	5.816	2.107	0.039	0.307	11.326
		F2	1.823	1.420	0.160	-0.740	4.386
		F3	-4.885	-1.476	0.145	-11.491	1.721
		F4	17.095	3.912	0.000	8.375	25.814
		F5	-1.182	-0.453	0.652	-6.391	4.027
FEMSA	UBD	Constante	-5.083	-1.539	0.127	-11.636	1.470
		F1	1.457	0.645	0.521	-3.029	5.944
		F2	-0.286	-0.244	0.808	-2.616	2.043
		F3	1.220	0.393	0.695	-4.939	7.379
		F4	13.309	3.374	0.001	5.481	21.136
		F5	-1.143	-0.490	0.625	-5.776	3.489
GCARSO	A1	Constante	-6.328	-4.132	0.000	-9.366	-3.289
		F1	3.579	3.414	0.001	1.498	5.659
		F2	0.560	1.030	0.306	-0.520	1.641
		F3	-1.200	-0.834	0.407	-4.055	1.656
		F4	12.026	6.574	0.000	8.396	15.656
		F5	-1.784	-1.648	0.102	-3.932	0.364
GCC	B	Constante	-5.126	-4.432	0.000	-7.422	-2.830
		F1	4.873	6.153	0.000	3.301	6.445
		F2	0.144	0.349	0.728	-0.672	0.959
		F3	-1.106	-1.018	0.311	-3.262	1.050
		F4	13.612	9.771	0.000	10.847	16.377
		F5	-4.178	-5.109	0.000	-5.801	-2.555
GEO	B	Constante	-7.303	-4.146	0.000	-10.820	-3.786
		F1	5.215	4.310	0.000	2.799	7.630

Acción	Serie	Factor	Beta	t	Significación	Int. de Conf. para Beta al 95%	
		F2	1.680	2.989	0.004	0.558	2.802
		F3	-2.267	-1.562	0.123	-5.165	0.631
		F4	7.686	4.010	0.000	3.859	11.513
		F5	1.610	1.410	0.163	-0.670	3.890
GISSA	B	Constante	-2.995	-1.096	0.276	-8.419	2.430
		F1	-0.187	-0.100	0.921	-3.901	3.527
		F2	-1.695	-1.745	0.084	-3.624	0.233
		F3	1.699	0.661	0.510	-3.399	6.797
		F4	6.626	2.029	0.045	0.146	13.106
		F5	-0.360	-0.186	0.853	-4.194	3.475
GMODELO	C	Constante	-5.727	-1.803	0.076	-12.059	0.605
		F1	2.336	1.020	0.311	-2.231	6.903
		F2	0.107	0.102	0.919	-1.985	2.199
		F3	-0.122	-0.044	0.965	-5.643	5.398
		F4	0.531	0.147	0.884	-6.688	7.750
		F5	-2.489	-1.206	0.232	-6.603	1.625
GRUMA	B	Constante	-5.364	-3.699	0.000	-8.256	-2.472
		F1	1.776	1.742	0.086	-0.257	3.809
		F2	0.912	1.913	0.060	-0.039	1.862
		F3	-3.011	-2.445	0.017	-5.467	-0.555
		F4	2.138	1.321	0.191	-1.088	5.365
		F5	-0.880	-0.905	0.369	-2.819	1.059
HYLSAMX	BCP	Constante	-7.535	-4.217	0.000	-11.104	-3.967
		F1	3.233	2.633	0.011	0.781	5.684
		F2	0.189	0.327	0.744	-0.965	1.344
		F3	1.403	0.952	0.345	-1.540	4.346
		F4	12.985	6.673	0.000	9.099	16.872
		F5	-0.309	-0.265	0.792	-2.637	2.019
ICA	*	Constante	-8.796	-3.773	0.000	-13.425	-4.168
		F1	3.713	2.340	0.021	0.563	6.862
		F2	0.937	1.135	0.259	-0.702	2.576
		F3	-1.994	-0.911	0.365	-6.340	2.352
		F4	10.215	3.646	0.000	4.654	15.776
		F5	-1.060	-0.647	0.519	-4.314	2.194
ICH	B	Constante	-6.004	-3.146	0.005	-9.953	-2.056
		F1	0.390	0.218	0.829	-3.310	4.089
		F2	0.916	0.629	0.535	-2.096	3.928
		F3	-0.620	-0.317	0.754	-4.669	3.428
		F4	13.178	6.341	0.000	8.879	17.478
		F5	0.421	0.095	0.925	-8.709	9.551
KIMBER	A	Constante	-5.868	-2.651	0.009	-10.261	-1.475
		F1	2.354	1.553	0.124	-0.654	5.362
		F2	0.392	0.499	0.619	-1.169	1.954

Acción	Serie	Factor	Beta	t	Significación	Int. de Conf. para Beta al 95%	
		F3	-0.011	-0.005	0.996	-4.140	4.118
		F4	8.425	3.186	0.002	3.177	13.673
		F5	0.267	0.171	0.865	-2.838	3.373
MASECA	B	Constante	-5.002	-3.901	0.000	-7.546	-2.458
		F1	2.092	2.383	0.019	0.350	3.833
		F2	0.333	0.730	0.467	-0.572	-1.237
		F3	-0.776	-0.644	0.521	-3.167	1.615
		F4	8.527	5.568	0.000	5.488	11.566
		F5	-1.360	-1.500	0.137	-3.158	0.436
PE&OLES	*	Constante	-3.496	-3.216	0.002	-5.653	-1.339
		F1	0.848	1.139	0.257	-0.629	2.325
		F2	-0.575	-1.488	0.140	-1.342	0.192
		F3	2.787	2.728	0.008	0.760	4.815
		F4	6.105	4.701	0.000	3.528	8.682
		F5	-0.870	-1.132	0.260	-2.395	0.655
PEPSIGX	CPO	Constante	-7.311	-3.427	0.001	-11.564	-3.058
		F1	3.709	2.440	0.017	0.679	6.739
		F2	1.304	1.857	0.067	-0.096	2.704
		F3	-3.622	-1.968	0.053	-7.290	0.046
		F4	6.465	2.681	0.009	1.659	11.272
		F5	-0.173	-0.126	0.900	-2.917	2.571
SANLUIS	CPO	Constante	-13.162	-3.515	0.001	-20.652	-5.671
		F1	5.538	2.010	0.049	0.027	11.048
		F2	1.871	1.313	0.194	-0.979	4.720
		F3	-2.616	-0.803	0.425	-9.128	3.896
		F4	17.504	4.045	0.000	8.847	26.161
		F5	4.282	0.837	0.406	-5.954	14.519
SORIANA	B	Constante	-5.746	-3.133	0.002	-9.385	-2.107
		F1	2.284	1.819	0.072	-0.208	4.775
		F2	1.032	1.583	0.117	-0.262	2.326
		F3	-0.674	-0.391	0.697	-4.094	2.747
		F4	13.311	6.076	0.000	8.963	17.658
		F5	0.427	0.330	0.742	-2.145	3.000
TAMSA	*	Constante	-4.881	-3.728	0.000	-7.480	-2.283
		F1	2.084	2.325	0.022	0.305	3.863
		F2	0.174	0.373	0.710	-0.750	1.098
		F3	3.870	3.145	0.002	1.428	6.312
		F4	10.302	6.586	0.000	7.198	13.406
		F5	2.438	2.634	0.010	0.601	4.275
TELECOM	A	Constante	-3.981	-1.062	0.294	-11.536	3.573
		F1	1.467	0.483	0.631	-4.655	7.590
		F2	2.184	0.822	0.416	-3.173	7.541
		F3	-1.796	-0.489	0.628	-9.207	5.615

Acción	Serie	Factor	Beta	t	Significación	Int. de Conf. para Beta al 95%	
		F4	10.774	2.486	0.017	2.039	19.509
		F5	-3.205	-0.443	0.660	-17.782	11.373
TELMEX	L	Constante	-3.907	-3.872	0.000	-5.909	-1.905
		F1	2.475	3.584	0.001	1.105	3.846
		F2	-0.163	-0.453	0.651	-0.874	0.549
		F3	1.225	1.292	0.200	-0.657	3.106
		F4	8.478	7.035	0.000	6.087	10.870
		F5	-0.735	-1.030	0.306	-2.150	0.681
TLEVISA	CPO	Constante	-7.914	-2.491	0.015	-14.243	-1.584
		F1	5.959	2.661	0.010	1.499	10.419
		F2	0.870	0.830	0.409	-1.218	2.958
		F3	-0.682	-0.247	0.806	-6.189	4.825
		F4	10.103	2.781	0.007	2.867	17.340
		F5	-0.895	-0.430	0.668	-5.037	3.247
TVAZTCA	CPO	Constante	-9.231	-1.797	0.082	-19.709	1.246
		F1	2.612	0.582	0.565	-6.543	11.767
		F2	-4.615	-1.159	0.255	-12.734	3.504
		F3	0.395	0.077	0.939	-10.079	10.868
		F4	22.894	3.842	0.001	10.742	35.047
		F5	-8.638	-0.741	0.465	-32.426	15.150
VITRO	A	Constante	-9.640	-5.523	0.000	-13.251	-6.029
		F1	6.298	3.851	0.001	2.915	9.680
		F2	0.688	0.517	0.610	-2.066	3.443
		F3	-0.486	-0.271	0.789	-4.188	3.217
		F4	12.352	6.499	0.000	8.420	16.284
		F5	-1.723	-0.427	0.673	-10.072	6.627

De la **tabla 4.4.3** se observa que como se había planteado, solamente en una de las acciones en la muestra en todas sus betas se acepta la hipótesis nula de la expresión 4.4.5; es decir, el 3.1% de las acciones acepta en sus betas la hipótesis nula planteada y el 96.9% la rechazan. Se puede afirmar con una confianza del 95% que existen betas "precios por unidad de riesgo" que resultan ser significativos en la explicación del rendimiento de las acciones.

En la **tabla 4.4.4** se observa un resumen respecto de las betas que resultaron ser significativas de acuerdo a la información de la **tabla 4.4.3**; se observa que el factor de riesgo más importante es F_4 , el cual, tiene como variables macroeconómicas de mayor carga factorial a RM , rendimiento del mercado; $CIVFPI$, el índice de producción y la $VDEU$, deuda del gobierno; dicho factor muestra una beta promedio en las acciones igual a 11.016; esto conlleva al hecho de que las acciones responderán en sus rendimientos radicalmente si las variables que conforman el factor se mueven drásticamente; es decir, el rendimiento de las acciones subiría en promedio 11.016 por ciento si el factor muestra un incremento sorpresa del 1%; o viceversa.²⁴⁴

²⁴⁴ Hay que tener presente que la beta describe el impacto que tiene un riesgo sistemático en el rendimiento de la acción, si la beta es igual a 1 indica que la rentabilidad aumentará o disminuirá uno a uno con el factor de riesgo sistemático. Véase: Ross, S. A., Westerfield R. W. y Jaffe, J. F. 1995. *Op. cit.*, p. 335.

Tabla 4.4.4. Influencia de las betas más significativas en las acciones muestreadas.

Factor de Riesgo	Núm. de Acciones	Núm. de Acciones Respecto del Total	Beta Máxima	Beta Mínima	Beta Promedio
Constante	26	81%	-3.496	-13.162	-6.209
F1	18	56%	6.298	2.084	3.896
F2	2	6%	3.199	1.680	2.440
F3	6	19%	-3.870	-5.389	-1.438
F4	30	94%	22.894	4.641	11.016
F5	4	13%	3.456	-4.178	0.035

El siguiente factor de riesgo en importancia fue el F_1 , seguido por F_3 , F_5 y F_2 siendo éste último el que presenta la menor influencia, en promedio, por movimientos sorpresivos, en los rendimientos de las acciones.

Con lo presentado hasta este momento, es posible dar respuesta a algunas de las interrogantes planteadas en el Capítulo III inciso 3.1:

- Del problema planteado: ¿Existirá evidencia significativa para poder afirmar que el modelo APT es aplicable en el mercado mexicano en la valuación de portafolios de inversión accionarios?

R. En el caso de un portafolios de inversión conformado por una sola acción, se ha mostrado la existencia de evidencia significativa, al nivel de confianza del 95%, de que el modelo APT es aplicable en el mercado mexicano. Asimismo, se puede afirmar con una confianza del 95% y del 99% inclusive, que existe evidencia de que el APT es aplicable como modelo de valuación en el 90% del total de acciones que cotizan en la BMV.

- ¿Las variables macroeconómicas que se proponen, serán una base adecuada para conformar factores de riesgo sistemático de las acciones?

R. De la información mostrada en la **tabla 4.4.1** se observa que el nivel de bondad de ajuste que se consigue, de forma general, con los factores de riesgo utilizados es bajo, la R^2 promedio es de 0.32 y la R^2 ajustada en promedio es de 0.27. Solamente en 6 acciones se obtiene una R^2 por arriba de 0.50; esto indica que las variables macroeconómicas utilizadas para conformar factores de riesgo sistemático empleados para valorar un portafolios de inversión conformado por una sola acción no es una base adecuada o está incompleta. El haber validado el APT, hace suponer que existen una serie de variables que no se consideraron para la conformación de los factores de riesgo. Asimismo, hay que considerar que el riesgo diversificable no ha sido eliminado ya que se consideró una sola acción en el análisis.

- De las variables macroeconómicas propuestas ¿cuáles serían las más significativas en la explicación del riesgo sistemático de las acciones?

R. De la **tabla 4.3.10** que presenta las cargas factoriales se observa que si se toma una variable representativa de cada factor serían: *VCIR*, *CINPC*, *CPET*, *RM*, *CRESINT*; que miden los cambios o variación porcentual del circulante, del índice de precios al consumidor, del precio del petróleo, del índice de precios y cotizaciones de la BMV y de las reservas internacionales, respectivamente.

4.5 Conformación de un Portafolios de Inversión Bajo los Supuestos del Modelo APT

En el inciso anterior se ha mostrado la existencia de evidencia significativa para poder afirmar que el modelo APT es aplicable en el mercado mexicano en la valuación de portafolios de inversión accionarios —portafolios de una acción—. Sobre la base de esto se puede entonces proceder al estudio de un portafolios de inversión, de más de una acción, valuado con el APT.

La teoría indica que el riesgo total se conforma, por una parte, con los factores de riesgo —riesgo sistemático— y la parte restante se diluye al incrementar el número de valores en el portafolios —riesgo no sistemático—.

De acuerdo con la información que se muestra en la *tabla 4.4.1* respecto del ajuste del modelo, se observan valores del coeficiente de determinación que indican que el nivel de explicación de las variables que se han utilizado es bajo. Esto hace suponer, que probablemente, se tengan que integrar nuevas variables para poder obtener un mayor nivel de explicación. Sin embargo, parte de esa variación que no se está explicando puede ser atribuible al riesgo no sistemático que representa la acción.

No existe un argumento formal que permita determinar, por acción, si todo el riesgo sistemático se ha explicado y la diferencia restante es el riesgo no sistemático o diversificable. Sin embargo, como el riesgo diversificable se va diluyendo al incrementar el número de activos en la cartera de inversión, al obtener el error de predicción, para un número grande de activos, se podrá concluir si el riesgo sistemático se ha explicado adecuadamente.

Por la razón expuesta, para el análisis de portafolios, de primera instancia, no se van a excluir acciones de la muestra por no presentar un coeficiente de determinación alto —no se quiere perder de entrada el efecto de la diversificación—. El portafolios de inversión que se va a conformar va a contener a las 32 acciones de la muestra ya seleccionada, para las cuales se formuló el respectivo modelo de rendimiento sobre la base de la teoría del APT; así, se estará conformando una cartera cuyo riesgo diversificable va tendiente a ser de baja importancia o de ninguna, en términos prácticos.²⁴⁵

El período que se va a usar para el estudio es al cierre de octubre de 1999 al cierre de septiembre de 2000.

De acuerdo a las fórmulas 1.2.3 y 4.4.4, la expresión para determinar el valor esperado del rendimiento del portafolios de inversión de las acciones consideradas, utilizando el APT, es:

²⁴⁵ Refiérase al inciso 2.3 del Capítulo II en donde se analiza el comportamiento del APT cuando n crece, expresión 2.3.10 a 2.3.14.

$$\begin{aligned}
E(R_p) &= \sum_{i=1}^n x_i E(R_i) \\
&= \sum_{i=1}^n x_i (r_i + \beta_{i0} + \beta_{i1}F_1 + \beta_{i2}F_2 + \beta_{i3}F_3 + \beta_{i4}F_4 + \beta_{i5}F_5) \\
&= \sum_{i=1}^n [x_i r_i + x_i \beta_{i0} + x_i \beta_{i1}F_1 + x_i \beta_{i2}F_2 + x_i \beta_{i3}F_3 + x_i \beta_{i4}F_4 + x_i \beta_{i5}F_5] \\
&= \sum_{i=1}^n x_i r_i + \sum_{i=1}^n x_i \beta_{i0} + \sum_{i=1}^n x_i \beta_{i1}F_1 + \sum_{i=1}^n x_i \beta_{i2}F_2 + \sum_{i=1}^n x_i \beta_{i3}F_3 + \sum_{i=1}^n x_i \beta_{i4}F_4 + \\
&\quad + \sum_{i=1}^n x_i \beta_{i5}F_5
\end{aligned}$$

en donde $n=32$, para este caso, y además, r_i es la tasa de interés libre de riesgo del período; de acuerdo a como se construyeron los modelos, r_i es la misma para todas las acciones, por lo cual, el rendimiento del portafolios de inversión está dado por la expresión:

$$\begin{aligned}
E(R_p) &= r + \sum_{i=1}^n x_i \beta_{i0} + \sum_{i=1}^n x_i \beta_{i1}F_1 + \sum_{i=1}^n x_i \beta_{i2}F_2 + \sum_{i=1}^n x_i \beta_{i3}F_3 + \sum_{i=1}^n x_i \beta_{i4}F_4 + \\
&\quad + \sum_{i=1}^n x_i \beta_{i5}F_5
\end{aligned} \tag{4.5.1}$$

en donde, por la ecuación 1.2.1, se sabe que se debe cumplir que $\sum_{i=1}^n x_i = 1$.

Para estudiar el portafolios de inversión hay que tener una base de comparación, por lo tanto, se va a conformar un portafolios de inversión considerando los rendimientos reales. Para determinar el portafolios real se utilizan las fórmulas 1.2.3 y la raíz cuadrada de 1.2.4, para el rendimiento esperado y el riesgo del portafolios, respectivamente, así también, se considera la expresión 1.2.1 que condiciona la base presupuestaria. De esta forma, al resolver los modelos 1.2.7-a y 1.2.7-b se puede construir la frontera eficiente del portafolios real en un espacio *riesgo-rendimiento*.²⁴⁶

Para el portafolios valuado con el APT ya se mencionó que el rendimiento está dado por 4.5.1; para poder medir el riesgo se obtiene la raíz cuadrada de la varianza del portafolios, fórmula 1.2.4.

Para el portafolios APT no se resuelven los modelos 1.2.7-a y 1.2.7-b sino que se utilizan las soluciones obtenidas para el portafolios real; es decir, se utiliza la base presupuestaria óptima del portafolios real para conformar la frontera del portafolios APT.

Al utilizar la misma base presupuestaria se pueden obtener dos fronteras eficientes de donde se pueden obtener duplas de rendimiento y riesgo, el residuo que se obtenga se analiza para determinar si existe diferencia significativa entre ambas fronteras. Lo ideal sería que el $E(\text{Residuos}) = 0$, lo que permitiría afirmar que el APT explica prácticamente sin error el

²⁴⁶ La solución de los modelos 1.2.7-a y 1.2.7-b se realiza bajo el supuesto de ventas en corto permitidas; es decir, las proporciones presupuestarias podrán tomar valores tanto positivos, como negativos o iguales a cero. Por otra parte, la solución óptima se encuentra utilizando los Multiplicadores de Lagrange; dicho método y las herramientas de computo utilizadas para encontrar la solución se detallan en la sección A.9 del apéndice.

rendimiento y riesgo del portafolios. Sin embargo, la prueba que se va a realizar va a permitir un margen de error debido a que el tamaño de la muestra que se necesitaría para realizar la prueba de hipótesis que afirme que $E(\text{Residuos}) = 0$ necesitaría ser sumamente grande. Por otra parte, la frontera eficiente, como se sabe, es una curva infinita, y se pretende abarcar una parte amplia, en términos relativos, de la curva.

Por lo mencionado en el párrafo anterior, la muestra de los portafolios al cierre de cada mes se obtiene sobre la base de un rango o amplitud de 40 puntos porcentuales de rendimiento, que van del portafolios de mínimo riesgo en adelante —se aseguran portafolios sobre la frontera eficiente al menos para el portafolios real—, se estima que el error en rendimiento; es decir, la diferencia del rendimiento del portafolios real menos el rendimiento del portafolios APT, para que sea correcto, sea igual a 2 puntos porcentuales con una probabilidad del 95%.²⁴⁷ Sobre la base anterior, el tamaño de la muestra requerido es entonces de $k=200$.²⁴⁸

Para determinar si no existe diferencia significativa entre el rendimiento y riesgo de ambos portafolios, se plantean las siguientes pruebas de hipótesis para los residuos correspondientes al nivel de significación del 1% y 5%.²⁴⁹

$$\begin{aligned} H_0 : \mu_1 - \mu_2 &= j \\ H_1 : \mu_1 - \mu_2 &\neq j \end{aligned} \quad (4.5.2)$$

²⁴⁷ Un estimador puntual de σ^2 para $\mu_a - \mu_b$ es $\frac{\sigma_a^2}{k_a} + \frac{\sigma_b^2}{k_b}$ en donde σ_a^2 y σ_b^2 son las varianzas de las poblaciones y k_a y k_b son los tamaños de las muestras de las poblaciones a y b , respectivamente. Véase: Mendenhall, W., Scheaffer, R. L., Wackerly, D. D. 1986. *Op. cit.*, p. 303.

El estimador puntual descrito puede utilizarse para determinar el tamaño de la muestra de ambos portafolios, haciendo $k_a = k_b = k$ y $\sigma_a^2 = \sigma_b^2 = \sigma^2$, además, se sabe que para la curva normal $4\sigma \approx 95\%$, de aquí que si

$4\sigma \approx \text{rango}$ entonces $\sigma \approx \frac{\text{rango}}{4}$, igualando $2\sqrt{\frac{\sigma^2}{k} + \frac{\sigma^2}{k}} = \text{error}$, al despejar el valor de k se obtiene el

$$\text{tamaño de la muestra deseada que es dado por } k = \left(\frac{2\sqrt{2\sigma^2}}{\text{error}} \right)^2.$$

²⁴⁸ En el apéndice sección A.9, se describe el método utilizado para encontrar tanto el portafolios de mínimo riesgo como los portafolios sobre la frontera, modelos 1.2.7-a y 1.2.7-b, respectivamente. Al tener la solución de 1.2.7-b se puede generar la frontera de los portafolios variando el rendimiento el cual es fijado de antemano. Sobre la base anterior para la obtención de las muestras requeridas se utilizó la hoja de cálculo Excel 2000, que con la función RANDBETWEEN permite obtener números aleatorios en un intervalo determinado. De esta forma, se genera un rendimiento prefijado aleatorio en el rango estipulado con antelación y es factible obtener una muestra aleatoria de k portafolios sobre la frontera eficiente.

²⁴⁹ Para probar la hipótesis $H_0 : \theta = \theta_0$ frente a $H_1 : \theta > \theta_0; \theta < \theta_0; \theta \neq \theta_0$ el estadístico de la prueba se define como $Z = \frac{\hat{\theta} - \theta_0}{\sigma_{\hat{\theta}}}$; y la región de rechazo de H_0 frente a H_1 es $z > z_{\alpha}$ prueba de cola superior,

$z < z_{\alpha}$ prueba de cola inferior y $|z| > z_{\alpha/2}$ prueba de dos colas, respectivamente. Así también, un estimador

puntual insesgado para $\sigma_{\hat{\theta}}^2$ es $\frac{\sigma^2}{k}$ en donde k es el tamaño de la muestra. Véase: Mendenhall, W., Scheaffer,

R. L., Wackerly, D. D. 1986. *Op. cit.*, pp. 303 y 392.

donde:

$$j = 1, 2, \dots, 20$$

μ_1 = Media muestral del rendimiento del portafolios real.

μ_2 = Media muestral del rendimiento del portafolios APT.

Y para el riesgo:

$$H_0 : \mu_a - \mu_b = i$$

$$H_1 : \mu_a - \mu_b \neq i$$

(4.5.3)

donde:

$$i = 1, 2, \dots, 20$$

μ_a = Media muestral del riesgo del portafolios real.

μ_b = Media muestral del riesgo del portafolios APT.

Aunque para determinar el tamaño de la muestra se usó la base de error igual a 2 es factible, con la misma muestra, realizar las pruebas de hipótesis para errores con valores mayores a 2, ya que conforme crece el error el tamaño de la muestra requerida es menor para el mismo rango o amplitud.

Las **tablas 4.5.1 y 4.5.2** muestran los resultados de las pruebas de hipótesis planteadas en 4.5.2 y 4.5.3, respectivamente. Asimismo, en las **figuras 4.5.1 a 4.5.12** se observa el comportamiento de las fronteras de los portafolios real y APT.

De la **tabla 4.5.1** se observa que en el caso del rendimiento, en enero y febrero de 2000 se puede aceptar la hipótesis nula para un nivel de error de 9 a 11 y de 10 a 12 puntos porcentuales, respectivamente. En el mes de mayo de 2000 el error que se acepta es de 12 a 13 puntos porcentuales. En junio de 2000 el error es de 20 puntos porcentuales. Y en agosto y septiembre del mismo año el error es de 3 y 4 puntos porcentuales.

En los casos descritos se acepta la hipótesis nula con un nivel de significación del 1%. Solamente para enero, febrero y mayo de 2000 con un nivel de error de 9, 12 y 14 puntos porcentuales, respectivamente, se tiene que rechazar la hipótesis nula al nivel de significación del 5%; por lo cual, se presume, para dichos meses, una probable significación estadística; es decir existe diferencia significativa entre los rendimientos medios de ambos portafolios al nivel de significación del 5% pero no al nivel del 1%.²⁵⁰

De forma general se puede ver entonces, que para el análisis del rendimiento del portafolios, el APT no está explicando adecuadamente, son muy pocos los meses en los que no existe diferencia significativa; además, no existe uniformidad en los resultados a lo largo de todo el período estudiado y los residuos promedio del rendimiento entre ambos portafolios son muy grandes.

²⁵⁰ "Algunos estadísticos adoptan la terminología de que los resultados significativos al nivel del 0.01 son *altamente significativos*, los resultados significativos al nivel del 0.05, pero no al nivel del 0.01 son *probablemente significativos*, mientras que los resultados significativos a niveles superiores al 0.05 son *no significativos*." Véase: Spiegel, M. R. 1976. *Op. cit.*, p. 223.

Tabla 4.5.1. Prueba de hipótesis del rendimiento, portafolios real vs. portafolios APT.

Periodo	Residuo Medio	Desviación Estándar	Estadístico Z para el error igual a:																			
			k	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Oct-99	-12.950	4.527	200	46.702	-49.826	-52.949	-56.073	-59.197	-62.321	-65.445	-68.568	-71.692	-74.816	-77.940	-81.063	-84.187	-87.311	-90.435	-93.559	-96.682	-99.806	-102.930
Nov-99	-2.459	0.634	200	-89.453	-121.758	-144.063	-166.368	-188.673	-210.978	-233.283	-255.588	-277.893	-300.198	-322.503	-344.808	-367.113	-389.418	-411.723	-434.028	-456.333	-478.638	-500.943
Dic-99	211.847	91.577	200	32.406	32.252	32.098	31.943	31.789	31.634	31.480	31.325	31.171	31.017	30.862	30.708	30.553	30.399	30.244	30.090	29.936	29.781	29.627
Ene-00	10.204	7.635	200	15.198	13.345	11.493	9.640	7.788	5.936	4.083	2.231	0.379	-1.474	-3.326	-5.179	-7.031	-8.883	-10.736	-12.588	-14.441	-16.293	-18.145
Feb-00	10.798	6.852	200	18.154	16.090	14.026	11.962	9.898	7.834	5.770	3.706	1.642	-0.422	-2.486	-4.550	-6.614	-8.678	-10.742	-12.806	-14.870	-16.934	-18.998
Mar-00	-7.185	0.781	200	-186.238	-184.336	-202.434	-220.532	-238.631	-256.729	-274.827	-292.925	-311.024	-329.122	-347.220	-365.318	-383.417	-401.515	-419.613	-437.711	-455.810	-473.908	-492.006
Abr-00	25.456	9.079	200	36.537	34.979	33.422	31.864	30.306	28.749	27.191	25.633	24.075	22.518	20.960	19.402	17.845	16.287	14.729	13.172	11.614	10.056	8.498
May-00	12.658	8.664	200	17.398	15.768	14.133	12.501	10.869	9.236	7.604	5.972	4.339	2.707	1.074	-0.558	-2.190	-3.823	-5.455	-7.087	-8.720	-10.352	-11.985
Jun-00	21.598	13.383	200	20.709	19.652	18.596	17.539	16.482	15.426	14.369	13.312	12.255	11.198	10.142	9.085	8.029	6.972	5.915	4.858	3.802	2.745	1.688
Jul-00	55.240	38.867	200	23.010	22.647	22.283	21.919	21.555	21.191	20.827	20.463	20.100	19.736	19.372	19.008	18.644	18.280	17.916	17.553	17.189	16.825	16.461
Ago-00	3.765	6.322	200	3.948	1.710	-0.527	-2.764	-5.001	-7.238	-9.475	-11.712	-13.949	-16.186	-18.423	-20.661	-22.898	-25.136	-27.372	-29.609	-31.846	-34.083	-36.320
Sep-00	3.585	4.601	200	4.902	1.828	-1.248	-4.320	-7.393	-10.467	-13.541	-16.615	-19.689	-22.763	-25.837	-28.910	-31.984	-35.058	-38.132	-41.206	-44.280	-47.353	-50.427
Veces que se acepta H_0					2	2						1	2	2	2	1	1					1

Tabla 4.5.2. Prueba de hipótesis del riesgo, portafolios real vs. portafolios APT.

Periodo	Residuo Medio	Desviación Estándar	Estadístico Z para el error igual a:																			
			k	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Oct-99	2.967	1.175	200	11.631	-0.401	-12.432	-24.464	-36.495	-48.527	-60.558	-72.590	-84.621	-96.653	-108.684	-120.716	-132.747	-144.779	-156.810	-168.842	-180.873	-192.905	-204.936
Nov-99	1.665	0.248	200	-19.119	-76.181	-133.243	-190.305	-247.367	-304.429	-361.491	-418.553	-475.615	-532.678	-589.739	-646.800	-703.862	-760.924	-817.986	-875.048	-932.110	-989.172	-1046.234
Dic-99	-23.472	22.832	200	-15.777	-16.396	-17.016	-17.636	-18.255	-18.874	-19.493	-20.113	-20.732	-21.351	-21.971	-22.590	-23.210	-23.829	-24.448	-25.068	-25.687	-26.307	-26.926
Ene-00	-8.979	0.609	200	-254.944	-278.166	-301.388	-324.609	-347.831	-371.052	-394.274	-417.496	-440.717	-463.939	-487.160	-510.382	-533.603	-556.825	-580.047	-603.268	-626.490	-649.711	-672.933
Feb-00	1.710	1.806	200	-2.851	-11.357	-20.152	-28.968	-37.774	-46.580	-55.386	-64.191	-72.997	-81.803	-90.609	-99.414	-108.220	-117.026	-125.832	-134.637	-143.443	-152.249	-161.055
Mar-00	4.313	3.048	200	10.734	6.094	1.454	-3.186	-7.826	-12.465	-17.105	-21.745	-26.385	-31.025	-35.664	-40.304	-44.944	-49.584	-54.224	-58.864	-63.503	-68.143	-72.783
Abr-00	0.119	1.644	200	-16.177	-24.778	-33.379	-41.980	-50.581	-59.182	-67.783	-76.384	-84.985	-93.586	-102.188	-110.789	-119.390	-127.991	-136.592	-145.193	-153.794	-162.395	-170.996
May-00	0.017	0.871	200	-32.176	-48.404	-64.632	-80.861	-97.089	-113.317	-129.545	-145.773	-162.001	-178.229	-194.458	-210.686	-226.914	-243.142	-259.370	-275.598	-291.827	-308.055	-324.283
Jun-00	-12.824	7.670	200	-27.334	-29.178	-31.022	-32.865	-34.709	-36.553	-38.397	-40.241	-42.085	-43.929	-45.772	-47.616	-49.460	-51.304	-53.148	-54.992	-56.836	-58.679	-60.523
Jul-00	-41.960	23.728	200	-26.195	-26.791	-27.387	-27.983	-28.579	-29.175	-29.771	-30.367	-30.963	-31.559	-32.155	-32.751	-33.347	-33.943	-34.539	-35.135	-35.731	-36.327	-36.923
Ago-00	-0.268	0.552	200	-57.820	-83.455	-109.090	-134.725	-160.359	-185.994	-211.629	-237.264	-262.898	-288.533	-314.168	-339.802	-365.437	-391.072	-416.707	-442.341	-467.976	-493.611	-519.246
Sep-00	3.016	2.431	200	5.909	0.091	-5.726	-11.544	-17.362	-23.179	-28.997	-34.815	-40.632	-46.450	-52.268	-58.086	-63.903	-69.721	-75.539	-81.356	-87.174	-92.992	-98.809
Veces que se acepta H_0					1	2	1															

Región de rechazo $Z_{\alpha/2}$ (para Z en valor absoluto).

Signif.	z
1%	2.575
5%	1.960

Fig. 4.8.1. Portafolios Real vs APT Oct-89

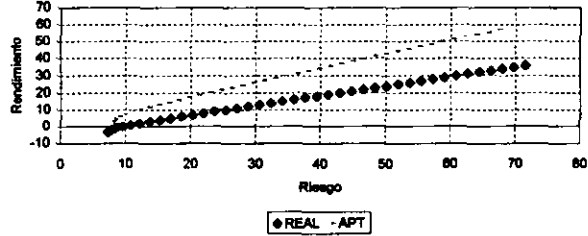


Fig. 4.8.2. Portafolios Real vs APT Nov-89

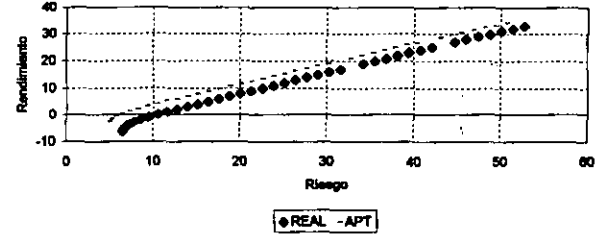


Fig. 4.8.3. Portafolios Real vs APT Dic-89

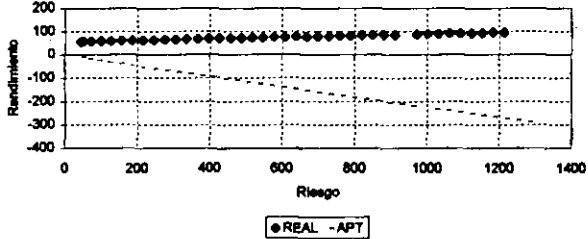


Fig. 4.8.4. Portafolios Real vs APT Ene-00

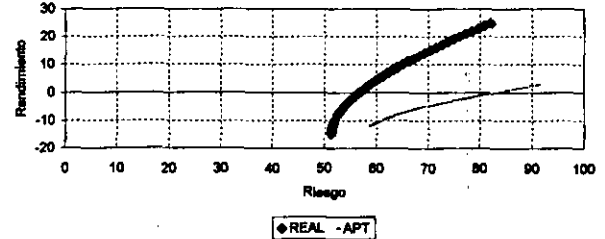


Fig. 4.8.5. Portafolios Real vs APT Feb-00

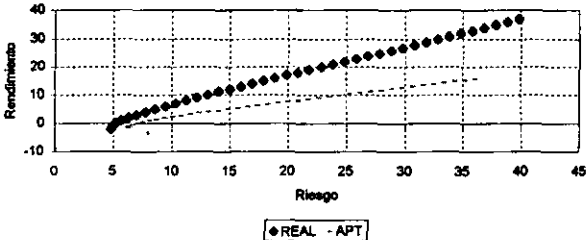


Fig. 4.8.6. Portafolios Real vs APT Mar-00

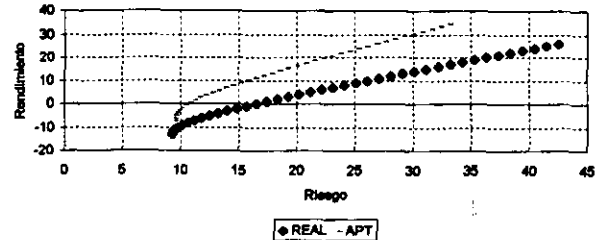


Fig. 4.5.7. Portafolios Real vs APT Abr-00

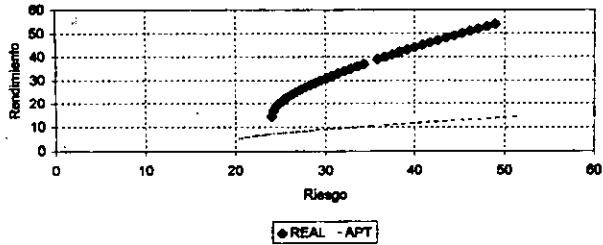


Fig. 4.5.8. Portafolios Real vs APT May-00

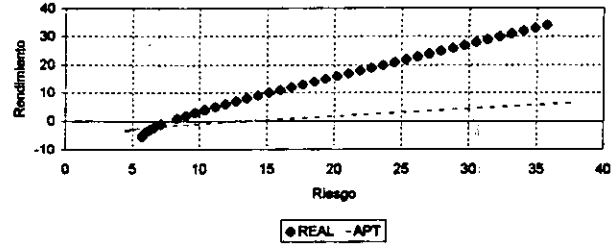


Fig. 4.5.9. Portafolios Real vs APT Jun-00

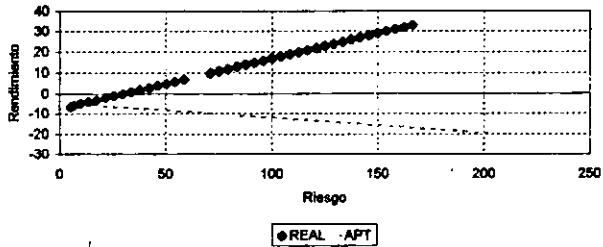


Fig. 4.5.10. Portafolios Real vs APT Jul-00

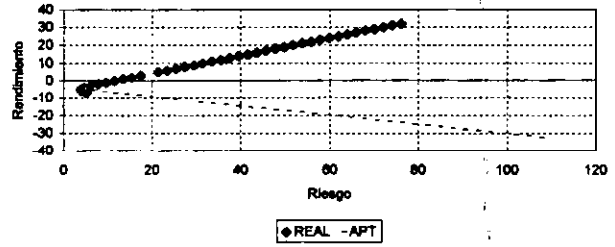


Fig. 4.5.11. Portafolios Real vs APT Ago-00

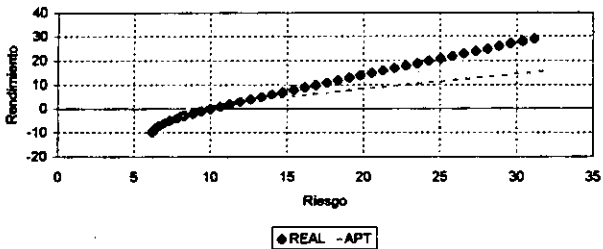
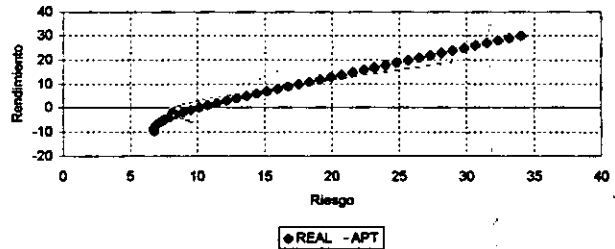


Fig. 4.5.12. Portafolios Real vs APT Sep-00



En el caso del riesgo, **tabla 4.5.2**, en octubre de 1999, febrero, marzo y septiembre de 2000 es en donde se acepta la hipótesis nula con un nivel de error de 3, 2, 4 y 3 puntos porcentuales, respectivamente, con un nivel de significación del 1%, sólo en febrero se rechaza la hipótesis nula al nivel de significación del 5%. Sin embargo, el resultado de esta prueba ya no es trascendente, al menos en los meses citados, ya que el rendimiento no fue adecuadamente explicado.

Las **figuras 4.5.1 a 4.5.12** reflejan la inoperancia del APT en este caso, si existiera una adecuada explicación del rendimiento y del riesgo las curvas tenderían a empalmarse conforme mejora el nivel de explicación.

Al principio del inciso se hacía mención de que algunas de las acciones en la muestra tienen el coeficiente de determinación bajo. Se puede suponer entonces que el problema es atribuible a dicha causa. Para demostrar si esto es así, se depura la muestra de acciones para incluir aquellas que muestren un coeficiente de determinación de por lo menos 0.50; en la **tabla 4.5.3** se muestran las acciones resultantes.

Tabla 4.5.3. Acciones con coeficiente de determinación de por lo menos 0.50

Acción	Serie	R	R cuadrada	R cuadrada ajustada
VITRO	A	0.855	0.731	0.672
ICH	B	0.810	0.656	0.581
APASCO	*	0.793	0.628	0.547
GCC	B	0.790	0.624	0.604
COMERCI	UBC	0.765	0.585	0.564
CIE	B	0.717	0.514	0.467

En las **figuras 4.5.13 a 4.5.18** se observa el comportamiento gráfico del rendimiento real, de cada una de las 6 acciones anteriores, contra su respectivo pronóstico realizado con el APT.

Rehaciendo el estudio del portafolios para $n=6$ acciones, se obtienen fronteras eficientes del portafolios real y del portafolios APT, se realiza el muestreo al cierre de cada mes para obtener las duplas de rendimiento y riesgo y calcular el residuo respectivo, y se realizan las pruebas de hipótesis planteadas en 4.5.2 y 4.5.3 para los residuos de rendimiento y riesgo, respectivamente.

Los resultados para este nuevo análisis se observan en las **tablas 4.5.4 y 4.5.5**, para el rendimiento y el riesgo, respectivamente. Así también, las **figuras 4.5.19 a 4.5.30** muestran el comportamiento gráfico de las fronteras para el portafolios real y el portafolios APT.

La aceptación de la hipótesis nula, en el caso del rendimiento, **tabla 4.5.4**, muestra que para octubre de 1999 el error esperado es de 5 puntos porcentuales, con un nivel del 1% y 5%.

Para noviembre de 1999 el error es del 7% al nivel de significación del 1% y 5%.

En diciembre de 1999 el error se sitúa en los 5 puntos porcentuales, al nivel de significación del 1% y 5%.

En enero de 2000, la hipótesis nula se acepta para un error del 4% al nivel de significación del 1% pero rechazando al nivel de significación del 5%.

Para febrero de 2000 el error se sitúa en 4 puntos porcentuales, al nivel de significación del 1% y 5%.

Fig. 4.5.13. Rendimiento Real vs APT para APASCO *

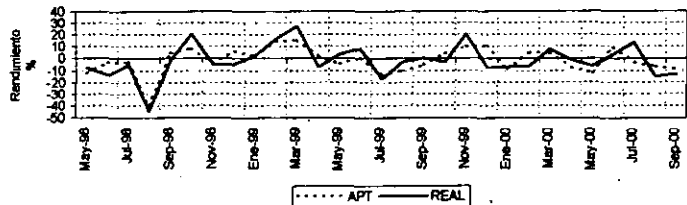


Fig. 4.5.14. Rendimiento Real vs APT para CIE B

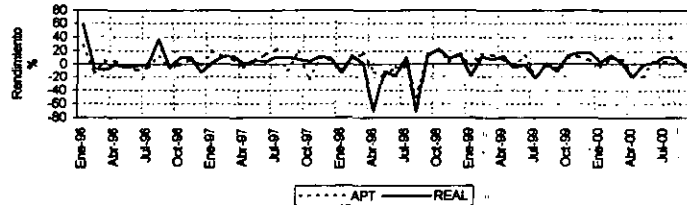


Fig. 4.5.15. Rendimiento Real vs APT para COMERCIO UBC

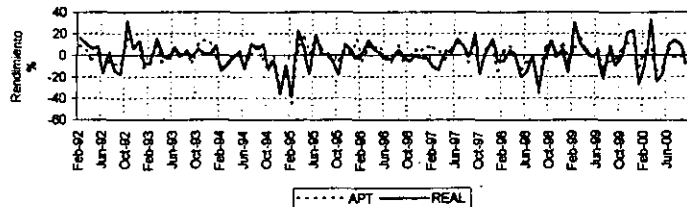


Fig. 4.5.16. Rendimiento Real vs APT para OCC B

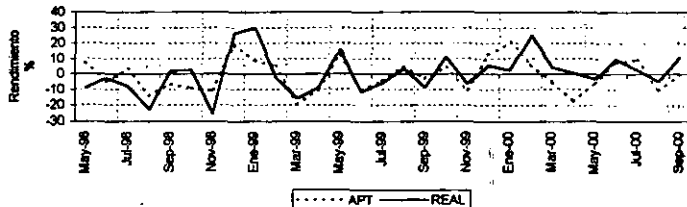


Fig. 4.5.17. Rendimiento Real vs APT para ICH B

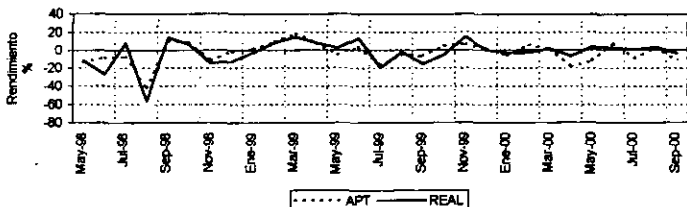


Fig. 4.5.18. Rendimiento Real vs APT para VITRO A

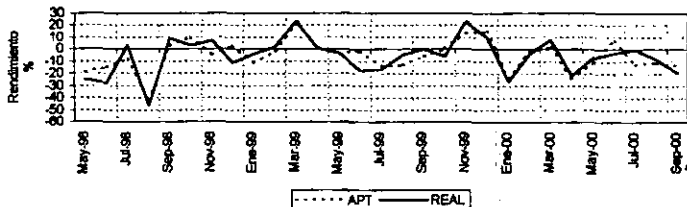


Tabla 4.5.4. Prueba de hipótesis del rendimiento, portafolios real vs. portafolios APT.

Periodo	Residuo Medio	Desviación Estándar	k	Z para el error igual a:																			
				2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Oct-99	4.991	3.009	200	14.056	9.357	4.657	-0.042	-4.742	-9.441	-14.141	-18.841	-23.540	-28.240	-32.939	-37.639	-42.339	-47.038	-51.738	-56.437	-61.137	-65.837	-70.536	
Nov-99	7.146	3.892	200	18.696	15.065	11.432	7.799	4.165	0.532	-3.101	-7.734	-12.368	-17.001	-21.634	-26.267	-30.901	-35.534	-40.167	-44.801	-49.434	-54.067	-58.700	
Dic-99	5.358	2.838	200	16.354	11.540	6.727	1.914	-2.899	-7.712	-12.525	-17.338	-22.152	-26.965	-31.778	-36.591	-41.404	-46.217	-51.031	-55.844	-60.657	-65.470	-70.283	
Ene-00	4.350	2.415	200	14.000	8.143	2.288	-3.571	-9.428	-15.285	-21.142	-26.999	-32.856	-38.713	-44.570	-50.427	-56.284	-62.141	-67.998	-73.855	-79.712	-85.568	-91.425	
Feb-00	4.164	2.524	200	12.127	6.524	0.921	-4.681	-10.284	-15.886	-21.488	-27.092	-32.694	-38.297	-43.900	-49.502	-55.105	-60.707	-66.310	-71.913	-77.515	-83.118	-88.721	
Mar-00	4.690	2.873	200	14.230	8.936	3.648	-1.843	-8.933	-12.224	-17.515	-22.806	-28.096	-33.387	-38.678	-43.968	-49.259	-54.550	-59.841	-65.131	-70.422	-75.713	-81.003	
Abr-00	1.634	1.090	200	-4.876	-18.218	-31.558	-44.898	-58.238	-71.578	-84.918	-98.258	-111.598	-124.938	-138.278	-151.618	-164.958	-178.298	-191.638	-204.978	-218.318	-231.658	-244.999	
May-00	1.855	1.161	200	-1.768	-13.948	-26.127	-38.306	-50.486	-62.665	-74.844	-87.024	-99.203	-111.382	-123.562	-135.741	-147.920	-160.100	-172.279	-184.458	-196.638	-208.817	-220.996	
Jun-00	1.508	0.978	200	-7.114	-21.578	-36.045	-50.510	-64.975	-79.441	-93.906	-108.371	-122.837	-137.302	-151.767	-166.233	-180.698	-195.163	-209.629	-224.094	-238.559	-253.025	-267.490	
Jul-00	2.323	1.100	200	4.148	-8.711	-21.570	-34.429	-47.288	-60.147	-73.006	-85.865	-98.724	-111.583	-124.443	-137.302	-150.161	-163.020	-175.879	-188.738	-201.597	-214.456	-227.315	
Ago-00	0.365	0.124	200	-184.945	-299.430	-413.916	-528.401	-642.886	-757.371	-871.856	-986.342	-1100.827	-1215.312	-1329.797	-1444.283	-1558.768	-1673.253	-1787.738	-1902.223	-2016.709	-2131.194	-2245.679	
Sep-00	0.483	0.239	200	-89.580	-148.650	-207.710	-266.770	-325.830	-384.890	-443.950	-503.010	-562.070	-621.130	-680.190	-739.250	-798.310	-857.370	-916.430	-975.490	-1034.550	-1093.610	-1152.671	
Veces que se acepta H_0				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Tabla 4.5.5. Prueba de hipótesis del riesgo portafolios real vs. portafolios APT.

Periodo	Residuo Medio	Desviación Estándar	k	Z para el error igual a:																			
				2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Oct-99	15.228	8.201	200	22.811	21.087	19.362	17.638	15.913	14.189	12.464	10.740	9.015	7.290	5.566	3.841	2.117	0.392	-1.332	-3.057	-4.781	-6.506	-8.230	
Nov-99	16.178	8.102	200	24.749	23.004	21.258	19.513	17.767	16.022	14.276	12.530	10.785	9.039	7.294	5.548	3.802	2.057	0.311	-1.434	-3.180	-4.925	-6.671	
Dic-99	18.930	10.113	200	23.674	22.276	20.877	19.479	18.080	16.682	15.284	13.885	12.487	11.088	9.690	8.292	6.893	5.495	4.097	2.698	1.300	-0.099	-1.497	
Ene-00	15.193	7.423	200	25.133	23.226	21.323	19.416	17.513	15.606	13.703	11.797	9.892	7.987	6.082	4.177	2.272	0.367	-1.538	-3.443	-5.348	-7.254	-9.159	
Feb-00	14.655	7.094	200	25.227	23.234	21.240	19.247	17.254	15.260	13.267	11.273	9.280	7.286	5.293	3.299	1.306	0.688	-2.681	-4.675	-6.668	-8.662	-10.655	
Mar-00	14.955	7.584	200	24.157	22.293	20.428	18.563	16.698	14.834	12.970	11.105	9.240	7.375	5.511	3.646	1.782	0.063	-1.948	-3.812	-5.677	-7.542	-9.406	
Abr-00	12.934	6.690	200	23.114	21.060	18.888	16.722	14.658	12.544	10.430	8.316	6.202	4.088	1.974	-0.140	-2.254	-4.368	-6.482	-8.596	-10.709	-12.823	-14.937	
May-00	10.973	6.143	200	20.680	18.357	16.055	13.753	11.450	9.148	6.846	4.543	2.241	-0.061	-2.383	-4.688	-6.968	-9.270	-11.573	-13.875	-16.177	-18.480	-20.782	
Jun-00	11.502	6.158	200	21.820	19.524	17.228	14.931	12.635	10.339	8.042	5.746	3.450	1.153	-1.143	-3.440	-5.738	-8.032	-10.329	-12.625	-14.921	-17.218	-19.514	
Jul-00	11.529	5.592	200	24.096	21.669	19.040	16.511	13.982	11.453	8.924	6.395	3.866	1.337	-1.192	-3.721	-6.250	-8.779	-11.308	-13.837	-16.366	-18.895	-21.424	
Ago-00	12.284	6.068	200	23.850	21.531	19.212	16.893	14.574	12.255	9.936	7.617	5.297	2.978	0.659	-1.660	-3.979	-6.298	-8.617	-10.936	-13.255	-15.574	-17.893	
Sep-00	12.111	6.224	200	22.974	20.702	18.430	16.158	13.886	11.614	9.342	7.070	4.797	2.525	0.253	-2.019	-4.291	-6.563	-8.835	-11.107	-13.380	-15.652	-17.924	
Veces que se acepta H_0				1	4	6	3	5	5	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Región de rechazo Z_{α} (para Z en valor absoluto).

Signif.	z
1%	2.575
5%	1.960

Fig 4.5.18. Portafolios Real vs APT Oct-99

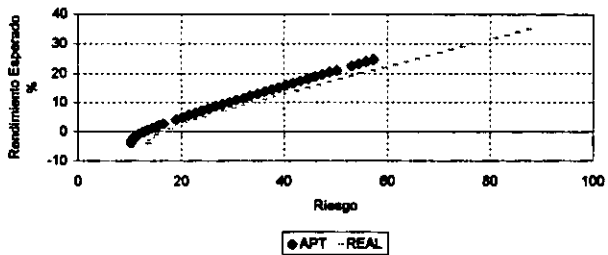


Fig 4.5.20. Portafolios Real vs APT Nov-99

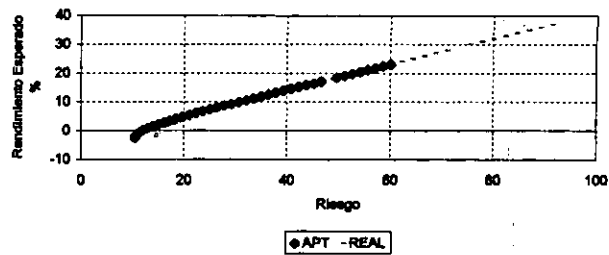


Fig 4.5.21. Portafolios Real vs APT Dic-99

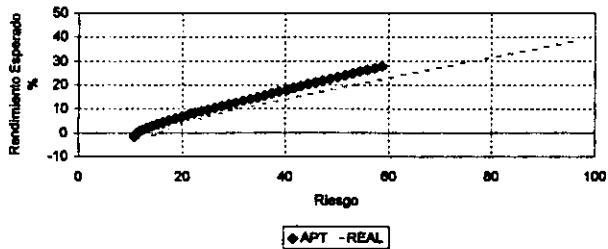


Fig 4.5.22. Portafolios Real vs APT Ene-00

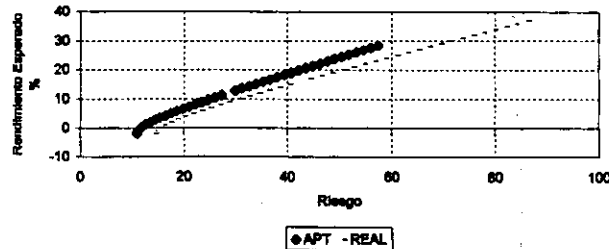


Fig 4.5.23. Portafolios Real vs APT Feb-00

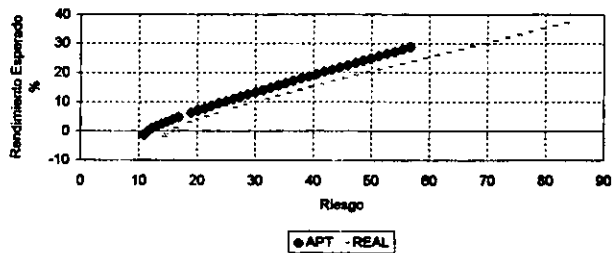


Fig 4.5.24. Portafolios Real vs APT Mar-00

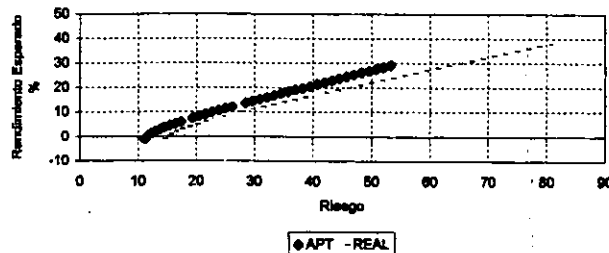


Fig 4.5.25. Portafolios Real vs APT Abr-00

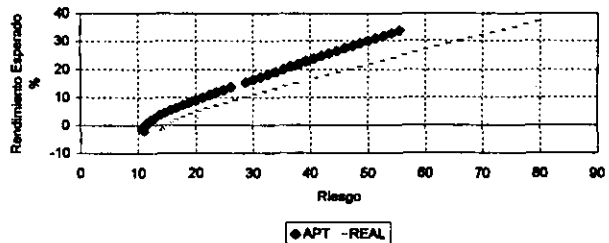


Fig 4.5.26. Portafolios Real vs APT May-00

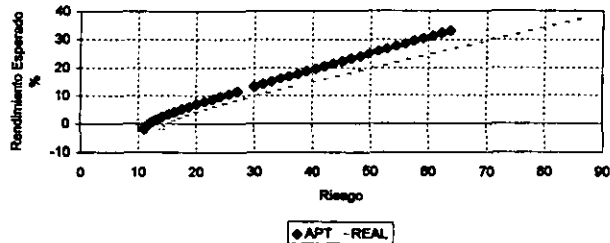


Fig 4.5.27. Portafolios Real vs APT Jun-00

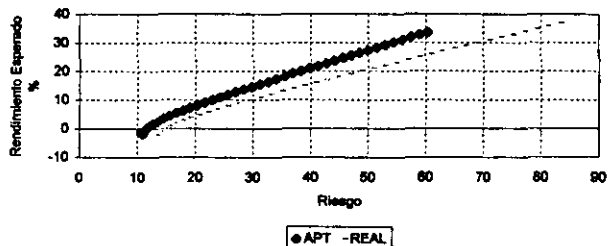


Fig 4.5.28. Portafolios Real vs APT Jul-00

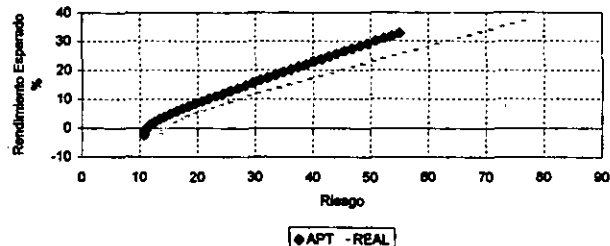


Fig 4.5.29. Portafolios Real vs APT Ago-00

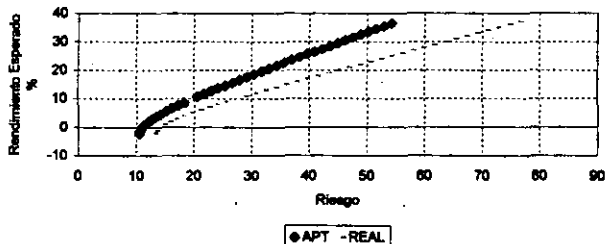
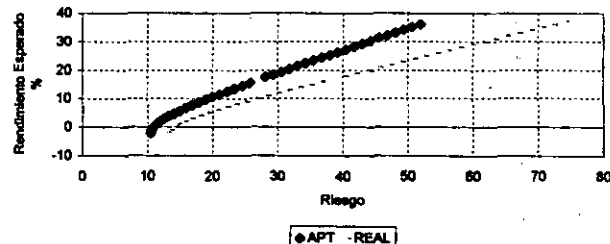


Fig 4.5.30. Portafolios Real vs APT Sep-00



En marzo de 2000 la hipótesis nula se acepta para un nivel de error de 5 puntos porcentuales, al nivel de significación del 1% y 5%.

Para mayo de 2000 la hipótesis nula se debe aceptar con un nivel de error de 2 puntos porcentuales, a un nivel del 1% y 5% de significación estadística.

En abril, junio, julio, agosto y septiembre de 2000 se rechaza la hipótesis nula en todos los niveles de error. Sin embargo, hay que resaltar el hecho de que los residuos promedio se sitúan en niveles por debajo de los 3 puntos porcentuales; siendo igual a 1.634 para abril, 1.508 para junio, 2.323 en julio, 0.385 en agosto y 0.483 en septiembre. Lo cual haría pensar en la posibilidad de replantear la prueba de hipótesis para valores en el intervalo 0 y 1, así como también en el intervalo 1 y 2.

De forma general, en el caso del portafolios con 6 acciones se ha obtenido una mejor explicación del rendimiento en comparación con el portafolios de 32 acciones. Se observa evidencia de uniformidad de los residuos que de octubre de 1999 a mayo de 2000 muestran una oscilación de 2 a 7 puntos porcentuales de error; excepto, como ya se mencionó, abril de 2000 en donde se rechazó la hipótesis nula en todos los niveles de error.

Revisando la *tabla 4.5.5*, que estudia el riesgo del portafolios, puede observarse que, para octubre de 1999, se acepta la hipótesis nula planteada en 4.5.3 con niveles de riesgo de 14 a 16 puntos porcentuales, al nivel de significación del 1% y 5%; excepto para el nivel de riesgo igual a 14 en donde se acepta la hipótesis nula únicamente al nivel del 1%.

En noviembre del mismo año el nivel de error en riesgo en que se acepta la hipótesis nula es de 15 a 17 puntos porcentuales al nivel del 1% y 5%, excepto en el nivel de error 15 que se rechaza la hipótesis nula al nivel de significación del 5%.

Para diciembre el nivel de error en riesgo es de 18 a 20 puntos porcentuales para aceptar la hipótesis nula, al nivel de significación del 1% y 5%.

En enero de 2000 se indica que la hipótesis nula debe aceptarse para 14, 15 y 16 puntos porcentuales de error, al nivel del 1% en todos los casos y sólo se acepta al nivel de significación del 5% para el caso en que el error es de 15 y 16 puntos porcentuales.

En febrero de 2000 la tabla indica que el nivel de riesgo esperado es de 14 a 15 puntos porcentuales, al nivel de significación del 1% y 5%.

En marzo, del mismo año, la hipótesis nula se acepta para niveles de error de 14 a 16 puntos porcentuales, al nivel de significación del 1% y 5%.

En abril la hipótesis nula se acepta para el riesgo entre 12 a 14 puntos porcentuales al nivel del 1%, pero rechazando la hipótesis nula al nivel de significación del 5% para el nivel de error de 12 y 14 puntos porcentuales.

Para mayo de 2000 se acepta la hipótesis nula con niveles de error de 10 a 12 puntos porcentuales, al nivel de significación estadística del 1% pero rechazando la hipótesis nula al nivel de significación del 5% para el nivel de error de 10 y 12 puntos porcentuales.

En junio y julio de 2000 se acepta la hipótesis nula al nivel de significación estadística del 1% y 5% para un error residual del riesgo de 11 y 12 puntos porcentuales.

Agosto muestra niveles con significación al 1% y 5% para un error de 12 y 13 puntos porcentuales.

Por último, septiembre de 2000 muestra niveles de aceptación de la hipótesis nula con un error

residual del riesgo de 11 a 13 puntos porcentuales, al nivel de significación del 1%. Con un error de 12 puntos porcentuales se acepta la hipótesis nula, al nivel de significación del 5%, rechazándola para el error de 11 y 13 puntos porcentuales.

Para el periodo de octubre de 1999 a septiembre de 2000, el error residual del riesgo oscila en niveles de 10 a 20 puntos porcentuales.

De acuerdo a lo descrito se observa que para el portafolios de 6 acciones, se tiene un comportamiento más estable de los residuos, las *tablas 4.5.1, 4.5.2, 4.5.4 y 4.5.5* muestran los residuos promedio a lo largo de todo el periodo, tanto para el rendimiento como para el riesgo, obteniendo el recorrido de los residuos promedio para el rendimiento del portafolios de 32 acciones éste es de 224.797 y el correspondiente al portafolios de 6 acciones es de 6.762; haciendo lo mismo para el riesgo, para el portafolios de 32 acciones el recorrido es de 46.264 y para el de 6 acciones es de 7.956; esto muestra la estabilidad que adquirió el portafolios de inversión de 6 acciones.

Por otro lado, como ya se ha descrito los residuos que se encontraron en el portafolios de 6 acciones son menores comparados con los encontrados en el portafolios de 32 acciones.

Las *figuras 4.5.19 a 4.5.30* muestran gráficamente la aseveración anterior, las curvas mejoraron en el sentido de que son más parecidas; es decir, conforme el modelo tiende a ser óptimo las curvas tienden a empalmarse. Asimismo, puede observarse que conforme va creciendo la curva, o lo que es lo mismo, la cantidad de rendimiento que se espere obtener, los residuos que se obtienen entre el portafolios real y el portafolios APT son mayores. El rango de rendimiento que se manejó para la prueba es muy amplio en términos prácticos, hay que recordar que el rendimiento se está manejando en forma mensual; por lo cual, para rendimientos más acordes con la realidad se observa que los residuos no son tan pronunciados.

Se ha mostrado que en algunos meses del periodo se puede afirmar con una confianza del 95% e incluso del 99% que no existe diferencia significativa entre el portafolios real y el portafolios valuado con el APT; considerando desde luego, los diferentes niveles de errores residuales establecidos.

Así, existe evidencia significativa que permite afirmar que el modelo APT es aplicable en el mercado mexicano en la valuación de portafolios de inversión accionarios.

Hay que tener presente que se mostró evidencia de que el APT es aplicable en México; sin embargo, esto no quiere decir que el modelo sea el adecuado para ser utilizado como base de la toma de decisiones; los errores residuales obtenidos al conformar el portafolios, tanto para el rendimiento como para el riesgo, son en algunos casos muy amplios.

Dando respuesta a las interrogantes planteadas en el Capítulo III inciso 3.1, para el caso de un portafolios de inversión de más de una acción:

- Del problema planteado: ¿Existirá evidencia significativa para poder afirmar que el modelo APT es aplicable en el mercado mexicano en la valuación de portafolios de inversión accionarios?

R. Con base en las pruebas realizadas a los portafolios de inversión de 32 y de 6 acciones de empresas que cotizan en la BMV, se ha mostrado que en algunos meses del periodo estudiado, con una confianza del 95% e incluso del 99%, que no existe diferencia significativa entre el portafolios real y el portafolios valuado con el APT; por lo cual, se puede afirmar que el modelo APT es aplicable en el mercado mexicano en la valuación de portafolios de inversión accionarios.

- ¿Es factible explicar el rendimiento y el riesgo de un portafolios de inversión accionario, en el mercado mexicano, utilizando el modelo APT?

R. Del análisis de residuos se desprende que cuando se conformó el portafolios con 32 acciones, las cuales, en su mayoría, presentaban una bondad de ajuste del APT baja, el nivel de explicación tanto del rendimiento como del riesgo no fue adecuado. Para el portafolios de 6 acciones cuya bondad de ajuste por acción era mejor, el nivel de explicación del rendimiento y del riesgo mejoraron más no se situaron en un nivel óptimo de aceptación; esto permite establecer que puede ser factible explicar el rendimiento y el riesgo de un portafolios de inversión accionario, en el mercado mexicano, utilizando el modelo APT; siempre y cuando la bondad de ajuste del modelo para cada acción sea alta.

- Al utilizar el APT ¿es factible administrar un portafolios de inversión accionario?

R. Considerando la respuesta de la pregunta anterior, si no se obtiene una adecuada explicación del rendimiento y del riesgo del portafolios; el inversionista no puede confiar en el modelo para realizar la toma de decisiones. Si como se mostró en el análisis, la bondad de ajuste del APT por acción hubiera sido alta, entonces se habrían obtenido residuos de rendimiento y riesgo de los portafolios más bajos; así, se podría confiar plenamente en el APT para administrar el portafolios. Entonces si no se cumple lo anterior, no es factible administrar un portafolios de inversión accionario utilizando el APT.

- ¿Las variables macroeconómicas propuestas serán una base adecuada para conformar factores de riesgo sistemático de un portafolios de inversión accionario?

R. Las variables macroeconómicas propuestas no fueron una base adecuada para conformar factores de riesgo sistemático de un portafolios de inversión accionario de más de una acción. Los residuos de riesgo obtenidos en el análisis de portafolios fueron altos, lo cual permite establecer que el riesgo sistemático no se explicó adecuadamente. Desafortunadamente la teoría del APT no indica cuáles y cuántos son los factores de riesgo, por lo cual puede suponerse que la base se encuentra incompleta.

Conclusiones

Con relación al hecho de la existencia de evidencia significativa para poder afirmar que el modelo APT es aplicable en el mercado mexicano en la valuación de portafolios de inversión accionarios, se puede concluir que, tanto para portafolios de inversión conformados por una sola acción como para portafolios de más acciones, dicha evidencia existe.

Para la mayoría de las acciones en la muestra, 87.5%, el APT mostró la existencia de evidencia significativa con una confianza del 95% de que el modelo es aplicable en el mercado mexicano.

Asimismo, la prueba estadística permite afirmar, con una confianza del 95% e incluso del 99%, que existen "betas," diferentes de cero, correspondientes a los factores de riesgo sistemático que permiten explicar el rendimiento en el 90% de las acciones que cotizan en la BMV; de este modo, la evidencia es acorde con la Teoría del APT en el sentido de que el riesgo sistemático es conformado por diversos factores del medio en que se desarrolla la empresa.

Respecto de las variables macroeconómicas utilizadas para conformar los factores de riesgo sistemático de las acciones, se observa que la bondad de ajuste de los modelos para cada acción, en general, es bajo, sólo seis acciones presentaron un coeficiente de determinación mayor a 0.50. No se puede afirmar que dicha base de variables sea óptima para explicar el rendimiento de las acciones; sin embargo, hay que considerar que se ha validado el APT; por lo tanto, existe evidencia de que dichas variables explican parte del riesgo sistemático; de esta forma, habría que considerar el hecho, de acuerdo con la teoría, de que para lograr que la base sea óptima se tendrían que anexar algunas otras variables.

Al realizar el análisis de residuos del riesgo y rendimiento de los portafolios de inversión se confirma lo descrito en el párrafo anterior, los residuos del riesgo presentaron niveles altos, lo cual es indicador de que el riesgo sistemático no se explica adecuadamente.

En lo que se refiere, a cuáles serían las variables macroeconómicas más significativas en la explicación del riesgo sistemático de las acciones, considerando la base utilizada y a la evidencia mostrada por el análisis de componentes principales, las variables más significativas para explicar el riesgo sistemático de las acciones son:

1. La variación del circulante. Esta variable refleja el adecuado manejo de las finanzas públicas por parte del gobierno, su crecimiento no controlado puede llevar a que se tengan altos niveles de consumo que no son propiamente óptimos ya que conllevan un aumento de los índices de inflación.
2. Cambios en el índice nacional de precios al consumidor. Esta variable se encuentra muy ligada a la anterior, niveles muy altos de inflación generan un encarecimiento del consumo y de los bienes de capital, se encarece el crédito y las inversiones productivas se tienen que frenar; de esta forma, se ve afectado de forma directa el crecimiento y desarrollo de las empresas y esto se va a reflejar en el precio de sus acciones.
3. Cambio en los precios del petróleo. México es un país que depende en gran parte de sus ingresos por venta de petróleo si se diera una disminución radical de los precios del crudo, como ya ha sucedido, se ve afectada de forma directa el sano desarrollo de la economía, el

gobierno se ve forzado a realizar ajustes en el presupuesto y se frena el desarrollo de proyectos por parte del gobierno. De esta forma, el petróleo es una fuente importante de divisas para el país conlleva entonces a la estabilidad de otras variables importantes como son el tipo de cambio y saldos de balanza de pagos. En general, cambios desfavorables en los precios del petróleo afectan a la economía y; por lo tanto, el rendimiento de los precios de las acciones.

4. El rendimiento del mercado. Esta variable refleja el comportamiento del índice del mercado accionario, y es un termómetro de la situación que presenta en general el desenvolvimiento del mercado y; por lo tanto, de las acciones que cotizan en bolsa.
5. Cambios en las reservas internacionales. Las reservas internacionales reflejan la captación de divisas del país y su solidez va de la mano con la estabilidad del tipo de cambio. Movimientos bruscos en las reservas internacionales reflejan inestabilidad que puede ser el inicio de un proceso de devaluación de la moneda respecto de otras divisas —la más importante el dólar de los Estados Unidos— esto puede traer como consecuencia, como ya se ha vivido, un ambiente de crisis económica que perjudica de forma directa el desarrollo de las empresas y; por lo tanto, el precio de las acciones.

Se puede observar alguna similitud de variables con respecto de la evidencia de factores de riesgo encontrados en otras economías, de acuerdo a las investigaciones que se citaron en el Capítulo II, inciso 2.4.

Variables como cambios en la inflación, precios del petróleo y el rendimiento del mercado, son factores a considerar como claves en el APT, en el caso de los Estados Unidos, de acuerdo con Roll y Ross. Así también, cambios en el circulante y en la inflación se encontraron como factores importantes en el mercado australiano de acuerdo al estudio de Groenewold y Fraser.

En lo que se refiere al hecho de si es factible explicar el rendimiento y el riesgo de un portafolios de inversión accionario, en el mercado mexicano, utilizando el modelo APT; el análisis de residuos realizado mostró que al conformar un portafolios de inversión con acciones que tengan un nivel de bondad de ajuste alto, mejora el nivel de explicación del rendimiento y del riesgo del portafolios; lo cual permite establecer que resulta ser factible explicar el rendimiento y el riesgo de un portafolios de inversión accionario mexicano con el APT. Sin embargo, el hecho de haber mostrado factibilidad no quiere decir que se ha obtenido un nivel de explicación adecuado tanto del rendimiento como del riesgo.

Para que resulte factible utilizar el APT como modelo base para la administración de un portafolios de inversión en el mercado mexicano, la evidencia refiere el hecho de que los coeficientes de determinación de las acciones con respecto del ajuste del APT, debe tener valores lo más alto posible; esto se puede lograr conforme se tenga una mejor base de factores de riesgo sistemático; de no ser así, el APT muestra una alta deficiencia y no resulta ser confiable para administrar un portafolios de inversión en México.

Respecto de los problemas de aplicación del APT se puede concluir que uno de los más serios es el hecho de la conformación de los factores de riesgo, como la teoría no da indicios de cuáles serían, el inversionista tendría que enfrentar aquí una cruzada de análisis exhaustiva para poder conformar una base de factores confiable.

Aún más, de acuerdo a los resultados obtenidos se observa que no todas las acciones responden de igual forma a todos los factores de riesgo, esto complica de forma mayúscula la aplicación de la

teoría. Los factores que expliquen adecuadamente el riesgo sistemático, no necesariamente tendrían que ser los mismos para todas las acciones.

Como puede verse, la generalidad con que se establece la teoría complica el uso práctico del modelo. Así, la investigación del APT se encuentra encasillada en la búsqueda de factores de riesgo que permitan que el modelo sea de uso práctico.

Las investigaciones hechas en otros países señalan de tres a cinco factores de riesgo, el caso de México no puede homologarse por el hecho de que nuestra economía ha tenido comportamientos muy turbulentos y en general no se podría comparar con la de esos países; además, los mercados de los países en donde se han realizado las investigaciones son más desarrollados que el nuestro.

Por lo citado en el párrafo anterior se crea entonces una paradoja respecto de la Teoría del APT, si bien es cierto que la teoría no especifica que factores deben utilizarse; también es cierto que esta amplitud de la teoría debe favorecer su adecuación a diversos entornos de aplicación.

Desde el punto de vista práctico, se destaca entonces, que gran parte de su valor se encuentra en el hecho de que el riesgo sistemático tiene diversas fuentes que pueden ser diferentes para cada acción o activo en general.

En conclusión, la identificación adecuada de factores de riesgo para cada activo será compensada con una mejor administración del riesgo y; por lo tanto, con un mejor modelo de pronóstico que va a permitir al inversionista rodearse de mayor certidumbre acerca de sus inferencias acerca del rendimiento y riesgo de las acciones.

Un problema que se presentó al realizar la investigación es el hecho de que gran cantidad de acciones que cotizan en la BMV tienen, relativamente, un historial corto, a veces menos de 10 años. Esto es importante ya que si comparamos con los otros mercados en donde se realiza la investigación del APT, los historiales de información son muy amplios y esto permite al investigador tener una perspectiva mayor del adecuado o mal funcionamiento del modelo en diferentes momentos del tiempo; las condiciones económicas, políticas y sociales son cambiantes y en esos mercados, la determinación de los verdaderos factores de riesgo puede ser más factible, ya que los grandes historiales les permiten probar qué factores se mantienen a lo largo del tiempo a diferencia de los que afectan a los activos solamente en algún período determinado.

En un sentido aún más crítico respecto de la Teoría del APT, y yendo un poco más allá de lo expuesto en la presente investigación, habría que cuestionar el planteamiento de algunos de los supuestos del modelo. Por ejemplo, el APT establece la condición de linealidad por parte del modelo; se mostró evidencia de que el APT es aplicable en México pero el nivel de ajuste es bajo, conforme a la teoría se supone que la base de factores de riesgo está incompleta; sin embargo, dicha teoría fue desarrollada en otro contexto y no necesariamente se tiene que cumplir en nuestro mercado; habría que preguntarse qué tan válido resulta que el rendimiento de las acciones mexicanas se conforme de forma lineal.

El hecho de tener una serie de interrogantes planteadas y aún sin una respuesta contundente es lo que permite que la Teoría del APT sea un tema vigente y de actualidad en los círculos de los investigadores, al menos en los grandes mercados, en donde siguen fluyendo los trabajos y se realizan aportaciones para el desarrollo de la Teoría Financiera.

Apéndice

Tabla A.1. Total de acciones que se reportan en el listado del índice de bursatilidad de enero de 1999 a diciembre de 2000.

Núm.	Acción	Serie	Núm.	Acción	Serie	Núm.	Acción	Serie	Núm.	Acción	Serie	Núm.	Acción	Serie
1	ACCELSA	B	51	COLLADO	*	101	GFBITAL	A	151	ICH	B	201	RCENTRO	CPO
2	ACCELSA	C	52	COMERCI	UB	102	GFBITAL	B	152	MSA	UBC	202	REGIOEM	B
3	ACERLA	*	53	COMERCI	UBC	103	GFBITAL	L	153	INTENAL	B	203	SANLUIS	A
4	AGRIEXP	A	54	CONTAL	*	104	GFESA	B	154	INTENAL	O	204	SANLUIS	CPO
5	AHMSA	*	55	CONVER	A	105	GFFINA	A	155	INVEX	A	205	SANMEX	B
6	ALFA	A	56	CONVER	B	106	GFFINA	B	156	INVEX	B	206	SAP	*
7	ALSA	*	57	COVARRA	*	107	GFINBUR	A	157	INVEX	C	207	SAVIA	A
8	ALSEA	*	58	CYDSASA	A	108	GFINBUR	B	158	INVEX	O	208	SEARS	B1
9	APASCO	*	59	DANA	B	109	GFINBUR	O	159	USACEL	A	209	SEGCOAM	A
10	ARA	*	60	DATAFLX	B	110	GFINTER	B	160	USACEL	D	210	SEGCOAM	B
11	ARGOS	B	61	DERMET	B	111	GFINTER	O	161	USACEL	L	211	SIDEK	A
12	ARISTOS	A	62	DESC	A	112	GFMULTI	A	162	XEGF	A	212	SIDEK	B
13	ARISTOS	B	63	DESC	B	113	GFMULTI	B	163	XEGF	B	213	SIDEK	L
14	ARSA	B	64	DESC	C	114	GFMULTI	O	164	XEGF	O	214	SIGMA	B
15	ASUR	B	65	DIANA	*A	115	GFNORTE	A	165	KIMBER	A	215	SIMEC	B
16	ATY	*	66	DIANA	*B	116	GFNORTE	B	166	KIMBER	B	216	SITUR	B
17	AUTLAN	B	67	DINA	*	117	GFNORTE	O	167	KOF	L	217	SORIANA	B
18	AXIS	B	68	DINA	L	118	GICONSA	A	168	LAMOSA	B	218	SYNKRO	A
19	BACHOCO	UBL	69	DIXON	*	119	GICONSA	L	169	LASEG	*	219	SYNKRO	C
20	BAFAR	B	70	DUTY	*	120	GIDUSA	A	170	LIVERPOL	1	220	TAMLEX	*2
21	BANACCI	A	71	ECE	*	121	GIGANTE	*	171	LIVERPOL	C-1	221	TAMSA	*
22	BANACCI	B	72	EDOARDO	B	122	GIGANTE	B	172	LOTONAL	*	222	TEKCHEM	A
23	BANACCI	L	73	EKCO	*	123	GINBUR	B	173	MADISA	B	223	TELECOM	A1
24	BANACCI	O	74	ELEKTRA	A	124	GISSA	B	174	MADISA	L	224	TELMEX	A
25	BANCEN	B	75	ELEKTRA	B	125	GLOBO	*	175	MAIZORO	*	225	TELMEX	L

Núm.	Acción	Serie	Núm.	Acción	Serie	Núm.	Acción	Serie	Núm.	Acción	Serie	Núm.	Acción	Serie
26	BBVPRO	B	76	ELEKTRA	CPO	126	GMACMA	B	176	MASECA	B	226	TLEVISA	A
27	BEVIDES	B	77	ELEKTRA	L	127	GMACMA	L	177	MEDICA	A	227	TLEVISA	CPO
28	BIMBO	A	78	EMPAQ	B	128	GMARTI	*	178	MEDICA	B	228	TMM	A
29	BIPER	B	79	EMVASA	B	129	GMEXICO	B	179	MEDICA	L	229	TMM	L
30	BQ	A	80	FEMSA	UB	130	GMODELO	C	180	MINSA	B	230	TRIBASA	*
31	BQ	L	81	FEMSA	UBD	131	GMODERN	*	181	MINSA	C	231	ITOLMEX	B2
32	BQ	O	82	FERIONI	A	132	GNP	*	182	MODERNA	A	232	TVAZTCA	CPO
33	BUFETE	CPO	83	FOTOLUZ	B	133	GOMO	*	183	NADRO	B	233	UNICA	B
34	CAMESA	*	84	FRAGUA	B	134	GPH	1	184	NADRO	L	234	VALLE	B
35	CAMPUS	*A	85	GACCION	B	135	GPQ	B	185	NUTRISA	*	235	VIDEO	*
36	CAMPUS	*B	86	GAM	B	136	GRUMA	B	186	OPCAP	B	236	VITRO	A
37	CEL	V	87	GCARSO	A1	137	GSANBOR	B	187	PARRAS	A	237	WALMEX	C
38	CEMEX	A	88	GCC	B	138	GSANBOR	B-1	188	PATRIA	A	238	WALMEX	V
39	CEMEX	B	89	GCORVI	UBL	139	GSANBOR	L	189	PATRIA	B	239	WINGS	B
40	CEMEX	CPO	90	GENSEG	A	140	GSERFIN	A	190	PE&OLES	*	240	NGMEXIC	B
41	CERAMIC	UB	91	GENSEG	B	141	GSERFIN	B	191	PEPSIGX	B	241	SAB	*
42	CERAMIC	ULD	92	GEO	B	142	GSERFIN	L	192	PEPSIGX	CPO	242	VALUEGF	O
43	CIDMEGA	B	93	GEPM	B	143	GSYR	B	193	POSADAS	A	243	GMD	B
44	CIE	B	94	GEUPEC	B	144	GVIDEO	B	194	POSADAS	L	244	GMD	L
45	CIE	L	95	GFB	A	145	HERDEZ	B	195	PROCORP	B	245	INGMEXIC	B
46	CIFRA	C	96	GFB	B	146	HILASAL	A	196	PYP	B	246	UNEFON	A
47	CIFRA	V	97	GFB	L	147	HOGAR	B	197	QBINDUS	A			
48	CINTRA	A	98	GFB	O	148	HYSAMX	BGP	198	QBINDUS	B			
49	CMOCTEZ	*	99	GFBB	L	149	IASASA	*	199	QTEL	B			
50	COFAR	B	100	GFBB	O	150	ICA	*	200	QUMMA	B			

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V., Indicadores Bursátiles, Diversos Números.

Tabla A.2. Total de acciones que presentan índice de bursatilidad mensual en el período comprendido de enero de 1999 a diciembre de 2000.

Núm.	Acción	Serie	Núm.	Acción	Serie	Núm.	Acción	Serie
1	ACCELSA	B	36	FEMSA	UBD	71	MINSA	C
2	ALFA	A	37	FRAGUA	B	72	NADRO	B
3	APASCO	*	38	GACCION	B	73	OPCAP	B
4	ARA	*	39	GCARSO	A1	74	PARRAS	A
5	AUTLAN	B	40	GCC	B	75	PE&OLES	*
6	BACHOCO	UBL	41	GCORVI	UBL	76	PEPSIGX	CPO
7	BAFAR	B	42	GENSEG	A	77	POSADAS	A
8	BEVIDES	B	43	GENSEG	B	78	POSADAS	L
9	BIMBO	A	44	GEO	B	79	PROCORP	B
10	BIPER	B	45	GEUPEC	B	80	RCENTRO	CPO
11	GAMESA	*	46	GFBITAL	A	81	SANLUIS	A
12	CEMEX	CPO	47	GFBITAL	B	82	SANLUIS	CPO
13	CERAMIC	UB	48	GFBITAL	L	83	SANMEX	B
14	CERAMIC	ULD	49	GIDUSA	A	84	SEGCOAM	A
15	CIE	B	50	GISSA	B	85	SEGCOAM	B
16	CINTRA	A	51	GMARTI	*	86	SIMEC	B
17	CMOCTEZ	*	52	GMODELO	C	87	SORIANA	B
18	COFAR	B	53	GNP	*	88	SYNKRO	A
19	COLLADO	*	54	GPH	1	89	SYNKRO	C
20	COMERCI	UB	55	GRUMA	B	90	TAMSA	*
21	COMERCI	UBC	56	HERDEZ	B	91	TEKCHEM	A
22	CONTAL	*	57	HILASAL	A	92	TELECOM	A1
23	COVARRA	*	58	HOGAR	B	93	TELMEX	A
24	CYDSASA	A	59	HYLSAMX	BCP	94	TELMEX	L
25	DESC	A	60	IASASA	*	95	TLEVISA	CPO
26	DESC	B	61	ICA	*	96	TMM	A
27	DESC	C	62	ICH	B	97	TMM	L
28	DINA	*	63	MSA	UBC	98	TRIBASA	*
29	ECE	*	64	KIMBER	A	99	TVAZTCA	CPO
30	EDOARDO	B	65	KIMBER	B	100	VALLE	B
31	EKCO	*	66	KOF	L	101	VIDEO	*
32	ELEKTRA	CPO	67	LIVERPOL	1	102	VITRO	A
33	EMPAQ	B	68	LIVERPOL	C-1	103	WINGS	B
34	EMVASA	B	69	MAIZORO	*			
35	FEMSA	UB	70	MASECA	B			

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V., Indicadores Bursátiles, Diversos Números.

Tabla A.3. Comportamiento del nivel de bursatilidad durante el año de 1999 para las 32 acciones seleccionadas.¹

Acción	Serie	Ene-99	Feb-99	Mar-99	Abr-99	May-99	Jun-99	Jul-99	Ago-99	Sep-99	Oct-99	Nov-99	Dic-99	Prom-99
ALFA	A	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
APASCO	*	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
ARA	*	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3.8
BIMBO	A	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
CEMEX	CPO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
CIE	B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
COMERCI	UBC	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
CONTAL	*	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.0
DESC	B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
ELEKTRA	CPO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
FEMSA	UBD	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
GCARSO	A1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
GCC	B	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3.5
GEO	B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
GISSA	B	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3.4
GMODELO	C	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
GRUMA	B	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3.4
HYLSAMX	BCP	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3.8
ICA	*	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
ICH	B	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3.3
KIMBER	A	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
MASECA	B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
PE&OLES	*	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.1
PEPSIGX	CPO	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.2
SANLUIS	CPO	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3.3
SORIANA	B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
TAMSA	*	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
TELECOM	A1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
TELMEX	L	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0

Acción	Serie	Ene-99	Feb-99	Mar-99	Abr-99	May-99	Jun-99	Jul-99	Ago-99	Sep-99	Oct-99	Nov-99	Dic-99	Prom-99
TLEVISA	CPO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
TVAZTCA	CPO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
VITRO	A	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V., Indicadores Bursátiles, Diversos Números.

Notas:

/1 La información de la tabla permite establecer el nivel en que se encontraba el Índice de Bursatilidad de las acciones en la muestra de enero a diciembre de 1999; la última columna refleja el promedio del nivel de comportamiento del indicador en dicho período.

4 = Nivel de Bursatilidad Alta.

3 = Nivel de Bursatilidad Media.

2 = Nivel de Bursatilidad Baja.

1 = Nivel de Bursatilidad Mínima.

Tabla A.3-Bis. Comportamiento del nivel de bursatilidad durante el año 2000 para las 32 acciones seleccionadas.¹¹

Acción	Serie	Ene-00	Feb-00	Mar-00	Abr-00	May-00	Jun-00	Jul-00	Ago-00	Sep-00	Oct-00	Nov-00	Dic-00	Prom-00	Prom. 99-00
ALFA	A	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	4.0
APASCO	*	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	4.0
ARA	*	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	3.9
BIMBO	A	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	4.0
CEMEX	CPO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	4.0
CIE	B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	4.0
COMERCI	UBC	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	4.0
CONTAL	*	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3.3	3.2
DESC	B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	4.0
ELEKTRA	CPO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	4.0
FEMSA	UBD	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	4.0
GCARSO	A1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	4.0
GCC	B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.0	3.3
GEO	B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	4.0
GISSA	B	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3.8	3.6
GMODELO	C	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	4.0
GRUMA	B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.0	3.2
HYLSAMX	BCP	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3.6	3.7
ICA	*	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.2	3.6
ICH	B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.0	3.1
KIMBER	A	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	4.0
MASECA	B	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3.4	3.7
PE&OLES	*	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3.2	3.1
PEPSIGX	CPO	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.0	3.1
SANLUIS	CPO	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.0	3.1
SORIANA	B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	4.0
TAMSA	*	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3.7	3.8
TELECOM	A1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	4.0
TELMEX	L	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	4.0

Acción	Serie	Ene-00	Feb-00	Mar-00	Abr-00	May-00	Jun-00	Jul-00	Ago-00	Sep-00	Oct-00	Nov-00	Dic-00	Prom-00	Prom. 99-00
TLEVISA	CPO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	4.0
TVAZTCA	CPO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	4.0
MITRO	A	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3.7	3.8

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V., Indicadores Bursátiles, Diversos Números.

Notas:

/1 La información de la tabla permite establecer el nivel en que se encontraba el Índice de Bursatilidad de las acciones en la muestra de enero a diciembre de 2000; la penúltima columna refleja el promedio del nivel de comportamiento del indicador en dicho el periodo; la última columna refleja el promedio del nivel de comportamiento del indicador de enero de 1999 a diciembre de 2000, dicho promedio se obtiene considerando tanto la información de la *tabla A.3*, que refleja el comportamiento del índice durante 1999, como la información de la *tabla A.3-Bis*.

- 4 = Nivel de Bursatilidad Alta.
- 3= Nivel de Bursatilidad Media.
- 2 = Nivel de Bursatilidad Baja.
- 1 = Nivel de Bursatilidad Mínima.

Tabla A.4. Precios históricos de cierre de mes de las 32 acciones en la muestra.

Acción	Serie	1992											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALFA	A	31.60	34.60	27.30	25.20	25.60	23.60	21.80	18.95	18.15	17.35	19.10	21.30
APASCO	*												
ARA	*												
BIMBO	A	12.75	14.45	13.40	13.00	13.00	11.60	10.90	10.55	9.00	10.35	11.55	13.40
CEMEX	CPO				52.40	54.60	46.50	37.00	31.20	30.60	41.90	42.00	46.40
CIE	B												
COMERCI	UBC	2.87	3.41	3.83	4.12	4.50	3.84	4.00	3.48	2.95	4.09	4.40	5.10
CONTAL	*						7.95	6.40	6.83	6.68	6.78	7.45	7.33
DESC	B	8.70	12.20	12.35	11.55	10.25	9.30	9.38	8.40	7.48	8.38	8.73	10.60
ELEKTRA	CPO												
FEMSA	UBD	16.20	16.55	13.40	13.05	12.80	11.50	10.85	9.00	8.05	9.90	11.50	11.45
GCARSO	A1	42.20	53.40	52.40	55.00	19.70	16.75	16.95	14.90	13.95	17.45	19.20	19.05
GCC	B		3.01	2.78	2.73	2.54	2.04	2.09	2.16	1.69	2.22	3.02	2.99
GEO	B												
GISSA	B	24.80	31.80	36.50	37.10	36.20	32.60	32.60	32.80	30.00	31.00	32.80	36.10
GMODELO	C												
GRUMA	B												
HYLSAMX	BCP												
ICA	*				61.80	62.60	54.40	56.00	55.80	53.20	58.60	58.60	56.80
ICH	B												
KIMBER	A	48.80	59.80	62.80	58.80	28.00	25.80	25.00	23.90	21.30	28.00	30.50	31.10
MASECA	B	2.81	2.90	2.79	2.78	2.61	1.98	1.74	1.41	1.40	1.82	2.15	2.41
PE&OLES	*	3.45	4.24	4.70	4.50	5.15	4.85	4.40	4.22	4.10	4.95	5.15	5.35
PEPSIGX	CPO												
SANLUIS	CPO												
SORIANA	B	11.60	12.90	11.70	11.45	9.70	2.20	1.89	1.67	1.33	1.86	1.81	2.11
TAMSA	*	26.40	28.40	23.20	18.95	19.05	15.90	16.85	16.95	17.25	19.30	17.00	16.70
TELECOM	A												
TELMEX	L	7.53	8.85	8.78	8.65	8.83	6.83	7.40	6.95	6.90	7.98	8.58	8.80
TELEVISION	CPO												
TVAZTCA	CPO												
VITRO	A												

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V., Centro de Información.

Tabla A.4. Precios históricos de cierre de mes de las 32 acciones en la muestra.

		1993											
Acción	Serie	Enc	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALFA	A	19.40	18.15	20.30	18.85	18.80	17.65	17.05	19.05	18.40	18.90	20.00	25.40
APASCO	*												
ARA	*												
BIMBO	A	13.65	13.15	14.10	14.30	13.50	14.75	15.30	19.35	20.20	25.00	26.35	29.30
CEMEX	CPO	43.90	39.50	46.30	46.70	43.70	48.40	51.60	57.10	57.40	63.70	74.90	87.70
CIE	B												
COMERCI	UBC	4.80	4.51	5.30	5.35	5.23	5.68	5.63	5.84	5.80	6.20	6.32	6.50
CONTAL	*	7.83	6.85	7.90	7.55	6.85	7.25	7.28	7.94	8.10	8.92	13.50	16.70
DESC	B	10.20	9.75	10.90	10.55	10.15	10.40	11.25	13.05	12.15	14.95	18.60	21.90
ELEKTRA	CPO												
FEMSA	UBD	11.15	10.05	12.70	11.95	11.55	12.05	12.90	15.70	14.25	15.90	18.60	20.50
GCARSO	A1	18.60	16.95	18.85	17.75	16.50	17.20	19.15	21.00	20.70	23.90	27.15	34.00
GCC	B	2.59	2.39	2.82	2.53	2.40	2.51	2.31	2.60	2.46	2.61	2.69	3.49
GEO	B												
GISSA	B	39.50	36.80	38.30	40.50	37.70	39.30	41.30	42.00	43.30	45.20	48.00	61.10
GMODELO	C												
GRUMA	B												
HYLSAMX	BCP												
ICA	*	58.40	55.60	61.80	60.00	58.00	59.20	56.20	57.10	53.80	58.20	74.00	87.50
ICH	B												
KIMBER	A	29.40	27.30	30.10	29.50	31.30	34.30	36.50	41.05	40.10	48.35	50.30	58.30
MASECA	B	2.46	2.09	2.44	2.41	2.29	2.63	3.12	3.39	3.29	3.62	4.08	4.80
PE&OLES	*	5.38	5.05	5.38	5.30	6.10	6.10	7.53	7.26	5.60	6.04	6.98	7.34
PEPSIGX	CPO												
SANLUIS	CPO												
SORIANA	B	2.02	2.06	2.53	2.61	2.50	2.39	2.48	2.65	2.35	2.54	2.60	2.82
TAMSA	*	14.50	13.05	16.50	15.25	14.50	13.45	13.30	14.45	14.00	12.90	15.75	19.00
TELECOM	A												
TELMEX	L	8.18	7.65	8.60	7.40	7.55	7.43	7.93	8.28	7.90	8.48	8.60	10.45
TLEVISA	CPO												108.00
TVAZTCA	CPO												
VITRO	A												

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V., Centro de Información.

Tabla A.4. Precios históricos de cierre de mes de las 32 acciones en la muestra.

Acción	Serie	1994											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALFA	A	29.90	27.45	28.80	27.50	29.55	30.85	32.20	38.70	47.75	46.15	54.70	47.45
APASCO	*												
ARA	*												
BIMBO	A	32.40	30.70	29.30	26.55	29.50	25.00	29.00	29.00	28.05	27.90	26.80	26.70
CEMEX	CPO	94.00	87.50	78.40	70.60	24.05	21.65	24.75	29.65	30.60	30.75	32.60	24.90
CIE	B												
COMERCI	UBC	7.16	6.24	5.74	5.70	5.92	5.26	5.92	6.30	7.04	6.30	6.02	4.22
CONTAL	*	18.15	17.30	15.64	16.84	18.52	15.96	17.60	20.80	19.80	18.00	17.10	17.26
DESC	B	25.05	26.40	24.15	20.55	25.95	21.90	20.65	26.15	26.95	25.45	26.40	24.00
ELEKTRA	CPO							30.50	32.85	37.00	38.50	37.50	35.05
FEMSA	UBD	20.00	20.20	17.50	15.44	16.28	14.18	16.84	18.56	18.18	15.34	14.82	12.80
GCARSO	A1	35.90	32.65	31.10	32.70	33.35	30.60	35.30	38.75	38.50	36.60	38.40	36.80
GCC	B	3.68	3.73	3.63	4.02	4.15	3.97	4.44	5.74	5.90	6.02	6.00	6.48
GEO	B									25.65	23.50	25.00	25.05
GISSA	B	71.50	71.00	66.50	63.00	67.20	65.80	67.50	76.10	75.10	66.40	66.50	66.80
GMODELO	C		70.00	67.40	64.70	67.60	62.50	68.80	71.60	72.50	73.60	75.60	92.40
GRUMA	B				20.95	22.00	21.95	23.20	27.90	26.95	23.25	22.75	20.35
HYLSAMX	BCP										12.62	13.96	14.12
ICA	*	99.70	88.90	83.60	79.30	90.20	81.40	90.10	100.80	108.80	102.70	107.60	80.20
ICH	B												
KIMBER	A	62.50	60.10	59.20	61.80	69.80	62.90	68.20	70.90	70.70	67.90	66.70	58.10
MASECA	B	5.78	5.34	5.08	5.58	5.50	5.10	5.38	6.24	6.30	5.62	5.40	5.38
PE&OLES	*	8.60	9.16	9.56	9.50	9.88	9.50	9.26	9.26	9.74	12.00	10.74	13.60
PEPSIGX	CPO			50.50	45.40	47.85	42.05	45.80	48.00	48.60	44.95	41.40	37.65
SANLUIS	CPO												
SORIANA	B	3.54	3.38	3.04	3.30	3.43	3.15	3.64	4.00	5.22	5.16	6.12	5.80
TAMSA	*	20.00	19.00	17.00	15.90	18.40	19.66	19.00	19.02	18.80	18.80	17.60	23.70
TELECOM	A												
TÉLMEX	L	11.40	10.82	10.10	9.64	10.34	9.54	10.40	10.74	10.62	9.60	9.34	10.26
TLEVISA	CPO	109.80	101.70	87.00	86.50	96.10	86.10	94.60	99.80	98.80	76.50	79.30	80.10
TVAZTCA	CPO												
VITRO	A												

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V., Centro de Información.

Tabla A.4. Precios históricos de cierre de mes de las 32 acciones en la muestra.

Acción	Serie	1995											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALFA	A	51.60	41.65	48.80	56.90	70.30	76.00	82.70	85.40	83.90	82.80	88.50	98.40
APASCO	*												
ARA	*												
BIMBO	A	24.85	21.65	23.10	21.85	21.65	27.85	27.25	27.00	28.50	27.15	25.40	31.75
CEMEX	CPO	19.95	13.38	13.90	18.24	19.08	21.20	24.00	27.10	24.50	22.00	23.20	25.70
CIE	B												7.76
COMERCI	UBC	4.00	2.84	3.78	4.33	3.78	4.70	4.85	4.98	4.82	4.10	4.65	5.00
CONTAL	*	14.20	9.86	11.88	14.02	12.60	15.06	16.40	18.62	19.10	17.90	21.40	21.60
DESC	B	13.20	11.18	13.76	15.50	21.10	21.00	24.00	25.00	23.95	22.95	25.30	28.30
ELEKTRA	CPO	25.20	14.86	13.60	18.50	17.92	19.88	24.55	29.20	32.00	28.00	25.45	33.30
FEMSA	UBD	11.46	7.74	11.22	13.14	14.62	14.70	16.38	17.24	16.34	14.96	17.50	17.36
GCARSO	A1	32.65	21.20	29.30	32.05	28.55	34.30	38.65	40.20	37.65	37.50	42.05	41.35
GCC	B	5.42	2.24	3.60	4.90	4.66	5.08	4.88	5.50	5.30	4.93	5.28	5.58
GEO	B	18.62	18.40	18.50	18.00	16.30	18.38	19.78	23.75	20.95	19.04	21.25	22.35
GISSA	B	61.30	55.00	49.00	57.00	73.10	77.50	92.00	94.40	89.00	94.00	98.00	111.00
GMODELO	C	90.60	69.10	81.10	87.20	84.10	83.60	87.70	21.65	26.05	27.10	30.60	36.00
GRUMA	B	21.00	19.30	18.40	20.30	18.08	17.70	18.50	22.00	23.00	20.95	20.75	21.35
HYLSAMX	BCP	13.94	10.74	10.52	13.90	18.68	19.10	17.76	21.20	19.20	20.35	24.20	27.50
ICA	*	52.60	32.15	40.00	49.90	43.55	64.40	58.10	73.70	74.60	69.40	78.50	80.10
ICH	B												
KIMBER	A	54.70	44.60	55.70	60.90	64.00	71.50	79.50	86.70	87.70	93.00	98.60	116.20
MASECA	B	5.16	3.88	4.19	4.81	4.14	4.19	4.55	4.89	4.93	4.62	4.74	4.73
PE&OLES	*	13.96	11.46	14.28	15.20	17.46	18.84	20.60	23.40	24.10	26.90	32.90	31.85
PEPSIGX	CPO	27.20	18.86	29.55	32.20	27.55	31.80	40.80	38.05	36.75	12.92	12.92	13.06
SANLUIS	CPO			92.60	88.40	95.40	138.60	135.00	148.70	187.30	33.70	39.90	39.80
SORIANA	B	5.02	4.40	5.28	6.98	7.22	7.18	7.84	7.96	7.42	7.18	7.46	6.86
TAMSA	*	16.78	19.90	24.00	28.00	31.00	30.40	38.45	40.00	37.95	49.55	51.40	56.10
TELECOM	A												
TELMEX	L	10.00	8.14	9.58	9.00	8.70	9.22	10.10	10.16	10.20	9.94	12.72	12.30
TLEVISA	CPO	62.70	47.40	55.80	58.80	49.80	63.00	69.80	72.40	63.80	61.60	83.00	88.50
TVAZTCA	CPO												
VITRO	A												

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V., Centro de Información.

Tabla A.4. Precios históricos de cierre de mes de las 32 acciones en la muestra.

Acción	Serie	1996											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALFA	A	100.20	92.40	99.70	108.50	120.30	34.20	30.45	33.00	33.50	32.75	35.20	36.40
APASCO	*												
ARA	*								16.20	17.26	17.80	17.02	
BIMBO	A	30.05	28.50	34.45	33.95	35.30	34.95	35.10	39.20	40.10	39.65	44.95	46.60
CEMEX	CPO	28.20	25.95	26.90	29.45	27.90	27.25	25.00	27.55	28.35	26.70	26.25	28.25
CIE	B	14.50	13.94	13.00	13.38	13.00	13.00	13.18	19.24	18.58	20.80	23.25	21.10
COMERCI	UBC	5.04	5.32	6.26	6.78	7.08	7.00	6.84	7.26	7.30	6.98	7.06	7.12
CONTAL	*	24.05	24.00	25.80	26.60	30.00	28.00	28.15	29.90	34.15	30.05	34.00	39.00
DESC	B	29.60	29.80	34.25	36.95	41.55	40.65	36.30	39.05	42.45	39.45	43.60	43.00
ELEKTRA	CPO	46.60	44.85	50.90	49.90	56.70	54.90	47.20	53.20	50.70	54.30	60.90	62.00
FEMSA	UBD	21.05	19.04	21.50	22.75	21.90	21.75	19.86	22.85	23.05	24.20	26.95	26.85
GCARSO	A1	50.90	47.80	58.50	56.90	55.40	53.70	30.20	34.85	34.80	35.95	40.25	41.30
GCC	B	6.28	6.02	6.92	7.00	7.46	7.76	8.22	9.60	9.60	8.82	8.96	9.14
GEO	B	24.60	24.75	25.25	29.40	32.05	33.75	32.45	38.35	35.05	35.55	39.95	38.55
GISSA	B	120.00	123.40	150.00	154.00	16.58	24.10	20.75	21.10	22.45	23.15	27.00	24.60
GMODELO	C	34.85	32.80	34.95	35.25	35.55	35.80	34.65	34.45	39.00	40.55	44.10	45.10
GRUMA	B	24.00	23.70	26.70	29.90	37.00	35.10	40.95	47.50	47.20	38.10	43.50	47.95
HYLSAMX	BCP	27.10	25.10	28.35	29.70	31.90	33.20	27.70	31.25	28.35	30.00	30.30	31.05
ICA	*	99.70	88.10	98.90	102.00	108.10	106.60	102.10	112.00	114.10	105.20	112.00	115.60
ICH	B												
KIMBER	A	123.30	127.40	143.70	136.60	136.90	138.00	127.80	139.30	143.00	152.60	153.00	153.60
MASECA	B	5.36	5.60	6.34	7.24	7.84	7.92	8.62	9.10	9.58	9.72	9.84	9.88
PE&OLES	*	31.80	31.55	32.50	31.70	36.45	34.70	31.40	33.25	31.90	31.95	28.30	27.95
PEPSIGX	CPO	12.36	11.04	10.84	11.26	12.56	13.70	11.58	12.70	10.74	9.92	10.90	11.26
SANLUIS	CPO	40.70	35.85	40.70	43.60	44.20	46.45	44.90	44.80	43.50	41.15	46.65	49.15
SORIANA	B	8.36	7.52	8.74	9.72	10.90	11.08	13.00	13.72	14.46	14.30	15.50	14.98
TAMSA	*	59.10	55.90	59.80	61.20	67.60	72.30	75.70	80.50	82.50	88.40	109.00	125.10
TELECOM	A							21.30	21.45	19.68	19.14	18.00	18.30
TELMEX	L	12.50	11.58	12.52	12.68	12.44	12.86	11.74	12.36	12.06	12.10	12.02	12.96
TLEVISA	CPO	104.30	92.40	94.60	115.40	118.50	119.00	99.90	113.90	107.40	103.20	107.10	101.00
TVAZTCA	CPO												
VITRO	A												

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V., Centro de Información.

Tabla A.4. Precios históricos de cierre de mes de las 32 acciones en la muestra.

Acción	Serie	1997											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALFA	A	41.05	45.05	44.20	43.30	46.40	53.90	62.10	60.10	73.60	60.70	62.00	54.60
APASCO	*												
ARA	*	20.50	25.70	27.00	27.00	25.85	28.00	30.80	30.25	31.95	30.95	35.85	39.00
BIMBO	A	47.05	50.50	49.00	49.30	51.60	57.00	62.60	63.00	70.00	62.70	67.10	77.40
CEMEX	CPO	29.40	32.10	29.05	26.20	29.15	34.05	39.35	37.80	40.20	32.75	35.25	36.55
CIE	B	22.15	25.45	29.30	29.90	32.05	33.75	38.15	42.80	46.90	49.50	56.30	62.70
COMERCI	UBC	7.12	6.52	5.74	6.04	6.26	7.32	8.08	7.98	9.88	8.34	8.84	10.46
CONTAL	*	41.50	43.50	44.85	44.00	19.04	21.80	22.45	19.68	22.60	22.55	26.80	28.70
DESC	B	45.65	50.70	52.90	51.60	53.20	57.90	71.40	65.50	82.20	73.00	77.80	76.70
ELEKTRA	CPO	69.90	77.90	74.50	74.30	75.00	86.70	116.10	110.50	125.20	11.38	12.72	14.16
FEMSA	UBD	27.65	33.40	35.10	37.40	41.75	47.05	62.90	53.00	66.60	58.20	66.80	64.40
GCARSO	A1	47.65	45.35	46.45	45.95	44.55	55.40	62.70	53.90	62.40	53.00	53.70	53.90
GCC	B	8.80	8.84	7.84	7.58	7.92	9.30	10.76	8.96	10.70	7.90	9.36	9.86
GEO	B	38.90	38.00	38.05	36.95	38.00	45.75	45.00	46.80	48.30	44.95	48.90	49.55
GISSA	B	26.15	25.90	24.45	23.35	25.45	29.00	32.30	31.95	33.80	26.95	30.00	31.60
GMODELO	C	47.30	49.60	47.85	48.00	49.10	54.80	71.80	65.80	73.10	62.70	68.90	68.00
GRUMA	B	43.55	39.55	38.95	37.95	36.05	36.90	36.80	35.00	37.40	32.80	33.55	32.00
HYLSAMX	BCP	32.30	34.40	36.10	34.45	38.25	40.90	51.00	56.40	66.10	54.00	52.90	47.65
JCA	*	118.60	131.30	125.90	118.00	114.10	126.50	24.05	20.09	22.55	18.46	21.45	21.95
ICH	B												
KIMBER	A	162.00	170.50	31.90	29.10	27.40	31.45	37.20	34.85	40.05	36.35	36.25	38.40
MASECA	B	10.34	9.52	8.14	7.76	7.88	8.68	9.50	8.64	9.40	8.12	8.46	8.24
PE&OLES	*	32.60	36.40	38.95	37.25	37.25	37.95	34.80	35.00	36.85	34.05	33.85	36.05
PEPSIGX	CPO	11.64	13.50	13.44	15.32	15.40	16.40	19.02	19.95	22.25	18.68	19.60	19.10
SANLUIS	CPO	43.75	48.00	47.50	45.95	48.45	58.70	60.10	61.60	67.10	64.60	62.10	65.80
SORIANA	B	15.34	16.32	16.56	17.30	18.56	19.88	25.00	24.70	30.20	27.95	30.65	35.40
TAMSA	*	138.30	130.10	136.50	131.50	139.70	147.30	150.40	141.60	179.80	173.10	181.60	171.50
TELECOM	A	22.95	24.40	24.05	24.50	27.90	31.70	33.80	28.90	33.20	27.45	29.45	32.60
TELMEX	L	14.86	15.40	15.44	16.48	17.48	18.98	21.65	18.10	20.10	17.84	20.45	22.75
TLEVISA	CPO	101.40	96.00	99.20	91.80	112.90	120.80	119.70	128.40	138.80	130.70	153.00	156.50
TVAZTCA	CPO								35.25	43.35	38.95	42.95	45.80
VITRO	A												

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V., Centro de Información.

Tabla A.4. Precios históricos de cierre de mes de las 32 acciones en la muestra.

Acción	Serie	1998											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALFA	A	45.00	48.50	47.80	46.30	42.00	37.30	35.90	22.50	24.95	26.95	25.20	27.85
APASCO	*				57.60	53.90	47.50	45.70	29.50	29.60	36.90	35.70	34.90
ARA	*	37.00	37.50	39.80	42.30	35.20	28.55	28.55	19.80	19.98	21.50	24.15	24.30
BIMBO	A	83.00	78.50	22.60	21.30	20.20	18.20	18.20	15.70	18.52	17.00	15.84	18.40
CEMEX	CPO	30.90	33.55	37.80	42.40	36.60	33.75	32.90	20.00	22.25	24.05	24.25	21.35
CIE	B	55.50	64.50	66.00	33.00	29.80	25.00	28.00	13.80	16.00	20.35	22.50	27.00
COMERCI	UBC	10.18	9.80	10.40	10.50	8.60	7.46	7.50	5.52	5.48	6.40	6.42	6.98
CONTAL	*	26.20	27.40	30.00	32.10	29.80	30.00	29.95	22.50	26.65	24.70	23.10	23.95
DESC	B	61.50	61.00	62.00	59.00	49.50	45.80	53.20	35.50	7.78	9.22	9.00	8.48
ELEKTRA	CPO	13.10	13.06	13.00	12.12	10.40	9.40	6.76	4.00	3.84	4.46	5.28	5.02
FEMSA	UBD	54.90	63.50	61.90	62.80	295.00	284.00	27.35	16.80	20.05	26.05	23.35	26.85
GCARSO	A1	49.60	52.00	52.50	53.40	45.35	37.80	38.00	24.50	28.75	35.00	31.35	33.65
GCC	B	7.80	8.00	8.22	9.04	7.68	7.64	7.40	4.20	5.00	5.42	5.18	4.75
GEO	B	44.70	48.25	55.90	58.60	50.40	50.20	48.60	26.00	19.28	17.50	28.30	27.50
GISSA	B	29.30	30.10	29.50	36.20	32.40	30.00	28.30	16.00	22.50	22.70	26.60	24.70
GMODELO	C	69.00	70.00	72.60	80.20	82.20	79.50	80.10	71.20	88.10	21.35	19.88	20.90
GRUMA	B	24.60	25.75	22.45	19.48	17.10	19.58	20.90	16.00	21.05	24.50	24.75	25.00
HYSAMX	BCP	38.30	40.80	39.25	39.00	31.10	31.00	25.90	13.18	12.42	15.04	15.22	12.50
ICA	*	18.92	16.96	17.00	17.58	15.34	14.38	13.58	9.00	9.50	8.76	8.30	7.40
ICH	B				41.90	37.60	29.10	32.00	18.40	21.60	23.30	20.50	18.50
KIMBER	A	36.55	38.70	44.00	41.65	36.80	31.90	26.00	21.90	24.50	29.45	27.05	31.45
MASECA	B	6.44	6.90	6.50	6.12	5.02	6.54	6.98	4.15	6.88	8.20	8.92	8.00
PE&OLES	*	31.80	36.00	35.50	35.00	30.20	28.50	29.00	23.90	31.00	30.90	30.75	29.80
PEPSIGX	CPO	19.40	18.30	17.90	19.00	18.50	17.96	18.80	15.40	12.30	10.84	11.96	12.90
SANLUIS	CPO	54.00	47.90	43.10	45.00	38.35	35.00	35.80	13.60	17.00	14.48	15.00	14.88
SORIANA	B	30.20	32.20	32.65	32.05	28.55	25.60	28.95	18.90	24.50	30.05	28.95	31.65
TAMSA	*	139.50	148.60	158.50	156.00	131.00	115.00	88.50	47.00	71.60	86.60	74.20	64.00
TELECOM	A	28.50	28.00	32.30	32.50	29.00	28.50	28.45	19.20	23.90	27.50	24.50	33.40
TELMEX	L	20.95	21.40	24.10	24.00	21.15	21.60	22.20	17.70	22.65	26.40	23.10	24.35
TLEVISA	CPO	133.90	149.50	156.70	174.00	173.20	168.00	155.60	85.00	98.10	137.00	128.50	124.20
TVAZTCA	CPO	42.10	43.55	43.00	9.90	8.14	6.08	6.94	3.09	4.10	5.42	4.89	4.21
VITRO	A				31.50	24.80	19.00	19.80	12.52	13.96	14.60	16.00	14.70

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V., Centro de Información.

Tabla A.4. Precios históricos de cierre de mes de las 32 acciones en la muestra.

Acción	Serie	1999											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALFA	A	24.20	24.50	28.85	36.70	34.35	39.05	33.05	35.45	39.30	36.95	40.50	44.35
APASCO	*	36.75	43.90	58.00	54.50	56.70	61.80	52.50	51.50	52.20	51.00	63.00	59.10
ARA	*	24.15	24.15	28.45	33.90	33.00	37.90	35.80	12.00	10.40	10.82	12.60	15.66
BIMBO	A	21.55	19.80	21.20	19.66	18.82	21.00	21.05	19.74	19.58	17.62	19.60	21.15
CEMEX	CPO	24.85	28.60	38.85	43.00	43.15	46.45	40.20	41.40	45.00	43.35	46.10	53.00
CIE	B	22.90	26.10	28.20	32.30	30.80	30.65	24.80	25.10	22.65	26.00	31.25	37.85
COMERCI	UBC	6.08	8.34	9.36	9.70	9.60	9.90	8.00	8.80	8.12	7.96	9.96	12.70
CONTAL	*	22.15	24.70	26.85	32.00	15.48	14.78	13.55	12.90	11.30	10.80	13.94	13.80
DESC	B	9.70	9.48	11.20	11.80	10.24	10.34	9.78	8.70	8.00	7.80	8.44	7.80
ELEKTRA	CPO	4.30	4.75	6.20	6.50	5.34	5.50	4.27	4.36	4.42	4.59	6.30	9.34
FEMSA	UBD	22.50	26.10	29.20	33.30	32.50	37.70	32.35	30.70	29.20	31.35	35.50	42.30
GCARSO	A1	28.75	33.10	38.95	44.85	40.55	43.75	37.25	36.20	39.35	40.40	44.00	47.20
GCC	B	4.50	6.00	8.10	7.48	7.40	7.78	6.80	6.24	5.74	6.10	6.98	7.02
GEO	B	24.35	26.25	27.70	38.90	37.50	40.00	35.40	31.10	23.45	24.35	32.10	35.85
GISSA	B	24.50	29.70	29.15	34.00	31.65	33.65	31.30	28.90	25.40	25.05	29.70	30.30
GMODELO	C	22.50	22.10	24.35	24.25	25.40	26.85	26.05	25.05	23.60	23.45	27.45	25.90
GRUMA	B	24.00	23.55	20.70	17.72	17.00	15.66	15.78	15.50	13.78	12.56	9.90	9.82
HYLSAMX	BCP	11.50	14.10	17.56	26.65	21.80	29.65	27.00	28.65	26.95	25.50	27.50	27.80
ICA	*	7.60	7.62	8.14	10.00	10.22	10.40	5.64	5.76	4.41	4.16	5.92	5.40
ICH	B	18.50	20.40	23.85	26.20	27.05	31.20	25.80	25.40	22.00	21.00	24.70	25.00
KIMBER	A	29.10	30.70	35.65	35.90	32.45	38.75	33.35	29.80	33.00	30.80	35.30	36.75
MASECA	B	8.36	8.48	7.74	6.46	6.10	5.60	6.40	6.06	5.90	4.63	4.47	4.63
PE&OLES	*	31.00	29.80	29.70	31.25	25.05	27.30	25.00	25.00	30.50	30.30	29.10	27.30
PEPSIGX	CPO	12.02	12.24	14.20	16.04	14.50	13.96	12.12	10.18	9.14	7.70	10.28	9.74
SANLUIS	CPO	11.30	11.20	20.90	22.15	19.30	22.00	18.50	18.10	16.14	17.12	19.70	21.60
SORIANA	B	29.15	31.05	33.00	41.70	37.20	44.45	38.30	36.95	37.50	35.70	43.35	43.50
TAMSA	*	65.00	62.70	86.50	101.80	90.20	102.90	95.50	108.50	116.00	103.50	118.30	124.90
TELECOM	A	39.70	42.50	49.35	45.00	54.80	59.70	54.90	52.00	51.80	64.70	74.00	89.00
TELMEX	L	25.85	28.25	31.30	34.95	38.85	37.80	35.75	34.80	33.30	40.90	43.60	53.00
TLEVISA	CPO	128.00	138.60	150.50	185.80	200.90	211.10	181.90	169.00	185.80	203.50	228.60	320.00
TVAZTCA	CPO	3.77	3.21	3.68	4.01	3.12	3.05	2.56	2.95	2.90	2.38	3.20	5.26
VITRO	A	14.50	15.02	19.20	19.50	19.00	16.06	13.70	13.16	13.28	12.60	16.06	17.90

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V., Centro de Información.

Tabla A.4. Precios históricos de cierre de mes de las 32 acciones en la muestra.

Acción	Serie	2000											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALFA	A	36.00	33.00	34.75	29.15	25.85	22.60	24.50	25.70	19.62	19.16	14.56	12.88
APASCO	*	56.00	53.00	57.60	57.30	54.00	56.50	64.90	56.20	50.00	49.00	49.00	44.50
ARA	*	14.16	14.10	13.58	11.68	12.00	11.58	13.78	14.90	15.30	13.50	11.22	11.40
BIMBO	A	16.10	15.16	15.08	12.08	13.40	15.54	15.66	14.70	15.72	13.28	13.50	13.50
CÉMEX	CPO	42.05	40.40	42.20	40.80	40.25	45.95	43.85	43.40	37.90	40.25	37.05	34.75
CIE	B	39.50	45.90	46.75	38.35	37.95	38.80	43.90	48.00	45.75	43.00	38.25	39.25
COMERCI	UBC	9.80	9.00	12.56	9.86	8.26	9.20	10.64	11.80	11.08	10.60	8.90	9.12
CONTAL	*	11.02	9.22	11.62	11.20	9.60	10.00	11.00	11.70	11.50	11.30	10.60	10.50
DESC	B	7.30	6.14	6.72	6.64	5.68	6.30	5.70	5.70	5.30	4.16	4.00	3.65
ELEKTRA	CPO	7.90	11.20	11.88	9.16	7.68	9.88	9.38	9.30	8.86	9.90	9.30	7.84
FEMSA	UBD	39.45	41.80	42.05	37.35	36.00	42.25	38.90	41.65	36.50	36.40	32.00	28.60
GCARSO	A1	39.70	36.45	35.25	31.85	29.05	34.45	32.45	32.70	28.10	29.80	25.35	23.80
GCC	B	6.26	5.98	6.10	6.08	5.86	6.60	7.10	7.00	6.80	7.18	7.24	6.98
GEO	B	27.20	23.20	24.35	21.80	16.46	16.02	17.12	17.40	16.30	10.92	10.18	6.80
GISSA	B	27.85	30.15	24.30	21.15	18.82	17.00	18.20	16.18	15.70	14.62	12.80	10.52
GMODELO	C	22.05	21.20	19.80	19.86	20.95	22.60	21.80	22.95	22.10	25.55	22.75	25.40
GRUMA	B	9.60	12.50	11.92	12.30	11.12	11.50	10.86	8.00	8.00	8.00	7.10	7.54
HYLSAMX	BCP	20.50	21.30	21.90	17.28	17.52	15.70	15.36	13.20	9.22	9.36	9.18	9.54
ICA	*	4.36	3.90	3.71	3.60	2.88	2.75	2.30	2.70	2.51	2.30	2.05	1.90
ICH	B	24.50	24.00	24.50	23.00	24.00	24.80	25.00	26.00	25.20	24.00	23.60	21.40
KIMBER	A	29.30	29.10	31.90	30.40	29.50	27.90	27.10	28.60	24.55	24.45	23.40	26.45
MASECA	B	4.60	5.70	5.34	4.35	4.57	4.60	3.92	3.29	2.95	2.10	2.40	2.25
PE&OLÉS	*	25.85	25.25	22.85	19.40	21.05	16.06	12.60	14.20	12.00	11.16	8.48	6.50
PEPSIGX	CPO	9.46	7.42	8.96	7.94	7.44	7.50	7.70	7.52	8.50	7.00	7.14	6.82
SANLUIS	CPO	18.48	15.30	18.06	15.20	14.86	18.06	15.70	15.50	17.92	15.00	13.50	16.34
SORIANA	B	37.45	38.65	42.90	37.35	32.00	39.10	34.95	39.70	34.50	30.00	26.60	24.55
TAMSA	*	141.50	128.90	149.40	135.00	126.00	136.00	129.10	139.00	157.70	148.00	125.00	132.00
TELECOM	A	97.80	117.30	28.85	25.40	21.55	28.15	24.35	23.75	22.90	21.40	18.74	18.32
TELMEX	L	51.40	30.60	31.50	27.50	23.15	28.05	24.70	25.10	25.15	25.75	22.15	21.85
TLEVISIA	CPO	262.10	36.15	31.65	29.45	26.70	33.80	30.40	29.75	27.25	25.90	21.90	21.70
TVAZTCA	CPO	4.99	8.06	8.52	6.46	5.66	7.98	6.96	7.68	7.54	7.38	5.92	5.84
VITRO	A	13.94	13.60	14.80	12.00	11.24	10.98	11.00	10.20	8.50	8.10	8.60	7.50

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V., Centro de Información.

Tabla A.5. Detalle de la muestra obtenida de las variables macroeconómicas.

Variable	1986											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tipo de Cambio ¹	0.40	0.44	0.47	0.50	0.53	0.57	0.63	0.69	0.75	0.80	0.86	0.82
Tasa de Desempleo Abierto %	4.00	4.00	4.20	3.90	3.50	3.90	5.50	4.30	5.00	5.20	4.20	3.80
INPC ²	5.812	6.070	6.352	6.684	7.055	7.508	7.883	8.511	9.022	9.538	10.182	10.866
IPC de la BMV ³	14.20	14.15	13.38	12.80	14.68	16.00	19.40	22.37	28.63	35.25	41.87	47.10
Precio del Petróleo ⁴	18.68	14.26	10.68	10.45	10.48	9.30	8.54	11.35	11.83	11.80	12.02	13.67
CPP % ⁵	68.55	70.30	71.79	73.48	75.02	76.97	81.36	84.40	87.72	91.48	94.19	95.33
Circulante ⁶	1,738,332	1,772,881	1,883,723	1,852,997	1,918,081	2,007,136	2,072,098	2,114,250	2,082,582	2,255,134	2,618,074	3,385,042
Deuda Total ⁷			24,918.80			30,361.60			40,058.50			52,445.60
Producto Interno Bruto ⁸			65,534,936			76,229,632			84,115,555			103,390,873
Saldo de Cuenta Corriente ⁹			-399,719			-851,935			-633,874			512,019
Saldo de Cuenta de Capital ⁹			856,891			254,776			621,962			981,804
Reservas Internacionales ¹⁰	2,417,830	2,648,616	2,719,241	3,009,249	2,827,307	2,451,477	2,371,449	3,012,839	3,238,452	3,736,667	4,324,653	6,029,228
Ind. de Vol. Fis. de la Prod. Ind. ¹¹	78.60	79.00	77.50	83.40	81.20	77.10	77.60	75.10	73.60	77.70	73.60	71.50
Cetes 28 días % ¹²	72.15	72.49	77.50	80.50	80.50	84.83	90.08	95.17	100.89	99.66	95.81	99.28

Variable	1987											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tipo de Cambio ¹	0.98	1.05	1.12	1.19	1.27	1.35	1.42	1.49	1.57	1.64	1.75	2.21
Tasa de Desempleo Abierto %	4.50	4.70	4.00	4.40	3.70	3.80	4.10	3.60	4.10	3.90	3.20	2.60
INPC ²	11.876	12.733	13.574	14.782	15.875	17.023	18.402	19.906	21.217	22.986	24.809	28.473
IPC de la BMV ³	60.28	79.82	98.53	122.30	143.31	161.87	226.99	287.40	343.54	200.02	119.63	105.67
Precio del Petróleo ⁴	15.08	14.56	15.78	16.60	17.13	17.33	18.04	16.66	16.20	16.26	15.11	13.24
CPP % ⁵	95.89	96.20	96.25	95.78	94.79	93.78	92.91	92.15	91.02	90.30	92.37	104.29
Circulante ⁶	3,154,621	3,265,755	3,316,849	3,685,561	3,933,266	4,017,779	4,418,928	4,624,351	4,627,940	5,348,027	6,305,650	8,065,284
Deuda Total ⁷			35,032.20			81,929.30			100,471.40			139,434.50
Producto Interno Bruto ⁸			142,013,130			178,781,173			211,755,842			280,832,438
Saldo de Cuenta Corriente ⁹			1,376,817			1,522,660			530,792			806,887
Saldo de Cuenta de Capital ⁹			-570,142			3,389,391			-1,730,574			-2,277,504
Reservas Internacionales ¹⁰	7,187,269	8,026,017	9,692,022	14,780,276	15,981,237	18,075,564	19,244,488	21,082,301	22,272,525	22,778,033	23,989,913	28,814,046
Ind. de Vol. Fis. de la Prod. Ind. ¹¹	73.20	73.40	79.40	78.00	81.30	81.10	81.70	80.20	80.60	83.70	81.30	78.80
Cetes 28 días % ¹²	96.74	96.71	95.55	92.97	91.50	91.64	91.26	90.22	89.93	90.10	103.91	122.04

Tabla A.5. Detalle de la muestra obtenida de las variables macroeconómicas.

Variable	1988											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tipo de Cambio ¹	2.22	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28
Tasa de Desempleo Abierto %	3.60	3.30	3.50	3.80	3.40	3.70	4.00	3.50	4.00	3.50	3.30	2.90
INPC ²	32,876	35,618	37,442	38,594	39,341	40,143	40,813	41,189	41,424	41,740	42,299	43,181
IPC de la BMV ³	139.62	200.59	174.40	151.16	188.07	186.57	188.08	186.52	197.87	197.82	229.58	211.53
Precio del Petróleo ⁴	13.34	12.43	12.65	13.87	13.71	12.40	12.27	12.15	11.01	9.93	10.53	12.31
CPP % ⁵	122.54	135.68	117.16	81.03	80.59	46.76	40.72	39.90	39.90	40.03	41.65	45.48
Circulante ⁶	7,613,959	7,894,032	9,178,873	9,257,846	8,722,380	10,718,770	11,073,639	10,744,250	10,631,242	11,020,375	12,781,861	14,522,268
Deuda Total ⁷			165,288.80			169,946.30			181,849.00			196,900.00
Producto Interno Bruto ⁸			374,183,484			414,229,365			410,721,753			452,150,258
Saldo de Cuenta Corriente ⁹			759,204			36,362			-1,453,484			-1,717,727
Saldo de Cuenta de Capital ⁹			-610,572			-1,280,233			894,060			-168,313
Reservas Internacionales ¹⁰	29,154,482	30,486,627	35,295,968	38,209,506	34,939,902	31,734,869	26,594,863	27,498,139	22,130,718	20,214,908	14,888,087	14,551,411
Ind. de Vol. Fis. de la Prod. Ind. ¹¹	78.20	80.10	81.60	80.40	82.20	83.00	78.90	83.40	79.90	84.10	88.30	81.10
Cetes 28 días % ¹²	157.07	153.52	96.48	63.50	53.12	40.41	40.32	41.34	41.84	44.51	50.00	52.30

Variable	1989											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tipo de Cambio ¹	2.31	2.34	2.37	2.40	2.43	2.46	2.49	2.52	2.55	2.58	2.61	2.64
Tasa de Desempleo Abierto %	3.50	3.00	2.90	3.00	3.00	2.80	3.10	3.10	3.30	2.70	2.40	2.30
INPC ²	44,238	44,839	45,325	46,003	46,936	47,202	47,674	48,129	48,589	49,308	50,000	51,687
IPC de la BMV ³	210.21	208.31	232.02	261.73	302.94	348.49	354.25	369.68	427.67	400.36	384.75	418.93
Precio del Petróleo ⁴	13.67	14.18	15.62	16.83	16.06	15.83	15.41	14.86	15.48	15.91	16.29	17.20
CPP % ⁵	49.37	48.70	47.30	48.91	49.15	51.97	51.50	38.12	35.24	37.40	39.51	40.11
Circulante ⁶	12,604,244	12,551,713	13,053,663	13,273,451	13,389,450	13,736,962	13,958,751	13,840,713	13,826,812	14,671,036	15,627,125	19,660,245
Deuda Total ⁷			208,878.80			217,877.80			228,813.70			257,256.20
Producto Interno Bruto ⁸			503,224,588			545,260,576			541,013,605			590,412,224
Saldo de Cuenta Corriente ⁹			-1,030,408			-1,270,970			-2,061,565			-1,458,270
Saldo de Cuenta de Capital ⁹			-1,693,729			1,157,388			2,995,044			717,216
Reservas Internacionales ¹⁰	15,101,394	15,455,115	13,995,578	13,857,778	11,790,503	13,017,582	14,691,669	14,800,861	16,498,577	16,713,318	16,071,247	17,484,476
Ind. de Vol. Fis. de la Prod. Ind. ¹¹	84.00	82.50	84.60	87.80	90.00	89.50	87.60	89.80	84.50	88.70	88.30	82.00
Cetes 28 días % ¹²	50.78	49.15	47.79	50.09	51.83	56.88	47.03	34.76	34.35	37.92	38.99	40.55

Tabla A.5. Detalle de la muestra obtenida de las variables macroeconómicas.

Variable	1990											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tipo de Cambio ¹	2.68	2.70	2.73	2.76	2.79	2.82	2.84	2.87	2.89	2.92	2.93	2.95
Tasa de Desempleo Abierto %	2.60	2.40	2.40	2.70	2.70	3.00	3.60	3.00	2.80	3.30	2.30	2.10
INPC ²	54,182	55,408	56,385	57,243	58,242	59,525	60,611	61,643	62,522	63,421	65,105	67,157
IPC de la BMV ³	444.75	473.02	489.62	525.61	650.29	615.33	673.14	580.98	522.08	611.38	626.71	628.79
Precio del Petróleo ⁴	16.65	15.78	14.24	12.40	12.08	11.27	14.49	23.07	29.11	28.43	26.11	21.62
CPP % ⁵	42.08	44.87	47.15	47.20	42.62	35.16	33.05	31.27	31.11	31.52	29.56	29.23
Circulante ⁶	16,630,601	16,769,746	17,228,836	17,569,742	18,079,200	18,514,363	18,398,424	18,416,631	18,556,618	19,934,442	21,439,714	27,077,501
Deuda Total ⁷			280,832.10			274,674.60			328,086.00			342,815.00
Producto Interno Bruto ⁸			657,690,824			712,552,832			732,529,152			836,434,499
Saldo de Cuenta Corriente ⁹			-2,190,885			-1,656,793			-1,778,307			-1,823,055
Saldo de Cuenta de Capital ⁹			794,895			4,313,784			1,167,011			2,021,490
Reservas Internacionales ¹⁰	16,008,270	22,481,392	12,099,811	14,745,684	16,104,441	16,989,718	20,258,088	21,247,052	22,448,978	24,547,138	28,384,277	29,949,711
Índ. de Vol. Fis. de la Prod. Ind. ¹¹	89.00	85.30	95.50	87.50	96.40	93.60	94.70	95.40	91.10	97.90	95.20	87.70
Cetes 28 días % ¹²	41.29	45.20	46.65	44.64	36.92	32.38	30.68	29.72	30.14	28.70	24.82	25.99

Variable	1991											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tipo de Cambio ¹	2.96	2.97	2.98	2.99	3.01	3.02	3.03	3.04	3.06	3.07	3.07	3.07
Tasa de Desempleo Abierto %	2.80	2.50	2.90	2.60	2.30	2.10	2.70	3.20	3.10	3.20	2.70	2.20
INPC ²	68,869	70,071	71,070	71,815	72,517	73,277	73,925	74,440	75,181	76,055	77,844	79,779
IPC de la BMV ³	622.99	658.17	803.35	901.14	1,096.17	1,058.02	1,193.65	1,254.60	1,257.27	1,371.01	1,384.18	1,431.46
Precio del Petróleo ⁴	18.45	13.20	13.43	14.55	14.31	14.06	14.99	14.95	15.64	16.49	14.33	12.46
CPP % ⁵	27.14	25.71	24.29	23.62	23.10	21.79	20.89	20.55	21.72	21.29	20.52	19.95
Circulante ⁶	23,787,803	23,681,725	25,525,309	24,021,571	25,418,815	26,040,809	25,921,206	26,035,345	25,810,606	27,024,205	28,992,068	38,171,727
Deuda Total ⁷			342,495.90			358,646.20			343,126.50			361,234.80
Producto Interno Bruto ⁸			878,158,794			949,987,302			922,292,832			1,032,321,503
Saldo de Cuenta Corriente ⁹			-2,143,009			-3,851,915			-4,157,603			-4,494,197
Saldo de Cuenta de Capital ⁹			6,862,597			6,996,796			3,374,887			7,251,190
Reservas Internacionales ¹⁰	31,023,044	34,028,393	32,613,034	38,887,812	41,341,439	42,151,879	43,495,133	42,491,951	50,517,569	51,270,849	59,832,171	53,885,609
Índ. de Vol. Fis. de la Prod. Ind. ¹¹	94.30	90.70	91.60	97.30	98.90	94.10	97.60	95.90	92.60	102.60	98.60	92.30
Cetes 28 días % ¹²	23.64	23.15	22.04	21.12	19.77	17.74	18.47	18.71	17.55	17.87	16.62	16.65

Tabla A.5. Detalle de la muestra obtenida de las variables macroeconómicas.

Variable	1992											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tipo de Cambio ¹	3.07	3.06	3.08	3.08	3.11	3.12	3.11	3.08	3.12	3.13	3.12	3.12
Tasa de Desempleo Abierto %	2.90	3.20	2.70	2.70	2.90	2.70	3.10	2.50	2.80	2.80	2.90	2.20
INPC ²	81,229	82,191	83,027	83,768	84,320	84,891	85,427	85,951	86,699	87,323	88,049	89,303
IPC de la BMV ³	1,623.47	1,860.63	1,875.73	1,838.30	1,892.33	1,599.26	1,569.73	1,400.37	1,327.07	1,597.33	1,715.69	1,759.44
Precio del Petróleo ⁴	12.24	12.37	12.93	14.32	15.69	16.48	16.29	18.13	16.58	16.46	15.14	13.68
CPP % ⁵	18.98	18.22	16.60	15.75	15.56	16.01	18.07	19.54	20.18	21.86	21.79	22.76
Circulante ⁶	32,017,152	31,440,394	30,266,893	31,846,818	32,861,239	32,397,171	33,140,138	32,167,533	30,913,061	32,223,216	33,839,651	42,015,433
Deuda Total ⁷			339,442.90			324,126.60			314,023.90			318,355.40
Producto Interno Bruto ⁸			1,057,357,073			1,123,373,629			1,107,118,935			1,207,896,165
Saldo de Cuenta Corriente ⁹			-5,151,341			-5,897,808			-6,854,889			-6,534,342
Saldo de Cuenta de Capital ⁹			5,818,385			6,183,842			6,236,019			8,202,562
Reservas Internacionales ¹⁰	55,326,890	58,607,241	58,708,957	59,556,438	57,999,962	55,827,802	56,629,181	55,028,509	55,783,713	57,187,956	52,327,178	57,803,443
Índ. de Vol. Fis. de la Prod. Ind. ¹¹	95.10	94.80	104.40	95.30	101.30	101.40	103.30	99.20	100.90	103.70	100.10	97.10
Cetes 28 días % ¹²	15.31	14.56	11.84	12.44	13.60	15.03	16.23	16.49	17.54	19.39	18.15	18.88

Variable	1993											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tipo de Cambio ¹	3.09	3.09	3.10	3.10	3.12	3.12	3.12	3.11	3.12	3.12	3.11	3.11
Tasa de Desempleo Abierto %	3.20	3.50	3.60	3.00	3.30	3.20	3.60	3.90	4.00	3.70	3.20	2.90
INPC ²	90,423	91,162	91,693	92,222	92,749	93,269	93,717	94,219	94,917	95,305	95,725	96,455
IPC de la BMV ³	1,653.22	1,546.68	1,771.71	1,665.41	1,812.99	1,670.29	1,769.71	1,905.59	1,840.72	2,020.26	2,215.69	2,602.63
Precio del Petróleo ⁴	13.55	14.27	14.51	14.67	14.20	13.07	12.83	12.91	12.98	13.14	11.67	10.67
CPP % ⁵	22.79	22.72	21.31	20.18	19.75	18.68	17.38	16.91	16.18	15.57	16.62	14.68
Circulante ⁶	38,800,807	35,783,851	34,678,291	35,098,583	36,102,305	36,054,739	36,801,210	35,116,946	35,127,234	37,142,955	38,239,535	47,192,859
Deuda Total ⁷			311,209.50			309,487.30			312,318.50			317,871.10
Producto Interno Bruto ⁸			1,221,500,537			1,250,154,558			1,218,290,072			1,334,838,713
Saldo de Cuenta Corriente ⁹			-5,681,103			-5,742,106			-6,568,083			-5,428,915
Saldo de Cuenta de Capital ⁹			9,400,009			6,799,415			7,503,359			8,779,523
Reservas Internacionales ¹⁰	64,373,540	66,293,637	64,791,880	74,222,827	72,639,935	69,518,175	70,236,380	70,378,979	71,284,132	71,759,048	58,172,314	76,211,021
Índ. de Vol. Fis. de la Prod. Ind. ¹¹	95.50	95.60	108.70	98.00	100.90	100.60	98.80	98.90	99.50	102.80	101.40	101.50
Cetes 28 días % ¹²	16.72	17.74	17.47	16.17	15.04	15.50	13.85	13.68	14.38	13.13	14.38	11.78

Tabla A.5. Detalle de la muestra obtenida de las variables macroeconómicas.

Variable	1994											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tipo de Cambio ¹¹	3.11	3.21	3.36	3.27	3.31	3.39	3.40	3.38	3.40	3.43	3.45	5.33
Tasa de Desempleo Abierto %	3.80	3.70	3.60	3.80	3.20	3.30	3.90	3.60	3.80	3.90	3.90	3.20
INPC ¹²	97.203	97.703	98.205	98.686	99.163	99.659	100.101	100.568	101.283	101.815	102.359	103.257
IPC de la BMV ¹³	2,781.37	2,585.44	2,410.38	2,294.10	2,483.73	2,262.58	2,462.27	2,702.73	2,746.11	2,552.08	2,591.34	2,375.68
Precio del Petróleo ¹⁴	11.70	11.34	11.84	13.32	14.31	15.28	15.77	14.26	13.88	14.93	15.33	14.85
CPP % ¹⁵	13.22	11.98	11.53	14.16	17.03	17.18	17.82	17.18	16.73	15.96	16.34	18.96
Circulante ¹⁶	42,512,917	41,896,142	44,308,844	41,895,219	42,585,568	43,381,660	45,026,467	44,234,617	43,801,770	44,757,301	49,183,395	56,920,386
Deuda Total ¹⁷			337,795.70			349,843.00			355,731.60			501,585.00
Producto Interno Bruto ¹⁸			1,355,462,582			1,424,843,654			1,384,767,096			1,528,383,348
Saldo de Cuenta Corriente ¹⁹			-6,781,475			-7,475,849			-7,908,390			-7,496,245
Saldo de Cuenta de Capital ²⁰			11,422,807			2,727,309			4,145,770			-3,711,639
Reservas Internacionales ²¹	81,812,752	93,515,625	82,815,710	56,513,835	56,818,153	54,263,712	54,982,869	55,490,086	54,939,539	59,140,746	43,022,111	32,739,200
Índ. de Vol. Fis. de la Prod. Ind. ²²	98.70	98.60	106.40	105.80	105.40	108.80	103.70	107.90	104.60	108.60	107.80	103.30
Cetes 28 días % ²³	10.52	9.45	8.73	15.79	16.38	16.18	17.07	14.46	13.76	13.60	13.74	18.51

Variable	1995											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tipo de Cambio ¹¹	5.70	5.84	6.82	5.79	6.18	6.31	6.09	6.31	6.42	7.17	7.65	7.64
Tasa de Desempleo Abierto %	4.50	5.30	5.70	6.30	6.60	6.60	7.30	7.60	7.30	6.70	5.80	5.50
INPC ¹²	107.143	111.684	118.268	127.692	133.029	137.251	140.049	142.372	145.317	148.307	151.964	156.915
IPC de la BMV ¹³	2,093.98	1,549.84	1,832.83	1,960.54	1,945.13	2,196.08	2,375.17	2,516.99	2,392.26	2,302.01	2,689.00	2,778.47
Precio del Petróleo ¹⁴	15.48	15.93	16.01	17.32	17.20	15.86	14.47	14.84	14.96	14.82	15.31	16.40
CPP % ¹⁵	29.87	35.98	58.82	70.26	57.86	46.39	41.42	37.10	34.81	37.08	47.54	46.54
Circulante ¹⁶	51,199,701	49,790,401	48,469,697	47,552,861	46,208,179	47,023,826	47,948,195	47,695,904	47,229,417	48,479,548	53,630,092	66,808,632
Deuda Total ¹⁷			631,225.30			620,322.70			642,160.70			750,262.00
Producto Interno Bruto ¹⁸			1,629,327,213			1,794,836,071			1,806,218,460			2,131,541,533
Saldo de Cuenta Corriente ¹⁹			-1,354,637			356,374			-450,438			-127,868
Saldo de Cuenta de Capital ²⁰			3,919,215			2,180,483			4,559,129			4,746,786
Reservas Internacionales ²¹	19,837,286	52,406,346	46,698,543	50,356,243	64,478,944	63,607,813	84,423,879	95,129,439	94,358,397	96,790,539	104,013,818	120,300,736
Índ. de Vol. Fis. de la Prod. Ind. ²²	101.10	94.50	101.50	91.30	96.00	95.10	91.50	96.70	94.00	98.60	99.60	99.30
Cetes 28 días % ²³	37.25	41.69	69.54	74.75	59.17	47.25	40.94	35.14	33.46	40.28	53.16	48.62

Tabla A.5. Detalle de la muestra obtenida de las variables macroeconómicas.

Variable	1996											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tipo de Cambio ¹	7.39	7.54	7.55	7.40	7.41	7.61	7.61	7.49	7.54	7.92	7.87	7.85
Tasa de Desempleo Abierto %	6.40	6.30	6.00	5.90	5.40	5.69	5.80	5.30	5.50	5.20	4.80	4.10
INPC ²	162,556	168,350	170,012	174,845	178,032	180,931	183,503	185,942	188,915	191,273	194,171	200,388
IPC de la BMV ³	3,034.65	2,832.54	3,072.40	3,187.19	3,205.51	3,210.83	3,007.24	3,305.47	3,236.32	3,213.33	3,291.69	3,361.03
Precio del Petróleo ⁴	16.17	16.50	18.27	19.24	17.61	17.12	17.71	18.80	20.85	22.20	20.84	21.86
CPP % ⁵	40.18	35.91	39.12	35.21	29.38	27.05	29.18	27.52	24.92	25.04	28.03	26.97
Circulante ⁶	57,939,380	57,416,223	59,381,972	57,020,629	60,448,057	61,592,260	61,319,811	60,961,975	61,285,735	64,179,599	69,354,352	83,991,071
Deuda Total ⁷			744,584.50			747,332.70			758,893.70			785,976.60
Producto Interno Bruto ⁸			2,283,507,014			2,453,070,271			2,488,578,778			2,894,478,280
Saldo de Cuenta Corriente ⁹			-104,568			298,093			-830,481			-1,691,336
Saldo de Cuenta de Capital ⁹			-753,174			1,108,557			1,071,421			2,642,440
Reservas Internacionales ¹⁰	114,907,534	120,397,575	116,783,257	116,474,437	118,390,757	118,770,544	123,426,547	117,109,983	117,655,289	129,520,529	128,789,545	137,803,802
Índ. de Vol. Fis. de la Prod. Ind. ¹¹	101.70	100.20	105.10	101.10	106.90	106.10	108.70	109.30	105.10	113.50	111.00	109.80
Cetes 28 días % ¹²	40.99	38.58	41.45	35.21	28.45	27.81	31.25	26.51	23.90	25.75	29.57	27.23

Variable	1997											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tipo de Cambio ¹	7.84	7.78	7.89	7.93	7.91	7.96	7.81	7.75	7.82	8.10	8.20	8.06
Tasa de Desempleo Abierto %	4.50	4.22	4.19	4.29	3.90	3.40	4.09	3.50	3.41	3.23	3.27	2.82
INPC ²	205,541	208,995	211,598	213,882	215,834	217,749	219,646	221,599	224,359	226,152	228,682	231,888
IPC de la BMV ³	3,647.17	3,840.98	3,747.98	3,756.61	3,968.81	4,457.97	5,087.83	4,848.41	5,321.50	4,847.84	4,974.57	5,229.35
Precio del Petróleo ⁴	20.52	18.43	16.47	15.80	16.61	15.32	15.77	16.27	16.09	17.36	16.06	13.43
CPP % ⁵	24.08	21.06	21.10	21.07	18.73	18.78	18.05	17.34	17.18	18.56	17.74	17.79
Circulante ⁶	78,721,284	75,968,700	79,259,987	77,957,542	80,683,760	80,338,598	82,743,572	82,412,963	80,640,215	84,679,228	91,062,806	108,735,629
Deuda Total ⁷			770,461.80			805,182.10			767,301.70			818,228.80
Producto Interno Bruto ⁸			2,948,936,566			3,138,091,510			3,091,167,782			3,538,285,677
Saldo de Cuenta Corriente ⁹			-150,349			-1,134,888			-2,545,179			-3,617,885
Saldo de Cuenta de Capital ⁹			2,172,827			1,628,814			5,694,395			6,268,873
Reservas Internacionales ¹⁰	148,301,266	161,087,725	158,637,404	170,935,784	178,242,212	172,763,560	175,971,243	181,284,152	189,930,993	218,157,015	209,232,587	225,930,120
Índ. de Vol. Fis. de la Prod. Ind. ¹¹	109.20	106.50	109.30	117.00	116.40	117.70	118.60	118.00	117.80	125.80	119.30	119.00
Cetes 28 días % ¹²	23.55	19.80	21.66	21.35	18.42	20.17	18.80	18.93	18.02	17.92	20.16	18.85

Tabla A.5. Detalle de la muestra obtenida de las variables macroeconómicas.

Variable	1988											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tipo de Cambio ¹¹	8.36	8.58	8.52	8.48	8.88	9.04	8.92	9.98	10.11	10.16	9.94	9.87
Tasa de Desempleo Abierto %	3.59	3.53	3.39	3.05	3.20	3.38	3.20	3.02	3.28	3.11	2.59	2.60
INPC ¹²	236.931	241.079	243.903	246.185	248.146	251.079	253.500	255.937	260.088	263.815	268.487	275.038
IPC de la BMV ¹³	4,569.36	4,784.45	5,016.22	5,098.53	4,530.01	4,282.82	4,244.96	2,991.93	3,569.88	4,074.86	3,769.88	3,959.66
Precio del Petróleo ¹⁴	11.82	10.79	9.67	10.69	10.79	9.99	10.14	9.77	10.88	10.44	9.32	7.89
CPP % ¹⁵	16.98	17.03	17.37	17.68	16.85	17.24	17.75	19.05	27.54	29.28	27.76	28.56
Circulante ¹⁶	98,998,035	97,929,388	95,415,388	98,682,378	101,306,512	99,023,172	102,688,377	101,368,131	99,913,243	104,952,696	108,649,728	131,108,754
Deuda Total ¹⁷			871,368.70			829,403.30			1,006,668.20			1,069,945.80
Producto Interno Bruto ¹⁸			3,657,862,658			3,755,647,095			3,776,135,838			4,197,209,994
Saldo de Cuenta Corriente ¹⁹			-3,245,144			-3,427,063			-4,729,856			-4,687,612
Saldo de Cuenta de Capital ²⁰			5,334,067			2,010,269			2,430,755			7,877,017
Reservas Internacionales ²¹	242,355,981	243,801,486	250,491,160	258,832,977	266,270,820	267,565,298	274,103,153	293,914,169	290,569,671	296,154,786	288,070,243	298,272,684
Índ. de Vol. Fis. de la Prod. Ind. ²²	117.10	115.10	127.20	119.90	123.50	128.30	125.50	126.00	125.70	129.10	123.80	123.20
Cetes 28 días % ²³	17.95	18.74	19.85	19.03	17.91	19.50	20.08	22.64	40.80	34.86	32.12	33.66

Variable	1999											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tipo de Cambio ¹¹	10.17	9.94	9.52	9.29	9.75	9.49	9.38	9.38	9.36	9.65	9.36	9.51
Tasa de Desempleo Abierto %	2.85	3.20	2.71	2.70	2.44	2.58	2.26	2.49	2.24	2.50	2.09	2.00
INPC ¹²	281.983	285.773	288.428	291.075	292.828	294.750	296.698	298.368	301.251	303.159	305.855	308.919
IPC de la BMV ¹³	3,957.93	4,260.80	4,930.37	5,414.45	5,477.65	5,829.71	5,260.35	5,088.87	5,050.48	5,450.37	6,136.47	7,129.88
Precio del Petróleo ¹⁴	8.68	8.28	10.79	13.50	13.61	14.29	16.54	18.56	20.48	19.86	21.75	22.14
CPP % ¹⁵	28.31	28.90	22.84	19.16	17.82	18.82	18.08	18.17	17.94	17.25	16.28	15.42
Circulante ¹⁶	121,587,697	118,703,399	124,616,058	118,254,068	122,188,242	121,793,638	127,277,755	125,483,460	127,433,524	133,978,825	140,288,088	188,718,250
Deuda Total ¹⁷			1,072,396.90			1,101,964.60			1,127,431.10			1,175,527.50
Producto Interno Bruto ¹⁸			4,348,069,273			4,542,349,962			4,586,040,015			5,036,696,023
Saldo de Cuenta Corriente ¹⁹			-3,568,976			-2,914,835			-3,247,124			-4,357,730
Saldo de Cuenta de Capital ²⁰			1,606,465			3,247,351			5,145,332			5,658,210
Reservas Internacionales ²¹	308,343,002	303,075,602	288,625,448	279,743,844	292,398,469	284,727,420	295,388,370	289,534,527	291,727,463	296,217,019	285,691,735	291,924,668
Índ. de Vol. Fis. de la Prod. Ind. ²²	118.90	118.10	129.40	125.00	127.90	132.90	131.30	131.70	130.10	132.00	131.50	129.90
Cetes 28 días % ²³	32.13	28.76	23.47	20.29	19.89	21.08	19.78	20.54	19.71	17.87	16.98	16.45

Tabla A.5. Detalle de la muestra obtenida de las variables macroeconómicas.

Variable	2000											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tipo de Cambio ^{/1}	9.51	9.37	9.23	9.41	9.53	9.95	9.36	9.23	9.41	9.64	9.41	9.57
Tasa de Desempleo Abierto %	2.28	2.43	2.15	2.45	2.14	2.11	2.03	2.58	2.51	1.97	2.00	1.90
INPC ^{/2}	313.067	315.844	317.595	319.402	320.596	322.495	323.753	325.532	327.910	330.168	332.991	336.596
IPC de la BMV ^{/3}	6,585.67	7,368.55	7,473.25	6,640.68	5,981.14	6,948.33	6,514.21	6,684.82	6,334.58	6,394.24	5,652.63	5,652.19
Precio del Petróleo ^{/4}	22.98	25.65	24.48	21.78	25.05	28.50	24.17	27.14	27.60	26.67	25.17	18.67
CPP % ^{/5}	15.29	15.18	13.87	12.48	12.51	13.53	12.98	13.05	13.29	13.51	14.44	14.39
Circulante ^{/6}	157,161,287	150,126,022	152,919,896	158,846,323	157,679,406	165,529,481	162,172,830	157,692,618	161,376,238	162,822,860	175,112,072	208,943,119
Deuda Total ^{/7}			1,194,321.90			1,252,496.20			1,229,442.40			
Producto Interno Bruto ^{/8}			5,284,928,314			5,427,638,437			5,437,050,413			
Saldo de Cuenta Corriente ^{/9}			-4,568,449			-3,445,834			-4,037,576			
Saldo de Cuenta de Capital ^{/9}			7,696,797			1,604,350			3,004,830			
Reservas Internacionales ^{/10}	303,480,547	296,674,988	315,765,826	317,640,991	311,353,433	313,438,695	303,214,466	280,298,197	301,039,804	312,174,357	302,840,684	322,456,082
Ind. de Vol. Fis. de la Prod. Ind. ^{/11}	128.70	128.30	140.20	131.20	139.80	142.60	138.80	142.50	138.00	141.50	137.50	
Cetes 28 días % ^{/12}	16.19	15.81	13.68	12.93	14.18	15.65	13.73	15.23	15.06	15.88	17.58	17.05

Fuente: Banco de México, Carpeta Electrónica, Diversos Números.

INEGI, Avance de Información Económica, Diversos Números.

INEGI, Indicadores de Empleo y Desempleo, Diversos Números.

Notas:

/1 Tipo de cambio al final del mes para solventar obligaciones en moneda extranjera.

/2 Índice mensual Base 1994=100

/3 Índice del último día de operaciones del mes.

/4 Precio medio observado durante el período, dólares por barril.

/5 Expresado en forma anual.

/6 Saldo nominal en miles de pesos.

/7 Saldo nominal de deuda interna, a corto y largo plazo, y deuda externa, a corto y largo plazo, en millones de pesos.

/8 Miles de pesos a precios corrientes.

/9 Flujos en miles de dólares.

/10 Saldos nominales en miles de pesos.

/11 Índice de volumen físico de la producción industrial, Base 1993=100

/12 Tasa de rendimiento anual.

Tabla A.6. Tasa de cambio o variación mensual de las variables macroeconómicas.

Unidad: Porcentaje.

Variable	1986											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
r^{11}		4.6479	4.8978	5.0444	5.0444	5.2427	5.4981	5.7307	5.9855	5.9313	5.7505	5.9145
VCCP ¹²		2.5208	2.0973	2.3268	2.0741	2.5681	5.5488	3.8684	3.8583	4.1970	2.9194	1.2031
CINPC ¹³		4.3485	4.5442	5.0885	5.4077	6.2217	4.8700	7.6699	5.8280	5.5587	6.5380	7.6028
CPIB ¹⁴		-2.1897	-2.1897	-0.5337	-0.5337	-0.5337	-2.8406	-2.8406	-2.8406	0.3110	0.3110	0.3110
CIVFPI ¹⁵		-0.2503	6.5478	-2.2563	2.0203	0.5885	1.6242	-0.8928	-1.1655	3.2298	-3.5821	-2.0203
CPET ¹⁶		-28.4420	-25.8357	-0.8436	1.1757	-11.4352	-4.0140	30.2691	6.1854	1.1831	1.9059	12.0185
VTC ¹⁷		3.7725	3.0729	1.3335	0.6890	0.5103	4.5113	1.8235	2.0433	1.4370	0.0586	-0.8447
VCIR ¹⁸		-2.2865	1.5214	-6.7331	-1.9557	-1.6833	-1.6848	-5.6559	-8.3002	3.3664	8.3850	18.0900
VDEU ¹⁹		1.3703	1.3703	1.0128	1.0128	1.0128	3.1168	3.1168	3.1168	2.4147	2.4147	2.4147
VCCORR ²⁰		-180.1885	-180.1885	29.8693	29.8693	29.8693	-8.8190	-8.8190	-8.8190	-193.3333	-193.3333	-193.3333
VCCAP ²¹		-278.2648	-278.2648	-32.6481	-32.6481	-32.6481	38.4819	38.4819	38.4819	18.6888	18.6888	18.6888
CRESINT ²²		4.7682	-1.9126	5.0453	-11.6443	-20.4851	-8.1890	18.2683	1.3952	8.7565	8.0705	25.6259
RM ²³		-0.3527	-5.5954	-4.4318	13.7041	8.6103	19.2684	14.2448	24.6734	20.8010	16.7316	12.2492
CTD ²⁴		0.0000	4.8780	-7.4108	-10.8214	10.8214	34.3772	-24.8133	15.0823	3.9221	-21.3574	-10.0083

Variable	1987											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
r^{11}	5.8013	5.8000	5.7478	5.6309	5.5636	5.5700	5.5525	5.5046	5.4912	5.4990	6.1174	6.8733
VCCP ¹²	0.5857	0.3228	0.0520	-0.4791	-1.0494	-1.0926	-0.9107	-0.8214	-1.2338	-0.7942	2.2665	12.1373
CINPC ¹³	7.7862	6.9670	6.3997	6.3871	7.2683	6.9844	7.7882	7.8562	6.3900	8.0042	7.6335	13.7758
CPIB ¹⁴	3.5291	3.5291	3.5291	0.1244	0.1244	0.1244	-1.6954	-1.6954	-1.6954	-0.3937	-0.3937	-0.3937
CIVFPI ¹⁵	-0.3608	0.2407	6.0625	-5.8224	2.1353	-0.2350	-1.6608	-1.3245	-3.5784	-0.5038	-0.6333	-4.0187
CPET ¹⁶	8.5862	-3.5287	8.3200	2.5680	2.2357	0.5210	1.1043	-10.7938	-4.1565	-3.1319	-8.0905	-3.9028
VTC ¹⁷	-1.0977	-0.1523	0.4002	-2.6247	-0.9072	-0.6398	-2.9110	-2.8357	-1.3566	-3.5015	-0.7554	9.3086
VCIR ¹⁸	-14.8360	-3.5048	-4.8473	1.8095	-0.2195	-4.8585	1.7286	-3.3123	-6.3025	6.4200	8.8758	10.8365
VDEU ¹⁹	-20.5013	-20.5013	-20.5013	20.7730	20.7730	20.7730	-0.5409	-0.5409	-0.5409	1.1196	1.1196	1.1196
VCCORR ²⁰	38.7253	38.7253	38.7253	1.9406	1.9406	1.9406	-31.2682	-31.2682	-31.2682	18.9345	18.9345	18.9345
VCCAP ²¹	-183.1935	-183.1935	-183.1935	-278.6517	-278.6517	-278.6517	-178.0560	-178.0560	-178.0560	11.4473	11.4473	11.4473
CRESINT ²²	9.5044	4.3493	12.4618	33.8119	0.5438	5.3301	-1.5219	1.2647	-0.8880	-5.7599	-2.4498	4.5472
RM ²³	24.6727	28.0774	21.0587	21.6116	15.8533	12.0547	33.9349	23.5969	17.8429	-54.0888	-56.5470	-7.2627
CTD ²⁴	16.9076	4.3485	-16.1288	9.5310	-17.3272	2.6668	7.5886	-13.0053	13.0053	-5.0010	-19.7826	-20.7639

Tabla A.6. Tasa de cambio o variación mensual de las variables macroeconómicas.

Unidad: Porcentaje.

Variable	1988											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
r^1	8.1860	8.0607	5.7897	4.1821	3.6142	2.8687	2.8632	2.9253	2.9556	3.1157	3.4366	3.5679
VCPP ²	16.1282	10.3335	-14.8232	-38.8721	-29.0690	-25.9102	-13.8309	-2.0343	0.0000	0.3253	3.9672	8.7971
CINPC ³	14.3774	8.0112	4.9940	3.0314	1.9163	2.0196	1.8552	0.9158	0.5701	0.7597	1.3294	2.0651
CPIB ⁴	0.4387	0.4387	0.4387	1.0687	1.0687	1.0687	-1.3305	-1.3305	-1.3305	1.8185	1.8185	1.8185
CIVFPI ⁵	-2.0041	-1.3587	2.9852	-0.6682	-0.2677	0.0000	-1.2138	1.4815	-2.9853	3.3856	-1.2056	-2.0423
CPET ⁶	-13.3087	-12.4147	-3.0421	8.1757	-3.0766	-12.0825	-2.7092	-1.8988	-10.4227	-11.0841	4.5374	13.5532
VTC ⁷	-14.0812	-5.3492	-4.7965	-3.0314	-1.9183	-2.0196	-1.8552	-0.8158	-0.5701	-0.7597	-1.3294	-2.0651
VCIR ⁸	-20.1360	-4.3988	10.0858	-2.1747	2.9796	7.7370	1.6019	-3.9355	-1.6275	2.8352	13.3421	10.8571
VDEU ⁹	-3.4576	-3.4576	-3.4576	-1.3962	-1.3962	-1.3962	1.1727	1.1727	1.1727	1.3026	1.3026	1.3026
VCCORR ¹⁰	-9.6062	-9.6062	-9.6062	-64.5178	-64.5178	-64.5178	-438.3541	-438.3541	-438.3541	4.2724	4.2724	4.2724
VCCAP ¹¹	-40.5184	-40.5184	-40.5184	25.0541	25.0541	25.0541	-187.7968	-187.7968	-187.7968	-156.2997	-156.2997	-156.2997
GRESINT ¹²	-13.2029	-3.6089	9.7197	-0.4761	-5.4855	-11.6409	-19.3250	2.4242	-22.2853	-9.8143	-31.9153	-4.3525
RM ¹³	27.8803	36.2339	-13.9912	-14.3013	21.8475	-0.8008	0.8061	4.3897	0.6848	-0.0253	14.8894	-8.1895
CTD ¹⁴	32.5422	-8.7011	5.8841	8.2238	-11.1226	8.4557	7.7982	-13.3531	13.3531	-13.3531	-5.8841	-12.9212

Variable	1989											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
r^1	3.4813	3.3676	3.3087	3.4418	3.5412	3.8129	3.2644	2.5172	2.4812	2.7154	2.7816	2.8772
VCPP ²	8.2070	-1.3684	-2.9169	-0.8279	4.6848	5.5790	-0.9085	-30.0843	-7.8557	5.9489	5.4883	1.5072
CINPC ³	2.4183	1.3481	1.0783	1.4844	1.3671	1.2072	0.9952	0.9482	0.9519	1.4681	1.3939	3.3191
CPIB ⁴	1.9525	1.9525	1.9525	1.3214	1.3214	1.3214	-1.2257	-1.2257	-1.2257	0.8522	0.8522	0.8522
CIVFPI ⁵	0.2747	3.6368	3.6368	-4.8344	5.2163	-0.3819	1.3933	1.0013	-2.9061	3.0305	-0.6238	-3.5673
CPET ⁶	9.3242	3.5197	9.9109	7.7442	-5.2753	-1.4227	-2.4319	-3.3458	4.2791	2.5184	2.1212	3.1825
VTC ⁷	-1.1550	-0.1432	0.2389	-0.3094	0.0003	0.0188	0.2571	0.2886	0.1915	-0.2215	-0.2391	-2.2533
VCIR ⁸	-16.5833	-1.7657	2.8444	0.1838	-0.4969	1.3551	0.8065	-3.2530	0.4032	4.4585	4.9194	19.8399
VDEU ⁹	0.3218	0.3218	0.3218	0.0545	0.0545	0.0545	0.6980	0.6980	0.6980	1.8451	1.8451	1.8451
VCCORR ¹⁰	-15.9602	-15.9602	-15.9602	7.1412	7.1412	7.1412	17.7844	17.7844	17.7844	-11.7019	-11.7019	-11.7019
VCCAP ¹¹	115.9927	115.9927	115.9927	-187.9953	-187.9953	-187.9953	37.8296	37.8296	37.8296	-38.4606	-38.4606	-38.4606
GRESINT ¹²	1.2916	0.9672	-10.9981	-2.4738	-17.5214	8.6926	11.1028	-0.2077	21.3490	-0.3139	-4.8852	-8.6200
RM ¹³	-0.6280	-0.9080	10.7796	12.0490	14.6221	14.0075	1.6393	12.0611	8.7738	-6.5988	-3.9770	8.5110
CTD ¹⁴	18.8052	-15.4151	-3.3902	3.3902	0.0000	-8.8993	10.1783	0.0000	6.2520	-20.0671	-11.7783	-4.2580

Tabla A.6. Tasa de cambio o variación mensual de las variables macroeconómicas.

Unidad: Porcentaje.

Variable	1990											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
$r^{1/}$	2.9223	3.1566	3.2421	3.1234	2.6531	2.3651	2.2536	2.1921	2.2196	2.1249	1.8647	1.9439
VCPP ^{2/}	4.7947	6.4197	4.9585	0.1060	-10.2070	-19.2415	-8.1888	-5.5362	-0.5130	1.3093	-6.4200	-1.1227
CINPC ^{3/}	4.7133	2.2392	1.7476	1.5106	1.7300	2.1786	1.8073	1.6895	1.4154	1.4273	2.8205	3.1030
CPIB ^{4/}	0.6971	0.6971	0.6971	0.8643	0.8643	0.8643	-0.7158	-0.7158	-0.7158	2.0379	2.0379	2.0379
CIVFPI ^{5/}	3.4420	0.2503	5.2355	-4.7368	4.4692	-1.4372	2.7368	-2.1353	-3.5391	5.6744	-3.9502	-5.7805
CPET ^{6/}	-6.6841	-6.5646	-10.9126	-14.2185	-3.2435	-8.2926	24.2285	45.6864	22.6174	-2.8819	-10.5452	-21.5920
VTC ^{7/}	-3.4341	-1.1979	-0.8438	-0.3827	-0.6269	-1.3519	-0.9029	-0.8211	-0.6374	-0.5182	-2.0326	-2.7221
VCIR ^{8/}	-20.2533	-2.6014	0.9533	0.5628	1.0147	0.1999	-2.4355	-1.5906	-0.6582	5.7349	4.6591	20.2428
VDEU ^{9/}	-2.4399	-2.4399	-2.4399	-0.0827	-0.0827	-0.0827	4.2856	4.2856	4.2856	-0.9392	-0.9392	-0.9392
VCCORR ^{10/}	12.5355	12.5355	12.5355	-9.5720	-9.5720	-9.5720	1.5437	1.5437	1.5437	-0.9249	-0.9249	-0.9249
VCCAP ^{11/}	1.6832	1.6832	1.6832	74.3526	74.3526	74.3526	-35.8318	-35.8318	-35.8318	18.0046	18.0046	18.0046
CRESINT ^{12/}	-13.5341	31.7191	-63.6974	18.2654	7.0846	14.3016	4.6583	3.0769	4.0873	7.5077	11.9035	2.2654
RM ^{13/}	5.9808	6.1625	3.4492	7.0930	21.2859	-5.5260	8.9795	-14.7237	-10.6896	15.7898	2.4765	0.3313
CTD ^{14/}	12.2602	-8.0043	0.0000	11.7783	0.0000	10.5361	18.2322	-18.2322	-6.6993	16.4303	-38.1013	-9.0972

Variable	1991											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
$r^{1/}$	1.7841	1.7504	1.6737	1.6096	1.5147	1.3702	1.4224	1.2960	1.3566	1.3795	1.2895	1.2917
VCPP ^{2/}	-7.4187	-5.4129	-5.6815	-2.7971	-2.2261	-5.8381	-3.7405	-2.1185	5.5373	-1.9996	-3.6837	-2.8171
CINPC ^{3/}	2.5170	1.7306	1.4161	1.0421	0.9728	1.0438	0.8799	0.6936	0.9912	1.1563	2.4527	2.3266
CPIB ^{4/}	-0.3412	-0.3412	-0.3412	1.6771	1.6771	1.6771	-1.8411	-1.8411	-1.8411	1.7782	1.7782	1.7782
CIVFPI ^{5/}	2.9320	-0.7566	-1.9170	7.3370	-2.6733	-5.1812	0.6484	-3.2747	-2.0178	5.4210	-5.4210	-2.8948
CPET ^{6/}	-29.3857	-23.3637	0.6743	7.4231	-2.2228	-2.4345	5.9615	-0.5657	3.9275	4.5409	-16.3330	-16.3781
VTC ^{7/}	-2.0563	-1.3528	-1.0531	-0.5869	-0.5595	-0.6720	-0.4435	-0.2985	-0.5846	-0.7514	-2.2932	-2.3950
VCIR ^{8/}	-15.4700	-2.1775	6.0806	-7.1139	4.6810	1.3737	-1.3402	-0.2542	-1.8581	3.4384	4.5762	19.7890
VDEU ^{9/}	-1.8995	-1.8995	-1.8995	0.5163	0.5163	0.5163	-2.3295	-2.3295	-2.3295	-0.2643	-0.2643	-0.2643
VCCORR ^{10/}	3.9796	3.9796	3.9796	20.8514	20.8514	20.8514	2.1257	2.1257	2.1257	0.7848	0.7848	0.7848
VCCAP ^{11/}	48.2178	48.2178	48.2178	-0.0481	-0.0481	-0.0481	-21.9287	-21.9287	-21.9287	26.7191	26.7191	26.7191
CRESINT ^{12/}	1.0040	7.5159	-5.6844	16.5033	5.1971	0.8976	2.2571	-3.0270	16.3095	0.3238	12.9894	-12.7946
RM ^{13/}	-0.9267	5.6451	19.7809	11.4870	19.5917	-3.5423	12.0617	4.9801	0.2126	6.6805	0.9560	3.3587
CTD ^{14/}	28.7882	-11.3329	14.9420	-10.9199	-12.2602	-8.0972	25.1314	16.9899	-3.1749	3.1749	-18.9899	-20.4794

Tabla A.6. Tasa de cambio o variación mensual de las variables macroeconómicas.

Unidad: Porcentaje.

Variable	1992											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
r^1	1.1942	1.1392	0.9369	0.9819	1.0683	1.1737	1.2812	1.2801	1.3558	1.4878	1.3996	1.3083
VCPP ²	-4.9843	-4.0866	-8.3117	-5.2562	-1.2137	2.8510	12.1040	7.8211	3.1237	8.0958	-0.3207	4.3553
CINPC ³	1.8011	1.1778	1.0128	0.8874	0.6573	0.6745	0.6294	0.6124	0.8681	0.7174	0.8275	1.4138
CPIB ⁴	-0.5318	-0.5318	-0.5318	1.2790	1.2790	1.2790	-1.1885	-1.1885	-1.1885	1.9177	1.9177	1.9177
CIVFPI ⁵	2.3498	0.2729	7.8574	-1.7790	4.1437	-0.2483	0.7371	-1.8530	0.4975	3.7740	-2.9093	-3.1233
CPET ⁶	-3.7455	-0.2811	4.1539	9.1772	9.5904	4.5297	-2.0584	-2.6681	3.0183	-0.9316	-9.7054	-11.5704
VTC ⁷	-1.9640	-1.3478	-0.2737	-1.0335	0.4538	-0.3827	-0.8988	-1.6810	0.2667	-0.2052	-1.3461	-1.4299
VCIR ⁸	-14.0017	-2.9957	-4.8182	4.2005	2.4784	-2.0968	1.6380	-3.5912	-4.8440	3.4335	4.0671	20.2266
VDEU ⁹	-3.4046	-3.4046	-3.4046	-2.2788	-2.2788	-2.2788	-1.7582	-1.7582	-1.7582	-0.7397	-0.7397	-0.7397
VCCORR ¹⁰	3.4108	3.4108	3.4108	4.2790	4.2790	4.2790	4.3334	4.3334	4.3334	-2.5573	-2.5573	-2.5573
VCCAP ¹¹	-8.1898	-8.1898	-8.1898	1.6263	1.6263	1.6263	-0.3823	-0.3823	-0.3823	8.4838	8.4838	8.4838
CRESINT ¹²	0.8385	4.5821	-4.3052	4.0118	-3.3055	-4.4918	0.7958	-3.4798	0.4969	1.7872	-9.7087	8.5394
RM ¹³	12.5871	13.6349	0.8083	-2.0157	2.8968	-16.8268	-1.8637	-11.4187	-5.3763	18.5380	7.1482	2.5180
CTD ¹⁴	27.6253	9.8440	-18.9899	0.0000	7.1459	-7.1459	13.8150	-21.5111	11.3329	0.0000	3.5091	-27.6253

Variable	1993											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
r^1	1.2967	1.3702	1.3508	1.2569	1.1744	1.2081	1.0868	1.0742	1.1259	1.0334	1.1259	0.9323
VCPP ²	0.1317	-0.3078	-6.4069	-5.5476	-2.0547	-5.5700	-7.3285	-2.6284	-4.4129	-3.8430	6.5261	-12.4121
CINPC ³	1.2468	0.8136	0.5811	0.5751	0.5699	0.5594	0.4794	0.5338	0.7379	0.4082	0.4400	0.7596
CPIB ⁴	-0.5071	-0.5071	-0.5071	0.2048	0.2048	0.2048	-1.4443	-1.4443	-1.4443	2.5095	2.5095	2.5095
CIVFPI ⁵	-0.7643	2.4006	1.8553	-1.4815	2.2141	0.9685	-5.0659	5.5487	-4.2872	5.1231	2.5823	-6.2147
CPET ⁶	-2.6939	4.3604	1.2095	0.6700	-3.1875	-8.8997	-2.4064	-0.0534	-0.0912	0.8108	-12.4677	-9.9304
VTC ⁷	-1.9391	-0.8169	-0.4584	-0.4267	0.0887	-0.6075	-0.5531	-0.6750	-0.6320	-0.4148	-0.6038	-0.9719
VCIR ⁸	-14.4983	-3.6165	-3.7189	0.6239	2.2554	-0.6913	1.5698	-5.2185	-0.7086	5.1716	2.4695	20.2777
VDEU ⁹	-1.4271	-1.4271	-1.4271	-0.7520	-0.7520	-0.7520	-0.2812	-0.2812	-0.2812	0.0515	0.0515	0.0515
VCCORR ¹⁰	-5.6852	-5.6852	-5.6852	0.1586	0.1586	0.1586	3.9406	3.9406	3.9406	-8.7888	-8.7888	-8.7888
VCCAP ¹¹	3.5316	3.5316	3.5316	-10.5159	-10.5159	-10.5159	2.6996	2.6996	2.6996	4.6784	4.6784	4.6784
CRESINT ¹²	9.5188	2.1255	-2.8725	13.0142	-2.7258	4.9521	0.5484	-0.3310	0.5400	0.2559	-21.4305	26.2501
RM ¹³	-6.2271	-6.6614	13.5834	-6.1874	-3.1982	3.4908	5.7818	7.3978	-3.4635	9.3069	8.2338	16.0959
CTD ¹⁴	37.4693	8.9612	2.8171	-18.2322	9.5310	-3.0772	11.7783	8.0043	2.5318	-7.7982	-14.5182	-9.8440

Tabla A.6. Tasa de cambio o variación mensual de las variables macroeconómicas.

Unidad: Porcentaje.

Variable	1994											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
i^1	0.8370	0.7553	0.7768	1.2292	1.2707	1.2576	1.3220	1.1318	1.0801	1.0683	1.0787	1.4253
VCPP ²	-10.4755	-10.0183	-3.6615	20.5469	18.4555	0.8769	3.6576	-3.7740	-2.5378	-4.7118	2.3530	3.7242
CINPC ³	0.7723	0.5130	0.5129	0.4886	0.4820	0.4991	0.4424	0.4650	0.7098	0.5238	0.5332	0.8733
CPIB ⁴	-0.0883	-0.0883	-0.0883	1.1741	1.1741	1.1741	-1.4897	-1.4897	-1.4897	2.6459	2.6459	2.6459
CIVFPI ⁵	3.5134	-1.8019	2.5136	3.7127	2.4748	-0.5571	-2.1458	2.4804	-6.0833	4.8508	-0.4520	-7.4021
CPET ⁶	8.4559	-0.4323	6.7372	10.2016	8.1215	8.2339	3.1423	-11.1937	-2.6843	7.5297	2.8863	39.3552
VTC ⁷	-0.7594	2.6930	4.1261	-3.2803	0.9523	1.8063	-0.1451	-1.1286	0.0187	0.2373	0.0424	42.5384
VCIR ⁸	-11.2158	-1.9744	5.0880	-8.0917	1.1524	1.3530	3.2789	-2.2393	-1.6920	1.6344	8.8583	13.7771
VDEU ⁹	1.4271	1.4271	1.4271	0.6591	0.6591	0.6591	0.0368	0.0368	0.0368	10.8099	10.8099	10.8099
VCCORR ¹⁰	9.9080	9.9080	9.9080	3.1233	3.1233	3.1233	1.4665	1.4665	1.4665	13.3012	13.3012	13.3012
VCCAP ¹¹	11.3968	11.3968	11.3968	-38.0704	-38.0704	-38.0704	14.4996	14.4996	14.4996	-211.1654	-211.1654	-211.1654
CRESINT ¹²	6.0757	13.1013	-12.6640	-38.7018	0.0551	-5.0992	0.8742	0.4532	-1.7058	6.8451	-32.3538	-28.1874
RM ¹³	6.6421	-7.3048	-7.0111	-4.9444	7.9421	-9.3256	8.4578	9.3179	1.5923	-7.3277	1.5268	-8.6900
CTD ¹⁴	27.0290	-2.6668	-2.7399	5.4067	-17.1850	3.0772	16.7054	-8.0043	5.4067	2.5875	0.0000	-19.7826

Variable	1995											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
i^1	2.6737	2.9465	4.4975	4.7614	3.9483	3.2772	2.9010	2.5413	2.4344	2.8614	3.6165	3.3570
VCPP ²	56.5997	18.6109	45.6925	21.2314	-19.4176	-22.0942	-11.3320	-11.0147	-6.9474	6.8935	24.8494	-2.1259
CINPC ³	3.6948	4.1509	5.7279	7.6668	4.0948	3.1244	2.0181	1.8451	2.0474	2.0367	2.4359	3.2061
CPIB ⁴	-2.3926	-2.3926	-2.3926	-1.7408	-1.7408	-1.7408	-1.6891	-1.6891	-1.6891	2.9808	2.9808	2.9808
CIVFPI ⁵	8.1917	-4.2462	11.2952	-8.7487	9.6867	-2.9476	1.1684	0.7365	-4.6121	7.1989	-2.7967	-8.2058
CPET ⁶	7.2423	1.1214	10.2921	-16.2244	1.7747	-9.1258	-14.7560	4.4803	0.4562	8.1033	7.2955	3.5511
VTC ⁷	3.0228	-1.6795	9.7911	-24.0892	2.4699	-1.0149	-5.5837	1.9554	-0.3492	9.0436	4.0426	-3.3264
VCIR ⁸	-14.2868	-6.9421	-8.3750	-9.6177	-6.9831	-1.3747	-0.0714	-2.1727	-3.0303	0.5756	7.6809	18.7661
VDEU ⁹	3.1385	3.1385	3.1385	-5.5427	-5.5427	-5.5427	-0.7502	-0.7502	-0.7502	2.6268	2.6268	2.6268
VCCORR ¹⁰	-41.3261	-41.3261	-41.3261	-159.4194	-159.4194	-159.4194	-206.6969	-206.6969	-206.6969	-32.0838	-32.0838	-32.0838
VCCAP ¹¹	-205.6809	-205.6809	-205.6809	-23.7304	-23.7304	-23.7304	26.1881	26.1881	26.1881	4.7051	4.7051	4.7051
CRESINT ¹²	-53.7958	92.9955	-17.2636	-0.1215	20.6270	-4.4847	26.2933	10.2937	-2.8612	0.5082	4.7615	11.3410
RM ¹³	-12.6209	-30.0915	16.7710	6.7359	-0.7891	12.1345	7.8395	5.7895	-5.0825	-3.8456	15.5387	3.2731
CTD ¹⁴	34.0927	16.3629	7.2759	10.0083	4.6520	0.0000	10.0805	4.0274	-4.0274	-8.5767	-14.4250	-5.3110

Tabla A.6. Tasa de cambio o variación mensual de las variables macroeconómicas.

Unidad: Porcentaje.

Variable	1996											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
i^1	2.9040	2.7563	2.9320	2.5457	2.1083	2.0658	2.2920	1.9789	1.8019	1.9277	2.1822	2.0272
VCPP ²	-14.6943	-11.2354	8.5818	-10.5304	-18.1018	-8.2627	7.5797	-5.8571	-9.9242	0.4804	11.2801	-3.8550
CINPC ³	3.5318	2.3071	2.1775	2.8031	1.8063	1.6152	1.4115	1.3204	1.5862	1.2405	1.5037	3.1516
CPIB ⁴	-0.3766	-0.3766	-0.3766	0.3127	0.3127	0.3127	-0.9603	-0.9603	-0.9603	3.0712	3.0712	3.0712
CIVFPI ⁵	7.2559	-3.8924	0.9874	6.0368	1.6310	-4.9751	3.6519	-1.7572	-3.5017	10.2549	-3.9767	-6.6027
CPET ⁶	-8.2931	1.6985	8.1305	0.4478	-10.5872	-1.7587	2.0122	3.0570	9.3543	9.9494	-8.4235	0.4647
VTC ⁷	-6.8807	-0.3218	-2.0595	-4.7253	-1.7348	1.0653	-1.3781	-2.9158	-0.9954	3.6756	-2.1017	-3.3948
VCIR ⁸	-17.7753	-3.2142	1.1889	-6.8608	4.0308	0.2599	-1.8549	-1.9056	-1.0568	3.3734	8.2506	15.9965
VDEU ⁹	-2.9254	-2.9254	-2.9254	-1.9521	-1.9521	-1.9521	-1.0158	-1.0158	-1.0158	-0.7085	-0.7085	-0.7085
VCCORR ¹⁰	-9.3568	-9.3568	-9.3568	-238.9526	-238.9526	-238.9526	-238.5816	-238.5816	-238.5816	25.9895	25.9895	25.9895
VCCAP ¹¹	-152.4917	-152.4917	-152.4917	-211.7235	-211.7235	-211.7235	-2.8566	-2.8566	-2.8566	34.2907	34.2907	34.2907
CRESINT ¹²	-8.1185	2.3600	-5.2426	-3.0507	-0.1745	-2.9932	4.1320	-6.5736	-1.1217	8.3678	-2.0697	3.8135
RM ¹³	8.8198	-8.8922	8.1285	3.6681	0.5732	0.1658	-6.5507	9.4556	-2.1142	-0.7129	2.4093	2.0846
CTD ¹⁴	15.1550	-1.5748	-4.8790	-1.6807	-8.8553	3.6368	3.5091	-9.0151	3.7041	-5.6089	-8.0043	-15.7629

Variable	1997											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
i^1	1.7779	1.5168	1.8473	1.6256	1.4189	1.5429	1.4459	1.4552	1.3903	1.3831	1.5422	1.4495
VCPP ²	-11.3344	-13.4006	0.1898	-0.1423	-11.7724	0.2666	-3.9847	-4.0130	-0.9270	-3.8758	8.8832	0.2815
CINPC ³	2.5390	1.6685	1.2368	1.0748	0.9085	0.8833	0.8674	0.8852	1.2378	0.7960	1.1125	1.3913
CPIB ⁴	-1.1928	-1.1928	-1.1928	1.1169	1.1169	1.1169	-1.4990	-1.4990	-1.4990	3.4032	3.4032	3.4032
CIVFPI ⁵	2.9885	-0.3180	9.6460	-9.1200	6.1057	0.0987	1.8564	-4.0499	1.6992	2.7372	-3.5332	-3.0428
CPET ⁶	-8.0936	-13.1113	-11.1270	-4.7699	3.8611	-8.3477	0.1387	1.5422	-1.5143	10.3810	-7.7099	-20.7088
VTC ⁷	-2.6869	-2.3693	0.1169	-0.8168	-1.1384	-0.2632	-2.7563	-1.5792	-0.4018	2.7640	0.0738	-2.8247
VCIR ⁸	-11.5921	-2.6549	3.0070	-2.7315	2.5288	-1.3121	2.0822	-1.2858	-3.4123	4.0913	6.1554	18.3457
VDEU ⁹	-2.4787	-2.4787	-2.4787	0.5138	0.5138	0.5138	-2.6031	-2.6031	-2.6031	1.0420	1.0420	1.0420
VCCORR ¹⁰	-56.0991	-56.0991	-56.0991	94.8536	94.8536	94.8536	28.8401	28.8401	28.8401	12.4426	12.4426	12.4426
VCCAP ¹¹	-7.8441	-7.8441	-7.8441	-9.8087	-9.8087	-9.8087	49.4817	49.4817	49.4817	3.2602	3.2602	3.2602
CRESINT ¹²	4.8025	6.6039	-2.7696	6.3921	2.1488	-2.8769	0.9722	2.0893	3.4217	12.1384	-4.3684	6.2866
RM ¹³	8.1704	5.1778	-2.4511	0.2300	5.4949	11.6227	12.8219	-8.6387	13.5230	-13.5353	6.7936	4.9948
CTD ¹⁴	9.3090	-8.4242	-0.7134	2.3586	-8.5310	-13.7201	18.4770	-15.5782	-2.6051	-5.4230	1.2308	-14.8053

Tabla A.6. Tasa de cambio o variación mensual de las variables macroeconómicas.

Unidad: Porcentaje.

Variable	1998											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
r^{n1}	1.3853	1.4417	1.5204	1.4623	1.3824	1.4956	1.5368	1.7152	2.8925	2.5235	2.3483	2.4472
VCPP ²	-4.6800	0.2940	1.9768	1.6558	-4.6952	2.2882	2.9153	7.0682	36.8572	6.1265	-5.3309	2.8411
CINPC ³	2.1523	1.7356	1.1646	0.9313	0.7834	1.1750	0.9598	0.9567	1.6089	1.4228	1.7554	2.4107
CPIB ⁴	-0.5754	-0.5754	-0.5754	-0.0881	-0.0881	-0.0881	-0.9937	-0.9937	-0.9937	1.6610	1.6610	1.6610
CIVFPI ⁵	-1.6615	0.1047	10.9848	-8.5054	2.9162	-0.2978	-1.8055	0.1012	0.8048	3.2628	-1.3712	0.0986
CPET ⁶	-11.5527	-8.2216	-12.9039	8.6885	4.7278	-7.0873	-0.8380	6.3789	10.6093	-5.0448	-15.2641	-19.8287
VTC ⁷	1.2171	0.8957	-1.9447	-1.3395	3.7967	0.6162	-2.3284	10.0960	-0.1517	-0.9165	-3.9159	-3.1721
VCIR ⁸	-11.5343	-2.8209	-3.7853	2.4354	1.8310	-3.4547	2.6729	-2.2508	-3.0525	3.4979	1.7065	16.3791
VDEU ⁹	0.4134	0.4134	0.4134	1.1827	1.1827	1.1827	1.4869	1.4869	1.4869	0.1691	0.1691	0.1691
VCCORR ¹⁰	-3.5054	-3.5054	-3.5054	2.8834	2.8834	2.8834	14.2011	14.2011	14.2011	-2.9243	-2.9243	-2.9243
VCCAP ¹¹	-5.1874	-5.1874	-5.1874	-27.0238	-27.0238	-27.0238	9.2750	9.2750	9.2750	44.0851	44.0851	44.0851
CRESINT ¹²	4.8659	-1.1409	1.5423	2.3833	2.0011	-0.6901	1.4545	6.0216	-2.7533	0.4811	-4.5232	1.0697
RM ¹³	-13.4914	4.5998	4.7306	1.6276	-11.8228	-5.6159	-0.8833	-34.9814	17.6613	13.2304	-7.7793	4.9115
CTD ¹⁴	24.1415	-1.6854	-4.0468	-10.5688	4.8009	4.8790	-4.8790	-5.7894	8.2587	-5.3221	-18.2965	0.3854

Variable	1999											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
r^{n1}	2.3490	2.1288	1.7724	1.5514	1.5232	1.6068	1.5154	1.5689	1.5105	1.3795	1.3141	1.2772
VCPP ²	-0.8792	-5.1089	-16.3613	-17.5689	-7.2503	4.3915	-2.9430	0.4966	-1.2739	-3.9221	-5.9104	-5.3043
CINPC ³	2.4938	1.3351	0.9248	0.9135	0.5998	0.6549	0.6587	0.5613	0.9618	0.6314	0.8854	0.9968
CPIB ⁴	-0.4228	-0.4228	-0.4228	0.7497	0.7497	0.7497	-0.5538	-0.5538	-0.5538	2.4323	2.4323	2.4323
CIVFPI ⁵	-2.7974	-2.1506	9.6827	-0.5655	-0.3788	3.1749	-4.9009	3.9703	-3.1061	3.7528	-0.7394	-4.2640
CPET ⁶	10.1379	-8.6698	21.4767	19.0607	5.0738	1.4935	12.8527	10.9529	8.5318	-0.5331	5.0964	2.4689
VTC ⁷	0.5954	-3.7101	-5.2428	-3.3463	4.2623	-3.3821	-1.7695	-0.5698	-1.2146	2.4433	-3.9942	0.6917
VCIR ⁸	-10.0247	-3.7441	3.9362	-6.1538	2.6730	-0.9784	3.7456	-1.9970	0.5964	4.3773	3.7163	28.6589
VDEU ⁹	-1.5083	-1.5083	-1.5083	0.1839	0.1839	0.1839	0.0344	0.0344	0.0344	0.5547	0.5547	0.5547
VCCORR ¹⁰	-11.2127	-11.2127	-11.2127	-7.2740	-7.2740	-7.2740	2.4433	2.4433	2.4433	9.9875	9.9875	9.9875
VCCAP ¹¹	-42.7550	-42.7550	-42.7550	25.4053	25.4053	25.4053	15.2082	15.2082	15.2082	2.9227	2.9227	2.9227
CRESINT ¹²	0.8267	-3.0582	-6.5054	-3.3437	3.8246	-3.3134	3.0165	-2.5623	-0.2071	0.8959	-4.5033	1.1614
RM ¹³	-0.0437	7.3738	14.5957	9.3657	1.1605	8.2291	-10.2770	-3.3535	-0.7183	7.8204	11.8566	15.0045
CTD ¹⁴	9.1808	11.5832	-16.6202	-0.3697	-10.1254	5.5791	-13.2425	9.6918	-10.5807	10.9815	-17.9127	-4.4017

Tabla A.6. Tasa de cambio o variación mensual de las variables macroeconómicas.

Unidad: Porcentaje.

Variable	2000											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
r^1	1.2583	1.2307	1.0727	1.0185	1.1112	1.2190	1.0779	1.1883	1.1759	1.2358	1.3573	1.3206
VCPP ²	-0.8466	-0.7220	-10.4775	-9.1076	0.2401	7.8381	-4.1500	0.5378	1.8224	1.6418	6.6572	-0.3469
CINPC ³	1.3338	0.6831	0.5529	0.5674	0.3731	0.5908	0.3893	0.5480	0.7278	0.6862	0.8514	1.0768
CPIB ⁴	0.6804	0.6804	0.6804	0.3778	0.3778	0.3778	-0.4973	-0.4973	-0.4973			
CIVFPI ⁵	-2.1527	-6.7510	7.1459	-10.5908	5.0197	-0.9419	-3.8590	5.5274	-2.8319	4.7776	1.0091	-0.3017
CPET ⁶	2.3690	8.6528	-8.8263	-10.3029	14.9382	9.3602	-15.7328	9.6508	2.8531	-1.8417	-9.1441	
VTC ⁷	-1.3548	-2.3392	-2.0759	1.3018	0.9500	3.7331	-6.5296	-1.9389	1.1724	1.7859	-3.3554	0.6769
VCIR ⁸	-19.6321	-5.4829	1.2911	3.2349	-1.1105	4.2680	-2.4380	-3.3495	1.5812	0.2062	6.4249	18.5665
VDEU ⁹	-0.3945	-0.3945	-0.3945	1.0750	1.0750	1.0750	-1.1743	-1.1743	-1.1743			
VCCORR ¹⁰	-0.3632	-0.3632	-0.3632	-7.1242	-7.1242	-7.1242	2.8916	2.8916	2.8916			
VCCAP ¹¹	8.6903	8.6903	8.6903	-39.5132	-39.5132	-39.5132	20.3035	20.3035	20.3035			
CRESINT ¹²	2.5484	-2.4123	4.9447	0.0247	-2.3724	0.0769	-3.7057	-8.4068	6.4110			
RM ¹³	-7.8398	11.2325	1.4109	-11.8116	-10.7953	15.3240	-6.4515	2.2857	-5.0823	0.9377	-12.3277	-0.0078
CTD ¹⁴	13.1028	6.3718	-12.2423	13.0620	-13.5282	-1.4118	-3.8652	23.9754	-2.7507	-24.2249	1.5114	

Notas:

/1 Tasa libre de riesgo mensual, obtenida al aplicar la fórmula 3.4.1, inciso 3.4 Capítulo III, a la tasa de rendimiento anual de Cetes a 28 días, *tabla A.5*.

/2 Variación mensual del CPP, obtenida al aplicar la fórmula 3.4.2, inciso 3.4 Capítulo III, al CPP expresado en forma anual, *tabla A.5*.

/3 Cambio mensual del Índice Nacional de Precios al Consumidor, obtenido al aplicar la fórmula 3.4.3, inciso 3.4, Capítulo III, al INPC mensual, *tabla A.5*.

/4 Cambio mensual del PIB, se obtiene primeramente, reexpressando la serie original, *tabla A.5*, en pesos constantes del mes de diciembre de 2000, posteriormente se cubren los datos ausentes aplicando la correspondiente tasa de crecimiento trimestral, fórmula 3.3.1, inciso 3.3 Capítulo III y, por último, se aplica la fórmula 3.4.4, inciso 3.4 Capítulo III.

/5 Cambio mensual del Índice de Volumen Físico de la Producción Industrial, obtenido al aplicar la fórmula 3.4.5, inciso 3.4 Capítulo III, al IVFPI, *tabla A.5*.

/6 Cambio mensual del precio del petróleo, obtenido al expresar la serie original, *tabla A.5*, en pesos de cada mes, pesos corrientes, y posteriormente reexpressarla en pesos constantes de diciembre de 2000 y, por último, aplicando la fórmula 3.4.6, inciso 3.4 Capítulo III.

/7 Variación mensual del tipo de cambio, obtenida al reexpressar la serie original, *tabla A.5*, en pesos constantes de diciembre de 2000 y posteriormente aplicando la fórmula 3.4.7, inciso 3.4 Capítulo III.

/8 Variación mensual del circulante, obtenida al reexpressar la serie original, *tabla A.5*, en pesos constantes de diciembre de 2000 y posteriormente aplicando la fórmula 3.4.8, inciso 3.4 Capítulo III.

/9 Variación mensual de la deuda del gobierno federal, se obtiene primeramente, reexpressando la serie original, *tabla A.5*, en pesos constantes del mes de diciembre de 2000, posteriormente se cubren los datos ausentes aplicando la correspondiente tasa de crecimiento trimestral, fórmula 3.3.1, inciso 3.3 Capítulo III y, por último, se aplica la fórmula 3.4.9, inciso 3.4 Capítulo III.

/10 Variación mensual del saldo de cuenta corriente, se obtiene primeramente, reexpressando la serie original, *tabla A.5*, en pesos constantes del mes de diciembre de 2000, posteriormente se cubren los datos ausentes aplicando la correspondiente tasa de crecimiento trimestral, fórmula 3.3.2, inciso 3.3 Capítulo III y, por último, se aplica la fórmula 3.4.10, inciso 3.4 Capítulo III.

/11 Variación mensual del saldo de cuenta de capital, se obtiene primeramente, reexpressando la serie original, *tabla A.5*, en pesos constantes del mes de diciembre de 2000, posteriormente se cubren los datos ausentes aplicando la correspondiente tasa de crecimiento trimestral, fórmula 3.3.2, inciso 3.3 Capítulo III y, por último, se aplica la fórmula 3.4.11, inciso 3.4 Capítulo III.

/12 Cambio mensual de las reservas internacionales, se obtiene primeramente, reexpressando la serie original, *tabla A.5*, en pesos constantes del mes de diciembre de 2000 y posteriormente aplicando la fórmula 3.4.12, inciso 3.4 Capítulo III.

/13 Rendimiento mensual del mercado, obtenido al aplicar la fórmula 3.4.13, inciso 3.4, Capítulo III, al IPC del último día de operaciones del mes, *tabla A.5*.

/14 Cambio mensual de la tasa de desempleo abierto, obtenido al aplicar la fórmula 3.4.14, inciso 3.4, Capítulo III, a la tasa de desempleo abierto mensual, *tabla A.5*.

Tabla A.6-Bis. Tasa de rendimiento mensual de las acciones en la muestra.¹⁾

Unidad: Porcentaje.

Variable R	1992											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALFA A		7.8918	-24.7093	-8.8917	0.9176	-8.8091	-8.5631	-14.6231	-5.1795	-5.2252	8.7821	9.4880
APASCO *												
ARA *												
BIMBO A		11.3385	-8.5568	-3.9180	-0.6573	-12.0690	-6.8538	-3.8761	-16.7563	13.2588	10.1424	13.4431
CEMEX CPO					3.4554	-16.7327	-23.4829	-17.6624	-2.8080	30.7112	-0.5891	8.5492
CIE B												
COMERCI UBC		16.0622	10.6026	6.4114	8.1651	-16.5351	3.4528	-14.5387	-17.3889	31.9566	6.4785	13.3498
CONTAL *							-22.3168	5.8170	-3.0865	0.7696	8.8700	-3.1059
DESC B		32.6335	0.2094	-7.5845	-12.5981	-10.4009	0.1738	-11.5939	-12.5329	10.6513	3.2866	18.0523
ELEKTRA CPO												
FEMSA UBD		0.9598	-22.1257	-3.5341	-2.5916	-11.3844	-6.4476	-19.3065	-12.0214	19.9689	14.1537	-1.8498
GCARSO A1		22.3612	-2.9030	3.9552	-103.3287	-16.8966	0.5575	-13.5031	-7.4543	21.6688	8.7296	-2.1981
GCC B			-8.9615	-2.7024	-7.8710	-22.5960	1.7920	2.6820	-25.4041	26.5605	29.9475	-2.4122
GEO B												
GISSA B		23.6844	12.7720	0.7430	-3.1131	-11.1492	-0.6294	-0.0008	-9.7893	2.5816	4.8166	8.1726
GMODELO C												
GRUMA B												
HYLSAMX BCP												
ICA *					0.6289	-14.7147	2.2693	-0.9702	-5.6377	8.9502	-0.8275	-4.5337
ICH B												
KIMBER A		19.1497	3.8823	-7.4688	-74.8510	-8.8575	-3.7793	-5.1122	-12.3833	26.6324	7.7247	0.5343
MASECA B		1.8748	-4.8795	-1.2465	-6.9674	-28.2999	-13.3210	-21.8718	-1.5779	25.5190	15.6356	10.0021
PE&OLES *		19.4411	9.2873	-5.2360	12.8347	-6.6763	-10.3868	-4.7894	-3.7510	18.1227	3.1334	2.3962
PEPSIGX CPO												
SANLUIS CPO												
SORIANA B		9.4444	-10.7765	-3.0474	-17.2437	-149.0414	-15.8175	-12.9878	-23.6306	32.6224	-3.5525	13.9223
TAMSA *		6.1247	-21.2363	-21.1223	-0.1310	-18.7493	5.1737	-0.0207	0.8883	10.5119	-13.5167	-3.1943
TELECOM A1												
TELMEX L		15.0408	-1.8637	-2.3222	1.3456	-26.3742	7.4594	-6.8863	-1.5882	13.7816	6.4284	1.1762
TLEVISA CPO												
TVAZTCA CPO												
VITRO A												

Notas:

¹⁾ Las cifras reflejadas se obtuvieron primeramente, reexpresando en pesos constantes del mes de diciembre de 2000 los precios históricos de las acciones, *tabla A.4*, y posteriormente aplicando la fórmula 3.4.15, para obtener el rendimiento de las acciones, inciso 3.4 Capítulo III.

Tabla A.6-Bis. Tasa de rendimiento mensual de las acciones en la muestra.¹¹

Unidad: Porcentaje.

Variable R	1993											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALFA A	-10.5900	-7.4739	10.6139	-7.9858	-0.8355	-6.8715	-3.9380	10.5579	-4.2095	2.2730	5.2170	23.1421
APASCO *												
ARA *												
BIMBO A	0.6019	-4.5454	6.3942	0.6334	-6.3269	8.2959	3.1816	22.9502	3.5611	20.9112	4.8192	9.8523
CEMEX CPO	-8.7851	-11.3750	15.3030	0.2852	-7.2095	9.6558	5.9228	9.5944	-0.2139	10.0059	15.7569	15.0172
CIE B												
COMERCI UBC	-7.3090	-7.0455	15.5598	0.3639	-2.9341	7.7022	-1.3844	3.2172	-1.4252	6.2610	1.4770	2.0487
CONTAL *	5.3565	-14.1211	13.6803	-5.1066	-10.2998	5.1159	-0.1352	8.2131	1.2572	9.2350	40.9993	20.5123
DESC B	-5.0932	-5.3257	10.5684	-3.8387	-4.4351	1.8738	7.3768	14.3082	-7.8838	20.3301	21.4050	15.5729
ELEKTRA CPO												
FEMSA UBD	-3.9016	-11.2003	22.8218	-6.6621	-3.9745	3.6785	6.3369	19.1095	-10.4283	10.5481	15.2442	8.9687
GCARSO A1	-3.6371	-10.1030	10.0434	-6.5878	-7.8724	3.5955	10.2599	8.6882	-2.1768	13.9663	12.3098	21.7387
GCC B	-15.6081	-8.8501	15.9632	-11.4268	-5.8450	3.9220	-8.7829	11.2928	-6.2729	5.5107	2.5791	25.2765
GEO B												
GISSA B	7.7542	-7.8939	3.4141	5.0102	-7.7341	3.5970	4.4844	1.1469	2.3104	3.8883	5.5704	23.3715
GMODELO C												
GRUMA B												
HYSAMX BCP												
ICA *	1.5314	-5.7269	9.9909	-3.5309	-3.9601	1.4884	-5.6799	1.0549	-6.6910	7.4530	23.5779	15.9978
ICH B												
KIMBER A	-6.8679	-8.2244	9.1827	-2.5885	5.3529	8.5933	5.7373	11.2141	-3.0793	18.3008	3.5138	14.0001
MASECA B	0.8069	-17.1133	14.9023	-1.8122	-5.8774	13.2838	16.6055	7.7659	-3.7321	9.1505	11.5223	15.4923
PE&OLES *	-0.7804	-7.0507	5.6559	-1.9802	13.4883	-0.5594	20.5148	-4.1189	-26.6992	7.1556	14.0245	4.2694
PEPSIGX CPO												
SANLUIS CPO												
SORIANA B	-5.6056	1.1472	19.9702	2.5380	-4.8759	-5.0591	3.2171	6.0963	-12.7523	7.3667	1.8947	7.3629
TAMSA *	-15.3728	-11.3497	22.8761	-8.4531	-5.6130	-8.0764	-1.6009	7.7592	-3.9016	-8.5912	19.5213	18.0003
TELECOM A1												
TELMEX L	-8.6137	-7.4511	11.1245	-15.6033	1.4368	-2.2289	6.0376	3.8483	-5.4359	6.6766	0.9651	18.7244
TLEVISA CPO												
TVAZTCA CPO												
VITRO A												

Notas:

¹¹ Las cifras reflejadas se obtuvieron primeramente, reexpresando en pesos constantes del mes de diciembre de 2000 los precios históricos de las acciones, tabla A.4, y posteriormente aplicando la fórmula 3.4.15, para obtener el rendimiento de las acciones, inciso 3.4 Capítulo III.

Tabla A.6-Bis. Tasa de rendimiento mensual de las acciones en la muestra.^{1/}

Unidad: Porcentaje.

Variable R	1994											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALFA A	15.5386	-9.0622	4.2880	-5.1075	6.7078	3.8082	3.8405	17.9223	20.3053	-3.9318	16.4635	-15.0920
APASCO *												
ARA *												
BIMBO A	9.2848	-5.9025	-5.1804	-10.3444	10.0541	-17.0506	14.3996	-0.4850	-4.0394	-1.0598	-4.5557	-1.2471
CEMEX CPO	6.1650	-7.6786	-11.4944	-10.9680	-108.1715	-11.0121	12.9398	17.5988	2.4451	-0.0348	5.3091	-27.8177
CIE B												
COMERCJ UBC	8.8965	-14.2659	-8.8650	-1.1879	3.3050	-12.3197	11.3781	5.7563	10.3972	-11.6294	-5.0794	-38.3985
CONTAL *	7.5539	-5.3094	-10.6004	8.9039	9.0274	-15.3757	9.3389	16.2404	-5.8358	-10.0548	-5.8825	0.0580
DESC B	12.6864	4.7361	-8.4209	-16.6309	22.8491	-17.4678	-6.3196	23.1483	2.3048	-6.2503	3.1317	-10.4043
ELEKTRA CPO								6.9575	11.1880	3.4504	-3.1649	-7.6298
FEMSA UBD	-3.2416	0.4821	-14.8611	-13.0125	4.8156	-14.3098	16.7500	9.2601	-2.7773	-17.5094	-3.9818	-15.5265
GCARSO A1	4.6654	-10.0022	-5.3766	4.5281	1.4863	-9.1049	13.8459	8.8597	-1.3559	-5.5846	4.2677	-5.1292
GCC B	4.5288	0.8368	-3.2305	9.7163	2.7007	-4.9334	10.7464	25.2154	2.0407	1.4899	-0.8660	6.8228
GEO B										-9.2779	5.6544	-0.6735
GISSA B	14.9463	-1.2147	-7.0607	-5.8953	5.9719	-2.6045	2.1083	11.5270	-2.0314	-12.8359	-0.3827	-0.4232
GMODELO C			-4.2979	-4.5770	3.9027	-8.3433	9.1613	3.5241	0.5405	0.9823	2.1479	19.1938
GRUMA B					4.4084	-0.7267	5.0981	17.9824	-4.1730	-15.2914	-2.7072	-12.0217
HYLSAMX BCP											9.5581	0.2663
ICA *	12.2804	-11.9783	-6.6598	-5.7691	12.3971	-10.7646	9.7121	10.7568	6.9287	-6.2935	4.1277	-30.2630
ICH B												
KIMBER A	6.1842	-4.4286	-2.0217	3.8096	11.6911	-10.9079	7.6474	3.4175	-0.9911	-4.5645	-2.3163	-14.6772
MASECA B	17.8065	-8.4308	-5.5043	8.8992	-1.9261	-8.0499	4.9024	14.3641	0.2483	-11.9454	-4.5264	-1.2443
PE&OLES *	15.0700	5.7954	3.7813	-1.1182	3.4401	-4.4212	-3.0012	-0.4650	4.3451	20.3430	-11.6263	22.7362
PEPSIGX CPO				-11.1347	4.7739	-13.4203	8.1000	4.2266	0.5336	-8.3309	-8.7602	-10.3681
SANLUIS CPO												
SORIANA B	21.9667	-5.1381	-11.1147	7.7179	3.3818	-9.0149	14.0157	8.8660	25.9117	-1.6797	16.5294	-8.2437
TAMSA *	4.3570	-5.6423	-11.6355	-7.1780	14.1212	6.1244	-3.8571	-0.3598	-1.8721	-0.5236	-7.1290	28.8843
TELECOM A1												
TELMEX L	7.9288	-5.7347	-7.3990	-5.1500	6.5279	-8.5518	8.1888	2.7519	-1.8323	-10.6212	-3.2789	8.5214
TLEVISA CPO	0.8806	-8.1763	-16.1248	-1.0650	10.0425	-11.4671	8.9724	4.8860	-1.7157	28.1043	3.0616	0.1305
TVAZTCA CPO												
VITRO A												

Notas:

^{1/} Las cifras reflejadas se obtuvieron primeramente, reexpresando en pesos constantes del mes de diciembre de 2000 los precios históricos de las acciones, *tabla A.4.*, y posteriormente aplicando la fórmula 3.4.15, para obtener el rendimiento de las acciones, inciso 3.4 Capítulo III.

Tabla A.6-Bis. Tasa de rendimiento mensual de las acciones en la muestra.^{1/}

Unidad: Porcentaje.

Variable R	1995											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALFA A	4.6897	-25.5729	10.1150	7.6897	17.0530	4.6717	6.4305	1.5676	-3.8195	-3.3564	4.2215	7.3978
APASCO *												
ARA *												
BIMBO A	-10.8754	-17.9361	0.7548	-13.2300	-5.0142	22.0583	-4.1960	-2.5668	3.3593	-6.8694	-9.0987	19.1083
CEMEX CPO	-25.8587	-44.0977	-1.9151	19.5060	0.4078	7.4116	10.3872	10.5029	-12.1335	-12.7998	2.8751	7.0278
CIE B												
COMERCI UBC	-9.0489	-38.3999	22.8641	5.9176	-17.8790	18.6594	1.1235	1.0000	-5.3130	-18.2154	10.1521	4.0510
CONTAL *	-23.2098	-40.6265	12.9091	8.8961	-14.7734	14.7101	6.5058	11.0504	0.4978	-8.5255	15.4231	-2.2758
DESC B	-63.4785	-20.7599	15.0360	4.2406	26.7487	-3.5995	11.3350	2.4371	-6.3382	-6.3017	7.3127	7.9997
ELEKTRA CPO	-36.6880	-56.9680	-14.5882	23.1033	-7.2799	7.2553	19.0817	15.7006	7.1093	-15.3696	-11.9848	23.8781
FEMSA UBD	-14.7531	-43.3970	31.4017	8.1295	6.5783	-2.5787	8.8033	3.4720	-7.4090	-10.8603	13.2462	-4.0093
GCARSO A1	-15.8601	-47.3353	28.6307	1.3042	-15.6586	15.2244	9.9220	2.2869	-8.6008	-2.4359	9.0159	-4.8648
GCC B	-21.5573	-92.5129	41.7179	23.1633	-9.1166	5.5052	-6.0347	10.3152	-5.7515	-9.2735	4.4228	2.3202
GEO B	-33.3586	-5.3395	-5.1859	-10.4067	-14.0153	8.8854	5.3227	16.6460	-14.5918	-11.5964	8.5458	1.8405
GISSA B	-12.2871	-14.9956	-17.2792	7.4563	20.7831	2.7205	15.1330	0.9302	-7.9379	3.4292	1.7313	9.2502
GMODELO C	-5.8621	-31.2409	10.2849	-0.4147	-7.7144	-3.7207	2.7697	-141.5367	16.4538	1.9149	9.7107	13.0458
GRUMA B	-0.5507	-12.5926	-10.5033	2.1802	-15.6761	-5.2486	2.4025	15.6821	2.3978	-11.3722	-3.3952	-0.3555
HYLSAMX BCP	-4.9778	-30.2296	-7.7876	20.1943	25.4619	-0.9009	9.2921	16.0601	-11.0565	3.7804	14.8913	9.5773
ICA *	-45.8758	-53.3813	18.1188	14.4474	-17.7057	35.9960	-12.3129	22.1386	-0.8337	-9.2621	9.8853	-1.1883
ICH B												
KIMBER A	-9.7250	-24.5639	18.4967	1.2585	0.8704	7.9570	8.5879	7.0248	-0.9006	3.8311	3.4113	13.2181
MASECA B	-7.8700	-32.6610	1.9587	6.1328	-19.0947	-1.9239	6.2248	5.5614	-1.2328	-8.5311	0.1283	-3.4173
PE&OLES *	-1.0822	-23.8842	18.2718	-1.4232	9.7671	4.4826	6.9128	11.0994	0.9002	6.9548	17.6987	-6.4496
PEPSIGX CPO	-36.2064	-40.7683	39.1762	0.8215	-19.6910	11.2220	22.9035	-8.6232	-5.5237	-106.5729	-2.4359	-2.1283
SANLUIS CPO				-12.3085	3.5281	34.2269	-4.8498	8.0205	21.0307	-173.5581	14.4519	-3.4570
SORIANA B	-18.1378	-17.3334	12.5043	20.2455	-0.7140	-3.6800	6.7758	-0.1261	-9.0724	-5.3247	1.3697	-11.5909
TAMSA *	-38.2238	12.9023	13.0055	7.7483	6.0837	-5.0789	21.4735	2.3070	-7.3084	24.6346	1.2297	5.5437
TELECOM A1												
TELMEX L	-6.2618	-24.7304	10.5809	-13.9121	-7.4848	2.6808	7.0979	-1.0528	-1.6545	-4.6186	22.2249	-6.5637
TLEVISA CPO	-28.1863	-32.1248	10.5873	-2.4300	-20.7073	20.3676	8.2316	2.0121	-14.6927	-5.5458	27.3820	3.2101
TVAZTCA CPO												
VITRO A												

Notas:

^{1/} Las cifras reflejadas se obtuvieron primeramente, reexpresando en pesos constantes del mes de diciembre de 2000 los precios históricos de las acciones, tabla A.4, y posteriormente aplicando la fórmula 3.4.15, para obtener el rendimiento de las acciones, inciso 3.4 Capítulo III.

Tabla A.6-Bis. Tasa de rendimiento mensual de las acciones en la muestra.¹¹

Unidad: Porcentaje.

Variable R	1998											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALFA A	-1.7191	-10.4113	5.4264	5.6554	8.5175	-127.3915	-13.0255	8.7218	-0.0825	-3.5047	5.7106	0.2006
APASCO *												
ARA *										5.0976	1.5769	-7.6320
BIMBO A	-9.0348	-7.6030	16.7830	-4.2851	2.0931	-2.6117	-0.9833	9.7272	0.6837	-2.3690	11.0422	0.4534
CEMEX CPO	5.7513	-10.0222	1.4180	6.2537	-7.2131	-3.9726	-10.0293	8.3923	1.2762	-7.2368	-3.2035	4.1911
CIE B	58.9848	-6.2458	-9.1588	0.0781	-4.8875	-1.6152	-0.0384	36.5087	-5.0768	10.0463	9.6315	-12.8548
COMERCI UBC	-2.7350	3.0996	14.0932	5.1768	2.5233	-2.7516	-3.7238	4.6388	-1.0368	-5.7230	-0.3641	-2.3054
CONTAL *	7.2123	-2.5153	5.0548	0.2506	10.2223	-8.5145	-0.8772	4.7107	11.7042	-14.0304	10.8460	10.5685
DESC B	0.9594	-1.6337	11.7403	4.7848	9.9268	-3.8051	-12.7298	5.9821	6.7622	-8.5697	8.4988	-4.5373
ELEKTRA CPO	30.0725	-6.1348	10.4764	-4.7873	10.9690	-4.8413	-18.5235	10.6481	-6.3995	5.6194	9.9671	-1.3815
FEMSA UBD	15.7414	-12.3430	9.9736	2.8481	-5.6142	-2.3025	-10.5021	12.7040	-0.7148	3.6282	9.2593	-3.5234
GCARSO A1	17.2472	-8.5909	18.0226	-5.5762	-4.4779	-4.7319	-58.9686	13.0007	-1.7298	2.0107	9.7943	-0.5764
GCC B	8.2863	-6.5354	11.7553	-1.6536	4.5582	2.3274	4.3473	14.1989	-1.5862	-9.7148	0.0711	-1.1626
GEO B	6.0602	-1.6992	-0.1774	12.4138	6.8239	3.5631	-5.3395	15.3850	-10.5841	0.1760	10.1651	-6.7189
GISSA B	4.2643	0.4888	17.3429	-0.1714	-224.6819	35.7862	-16.3781	0.3523	4.8155	1.8300	13.8905	-12.4607
GMODELO C	-6.7784	-8.3696	4.1715	-1.9484	-0.9589	-0.9145	-4.6785	-1.8993	10.8190	2.6570	6.8887	-0.9094
GRUMA B	8.1684	-3.5650	9.7413	8.5164	19.4996	-8.8869	14.0035	13.5174	-2.2198	-22.6584	11.7509	6.5882
HYLSAMX BCP	-4.9971	-9.9737	9.9984	1.8489	5.3396	2.3791	-19.5233	10.7383	-11.3255	4.4166	-0.5087	-0.7065
ICA *	18.3572	-14.6765	9.3662	0.2833	4.0020	-3.0128	-5.7246	7.9342	0.2714	-9.3617	4.7598	0.0121
ICH B												
KIMBER A	2.3989	0.9640	9.8621	-7.8702	-1.5870	-0.8149	-9.0902	7.2880	1.0352	5.2571	-1.2420	-2.7602
MASECA B	8.9720	2.0731	10.2337	10.4712	6.1554	-0.6000	7.0579	4.0986	3.5541	0.2103	-0.2767	-2.7459
PE&OLES *	-3.6889	-3.0964	0.7891	-5.2954	12.1561	-6.5354	-11.4047	4.4043	-5.7311	-1.0838	-13.6348	-4.3961
PEPSIGX CPO	-9.0407	-13.8012	-4.0057	0.9983	9.1197	7.0726	-18.2232	7.9119	-18.3489	-9.1827	7.9172	0.0978
SANLUIS CPO	-1.2957	-14.9956	10.5110	4.0798	-0.4398	3.3499	-4.8054	-1.5433	-4.5310	-6.7942	11.0412	2.0688
SORIANA B	16.2433	-12.8984	12.8569	7.8245	9.6514	0.0226	14.5692	4.0701	3.8669	-2.3531	6.5543	-8.5840
TAMSA *	1.6777	-7.8738	4.5666	-0.4889	8.1397	5.1064	3.1839	4.8275	0.8679	5.6689	19.4438	10.6249
TELECOM A1								-0.8186	-10.1984	-4.0227	-7.6446	-1.4987
TELMEX L	-1.9189	-9.9521	5.6273	-1.5332	-3.7172	1.7052	-10.5235	3.8260	-4.0434	-0.9093	-2.1671	4.3779
TLEVISA CPO	12.8951	-14.4216	0.1755	17.0716	0.6445	-1.1942	-18.9089	11.7947	-7.4623	-5.2286	2.2057	-9.0159
TVAZTCA CPO												
VITRO A												

Notas:

¹¹ Las cifras reflejadas se obtuvieron primeramente, reexpresando en pesos constantes del mes de diciembre de 2000 los precios históricos de las acciones, *tabla A.4*, y posteriormente aplicando la fórmula 3.4.15, para obtener el rendimiento de las acciones, inciso 3.4 Capítulo III.

Tabla A.6-Bis. Tasa de rendimiento mensual de las acciones en la muestra.^{1/}

Unidad: Porcentaje.

Variable R	1997											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALFA A	9.4832	7.6317	-3.1417	-3.1318	6.0062	14.0998	13.2941	-4.1588	19.0257	-20.0681	1.0068	-14.1014
APASCO *												
ARA *	16.0646	20.9401	3.6977	-1.0746	-5.2811	7.1060	8.6836	-2.6871	4.2298	-3.9759	13.5846	7.0305
BIMBO A	-1.5780	5.4098	-4.2522	-0.4842	3.6512	9.0698	8.5040	-0.2483	9.2983	-11.8094	5.6698	12.8889
CEMEX CPO	1.4511	7.1197	-11.2206	-11.4005	9.7810	14.6542	13.5992	-4.9039	4.9180	-21.2824	6.2438	2.2302
CIE B	2.3174	12.2213	12.8503	0.8525	6.0354	4.2850	11.3871	10.6160	7.9102	4.6995	11.7597	9.3753
COMERCI UBC	-2.5390	-10.4698	-13.9784	4.0199	2.6691	14.7597	9.0107	-2.1306	20.1196	-17.7409	4.7099	15.4358
CONTAL *	3.6742	3.0403	1.8194	-2.9880	-84.6733	12.6535	2.0707	-14.0540	12.5969	-1.0175	16.1542	5.4582
DESC B	3.4413	8.8258	3.0109	-3.5627	2.1452	7.5828	20.0906	-9.5100	21.4727	-12.6658	5.2557	-2.8153
ELEKTRA CPO	9.4541	9.1696	-5.6995	-1.3434	0.0292	13.6132	28.3324	-5.8289	11.2519	-240.6015	10.0193	9.3332
FEMSA UBD	0.3970	17.2265	3.7277	5.2724	10.0944	11.0678	28.1661	-18.0107	21.6035	-14.2778	12.6693	-5.0503
GCARSO A1	11.7830	-8.6137	1.1598	-2.1568	-4.0027	20.9134	11.5108	-18.0083	13.4057	-17.1233	0.1998	-1.0196
GCC B	-6.3299	-1.2130	-13.2417	-4.4471	3.4793	15.1790	13.7147	-19.1918	16.5096	-31.1341	15.8457	3.8127
GEO B	-1.6352	-4.0073	-1.1054	-4.0081	1.8935	17.6772	-2.5203	3.0368	1.9170	-7.9841	7.3102	-0.0709
GISSA B	3.5713	-2.6271	-8.9981	-5.6779	7.7034	12.1747	9.9097	-1.9747	4.3911	-23.4437	9.6089	3.8046
GMODELO C	2.2238	3.0816	-4.8288	-0.7816	1.3573	10.0998	26.1520	-9.6117	9.2831	-16.1427	8.3170	-2.7082
GRUMA B	-12.1639	-11.3009	-2.7655	-3.6755	-8.0448	1.4471	-1.1388	-5.9002	5.3945	-13.9202	1.1483	-8.1214
HYLSAMX BCP	1.4078	4.6325	3.5868	-5.7530	9.5549	5.8153	21.2021	9.1791	14.8322	-21.0145	-3.1706	-11.4246
ICA *	0.0230	8.5063	-5.4365	-7.5549	-4.2695	9.4334	-168.8781	-18.8765	10.3135	-20.8089	13.8993	0.9129
ICH B												
KIMBER A	2.7854	3.4474	-188.8498	-10.2814	-8.9280	12.9023	15.9236	-7.4108	12.6698	-10.4894	-1.3880	4.3705
MASECA B	2.0117	-9.9290	-18.8973	-5.8554	0.6260	8.7860	8.1596	-10.3741	7.1829	-15.4339	2.9894	-4.0262
PEAOLES *	12.8505	9.3592	5.5342	-5.5372	-0.9085	0.9784	-9.5326	-0.3122	3.9130	-8.6985	-1.7018	4.9054
PEPSIGX CPO	0.7801	13.1577	-1.6823	12.0178	-0.3877	5.4080	13.9538	3.8886	9.6735	-18.2848	3.6951	-3.9755
SANILUIS CPO	-14.1775	7.6045	-2.2840	-4.3922	4.3893	18.3074	1.4896	1.5800	7.3144	-4.5830	-5.0593	4.3960
SORIANA B	-0.1642	4.5263	0.2230	3.2971	6.1217	5.9872	22.0487	-2.0925	18.8661	-8.5385	8.1090	13.0168
TAMSA *	7.4922	-7.7787	3.5653	-4.8063	5.1405	4.4141	1.2153	-8.9145	22.6461	-4.5938	3.6812	-7.1137
TELECOM A1	20.1027	4.4600	-2.6817	0.7792	12.0868	11.8657	5.5470	-16.5471	12.6330	-19.8144	5.9203	8.7705
TELMEX L	11.1415	1.9030	-0.9774	5.4440	4.9825	7.3495	12.2946	-18.7946	9.2430	-12.7237	12.5415	8.2669
TLEVISIA CPO	-2.1437	-7.1390	2.0421	-8.8271	19.7805	5.8800	-1.7822	6.1309	6.5506	-6.8089	14.8408	0.8705
TVAZTCA CPO									19.4483	-11.4988	8.6633	5.0334
VITRO A												

Notas:

^{1/} Las cifras reflejadas se obtuvieron primeramente, reexpresando en pesos constantes del mes de diciembre de 2000 los precios históricos de las acciones, tabla A.4, y posteriormente aplicando la fórmula 3.4.15, para obtener el rendimiento de las acciones, inciso 3.4 Capítulo III.

Tabla A.6-Bis. Tasa de rendimiento mensual de las acciones en la muestra.^{1/}

Unidad: Porcentaje.

Variable R	1998											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALFA A	-21.4894	5.7546	-2.6184	-4.1196	-10.5406	-13.0427	-4.7852	-47.6789	8.7270	6.2881	-8.4694	7.5882
APASCO *					-7.4326	-13.8151	-4.8228	-44.7276	-1.2705	20.6209	-5.0615	-4.6771
ARA *	-7.4167	-0.3933	4.7880	5.1807	-19.1675	-22.1139	-0.9596	-37.5542	-0.7039	5.9093	9.8677	-1.7915
BIMBO A	4.8331	-7.3098	-125.6795	-8.8556	-6.0958	-11.6011	-0.9596	-15.7328	14.9102	-9.9866	-8.8229	12.5706
CEMEX CPO	-18.9448	6.4925	10.7626	10.5527	-15.5034	-9.2818	-3.5104	-50.7308	9.0521	6.3565	-0.9273	-15.1472
CIE B	-14.3502	13.2928	1.1344	-70.2480	-10.9933	-18.7383	10.3732	-71.7103	13.1831	22.6264	8.2880	15.8215
COMERCI UBC	-4.8657	-5.5398	4.7777	0.0257	-20.7547	-15.3957	-0.4248	-31.6093	-2.3361	14.0965	-1.4434	5.9524
CONTAL *	-11.2861	2.7428	7.9008	5.6348	-8.2282	-0.5061	-1.1264	-29.5582	15.3185	-9.0214	-8.4525	1.2029
DESC B	-24.2388	-2.5519	0.4615	-5.8910	-18.3499	-8.9439	14.0178	-41.4093	-153.4065	15.5591	-4.1705	-8.3621
ELEKTRA CPO	-9.9332	-2.0414	-1.6251	-7.9405	-16.0985	-11.2846	-33.9283	-53.4296	-5.6911	13.5448	15.1223	-7.4603
FEMSA UBD	-18.1123	12.8171	-3.7166	0.5122	153.9086	-4.9751	-234.9854	-49.6905	16.0762	24.7561	-12.6975	11.5562
GARSAO A1	-10.4663	2.9897	-0.2076	0.7685	-17.1335	-19.3851	-0.4319	-44.8481	14.3876	18.2482	-12.7688	4.6692
GCC B	-25.5886	0.7962	1.5483	8.5776	-17.0974	-1.6972	-4.1514	-57.5963	15.8265	6.6430	-6.2845	-11.0767
GEO B	-12.4532	5.9067	13.5523	3.7858	-15.8678	-1.5726	-4.1988	-83.5094	-31.5117	-11.1095	46.3107	-5.2783
GISSA B	-9.7093	0.9562	-3.1781	19.5356	-11.8835	-8.8711	-6.7932	-57.8841	32.4838	-0.5378	14.0992	-9.8215
GMODELO C	-0.6924	-0.2967	2.4824	9.0248	1.6698	-4.5149	-0.2077	-12.7351	19.6891	-143.1649	-8.8892	2.5928
GRUMA B	-28.4513	2.8332	-14.8790	-15.1215	-13.8244	12.3680	5.5844	-27.8728	25.8223	13.7544	-0.7402	-1.4056
HYLSAMX BCP	-24.4144	4.5876	-5.0377	-1.5702	-23.4288	-1.4971	-18.9340	-68.5110	-7.5481	17.7177	-0.5657	-22.0986
ICA *	-17.0071	-12.6718	-0.9290	2.4238	-14.4232	-7.6376	-6.8838	-42.0941	3.7979	-9.5324	-7.1495	-13.8882
ICH B					-11.6216	-28.8016	8.5402	-56.2953	14.4254	6.1532	-14.5683	-12.6761
KIMBER A	-7.0899	3.9803	11.6704	-6.4201	-13.1738	-15.4642	-21.4106	-18.1177	9.6098	16.9793	-10.2561	12.6605
MASECA B	-26.7995	5.1637	-7.1365	-6.9553	-20.8066	25.2757	5.5516	-52.9508	48.9422	16.1287	6.6807	-13.2961
PE&OLES *	-14.6964	10.6697	-2.5632	-2.3497	-15.5440	-8.9688	0.7796	-20.2985	24.4020	-1.7459	-2.2421	-5.5488
PEPSIGX CPO	-0.5938	-7.5728	-3.3746	5.0326	-3.4602	-4.1374	3.8114	-20.9057	-24.0857	-14.0584	8.0770	5.1553
SANLUIS CPO	-21.9159	-13.7224	-11.7238	3.3827	-16.7842	-10.3157	1.3004	-97.7448	20.7055	-17.4673	1.7727	-3.2139
SORIANA B	-18.0393	4.6769	0.2232	-2.7860	-12.3574	-12.0815	11.3382	-43.5978	24.3422	18.9961	-5.4847	6.5061
TAMSA *	-22.8042	4.5838	5.2851	-2.5211	-18.2593	-14.2018	-27.1526	-84.2422	40.4859	17.5977	-17.2090	-17.1988
TELECOM A1	-15.5931	-3.5055	13.1217	-0.3140	-12.1878	-2.9142	-1.1352	-40.2805	20.2879	12.6079	-13.3067	28.5776
TELMEX L	-10.3950	0.3897	10.7175	-1.3471	-13.4348	0.8303	1.7803	-23.6095	23.0506	13.8978	-15.1088	2.8592
TLEVISIA CPO	-17.7486	9.2847	3.5391	9.5409	-1.2542	-4.2233	-8.6272	-61.4205	12.7247	31.9765	-8.1606	-5.8143
TVAZTCA CPO	-10.5759	1.6506	-2.4356	-147.7978	-20.3679	-30.3536	12.2701	-81.8698	26.6727	26.4881	-12.0458	-17.3836
VITRO A					-24.7078	-27.8155	3.1647	-46.7922	9.2780	3.0597	7.4013	-10.8848

Notas:

^{1/} Las cifras reflejadas se obtuvieron primeramente, reexpresando en pesos constantes del mes de diciembre de 2000 los precios históricos de las acciones, tabla A.4, y posteriormente aplicando la fórmula 3.4.15, para obtener el rendimiento de las acciones, inciso 3.4 Capítulo III.

Tabla A.6-Bis. Tasa de rendimiento mensual de las acciones en la muestra.^{1/}

Unidad: Porcentaje.

Variable R	1999											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALFA A	-16.5418	-0.1031	15.4189	23.1531	-7.2172	12.1692	-17.3409	6.4489	9.3485	-6.7972	8.2883	8.0843
APASCO *	2.6714	16.4425	26.9281	-7.1378	3.3576	7.9580	-16.9677	-2.4844	0.3685	-2.9570	20.2456	-7.3672
ARA *	-3.1129	-1.3351	15.4616	16.6131	-3.2905	13.1895	-6.3590	-109.8654	-15.2717	3.3277	14.3447	20.7445
BIMBO A	13.3088	-9.8045	5.9072	-6.4551	-4.9664	10.3053	-0.4209	-6.8666	-1.7755	-11.1788	9.7641	6.6142
CEMEX CPO	12.6868	12.7198	29.7054	9.2357	-0.2515	6.7145	-15.1097	2.3801	7.3785	-4.3669	5.2953	12.9511
CIE B	-18.9637	11.7447	6.8139	12.6610	-5.3550	-1.1431	-21.6376	0.6411	-11.2324	13.1623	17.5069	18.1644
COMERCI UBC	-16.2982	30.2708	10.6134	2.6545	-1.6360	2.4223	-21.9680	8.9697	-9.0038	-2.6215	21.5294	23.3057
CONTAL *	-10.3068	9.5615	7.4215	16.6335	-73.2185	-5.2823	-9.2738	-5.5510	-14.2041	-5.1570	24.6363	-2.0062
DESC B	10.9478	-3.6293	15.7482	4.3050	-14.7798	0.3169	-8.2268	-12.2629	-9.3498	-3.1631	7.0005	-8.8827
ELEKTRA CPO	-17.9752	6.6179	25.7157	3.8117	-20.2574	2.2973	-25.9722	1.5245	0.4051	3.1427	30.7816	38.3789
FEMSA UBD	-20.1688	13.5069	10.2986	12.2253	-3.0315	14.1871	-15.9633	-5.7984	-5.9710	6.4732	11.5465	16.5286
GCARSO A1	-18.2313	12.7545	15.3498	13.1909	-10.6785	6.9407	-16.7427	-3.4206	7.3821	2.0020	7.6508	6.0236
GCC B	-7.9005	27.4331	29.0857	-8.8787	-1.6750	4.3527	-14.1221	-9.1555	-9.3137	5.4518	12.5906	-0.4254
GEO B	-14.6592	6.1783	4.4519	33.0426	-4.2651	5.7990	-12.8755	-13.5117	-29.1954	3.1348	26.7470	10.0520
GISSA B	-3.3068	17.9123	-2.7940	14.4770	-7.7820	5.4728	-7.8982	-8.5389	-13.8709	-2.0188	16.1420	1.0033
GMODELO C	4.6829	-3.1289	6.7707	-1.3251	4.0335	4.8968	-3.6835	-4.4757	-6.9243	-1.2690	14.8642	-6.6091
GRUMA B	-6.5760	-3.2279	-13.8240	-16.4575	-4.7478	-8.8653	0.1046	-2.3516	-12.7238	-9.9015	-24.6836	-1.8082
HYLSAMX BCP	-10.8319	19.0477	21.0201	40.8030	-20.6877	30.1003	-10.0213	5.3704	-7.0786	-6.1616	6.6654	0.0882
ICA *	0.1731	-1.0723	5.6768	19.6659	1.5764	1.0910	-61.8509	1.5441	-27.6879	-6.4873	34.3968	-10.1905
ICH B	-2.4938	8.4413	14.7002	8.4840	2.5930	13.6182	-19.6631	-2.1238	-15.3323	-5.2834	15.3427	0.2105
KIMBER A	-10.2598	4.0173	14.0239	-0.2147	-10.7034	17.0881	-15.6680	-11.8162	9.2383	-7.5306	12.7515	3.0287
MASECA B	1.9079	0.0901	-10.0556	-18.9908	-6.3338	-9.2071	12.6944	-6.0201	-3.6374	-24.8709	-4.4022	2.5200
PEBSIGX *	1.4541	-5.2830	-1.2609	4.1737	-22.7143	7.7484	-6.4598	-0.5813	18.9235	-1.2893	-4.9263	-7.3819
PEPSIGX CPO	-9.5593	0.4786	13.8285	11.2706	-10.6935	-4.4502	-14.7926	-18.0045	-11.7381	-17.7754	28.0126	-6.3927
SANLUIS CPO	-30.0153	-2.2240	61.4588	4.8953	-14.3730	12.4388	-17.9859	-2.7472	-12.4227	5.2633	13.1518	8.2107
SORIANA B	-10.7221	4.9793	5.1661	22.4858	-12.0190	17.1507	-15.5502	-4.1497	0.5159	-5.5504	18.5302	-6.6514
TAMSA *	-0.9433	-4.9377	31.2535	15.3730	-12.6978	12.5179	-8.1219	12.2011	5.7224	-12.0332	12.4798	4.4322
TELECOM A1	14.7858	5.4802	14.0186	-10.1411	19.1030	7.9093	-9.0406	-5.9882	-1.3470	21.6057	12.5450	17.4803
TELMEX L	3.4841	7.5432	9.3277	10.1165	9.9792	-3.3948	-8.2346	-3.2546	-5.3676	19.9259	5.5073	18.5267
TLEVISIA CPO	0.5200	6.6211	7.3123	20.1572	7.2139	4.2976	-15.5462	-7.9171	8.5158	6.4682	10.7454	32.6379
TVAZTCA CPO	-13.5325	-17.4155	12.7394	7.6743	-25.6958	-2.9240	-18.1722	13.6185	-2.6711	-20.3924	28.7197	48.7012
VITRO A	-3.8638	2.1883	23.6280	0.6369	-3.1973	-17.4656	-16.5523	-4.5827	-0.0539	-5.8876	23.3781	9.6601

Notas:

^{1/} Las cifras reflejadas se obtuvieron primeramente, reexpresando en pesos constantes del mes de diciembre de 2000 los precios históricos de las acciones, *tabla A.4*, y posteriormente aplicando la fórmula 3.4.15, para obtener el rendimiento de las acciones, inciso 3.4 Capítulo III.

Tabla A.6-Bis. Tasa de rendimiento mensual de las acciones en la muestra.^{1/}

Unidad: Porcentaje.

Variable R	2000											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALFA A	-22.1932	-9.5843	4.6143	-18.1398	-12.3876	-14.0267	7.6830	4.2338	-28.7078	-4.0729	-28.3061	-13.3370
APASCO *	-6.7217	-6.3891	7.7702	-1.0895	-6.3048	3.9351	13.4714	-14.9411	-12.4172	-2.7065	-0.8514	-10.7099
ARA *	-11.4027	-1.3077	-4.3105	-15.6394	2.3287	-4.1533	17.0046	7.2663	1.9213	-13.2026	-19.3508	0.5148
BIMBO A	-28.6159	-6.8990	-1.0820	-22.7492	9.9972	14.2257	0.3799	-8.8742	5.9808	-17.5537	0.7917	-1.0768
CEMEX CPO	-24.4771	-4.6861	3.8062	-3.9412	-1.7303	12.6538	-5.0872	-1.5795	-14.2787	5.3296	-9.1355	-7.4857
CIE B	2.9332	14.1333	1.2821	-20.3733	-1.4216	1.6245	11.9901	8.3807	-5.5288	-6.8854	-12.5570	1.5040
COMERCI UBC	-27.2558	-9.3989	32.7784	-24.7705	-18.0793	10.1873	14.1524	9.7999	-0.2036	5.1150	-18.3317	1.3651
CONTAL *	-23.6295	-18.7168	22.5824	-4.2487	-15.7882	3.4918	9.1417	5.6214	-2.4520	-2.4407	-7.2483	-2.0247
DESC B	-7.9588	-18.1881	8.4735	-1.7650	-15.8892	9.7893	-10.3977	-0.5480	-8.0038	-24.9054	-4.7735	-10.2335
ELEKTRA CPO	-18.0782	34.0220	5.3414	-26.5684	-17.9958	24.5987	-5.5826	-1.4045	-5.5748	10.4126	-7.1034	-18.1544
FEMSA UBD	-8.3091	4.8031	0.0434	-12.4200	-4.0545	15.4180	-8.6503	6.2827	-13.9268	-0.9606	-13.7347	-12.3097
GCARSO A1	-18.6381	-9.4241	-3.9004	-10.7102	-9.5750	16.4585	-6.3702	0.2185	-15.8884	5.1876	-17.0244	-7.3861
GCC B	-12.7921	-5.4591	1.4340	-0.8958	-4.0586	11.3014	6.9132	-1.9665	-3.6266	4.7514	-0.0192	-4.7340
GEO B	-28.9485	-16.7896	4.2851	-11.8295	-28.4708	-3.3001	6.2516	1.0743	-7.2584	-40.7432	-7.8685	-41.4270
GISSA B	-9.7653	7.0521	-22.1237	-14.4510	-12.0451	-10.7813	6.4315	-12.3126	-3.7384	-7.8133	-14.1459	-20.6935
GMODELO C	-17.4268	-4.8143	-7.3848	-0.2648	4.9700	6.9905	-3.9933	4.5928	-4.5019	13.8197	-12.4586	9.9416
GRUMA B	-3.5996	25.5134	-5.3040	2.5708	-10.4585	2.7696	-8.1154	-31.1125	-0.7278	-0.6862	-12.7881	4.9359
HYLSAMX BCP	-31.7949	2.9451	2.2251	-24.2610	1.0062	-11.5588	-2.5787	-15.7030	-36.6120	0.8208	-2.7932	2.7698
ICA *	-22.7265	-12.0327	-5.5473	-3.5772	-22.6875	-5.2095	-18.2585	15.4863	-8.0247	-9.4236	-12.3583	-8.6754
ICH B	-3.3541	-2.9450	1.5091	-6.8852	3.8828	2.6884	0.4139	3.3741	-3.8531	-5.5653	-2.5321	-10.8624
KIMBER A	-23.9889	-1.5681	8.6339	-5.3837	-3.3784	-6.1669	-3.2888	4.8393	-15.9973	-1.0944	-5.2408	11.1752
MASECA B	-1.9839	20.5579	-7.0769	-21.0723	4.5006	0.0637	-16.3858	-18.0684	-11.6361	-34.6730	12.5018	-7.5306
PEPROLES *	-6.7914	-3.2318	-10.5404	-16.9352	7.7896	-27.6475	-24.6528	11.4065	-17.5614	-7.9433	-28.3139	-27.6678
PEPSIGX CPO	-4.2507	-25.1725	18.3063	-12.6530	-6.8774	0.2128	2.2424	-2.9134	11.5222	-20.1018	1.1289	-5.6621
SANLUIS CPO	-16.9342	-19.7687	18.0318	-17.8076	-2.6354	18.9121	-14.3932	-1.8301	13.7789	-18.4730	-11.3874	18.0158
SORIANA B	-16.3092	2.2709	9.8796	-14.4212	-15.8328	19.4481	-11.6087	12.1953	-14.7670	-14.6624	-12.8800	-9.0967
TAMSA *	11.1448	-10.2094	14.2062	-10.7026	-7.2724	7.0487	-5.5961	6.8407	11.8942	-7.0345	-17.7412	4.3720
TELECOM A1	8.0950	17.2979	-140.8153	-13.3034	-16.8105	26.1268	-14.8909	-3.0429	-4.3724	-7.4608	-14.1244	-3.3435
TELMEX L	-4.3992	-52.7489	2.3459	-14.1475	-17.5822	18.6088	-13.1079	1.0585	-0.5288	1.6714	-15.9111	-2.4405
TELVISA CPO	-21.2933	-188.9880	-13.8467	-7.7718	-10.1762	22.9891	-10.9911	-2.7093	-9.5054	-5.7673	-17.6270	-1.9942
TVAZTCA CPO	-6.6033	47.0846	4.9974	-28.2481	-13.5937	33.7609	-14.0852	9.2960	-2.5678	-2.8311	-22.8951	-2.4374
VITRO A	-26.3376	-3.3524	7.9029	-21.5394	-6.9159	-2.9309	-0.2073	-8.0887	-18.9800	-5.5065	5.1384	-14.7627

Notas:

1/ Las cifras reflejadas se obtuvieron primeramente, reexpresando en pesos constantes del mes de diciembre de 2000 los precios históricos de las acciones, tabla A.4, y posteriormente aplicando la fórmula 3.4.15, para obtener el rendimiento de las acciones, inciso 3.4 Capítulo III.

Tabla A.7. Secuencia de comandos del SPSS 10.0 utilizados para realizar el análisis de componentes principales.

Secuencia de Comandos	Descripción
Analyze	Menú principal para elegir el tipo de análisis estadístico.
Data Reduction - Factor	Submenú que especifica el análisis factorial.
1. Variables	Subcomando para seleccionar las variables a analizar.
2. Descriptives	Submenú que establece las opciones que se desplegarán al terminar el análisis.
2.1 Univariate descriptives	Despliega el número de observaciones válidas, la media y la desviación estándar para cada variable.
2.2 Initial Solution	Despliega las comunalidades, los autovalores y el porcentaje de varianza explicada.
2.3 Coefficients	Despliega la matriz de correlación entre las variables incluidas en el análisis.
2.4 Significance levels	Despliega los niveles de significación (una cola) en la matriz de correlación.
2.5 Determinant	Despliega el determinante de la matriz de correlación.
2.6 KMO and Bartlett test sphericity	Despliega la medida de adecuación de muestreo y la prueba de esfericidad de Bartlett.
2.7 Anti-image	Despliega la matriz de correlación anti-imagen.
3. Extraction	Submenú para establecer el método de extracción, la matriz a examinar; determinar si se despliega la solución no rotada y una gráfica; así como también, permite establecer el valor del autovalor para la extracción o el número de componentes que se requieran y, establecer el número de iteraciones para que converja el método.
3.1 Method	Se seleccionó el método de componentes principales.
3.2 Correlation matrix	Se establece que el análisis es sobre la matriz de correlación.
3.3 Unrotated factor solution	Despliega la solución no rotada; así como también, las comunalidades y autovalores.
3.4 Scree plot	Despliega la gráfica de los autovalores en función del número de componentes extraídos.
3.5 Eigenvalues over	El valor para el autovalor considerado para la extracción de componentes es de 1.
3.6 Maximum iterations for convergece	Se usó el número establecido por el SPSS que es de 25.
4. Rotation	Submenú que permite establecer el método de rotación.
4.1 Varimax	Se seleccionó el método de rotación Varimax.
4.2 Rotated solution	Despliega la solución rotada.
4.3 Maximum iterations for convergece	Se usó el número establecido por el SPSS que es de 25.
OK	Realiza el análisis y despliega resultados.

Tabla A.8. Secuencia de comandos del SPSS 10.0 utilizados para realizar el análisis de regresión múltiple.

Secuencia de Comandos	Descripción
Analyze	Menú principal para elegir el tipo de análisis estadístico.
Regression - Linear	Submenú que especifica el análisis de regresión lineal.
1. Dependent	Se selecciona la variable dependiente del modelo, en este caso, y_{i-1} .
2. Independent(s)	Se seleccionan las variables independientes del modelo de regresión, para este estudio son todos los factores de riesgo.
3. Metad	Este subcomando indica como deben ser incluidas las variables en la ecuación. Se pueden especificar diversas opciones algunas de las cuales pueden excluir variables del modelo en función del coeficiente de correlación, y el nivel de significación estadístico del coeficiente de regresión, respecto de si es diferente de cero. La opción seleccionada fue ENTER que incluye todas las variables aunque los coeficientes de regresión sean no significativos.
4. Statistics	Submenú que permite elegir diversos estadísticos asociados al estudio de regresión.
4.1 Estimates	Despliega los coeficientes de regresión estimados, el estadístico de la prueba t para el coeficiente y la significación estadística.
4.2 Confidence Intervals	Despliega intervalos de confianza para los coeficientes de regresión al nivel de significación del 95%.
4.3 Model Fit	Despliega estadísticos de ajuste del modelo R y R cuadrada.
4.4 Durbin-Watson	Despliega el estadístico de la prueba de Durbin-Watson para la autocorrelación de los residuos.
5. Options	Submenú para definir diversas opciones del modelo de regresión.
5.1 Include Constant in Equation	Si se selecciona incluye una constante de regresión en el modelo intercepto con el eje de las ordenadas; sino se selecciona, realiza una traslación de ejes para que la constante sea igual a cero.
5.2 Exclude Cases Listwise	Excluye casos en que faltan valores para alguna de las variables en análisis.
OK	Realiza el análisis y despliega resultados.

A.9. Solución a los Modelos de Optimización utilizando los Multiplicadores de Lagrange.

Cuando una función la cual se encuentra sujeta a una condición, llamada restricción —o condición lateral—. "Estos problemas se denominan problemas con *extremos restringidos*"²¹⁴

Un procedimiento que se puede emplear para solucionar los problemas con extremos restringidos fue desarrollado por Joseph L. Lagrange y es común denominarlo Multiplicadores de Lagrange.

Para solucionar un problema de optimización de cualquier función f restringida a la función g , se tiene que introducir una nueva variable Φ llamada Multiplicador de Lagrange —el número de variables a agregar depende del número de restricciones—, con la cual se forma la función auxiliar F , tal que $F = f + \Phi \cdot g$, el problema se transforma entonces en encontrar los puntos críticos para las variables de F ; es decir, los puntos para los cuales la primera derivada de F respecto de la variable en turno sea igual a cero.

En el problema planteado en 1.2.7-a para encontrar el portafolios de mínimo riesgo se tiene una restricción, la base presupuestaria. La varianza del portafolios está expresada en la ecuación 1.2.4, entonces la función F de Lagrange es:

$$F = \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i < j} \sum_{i < j} x_i x_j \sigma_{ij} + \Psi \left(\sum_{i=1}^n x_i - 1 \right)$$

donde:

$$\sigma_{ij} = \text{Cov}(R_i, R_j)$$

Ψ es el multiplicador de Lagrange.

Desarrollando F :

$$F = x_1^2 \sigma_1^2 + \dots + x_n^2 \sigma_n^2 + 2(x_1 x_2 \sigma_{12} + \dots + x_1 x_n \sigma_{1n} + \dots + x_{n-1} x_n \sigma_{n-1n}) + \Psi(x_1 + \dots + x_n - 1)$$

Derivando F parcialmente e igualando a cero:

$$\frac{\partial F}{\partial x_1} = 2x_1 \sigma_1^2 + 2(x_2 \sigma_{12} + \dots + x_n \sigma_{1n}) + \Psi = 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial x_n} = 2x_n \sigma_n^2 + 2(x_1 \sigma_{1n} + \dots + x_{n-1} \sigma_{n-1n}) + \Psi = 0$$

²¹⁴ Louis Leithold. 1987. *Op. cit.*, México, p. 1366.

$$\frac{\partial F}{\partial \Psi} = x_1 + \dots + x_n - 1 = 0$$

Dividiendo entre 2 las igualdades anteriores excepto la última:

$$x_1 \sigma_1^2 + x_2 \sigma_{12} + \dots + x_n \sigma_{1n} + \frac{\Psi}{2} = 0$$

$$x_n \sigma_n^2 + x_1 \sigma_{1n} + \dots + x_{n-1} \sigma_{n-1n} + \frac{\Psi}{2} = 0$$

$$x_1 + \dots + x_n - 1 = 0$$

Resulta un sistema de $n+1$ ecuaciones lineales con $n+1$ incógnitas, que visto matricialmente se representa como:

$$\begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} & 1 & x_1 \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot & \cdot \\ \sigma_{1n} & \sigma_{2n} & \dots & \sigma_n^2 & 1 & x_n \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 0 & \Psi/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ x_n \\ \Psi/2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

O en forma simplificada $A \cdot X_A = B$, por lo tanto el sistema tiene solución dada por $X_A = A^{-1} \cdot B$, en donde A^{-1} es la matriz inversa de A , siempre que A sea invertible.

En el problema de optimización del portafolios de inversión planteado en 1.2.7-b se busca minimizar la varianza del portafolios sujeta a dos restricciones, el rendimiento de la cartera de inversión dado de antemano y la base presupuestaria. La varianza del portafolios está expresada en la ecuación 1.2.4; de esta forma, la función F de Lagrange es:

$$F = \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i < j}^n \sum_{i < j} x_i x_j \sigma_{ij} + \Phi \left(\sum_{i=1}^n x_i E_i - E_p \right) + \Omega \left(\sum_{i=1}^n x_i - 1 \right)$$

donde:

$$E_i = E(R_i)$$

$$E_p = E(R_p)$$

$$\sigma_{ij} = \text{Cov}(R_i, R_j)$$

Φ y Ω son los multiplicadores de Lagrange.

Desarrollando F :

$$F = x_1^2 \sigma_1^2 + \dots + x_n^2 \sigma_n^2 + 2(x_1 x_2 \sigma_{12} + \dots + x_1 x_n \sigma_{1n} + \dots + x_{n-1} x_n \sigma_{n-1n}) + \Phi(x_1 E_1 + \dots + x_n E_n - E_p) + \Omega(x_1 + \dots + x_n - 1)$$

Derivando F parcialmente e igualando a cero:

$$\frac{\partial F}{\partial x_1} = 2x_1 \sigma_1^2 + 2(x_2 \sigma_{12} + \dots + x_n \sigma_{1n}) + \Phi E_1 + \Omega = 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial x_n} = 2x_n \sigma_n^2 + 2(x_1 \sigma_{1n} + \dots + x_{n-1} \sigma_{n-1n}) + \Phi E_n + \Omega = 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial \Phi} = x_1 E_1 + \dots + x_n E_n - E_p = 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial \Omega} = x_1 + \dots + x_n - 1 = 0$$

Dividiendo entre 2 las igualdades anteriores excepto las dos últimas:

$$x_1 \sigma_1^2 + x_2 \sigma_{12} + \dots + x_n \sigma_{1n} + \frac{\Phi E_1}{2} + \frac{\Omega}{2} = 0$$

$$x_n \sigma_n^2 + x_1 \sigma_{1n} + \dots + x_{n-1} \sigma_{n-1n} + \frac{\Phi E_n}{2} + \frac{\Omega}{2} = 0$$

$$x_1 E_1 + \dots + x_n E_n - E_p = 0$$

$$x_1 + \dots + x_n - 1 = 0$$

Resulta un sistema de $n+2$ ecuaciones lineales con $n+2$ incógnitas, que visto matricialmente se representa:

$$\begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} & E_1 & 1 \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot & \cdot \\ \sigma_{1n} & \sigma_{2n} & \dots & \sigma_n^2 & E_n & 1 \\ E_1 & E_2 & \dots & E_n & 0 & 0 \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \Phi/2 \\ \Omega/2 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 0 \\ E_p \\ 1 \end{bmatrix}$$

O en forma simplificada $C \cdot X_C = D$, por lo tanto el sistema tiene solución dada por $X_C = C^{-1} \cdot D$, en donde C^{-1} es la matriz inversa de C , siempre que C sea invertible.

En ambos modelos 1.2.7-a y 1.2.7-b se requiere entonces conformar la matriz de varianzas y covarianzas de los rendimientos de las acciones y aumentar las filas y columnas requeridas por el método de Lagrange.

La solución proporcionada por Lagrange para los problemas de optimización se puede resolver fácilmente en una hoja de cálculo como puede ser Excel 2000.

Excel 2000 contiene una herramienta denominada ANÁLISIS DE DATOS; dicha herramienta es un complemento —macro automática— que permite realizar diversos análisis matemáticos y estadísticos, entre los cuales se encuentra, precisamente, determinar la matriz de varianzas y covarianzas de un conjunto de variables.

Para obtener la matriz de varianzas y covarianzas se selecciona el menú HERRAMIENTAS, enseguida el submenú ANÁLISIS DE DATOS, de la serie de funciones que se presentan para elegir se selecciona COVARIANZA, restando solamente indicar el rango de la hoja de cálculo en donde se encuentran las variables en estudio; así como también, el rango de la hoja en donde Excel debe poner la matriz resultante.

Teniendo la matriz de varianzas y covarianzas el completar las filas y columnas requeridas por el método de Lagrange no presenta mayor problema, ya que se puede realizar de forma manual, obteniendo así la matriz A ó C , según sea el caso. De la misma forma conformar la matriz B ó D simplemente representa acomodar los valores requeridos en las celdas de la hoja de cálculo. Una vez definidas las variables del sistema de ecuaciones el obtener la matriz A^{-1} ó C^{-1} se realiza utilizando la función matemática MINVERSA de Excel, se señala la matriz a invertir y se elige un rango de la hoja de cálculo en donde obtener la matriz inversa resultante.

La solución final del problema dada por la matriz X_A ó X_C es el resultado de la multiplicación de dos matrices, $X_A = A^{-1} \cdot B$ ó $X_C = C^{-1} \cdot D$, para el portafolios de mínimo riesgo o para un portafolios con riesgo prefijado de antemano, respectivamente. La función matemática de Excel MMULT realiza la multiplicación de dos matrices, sólo hay que indicar los rangos de la hoja en donde se encuentran las matrices a multiplicar y elegir el rango de la hoja en donde Excel debe reflejar la matriz resultante.

De esta forma, por medio de Excel, se ha encontrado la base presupuestaria óptima para el portafolios de mínimo riesgo. En el caso de los portafolios con riesgo prefijado, al tener ya la fórmula en la hoja de cálculo para encontrar la matriz C^{-1} y la fórmula para multiplicar $C^{-1} \cdot D$, se puede ir variando la celda de la matriz D , que se refiere al elemento E_p , con lo cual se van a obtener una serie de n base presupuestarias de n portafolios que sirven para ir formando la curva —frontera eficiente— en el espacio riesgo-rendimiento.

Bibliografía

- A. D. Martin, Jr. 1955. "Mathematical Programming of Portfolio Selection," *Management Science*, Vol. 1, No. 2, Enero, pp. 160-165.
- Álvarez, R. C. 1995. *Estadística Multivariante y No Paramétrica con SPSS*, Díaz de Santos, España.
- Bailey, W. and Chung, Y. P. 1995. "Exchange Rate Fluctuations, Political Risk, and Stock Returns: Some Evidence from an Emerging Market," *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 30, No. 4, Diciembre, pp. 541-561.
- Banco de México, *Carpeta Electrónica*, Diversos Números, México.
- Blume, M. E. 1971. "On the Assessment of Risk," *Journal of Finance*, Marzo, pp. 1-10.
- Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V. 1989. *Casas de Bolsa*, Folleto Informativo, Abril, México.
- Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V. 1989. *El Salón de Remates y sus Operaciones*, Folleto Informativo, Abril, México.
- Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V., *Indicadores Bursátiles*, Diversos Números, México.
- Branch, B., 1974. "Common Stock Performance and Inflation: An International Comparison," *Journal of Business*, Vol. 47, Enero, pp. 48-52.
- Byrkit, Donald R. 1980. *Elements of Statistics*, D. Van Nostrand Company, 3era. edición, United States of America.
- Cohn, R., and Lessard, D., 1981. "The Effect of Inflation Stock Prices: International Evidence," *Journal of Finance*, Mayo, pp. 277-289.
- Cortina O., Gonzalo. 1992. *Prontuario Bursátil y Financiero*, Trillas, México.
- Chen, Nai-Fu, Roll, R. and Ross, S. A. 1986. "Economic Forces and the Stock Market," *Journal of Business*, Vol. 59, No. 3, Julio, pp. 383-403.
- Chen, Nai-Fu. 1983. "Some Empirical Test of the Theory of Arbitrage Pricing," *Journal of Finance*, Vol. XXXVIII, No. 5, Diciembre, pp. 1393-1414.
- Dhrymes P. J., Friend I. and Guttekin, N. B. 1984. "A Critical Reexamination of the Empirical Evidence on the Arbitrage Pricing Theory," *Journal of Finance*, Vol. XXXIX, No. 2, Junio, pp. 323-346.
- Díaz Mata, Alfredo y Hernández Almora, Luis A. 1999. *Sistemas Financieros Mexicano e Internacional en Internet*, SICCO, México.
- Domingo Jorge Messuti, Víctor Adrián Álvarez y Hugo Romano Graffi. 1992. *Selección de Inversiones*, Segunda edición, Buenos Aires, Macchi, Argentina.
- Dybvig, P. H. and Ross, S. A. 1985. "Yes, The Apt Is Testable," *Journal of Finance*, Vol. XL, No.

4, Septiembre, pp. 1173-1188.

- Fama, E., and Schwert, 1977. "Asset Returns and Inflation," *Journal of Financial Economics*, Vol. 5, Noviembre, pp. 115-146.
- Gómez-Bezares, Fernando. 1993. *Gestión de Carteras*, Desclée de Brower, España.
- Groenewold, N. and Fraser, P. 1997. "Share Prices and Macroeconomic Factors," *Journal of Business Finance and Accounting*, Vol. 24, No. 8-9, Octubre-Diciembre, pp. 1367-1384.
- Hair, J. F., Jr., Anderson, R. E., Tatham, R. L. y Black, W. C. 1999. *Análisis Multivariante*, Quinta edición, Prentice Hall, Madrid, España.
- Hernández S., R., Fernández C., C. y Baptista L., P. 1998. *Metodología de la Investigación*, Segunda Edición, McGraw-Hill, México.
- Heyman, T. 1988. *Inversión Contra Inflación. Análisis y Administración de Inversiones en México*, Milenio, 3era. edición, México.
- INEGI, *Avance de Información Económica*, Diversos Números, México.
- INEGI, *Indicadores de Empleo y Desempleo*, Diversos Números, México.
- Kennedy, R. D. y McMullen, S. Y. 1992. *Estados Financieros. Forma, Análisis e Interpretación*, Segunda edición, Limusa, México.
- Kolb, Robert W. 1993. *Inversiones*, Limusa, México.
- Lehmann, B. N. 1988. "The Empirical Foundations of The Arbitrage Pricing Theory," *Journal of Financial Economics*, 21, Enero, pp. 213-254.
- Leithold, L. 1987. *El Cálculo con Geometría Analítica*, Quinta edición, Harla, México.
- Lintner, J. 1965. "Security Prices, Risk and Maximal Gains From Diversification," *Journal of Finance*, Diciembre, pp. 587-615.
- Mansell Carstens, C. 1992. *Las Nuevas Finanzas en México*, Milenio, México.
- Markowitz, H. 1952. "Portfolio Selection," *Journal of Finance*, Vol. VII, No. 1, Marzo, pp. 77-91.
- Markowitz, H. 1959. *Portfolio Selection*, John Wiley & Sons, Inc., United States of America.
- Marmolejo, G. M. 1991. *Inversiones... Práctica, Metodología, Estrategia y Filosofía*, IMEF, México.
- Márquez Díez-Canedo, Javier. 1982. *Carteras de Inversión Fundamentos Teóricos y Modelos de Selección Óptima*, Limusa, México.
- Mendenhall, W., Scheaffer, R. L., Wackerly, D. D. 1986. *Estadística Matemática con Aplicaciones*, Grupo Editorial Iberoamérica, México.
- Minzoni C., Antonio. 1998. *Técnica Actuarial de los Seguros No-Vida*, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Nelson, Charles R. 1976, "Inflation and Rates of Return on Common Stock," *Journal of Finance*, Vol. 31, Mayo, pp. 471-483.
- Novalés, Alfonso. 1993. *Econometría*. Segunda edición, McGraw-Hill, España.

- Núñez E., H. R. 1992. *Mercado de Dinero y Capitales*, Pac, México.
- Parzen, E. 1987. *Teoría Moderna de Probabilidades y sus Aplicaciones*. Limusa, México.
- Paschoal Rossetti, José, 1994. *Introducción a la Economía*, Decimoquinta edición, Harla, México.
- Pratt, J. W. 1964. "Risk Aversión in the Small and in the Large," *Econometría*, Enero-Abril, pp. 122-136.
- Reilly, F., Jonson, G., and Smith, R., 1975. "A Correction and Update Regarding Individual Common Stocks as Inflation Hedges," *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 10, Diciembre, pp. 871-880.
- Reinganum, M. R. 1981. "Empirical Test of Multi-Factor Pricing Model. The Arbitrage Pricing Theory: Some Empirical Results," *Journal of Finance*, Vol. XXXVI, No. 2, Mayo, pp. 313-321.
- Roll, R. 1977. "A Critique of The Asset Pricing Theory Test," *Journal of Financial Economics*, Marzo, pp. 129-176.
- Roll, R. and Ross S. A. 1980. "An Empirical Investigation of the Arbitrage Pricing Theory," *Journal of Finance*, Vol. XXXV, No. 5, Diciembre, pp. 1073-1103.
- Roll, R. and Ross, S. A. 1984. "A Critical Reexamination of the Empirical Evidence on the Arbitrage Pricing Theory: A Reply," *Journal of Finance*, Vol. XXXIX, No. 2, Junio, pp. 347-350.
- Roll, R., Ross, S. A. and Burmeister, E. 1994. "Using Macroeconomic Factors to Control Portfolio Risk," estudio basado en una versión de "A Practitioner's Guide to Arbitrage Pricing Theory," como contribución a *A Practitioner's Guide to Factor Models for the Research Foundation of the Institute of Chartered Financial Analysts*, Revisado en Marzo de 1997.
- Ross, S. A. 1976. "The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing," *Journal of Economic Theory*, 13, pp. 341-360.
- Ross, S. A., Westerfield, R. W. y Jaffe, J. F. 1995. *Finanzas Corporativas*, Tercera edición, Irwin, España.
- Sánchez C., L., Núñez, S. de la B., C. y Couto C., E. 2000. *Invierta con Éxito en la Bolsa de Valores*. Pearson Educación, México.
- Shanken, J. 1982. "The Arbitrage Pricing Theory: Is it Testable?," *Journal of Finance*, Vol. XXXVII, No. 5, Diciembre, pp. 1129-1140.
- Shanken, J. 1985. "Multi-Beta CAPM or Equilibrium-APT?: A Reply," *Journal of Finance*, Vol. XL, No. 4, Septiembre, pp. 1189-1196.
- Sharpe, William F. 1963. "A Simplified Model for Portfolio Analysis," *Management Science*, Enero, pp. 277-293.
- Sharpe, William F. 1964. "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk," *Journal of Finance*, Septiembre, pp. 425-442.
- Sharpe, William F. 1970. *Portfolio Theory and Capital Markets*, McGraw-Hill, United States of America.
- Spiegel, M. R. 1976. *Probabilidad y Estadística*, McGraw-Hill, México.

- Spiegel, M. R. 1987. *Manual de Fórmulas y Tablas Matemáticas*, McGraw-Hill, México.
- Tobin, J. 1958. "Liquidity Preference As Behaviour Towards Risk," *The Review of Economic Studies*, Vol. XXVI, No. 1, Febrero, pp. 65-86.
- Tobin, James. 1974. "Teoría de la Selección de Cartera" en *Teoría de los Tipos de Interés*, dirigido por F. H. Hahn y F. P. R. Brechling, título original *The Theory of Interest Rates*, International Economic Association, MacMillan & Ltd, Londres, traducción de Rosa Rovira y Manuel Oller, revisión de José García-Durán, Barcelona, España, Labor, pp. 19-70 y pp. 317-321.
- Trueba Lara, José Luis. 1997. *Afores Bajo la Lupa*, Times, México.
- Ugarte Chávez, Juan Manuel. 1999. *Las Instituciones del Sistema Financiero*, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México.
- Wagner, W. H., and Lau, S. C. 1971. "The Effect of Diversification on Risk," *Financial Analysts Journal*, 27, Noviembre-Diciembre, pp. 48-53.
- Walter Nicholson. 1997. *Teoría Macroeconómica*. Sexta edición, McGraw-Hill, España.
- Weston, J. Fred y Copeland, Thomas E. 1988. *Finanzas en Administración*, Vol. I, Octava edición, McGraw-Hill, México.