



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

FACULTAD DE ECONOMIA

**FORMACION DE UN PORTAFOLIO OPTIMO  
DE INVERSION A PARTIR DE UNA  
ESTRATEGIA DE GESTION ACTIVA**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
**LICENCIADO EN ECONOMIA**  
**P R E S E N T A :**  
**DANIEL AGUILAR AYALA**

ASESOR DE TESIS: LIC. OSCAR LEON ISLAS



MEXICO, D. F.

SEPTIEMBRE DE 2005

m. 347798



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la  
UNAM a difundir en formato electrónico e Impreso el  
contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Daniel Aguilar  
Ayala

FECHA: 14-09-2005

FIRMA: Daniel Aguilar

ING. LEOPOLDO SILVA GUTIÉRREZ.  
DIRECTOR GENERAL DE LA  
ADMINISTRACIÓN ESCOLAR.  
P R E S E N T E.-

Me permito informar a Usted, que de acuerdo a los Artículos 19 y 20, Capítulo IV del Reglamento General de Exámenes, he leído en calidad de Sinodal, el trabajo de tesis que como prueba escrita presenta el (la) sustentante **C. DANIEL AGUILAR AYALA**, bajo el siguiente título: **"FORMACIÓN DE UN PORTAFOLIO ÓPTIMO DE INVERSIÓN A PARTIR DE UNA ESTRATEGIA DE GESTIÓN ACTIVA"** en tal virtud, considero que dicho trabajo reúne los requisitos para su réplica en examen profesional.

Atentamente

LIC. EFRAÍN CASTILLO DÍAZ.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ING. LEOPOLDO SILVA GUTIÉRREZ.  
DIRECTOR GENERAL DE LA  
ADMINISTRACIÓN ESCOLAR.  
P R E S E N T E.-

Me permito informar a Usted, que de acuerdo a los Artículos 19 y 20, Capítulo IV del Reglamento General de Exámenes, he leído en calidad de Sinodal, el trabajo de tesis que como prueba escrita presenta el (la) sustentante **C. DANIEL AGUILAR AYALA**, bajo el siguiente título: **“FORMACIÓN DE UN PORTAFOLIO ÓPTIMO DE INVERSIÓN A PARTIR DE UNA ESTRATEGIA DE GESTIÓN ACTIVA”** en tal virtud, considero que dicho trabajo reúne los requisitos para su réplica en examen profesional.

Atentamente

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Díaz Mondragón', is written over a large, hand-drawn oval scribble.

DR. MANUEL DÍAZ MONDRAGÓN.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ING. LEOPOLDO SILVA GUTIÉRREZ.  
DIRECTOR GENERAL DE LA  
ADMINISTRACIÓN ESCOLAR.  
P R E S E N T E.-

Me permito informar a Usted, que de acuerdo a los Artículos 19 y 20, Capítulo IV del Reglamento General de Exámenes, he leído en calidad de Sinodal, el trabajo de tesis que como prueba escrita presenta el (la) sustentante **C. DANIEL AGUILAR AYALA**, bajo el siguiente título: **“FORMACIÓN DE UN PORTAFOLIO ÓPTIMO DE INVERSIÓN A PARTIR DE UNA ESTRATEGIA DE GESTIÓN ACTIVA”** en tal virtud, considero que dicho trabajo reúne los requisitos para su réplica en examen profesional.

Atentamente

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rosa María García Torres', written over a horizontal line.

LIC. ROSA MARÍA GARCÍA TORRES.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ING. LEOPOLDO SILVA GUTIÉRREZ.  
DIRECTOR GENERAL DE LA  
ADMINISTRACIÓN ESCOLAR.  
P R E S E N T E.-

Me permito informar a Usted, que de acuerdo a los Artículos 19 y 20, Capítulo IV del Reglamento General de Exámenes, he leído en calidad de Sinodal, el trabajo de tesis que como prueba escrita presenta el (la) sustentante **C. DANIEL AGUILAR AYALA**, bajo el siguiente título: **“FORMACIÓN DE UN PORTAFOLIO ÓPTIMO DE INVERSIÓN A PARTIR DE UNA ESTRATEGIA DE GESTIÓN ACTIVA”** en tal virtud, considero que dicho trabajo reúne los requisitos para su réplica en examen profesional.

Atentamente

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Oscar León Islas', enclosed within a hand-drawn oval.

LIC. OSCAR LEÓN ISLAS.

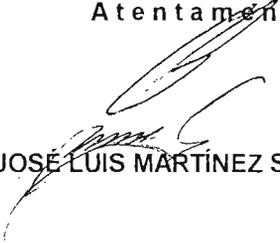


UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

ING. LEOPOLDO SILVA GUTIÉRREZ.  
DIRECTOR GENERAL DE LA  
ADMINISTRACIÓN ESCOLAR.  
P R E S E N T E.-

Me permito informar a Usted, que de acuerdo a los Artículos 19 y 20, Capítulo IV del Reglamento General de Exámenes, he leído en calidad de Sinodal, el trabajo de tesis que como prueba escrita presenta el (la) sustentante **C. DANIEL AGUILAR AYALA**, bajo el siguiente título: **“FORMACIÓN DE UN PORTAFOLIO ÓPTIMO DE INVERSIÓN A PARTIR DE UNA ESTRATEGIA DE GESTIÓN ACTIVA”** en tal virtud, considero que dicho trabajo reúne los requisitos para su réplica en examen profesional.

Atentamente



LIC. JOSÉ LUIS MARTÍNEZ SÁNCHEZ.

## **AGRADECIMIENTOS:**

A mis padres Rafael y Aurora, por su apoyo incondicional y aliento constante para alcanzar mis metas.

A Yaned, por ser la fuente inspiradora de mis deseos de superación.

A mis hermanos, que aun en tiempos difíciles me apoyaron por completo.

A mi asesor de Tesis Lic. Oscar León Islas, por su valiosa dirección e inagotable paciencia para la realización de este trabajo.

A la Facultad de Economía y a la Universidad, por forjar mi mente y pensamiento en el camino del conocimiento.

# ÍNDICE

---

	<b><u>Página</u></b>
<i>Presentación.</i>	VII
<i>Protocolo de investigación.</i>	VIII
 <b><u>CAPITULO 1. EI MERCADO DE VALORES</u></b>	
1.1 NOCIONES	2
1.2 IMPORTANCIA DEL MERCADO DE VALORES	3
1.3 CLASIFICACIÓN CONFORME AL PLAZO DEL INSTRUMENTO	5
1.3.1 MERCADO DE DINERO	5
1.3.1 MERCADO DE CAPITALS	6
 <b><u>CAPITULO 2. ELEMENTOS DE ANÁLISIS BURSÁTIL</u></b>	
2.1 ANÁLISIS FUNDAMENTAL	10
2.1.1 ANÁLISIS MACROECONÓMICO	10
2.1.1.1 INCIDENCIA DE LAS VARIABLES FUNDAMENTALES DE LA ECONOMÍA EN LA BOLSA	12
2.1.1.1.1 PRODUCTO INTERNO BRUTO	13
2.1.1.1.2 TASA DE INTERÉS	16
2.1.1.1.3 INFLACIÓN	18
2.1.1.1.4 DÉFICIT PÚBLICO	21
2.1.1.1.5 TIPO DE CAMBIO	23
2.1.1.2 ELABORACIÓN DE PRONÓSTICOS	25
2.1.2 ANÁLISIS SECTORIAL	27
2.1.2.1 ANÁLISIS ECONÓMICO	29
2.1.2.1.1 CICLICIDAD	30
2.1.2.1.1.1 SECTORES CÍCLICOS	31
2.1.2.1.1.2 SECTORES ACÍCLICOS	31
2.1.2.1.1.3 SECTORES CONTRACÍCLICOS	32
2.1.2.2 ANÁLISIS ESTRATÉGICO	32
2.1.2.3 ANÁLISIS BURSÁTIL	33
2.1.3 ANÁLISIS DE LA EMPRESA	33
2.1.3.1 ANÁLISIS CUALITATIVO	34
2.1.3.2 ANÁLISIS CUANTITATIVO	34
2.1.3.2.1 MÚLTIPLOS BURSÁTILES	35
2.1.4 ANÁLISIS DE LA ACCIÓN	37
 <b><u>CAPITULO 3. OPTIMIZACIÓN Y SELECCIÓN DE CARTERAS</u></b>	
3.1 ELEMENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y SELECCIÓN DE CARTERAS EFICIENTES	40
3.1.1 EL CRITERIO DE LA MEDIA – VARIANZA	40
3.1.2 RENDIMIENTO Y RIESGO DE LOS VALORES INDIVIDUALES	42
3.1.3 INTEGRACIÓN DE PORTAFOLIOS, RENDIMIENTO Y RIESGO	45
3.1.4 DECISIONES DE INVERSIÓN BAJO INCERTIDUMBRE	48
3.1.4.1 LA UTILIDAD ESPERADA	49
3.1.4.2 CURVAS DE INDIFERENCIA	51
3.1.4.3 PREFERENCIAS ANTE EL GRADO DE AVERSIÓN AL RIESGO	53

3.1.5 OPTIMIZACIÓN DE CARTERAS	55
3.1.5.1 LA FRONTERA EFICIENTE Y EL CONJUNTO FACTIBLE	57
3.1.5.2 OPTIMIZACIÓN DE PORTAFOLIOS CON DOS TÍTULOS	60
3.1.5.3 TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN DE PORTAFOLIOS CON VARIOS TÍTULOS	62
3.1.5.3.1 OPTIMIZACIÓN CON VENTAS EN CORTO PERMITIDAS	63
3.1.5.3.2 OPTIMIZACIÓN SIN VENTAS EN CORTO	66
3.1.5.4 EL MODELO DE ÍNDICE ÚNICO	68
3.1.5.4.1 OPTIMIZACIÓN CON PARÁMETROS ESTIMADOS POR EL MIU	72
3.1.6 SELECCIÓN DE CARTERAS: PORTAFOLIOS ÓPTIMOS Y MAPAS DE INDIFERENCIA	73
<b>3.2 ASPECTOS DE LA TEORÍA MODERNA DE CARTERAS</b>	<b>75</b>
3.2.1 EL MODELO CAPM	76
3.2.1.1 LA LÍNEA DEL MERCADO DE VALORES	79
3.2.1.2 LA LÍNEA CARACTERÍSTICA	80
3.2.2 LA HIPÓTESIS DE EFICIENCIA DEL MERCADO	83
3.2.2.1 NIVELES DE EFICIENCIA	84
3.2.2.2 ANOMALÍAS DE MERCADO	86

## **CAPITULO 4 . CONSTRUCCIÓN Y GESTIÓN DE UN PORTAFOLIO DE INVERSIÓN**

<b>4.1 FORMACIÓN DE LA CARTERA</b>	<b>90</b>
4.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA CARTERA	91
4.1.1.1 OBJETIVOS	91
4.1.1.2 TIPO DE INVERSOR	91
4.1.1.3 TAMAÑO	91
4.1.1.4 HORIZONTE TEMPORAL	92
4.1.1.5 COSTOS DE TRANSACCIÓN Y CARGA FISCAL	92
4.1.1.6 LIMITACIONES EN LA INVERSIÓN	93
4.1.1.7 RESTRICCIONES EN LA ROTACIÓN DE LA CARTERA	93
4.1.1.8 LIQUIDEZ	94
4.1.1.9 PERFIL RIESGO-RENDIMIENTO	94
4.1.2 DELIMITACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE GESTIÓN	96
4.1.2.1 CRITERIOS DE ANÁLISIS MACROECONÓMICO	97
4.1.2.2 CRITERIOS DE ANÁLISIS SECTORIAL	99
4.1.2.3 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE ACCIONES	101
4.1.3 BASES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA CARTERA	102
4.1.3.1 METODOLOGÍA EMPLEADA	102
4.1.3.2 SELECCIÓN DE LA CARTERA EFICIENTE	103
<b>4.2 GESTIÓN Y OPERACIÓN DE LA CARTERA: SIMULACIÓN HISTÓRICA</b>	<b>105</b>
4.2.1 OPERACIÓN EN 1999	105
4.2.2 OPERACIÓN EN 2000	107
4.2.3 OPERACIÓN EN 2001	110
4.2.4 OPERACIÓN EN 2002	111
4.2.5 OPERACIÓN EN 2003	113
<b>4.3 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO</b>	<b>116</b>
4.3.1 RENTABILIDAD GENERADA	117
4.3.2 MEDICIÓN DEL RIESGO	120
4.3.2.1 VOLATILIDAD	121
4.3.2.2 BETA	122
4.3.3 INDICADORES DE RENTABILIDAD AJUSTADA POR EL RIESGO	124
4.3.3.1 ÍNDICE DE SHARPE	125
4.3.3.2 ÍNDICE DE TREYNOR	127
4.3.3.3 ÍNDICE DE JENSEN	129

<b>4.4 ANÁLISIS COMPARATIVO</b>	<b>131</b>
4.4.1 CARTERA DE MÍNIMO RIESGO Y CARTERA DE DIVERSIFICACIÓN INTUITIVA	132
<b><u>CONCLUSIONES</u></b>	<b>137</b>
<b>ANEXO AL CAPITULO 2</b>	<b>143</b>
I. TEST DE COINTEGRACIÓN ENTRE LAS SERIES DEL IPC Y EL PIB, 1990-2003.	143
II. PLANTEAMIENTO Y ESTIMACIÓN DE UN MODELO ECONÓMICO PARA EL IPC.	148
III. DETERMINACIÓN DE LOS CICLOS ECONÓMICOS GENERAL Y SECTORIAL CON LA METODOLOGÍA PARA LA DESCOMPOSICIÓN DE SERIES DE TIEMPO.	153
<b>ANEXO AL CAPITULO 4</b>	<b>161</b>
I. MÚLTIPLOS P/U Y P/VL DE ACCIONES ELEGIBLES (PERTENECIENTES A LA MUESTRA DEL IPC) DE LOS SECTORES BURSÁTILES ESCOGIDOS DE ACUERDO AL CRITERIO DE INVERSIÓN SECTORIAL.	161
<i>Bibliografía</i>	163
<i>Hemerografía</i>	165

## ÍNDICE DE CUADROS

---

	<u>Página</u>
1. <i>Clasificación sectorial y ramas de actividad económica en la BMV, 2003.</i>	28
2. <i>Acciones incluidas y rendimientos observados durante su lapso de tenencia, 1999.</i>	107
3. <i>Acciones incluidas y rendimientos observados durante su lapso de tenencia, 2000.</i>	110
4. <i>Acciones incluidas y rendimientos observados durante su lapso de tenencia, 2001.</i>	111
5. <i>Acciones incluidas y rendimientos observados durante su lapso de tenencia, 2002.</i>	113
6. <i>Acciones incluidas y rendimientos observados durante su lapso de tenencia, 2003.</i>	115
7. <i>Rendimientos simples del IPC y la CEI, 1999-2003.</i>	118
8. <i>Desviación estándar anualizada del IPC y la CEI, 1999-2003.</i>	121
9. <i>Coficientes Alfa y Beta determinados al calcular la línea característica de la CEI, 1999-2003.</i>	123
10. <i>Determinación del Índice de Sharpe anual para el IPC y la CEI, 1999-2003.</i>	126
11. <i>Determinación del Índice de Treynor anual para el IPC y la CEI, 1999-2003.</i>	128
12. <i>Determinación del Índice de Jensen anual para la CEI, 1999-2003.</i>	130
13. <i>Rendimientos simples del IPC, CEI, CMR y CDI, 1999-2003.</i>	132
14. <i>Desviación estándar anualizada y betas del IPC, CEI, CMR y CDI, 1999-2003.</i>	134
15. <i>Medidas de rentabilidad ajustada por el riesgo para el IPC, CEI, CMR y CDI, 1999-2003.</i>	135

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

---

	<u>Página</u>
1. <i>Estructura del mercado de valores.</i>	02
2. <i>Curvas de indiferencia, actitudes frente al riesgo y decisiones de inversión.</i>	54
3. <i>El conjunto factible y la frontera eficiente.</i>	58
4. <i>Frontera eficiente de portafolios con dos títulos.</i>	60
5. <i>Componentes de la matriz C.</i>	72
6. <i>La elección del portafolio eficiente: frontera eficiente y mapas de indiferencia.</i>	75
7. <i>La línea del mercado de valores.</i>	79
8. <i>La línea característica.</i>	82

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

---

	<u>Página</u>
1. <i>Evolución del IPC de la BMV y PIB trimestral a precios constantes, 1990-2003.</i>	13
2. <i>Correlación anual IPC - PIB. 1990-2003.</i>	14
3. <i>Correlación PIB-IPC con adelantos y rezagos, 1990-2003.</i>	15
4. <i>Evolución trimestral del IPC y tasa de interés anualizada de los CETES a 28 días, 1990-2003.</i>	17
5. <i>Correlación anual IPC – Tasa de interés, 1990-2003.</i>	18
6. <i>Evolución del IPC e inflación trimestral, 1990-2003.</i>	19
7. <i>Correlación anual: IPC – inflación y tasa de interés – inflación, 1990-2003</i>	20
8. <i>Balance público anual y variación absoluta en el saldo de la deuda pública, 1990-2003.</i>	22

9. Tasa de interés anualizada de los Cetes a 28 días y variación porcentual anual en el saldo de la deuda pública, 1990-2003.	23
10. Tipo de cambio trimestral del peso con respecto al dólar y tasa de interés anualizada de los CETES a 28 días, 1990-2003.	25
11. IPC trimestral (2000-2003), pronóstico a 2004 y errores estándar.	27
12. Mapas de indiferencia con distintos grados de aversión al riesgo.	95
13. Ciclo económico general y PIB a precios constantes, 1999-2003.	98
14. Selección de la cartera eficiente del inversionista.	104
15. Evolución diaria del IPC y la CEI durante el periodo 1999-2003.	117

## PRESENTACIÓN

---

El presente trabajo busca contribuir a la resolución del debate teórico en torno a la existencia de eficiencia informativa de los mercados de valores, en particular, sobre la existencia de eficiencia semifuerte en el mercado de valores mexicano. El trabajo aborda como principal línea de estudio el análisis de la evidencia financiera empírica del pasado reciente, para rechazar la hipótesis de eficiencia del mercado o en su caso comprobarla. Para ello se recurre a una de las metodologías para corroborar la existencia o no de eficiencia que comúnmente son expuestas en la literatura financiera; la cual implica la conformación de un portafolio de inversión y su operación mediante una estrategia de gestión activa con el que sea posible superar la rentabilidad generada por la cartera de mercado en un mismo periodo, pero también logrando realizar esta acción de manera sistemática, es decir, de manera consecutiva.

El estudio abarca el periodo 1999-2003, por lo que se plantea que la cartera generada logre superar a la cartera de mercado durante un periodo largo, ya que la inversión en instrumentos accionarios requiere bastante tiempo para madurar y ofrecer sus beneficios, dicho periodo es generalmente mayor a un año.

Este trabajo aborda como parte del marco teórico, una exposición de los elementos necesarios para cumplir con el objetivo principal del trabajo, tomando como principal argumento a los elementos de la escuela de análisis fundamental que son necesarios para la evaluación y selección de activos, ubicando a dicha escuela como parte del conjunto de técnicas del análisis bursátil.

Así también, se aborda la exposición de los principales elementos de la teoría moderna de carteras que son necesarios para la conformación de carteras eficientes, así como de las principales características del modelo CAPM y de la hipótesis de eficiencia del mercado. Con ello se busca establecer las bases para optimizar la cartera creada a partir de la estrategia de gestión y poder entrar al mercado con una cartera eficiente y optima de acuerdo a las preferencias de un inversionista privado con aversión moderada al riesgo.

Por último, se aborda la parte primordial del estudio, en donde se realiza un ejercicio de construcción de la cartera de inversión y su gestión mediante una simulación histórica. El desempeño presentado por la cartera en cada periodo anual es evaluado detenidamente con el propósito de determinar si cumple o

no, con el objetivo de superar a la cartera de mercado, examinando aspectos como el rendimiento, el riesgo, y los resultados de las medidas de rentabilidad ajustada por el riesgo.

## PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

---

### JUSTIFICACIÓN

En los últimos años, los mercados financieros en México, han presentado un crecimiento notable en comparación con los periodos anteriores. Este fenómeno ha sido consecuencia de los resultados de las reformas al sistema financiero llevadas a cabo en la primera parte de la década de los noventa, así como por el proceso de globalización e integración de los mercados financieros en el ámbito internacional. En este contexto, es necesario recalcar la importancia que tiene el conocimiento del funcionamiento de estos mercados y la manera de enfrentarse a su dinámica, especialmente para los agentes económicos que intervienen en ellos. El desarrollo de estos mercados implica que se apliquen y se generen mayores conocimientos especializados en la materia para poder hacer frente a los desafíos de este nuevo entorno competitivo. Es por ello que la exposición de las técnicas y metodologías para la conformación de portafolios de inversión adquiere una importancia relevante, pues dotan a los agentes participantes, especialmente a los inversionistas, de las herramientas necesarias para acceder y operar con éxito en el sistema bursátil.

De manera personal, el interés por las cuestiones bursátiles y financieras es lo que me ha llevado a la realización de este trabajo, el cual engloba los conocimientos obtenidos en el área de economía de la empresa del núcleo terminal de la licenciatura; y cuya aplicación práctica es sin duda una oportunidad sin igual para el fortalecimiento de mi formación profesional.

En el ámbito teórico, se afirma que los mercados de valores son aquellos que en la actualidad, se acercan más al concepto de mercados competitivos, y esto ha sido corroborado en el sentido de su operatividad, mas no en el sentido de la eficiencia. La Hipótesis de Eficiencia del Mercado, que sintéticamente menciona que no es posible obtener una rentabilidad mayor a la obtenida por la cartera del mercado, no ha sido comprobada totalmente en sus tres niveles: débil, semifuerte y fuerte. En la actualidad, tanto en los mercados de valores de países desarrollados como de países emergentes, no se puede afirmar que exista eficiencia en el sentido fuerte, de hecho, para el segundo caso, no se puede

afirmar (pero tampoco rechazar) que exista una eficiencia en el sentido débil . En éste campo, una forma de comprobación de la existencia o no, de mercados eficientes, es a través de la gestión de una cartera de activos, cuyo propósito es superar el rendimiento obtenido por la cartera del mercado. Si la cartera construida logra batir al mercado sistemáticamente y para un periodo dado, entonces se podría afirmar que éste no opera de forma eficiente.

A través de este trabajo, se busca conformar un portafolio de inversión con acciones listadas en la Bolsa Mexicana de Valores, con el que sea posible “ganarle al mercado” sistemáticamente, y con el cual, un inversionista individual que ingresa al mercado de capitales, este en posibilidad de maximizar el rendimiento y minimizar riesgos. La manera de lograrlo, es mediante una gestión activa de ésta cartera, basada en la aplicación del análisis fundamental para la valoración de acciones, con lo que se espera encontrar títulos que se encuentren subvaluados por el mercado, o que tengan una perspectiva de alza; los cuales, una vez que se hayan colocado los recursos pertinentes y que su rezago haya sido reconocido por el mercado, permitirán obtener ganancias de capital. Así también, es necesario conformar la cartera de inversión óptima (según el Criterio de la Media - Varianza) con los valores encontrados, a través de la aplicación de la teoría moderna de carteras, con lo cual se estará en posibilidad de realizar la distribución de activos correspondiente que a su vez permitirá maximizar el rendimiento esperado para un determinado nivel de riesgo.

La convalidación empírica del estudio se realizara mediante una simulación histórica con duración de 5 años, periodo en que se gestionará mediante una simulación, a la cartera óptima obtenida. Se procederá posteriormente a evaluar la cartera en función del rendimiento y riesgo presentados, y con los resultados arrojados se buscará comprobar, si es posible o no, obtener una rentabilidad mayor a la generada por la cartera de mercado. El horizonte de inversión para el ejercicio es de largo plazo, pues se requiere de un periodo prolongado para que el mercado reconozca el valor de las acciones seleccionadas; no obstante, se contempla un periodo menor a un año para la puesta en práctica de la estrategia de inversión.

## **OBJETIVO GENERAL**

- Demostrar que una cartera de inversión basada en una estrategia de gestión activa conformada mediante la aplicación del análisis fundamental y la teoría moderna de carteras, puede superar

sistemáticamente el rendimiento obtenido por la cartera de mercado representada por el índice de precios y cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Identificar los principales elementos que utiliza la escuela del análisis fundamental para la evaluación de activos y conformación de carteras.
- Identificar los elementos de la teoría de carteras que son necesarios para la conformación de una cartera óptima, así como los postulados derivados del modelo CAPM y de la Hipótesis de Eficiencia del Mercado.
- Conformar un portafolio de inversión basado en la metodología empleada por la corriente del análisis fundamental y la teoría moderna de carteras, así como gestionarlo a través de una estrategia de inversión capaz de superar sistemáticamente el rendimiento de la cartera del mercado durante el periodo de estudio.

## **HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

No existe eficiencia informativa en su versión semifuerte en el mercado de valores mexicano, puesto que, mediante la aplicación de una estrategia de gestión activa conformada y sustentada bajo los principios del análisis fundamental y de la teoría de carteras, es posible obtener sistemáticamente y durante un periodo determinado una combinación de rentabilidad y riesgo superior a la que ofrece la cartera de mercado.

En un mercado de valores sin eficiencia informativa semifuerte, existen carteras construidas con los activos que se cotizan en dicho mercado que pueden superar a la cartera de mercado, pues ésta cartera no presenta la mejor combinación de rentabilidad y riesgo, aún cuando por definición, incluye a todos o la mayoría de los activos existentes y por ello debe alcanzar un menor nivel de riesgo al ser una cartera completamente diversificada. El hecho de encontrar una cartera capaz de superar a la cartera de mercado, representa entonces una prueba formal de la inexistencia de eficiencia semifuerte en el mercado de valores mexicano.

## **CAPITULO 1. EL MERCADO DE VALORES**

## 1.1 NOCIONES

El sistema financiero mexicano se define conceptualmente como “el conjunto de instituciones que captan, administran, norman, regulan y dirigen el ahorro y la inversión en el país.”<sup>1</sup> Una parte sustantiva de este sistema esta conformado por el mercado de valores, el cual puede definirse como el conjunto de mecanismos que permiten realizar la emisión, colocación y distribución de los valores, es decir, las acciones, obligaciones y demás títulos de crédito que se emitan en serie o en masa y que sean objeto de oferta publica o de intermediación, mismos que deberán estar inscritos en el Registro Nacional de Valores, previa autorización de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores, para su cotización en la Bolsa Mexicana de Valores S. A. de C. V., cuando se cumplan los requisitos especificados por ésta.

El mercado de valores puede separarse en tres partes de acuerdo a la función que desempeñan las instituciones que lo integran en: instituciones de regulación, supervisión y control; instituciones operativas; e instituciones de apoyo:

DIAGRAMA 1. Estructura del mercado de valores.

ESTRUCTURA INSTITUCIONAL	Instituciones Reguladoras	Instituciones Operativas	Instituciones de Apoyo
	SHCP CNBV Banxico Condusef	Emisoras - Empresas - Gobierno Inversionistas - Personas Físicas - Personas Morales Intermediarios - Casas de bolsa - Especialistas bursátiles - Sociedades de inversión	BMV S. D. Indeval AMIB AMDF Instituciones calificadoras

MARCO LEGAL	Ámbito general	Ámbito particular
	Ley del Mercado de Valores Ley de Sociedades de Inversión Ley General de Sociedades Mercantiles Circulares de la CNBV	Reglamento interior de la BMV Manuales operativos Código de ética profesional de la comunidad bursátil Código de mejores prácticas corporativas

Fuente: elaboración propia.

<sup>1</sup> Rodarte, Marcela. “El sistema financiero y el mercado mexicano de valores”, *El Mercado de Valores*, núm. 9, septiembre de 1996, NAFIN, p. 51.

Las instituciones reguladoras del mercado de valores son instituciones del gobierno federal que tienen el objetivo común de generar el marco legal para el mercado, así como vigilar su cumplimiento y sancionar las infracciones cometidas contra éste. En México estas instituciones son la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), el Banco de México (BANXICO), y la comisión nacional para la defensa de los derechos de los usuarios de los servicios financieros (CONDUSEF).

Las instituciones operativas del mercado de valores son las que intervienen de manera directa en el funcionamiento cotidiano del mismo. Se clasifican en tres grupos, de acuerdo a su función, en entidades emisoras, inversionistas e intermediarios.

Por último, las instituciones de apoyo son aquellas que brindan servicios de soporte, asistencia, y asesoría a las entidades reguladoras y operativas del mercado de valores.

Así mismo, el mercado de valores cuenta con un marco legal específico, creado para regular su funcionamiento y asegurar el cumplimiento de las obligaciones y el respeto a los derechos de las personas que intervienen en su operación cotidiana, es decir, brinda las garantías legales necesarias para su correcto funcionamiento. Este marco legal está integrado por la Ley del Mercado de Valores, la Ley de Sociedades de Inversión, la Ley General de Sociedades Mercantiles, las circulares de la CNBV, el reglamento interior de la BMV, los manuales operativos, el código de ética profesional de la comunidad bursátil, y el código de mejores prácticas corporativas.

## 1.2 IMPORTANCIA DEL MERCADO DE VALORES

En México, el mercado de valores ha venido creciendo con fuerza durante la última década, especialmente durante las etapas de recuperación de la economía presentadas durante los periodos de 1992-93 y 1996-97. No obstante, aun se le tiene que catalogar como un mercado inmaduro, pues su tamaño es pequeño en comparación con el de los países desarrollados. En la medida en que crezca el mercado de valores con el paso del tiempo, llegará a alcanzar un buen nivel de desarrollo y un tamaño óptimo, acrecentando al mismo tiempo la relación positiva existente entre éste y la economía en su conjunto. Entre más grande sea el mercado de valores, su contribución al desarrollo económico será mayor. Esto se debe a que existe una estrecha relación entre bolsa y la economía nacional; si a la economía le va bien, a las empresas les va bien, luego entonces las empresas tienen mejores

expectativas a futuro, esto provoca que exista una mayor confianza en ellas por parte de los inversionistas, los inversionistas colocan más recursos en la bolsa dadas sus estimaciones positivas, por ello las empresas pueden obtener más recursos a través de la misma, con lo cual están en posibilidad de financiar más y mejores proyectos de expansión, esto permite a su vez generar un mayor crecimiento del producto y del empleo, logrando así mejorar el estado de la economía, una vez más este ciclo se genera dando como resultado un círculo virtuoso entre bolsa y economía nacional.

El mercado de valores realiza varios papeles de importancia para la economía en su conjunto. Es un importante medio para obtener financiamiento barato para las empresas, éstas buscan generalmente dichos recursos para financiar capital de trabajo en el corto plazo, o para financiar proyectos de expansión a largo plazo. Las empresas e instituciones que así lo deseen, pueden emitir deuda o acciones para cotizar en la bolsa, obteniendo así los recursos requeridos. La bolsa sirve de intermediario financiero entre inversionistas y emisoras, es decir, conjunta la demanda de recursos por parte de las empresas con la oferta de los mismos por parte de los inversionistas, esto permite diluir los problemas derivados de los distintos plazos y montos exigidos por cada tipo de inversionista.

La bolsa también permite que los agentes con recursos excedentes tengan una mejor opción sobre donde invertirlos, puesto que la bolsa genera a largo plazo mayores rendimientos que las inversiones colocadas en cuentas bancarias cualquiera que sea su naturaleza, e incluso se puede afirmar que los rendimientos obtenidos por invertir en la bolsa son mayores que los rendimientos pagados por los bonos gubernamentales, los cuales ya, de hecho, deben ser mayores que la inflación para incentivar su atractivo de tenencia entre los inversionistas. La bolsa juega entonces un papel importante en la preservación y crecimiento del ahorro y la inversión.

Cabe mencionar además, el importante papel que tiene el mercado de valores como punto de atracción de capitales extranjeros, los cuales salen en busca de mercados que les ofrezcan mayores rendimientos que los ofrecidos por sus mercados domésticos. La entrada de capitales a nuestro país ha cobrado mayor importancia para el buen funcionamiento de la economía por el hecho de que este flujo monetario representa un rubro de signo positivo en la balanza de pagos. Los flujos de capital que llegan del extranjero continuamente, han logrado crear un importante superávit en la cuenta de capital de la balanza de pagos, permitiendo así contrarrestar el déficit recurrente de la balanza comercial. De esta forma la balanza de pagos ha podido mantener un equilibrio relativo en los últimos años. Aquí cabe destacar el hecho de que una buena parte del flujo de recursos monetarios extranjeros que entran a

nuestro país no se conforman de inversión extranjera directa, es decir, de inversión dirigida a la formación de capital fijo, sino que se trata de inversión extranjera de portafolio, dirigida a los mercados financieros del país.

Reflexionando sobre este último punto, se puede vislumbrar otro importante papel del mercado de valores, como uno de los principales destinos de capitales extranjero. Por ejemplo, en 2003 nuestro país recibió un flujo anual de inversión extranjera por 14,647,295,500 dólares según estadísticas del Banxico, de los cuales el 73.62% correspondieron a la inversión extranjera directa, mientras que el restante 26.38% se destinaron a la inversión extranjera de cartera. Al 31 de diciembre de 2003, la mayor parte de dicha inversión extranjera de cartera estaba destinada a la inversión en ADR's y GDR's con el 61.19% del total, mientras que la inversión de libre suscripción mantuvo el 35.18%; por su parte, la inversión dirigida a fondos neutros, como el Fondo México, mantenía a la misma fecha el 3.61%, y por último, la inversión en títulos opcionales sólo representó el 0.01% del total de la inversión extranjera de cartera.

### 1.3 CLASIFICACION CONFORME AL PLAZO DEL INSTRUMENTO

El mercado de valores se divide comúnmente en mercado de dinero y mercado de capitales, tomando como criterio de clasificación el plazo de los instrumentos transados.

#### 1.3.1 MERCADO DE DINERO

El mercado de dinero o mercado de títulos de deuda es el lugar, conjunto de actos o hechos donde concurren oferentes y demandantes de instrumentos de deuda altamente líquidos y de riesgo medible. Los instrumentos negociados en este mercado tienen en su mayoría vencimientos de corto plazo, pero también se pueden encontrar instrumentos con vencimientos a largo plazo. En este mercado los inversionistas compran títulos de deuda con el propósito de recibir un rendimiento en forma de interés; por otro lado, los agentes que emiten estos títulos lo hacen con el propósito de recabar fondos en el corto plazo para diversos usos según la naturaleza de sus necesidades, los emisores pueden ser empresas o entidades del gobierno y tienen la obligación jurídica de respaldar dicha deuda, la cual incrementa sus pasivos. En México éste mercado es sin duda el de mayor dinamismo, pues en él se encuentran poco más del noventa y seis por ciento de los recursos colocados en la bolsa. Los instrumentos negociados en este mercado se pueden agrupar en tres categorías y son:

### *I. Instrumentos colocados a descuento.*

Son aquellos instrumentos cuyo diseño no contempla el pago de intereses, son instrumentos cuyo rendimiento estará dado exclusivamente por el diferencial entre el precio de compra y el valor nominal que se recibirá al final del plazo de vencimiento, por tanto siempre se cotizan bajo par; su precio se obtiene por medio de una tasa de descuento aplicada al valor nominal. El principal instrumento de este tipo que se negocia en México son los CETES, existiendo además el papel comercial y las aceptaciones bancarias.

### *II. Instrumentos colocados a precio.*

Son aquellos cuyo rendimiento toma la forma de un interés periódico y que pueden ser colocados a la par o sobre par; estos instrumentos sí estipulan el pago en fechas preestablecidas de rendimientos o cupones calculados sobre el valor nominal a una tasa de interés determinada. Algunos de los principales instrumentos de este tipo en México son los Bonos de Desarrollo, los UDIBONOS, los bonos IPAB, los Bonos de Regulación Monetaria, los bonos bancarios de desarrollo y de infraestructura, y los CEDES.

### *III. Instrumentos de cobertura cambiaria.*

Son instrumentos que están denominados en moneda extranjera, otorgan intereses o cupones con referencia a la divisa en que están valuados, pero son pagaderos o amortizados en moneda nacional y brindan por tanto, la oportunidad de eliminar el riesgo cambiario. Actualmente se negocian a precio los Bonos de los Estados Unidos Mexicanos (UMS) y el papel comercial indizado.

## 1.3.2 MERCADO DE CAPITALAS

Es el lugar, conjunto de actos o hechos donde concurren personas físicas o morales que realizan transacciones con títulos o valores. La característica de este mercado es que los instrumentos que lo integran son colocados con una expectativa de recuperación o vencimiento a largo plazo. En nuestro país el mercado de capitales sólo contiene poco más del tres por ciento de los recursos invertidos en la bolsa, situación que se espera cambie conforme se avance hacia un mercado financiero más

desarrollado. Los instrumentos de inversión típicos de este mercado son las acciones o instrumentos de renta variable, aunque también pueden existir instrumentos de renta fija de largo plazo (obligaciones).

### I. *Acciones.*

“Una acción es una participación en el capital de una sociedad; representa el dinero que ponen los socios en el capital (o recursos propios de una empresa)... Jurídicamente, esta participación se representa por un título (acción) con unos derechos inherentes... Los accionistas de la empresa son sus propietarios, y cada acción representa la propiedad sobre una parte alícuota del valor de la empresa.”<sup>2</sup> Una acción que cotiza en bolsa es un instrumento financiero que permite la posibilidad de obtener enormes ganancias al inversionista que la posea, pero también puede generarle pérdidas hasta por el importe total de la inversión, por ello se les considera instrumentos altamente riesgosos.

Las acciones se clasifican según los derechos que otorgan en comunes y preferentes. Las acciones preferentes confieren a sus titulares determinados privilegios que no disfrutaban los tenedores de acciones ordinarias, como es el hecho de percibir dividendos regulares ó predeterminados sobre los beneficios de la empresa; no obstante los derechos corporativos como el de voto, están limitados. Por el contrario, las acciones comunes u ordinarias, percibirán dividendos sólo cuando así lo considere conveniente la junta directiva de la empresa en cuestión; pero gozan de mayor poder en cuanto a derechos corporativos se refiere. También pueden existir acciones especiales, las cuales pueden contener una combinación exclusiva de derechos tanto patrimoniales como corporativos; generalmente son propiedad del grupo fundador y/o de control de la sociedad.

Existen cuatro formas de obtener una ganancia al comprar acciones: comprando acciones a un precio determinado y vendiéndolas a un precio superior; realizando una venta en corto, es decir, tomando acciones en préstamo las cuales son vendidas a determinado precio y recompradas posteriormente a un precio inferior; realizando operaciones de arbitraje internacional; y por último, a través del pago de dividendos que otorguen durante el periodo de tenencia.

Las acciones son nombradas con una clave por emisor para su cotización en la bolsa, y se les asigna desde su emisión una serie determinada, la cual especifica los derechos y obligaciones que otorga a su

---

<sup>2</sup> Martínez Abascal, Eduardo. *Invertir en bolsa: conceptos y estrategias*. McGraw Hill, España, 1999, pp. 3 y 4.

poseedor. Al mes de diciembre de 2003 existían 158 empresas emisoras participando en la BMV, correspondientes a todos los sectores de actividad bursátil, en tanto que en el Mercado Global BMV habían sido incluidas 77 series accionarias de empresas extranjeras. A la misma fecha existían 399 Sociedades de Inversión.

## II. *Certificados de Participación Ordinaria sobre acciones.*

El Certificado de Participación Ordinaria (CPO) es un certificado respaldado por un Fideicomiso de Nacional Financiera que ampara a una acción determinada, la cual no puede ser adquirida directamente por los inversionistas extranjeros, pero sí a través de la compra de dicho certificado. El CPO fue creado para separar los derechos corporativos, de los derechos patrimoniales de la acción, con el objeto de que los inversionistas extranjeros solo adquieran el derecho patrimonial de la acción subyacente, mientras que el derecho corporativo queda en manos del fideicomiso de NAFIN. A diciembre de 2003 existían ocho series de CPO's pertenecientes a 6 emisoras.

## III. *Obligaciones.*

“Las obligaciones son instrumentos de crédito a largo plazo emitidos por las empresas y cotizados en bolsa. Representan la participación individual de sus tenedores en un crédito colectivo a cargo del emisor.”<sup>3</sup> Los fondos recibidos por la empresa derivados de la oferta inicial son utilizados comúnmente en ampliaciones al capital fijo, por lo que se considera que la empresa aumenta su base de capital. Las obligaciones pueden ser hipotecarias, cuando están garantizadas por una hipoteca; quirografarias, cuando son garantizadas solo por la reputación del emisor; y convertibles, cuando pueden ser cambiadas o liquidadas en su vencimiento con acciones del emisor.

---

<sup>3</sup> Ramírez Solano, Ernesto. *Moneda, Banca y Mercados Financieros en México*. 2a edición, Pearson Education, México, 2001, p. 59.

## **CAPITULO 2. ELEMENTOS DE ANÁLISIS BURSÁTIL**

## 2.1 ANÁLISIS FUNDAMENTAL

El análisis fundamental trata del estudio del valor teórico o intrínseco de las acciones usando datos económicos y financieros como las utilidades, ventas, riesgos, entre otros. Se basa en la premisa de que toda acción y el mercado en su conjunto, tienen un valor intrínseco o verdadero, el cual puede ser estimado por el inversionista.<sup>4</sup> En el análisis fundamental se considera que el comportamiento de la bolsa esta influido por el desempeño de la economía y sus principales variables agregadas, así como por el desempeño esperado de las empresas, el cual esta en gran medida determinado por los resultados estimados en su información financiera, la posición estratégica en el mercado y otros aspectos cualitativos de la misma. El análisis de la información sugerida por estos supuestos, permite a los analistas hacer previsiones sobre el comportamiento de la economía, de los sectores económicos, o sobre el desempeño futuro de la empresa y sus acciones, previsiones que sirven de base para la formación de un criterio de decisiones de inversión o estrategia de gestión. La formación de estos criterios surge de cuatro estructuras de análisis derivados de los aspectos anteriores: análisis macroeconómico, análisis sectorial, análisis de la empresa, y análisis de la acción.

El análisis fundamental comprende dos enfoques: el *Top Down Approach* (análisis desde arriba) y el *Bottom Up Approach* (análisis desde abajo), cuya diferencia radica en el punto de partida del estudio. El primero empieza desde arriba, es decir, a partir del estudio de la economía y del mercado en su conjunto, considerando factores como las tasas de interés e inflación y descendiendo gradualmente por el análisis sectorial, empresarial y finalmente de la acción. El segundo lo hace desde abajo, a partir del análisis de los aspectos básicos de las empresas y sus acciones, tales como su mezcla de productos, posición competitiva y valor de mercado; para posteriormente analizar los aspectos sectoriales que le atañen y por último, la posible injerencia de los factores macroeconómicos en el desempeño de la compañía y sus acciones.<sup>5</sup>

### 2.1.1 ANÁLISIS MACROECONÓMICO

El análisis macroeconómico consiste en identificar las variables fundamentales de la economía que inciden en el comportamiento de la bolsa, la medición de la influencia de cada una de ellas y la generación de un pronóstico con base a previsiones del futuro comportamiento de estas variables. Todo

<sup>4</sup> Jones, Charles P. *Investments, Analysis and Management*, 6° edición, John Wiley & Sons, USA, 1998, p. 400.

<sup>5</sup> *Ibid.*, pp. 401, 402

ello basado en la idea de que el desempeño de la bolsa es un reflejo del desempeño de la economía en su conjunto. En la práctica, la bolsa parece anticipar el comportamiento de la economía,<sup>6</sup> pues en ella se negocian las expectativas a futuro de las empresas, no sus resultados pasados o presentes; expectativas que se traducen en cambios de precios positivos, cuando los inversionistas consideran que la economía crecerá, o en cambios de precios negativos, si consideran que la economía decaerá, arrastrando con ella a las empresas en su conjunto. Realizando un ejercicio de identificación de las variables que determinan el comportamiento de la economía, y por ende, de la bolsa, así como elaborando un pronóstico de las mismas, el inversionista puede concebir una expectativa sobre el estado futuro del mercado de valores, con lo que estaría en posibilidad de determinar el mejor destino de sus recursos, ya sea inversión en acciones, instrumentos de renta fija, derivados, divisas, etc.

De manera explícita, es posible cuantificar el grado en que las principales variables fundamentales mencionadas explican el comportamiento de la bolsa, individualmente y en su conjunto, por medio de la construcción e interpretación de un modelo econométrico, en el cual el comportamiento del IPC está en función de dichas variables fundamentales (variables explicativas). Dicho modelo puede ser utilizado posteriormente con fines predictivos si cumple con ciertas condiciones estadísticas.

Alternativamente, un inversionista puede generar una expectativa realista sobre las condiciones actuales de la economía, y sus perspectivas en el corto plazo, por medio de un análisis basado en el *Price Earnings Ratio* (PER). Este indicador bursátil se utiliza para determinar si una acción de manera individual, o la bolsa en su conjunto, están “caras”, es decir, si el precio actual de la acción o nivel del índice principal de la bolsa es demasiado alto como para realizar nuevas inversiones en ese momento. A partir de la información proporcionada por el PER y otras variables económicas, se puede realizar un ejercicio de evaluación macroeconómica basada en la construcción de escenarios, con el cual se puede obtener información valiosa para la formación de un criterio en cuanto a la conveniencia de invertir en bolsa, o no, en un determinado periodo.

---

<sup>6</sup> Martínez Abascal, Eduardo, *op. cit.*, p. 230

### 2.1.1.1 INCIDENCIA DE LAS VARIABLES FUNDAMENTALES DE LA ECONOMIA EN LA BOLSA.

Existe un común acuerdo entre los académicos e investigadores en referencia al hecho de que el comportamiento actual y futuro de la bolsa esta determinado por las condiciones de la economía en su conjunto, es decir, a través de los cambios en las principales variables económicas es como se generan los cambios en la bolsa, ya sea a corto o largo plazo. Las principales variables fundamentales de la economía que afectan el comportamiento de la bolsa son: el crecimiento económico, medido a través del Producto Interno Bruto (PIB) y el nivel de las tasas de interés, medido por el nivel de la tasa líder (el rendimiento de los Cetes en el caso de México). Existen además otro conjunto de variables secundarias que pueden influir en el rumbo que sigue la bolsa, aunque en este caso no existe un consenso general con respecto a cuáles son éstas variables, pues algunas intervienen más que otras de acuerdo al país de estudio, y más aun, dicha influencia no aparece de manera regular a lo largo del tiempo. En este contexto, se abordará el estudio de la inflación, déficit público y tipo de cambio, para corroborar el grado de influencia entre estas variables económicas y la bolsa. En general, se considera que aunque estas variables si influyen en el comportamiento de la bolsa, no lo hacen de forma directa, sino a través de la relación existente entre dichas variables y las tasas de interés. Es por eso que el ejercicio de determinación del grado de incidencia de las variables fundamentales en el comportamiento de la bolsa cobra mayor importancia, y más aun cuando en nuestro país no existen muchos estudios referentes a este tema.

La existencia o no de una relación, sentido y grado de conexión entre cualquiera de estas variables económicas y la bolsa puede ser cuantificada a través de una medida de estadística descriptiva: el coeficiente de correlación,<sup>7</sup> indicador que será utilizado principalmente para corroborar dichas relaciones.

---

<sup>7</sup> El coeficiente de correlación indica el grado de correspondencia entre dos series para un número determinado de observaciones. Esta definido como:

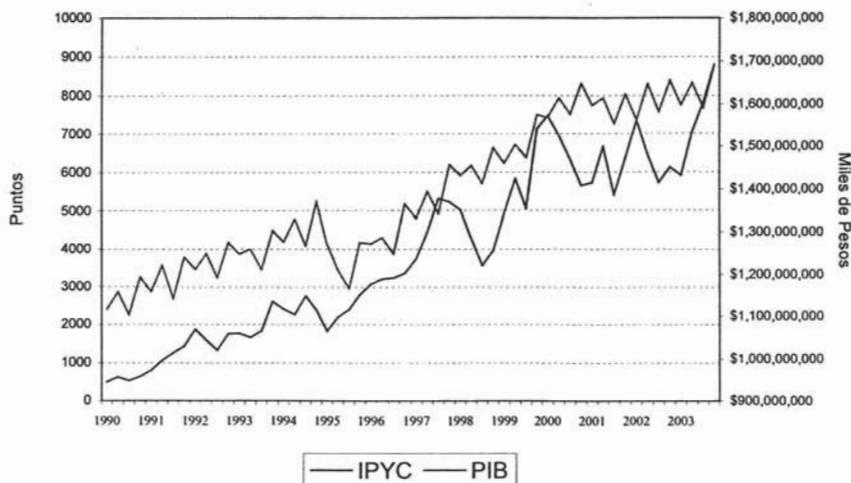
$$\rho_{x,y} = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} \quad \text{Donde } \rho \text{ esta en comprendido en el intervalo: } -1 \leq \rho_{x,y} \leq 1$$

### 2.1.1.1.1 PRODUCTO INTERNO BRUTO

En la bolsa se encuentran empresas representativas de la mayoría de los sectores económicos del país, estas empresas operan mayormente en el ámbito local, por lo que su evolución esta determinada por el desempeño de la economía nacional en su conjunto. El desempeño de la economía se mide comúnmente a través del PIB, este indicador representa el valor de todos los bienes y servicios producidos en el país durante un periodo dado, por lo que representa una medida convencional del crecimiento económico. Si el PIB crece, la bolsa también lo hará, dado que esta integrada por empresas que siguen la tendencia de la economía en general; si el PIB disminuye su ritmo de crecimiento, se estanca, o entra en recesión, la bolsa presentará el mismo comportamiento, pues las empresas integrantes de la misma no están exentas de la incidencia directa de estas condiciones.

En nuestro país existe una relación positiva entre la bolsa y el PIB, puesto que si la economía crece, se espera que las empresas obtengan mejores beneficios derivados del buen ambiente para realizar sus negocios, lo que a su vez genera expectativas positivas en los inversionistas con respecto al flujo de utilidades, mismas que se pueden traducir en dividendos para las acciones, lo que provoca un aumento en su demanda y por ende, un alza en los precios de las acciones, lo que empuja al IPC hacia arriba. Así pues, la relación positiva entre la bolsa y el PIB se produce vía beneficios empresariales, más concretamente, por los beneficios de las empresas que cotizan en la bolsa.

GRÁFICA 1. Evolución del IPC de la BMV y PIB trimestral a precios constantes, 1990-2003.

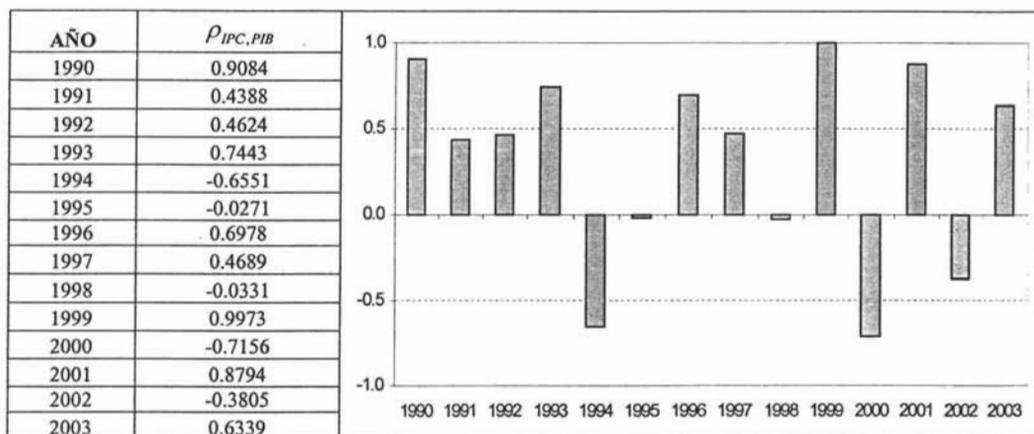


Fuente: elaboración propia con datos de INEGI, Banco de Información Económica. 1990 al 2003.

La relación explicada se puede confirmar, de manera más exacta, midiendo la correlación existente entre la serie histórica del IPC trimestral y el PIB para el mismo periodo, de donde se desprende que dicha relación es alta y positiva, según el valor generado por el coeficiente de correlación calculado con estas series y para el mismo periodo (1990-2003), el cual es de:  $\rho_{IPC,PIB} = 0.9272$ .

Según el resultado obtenido, el cual es muy cercano a uno, el IPC y el PIB tienden a moverse conjuntamente, no obstante, ésta idea se pone en duda al examinar las correlaciones anuales, las cuales indican que hay periodos en los que no solo no hay correlación positiva alta o baja entre las dos series, sino que se han presentado periodos en los que hay una alta correlación negativa, como en los años de 1994 y 2000.

GRÁFICA 2. Correlación anual IPC – PIB, 1990-2003.



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI, Banco de Información Económica. 1990 al 2003.

Los datos presentados en la gráfica 2, realmente bloquean la idea de que el PIB sea una variable explicativa del comportamiento de la bolsa en el corto plazo, pero no de que no lo sea en el largo plazo, tal y como lo demuestra el concluyente dato de la correlación para todo el periodo 1990-2003.

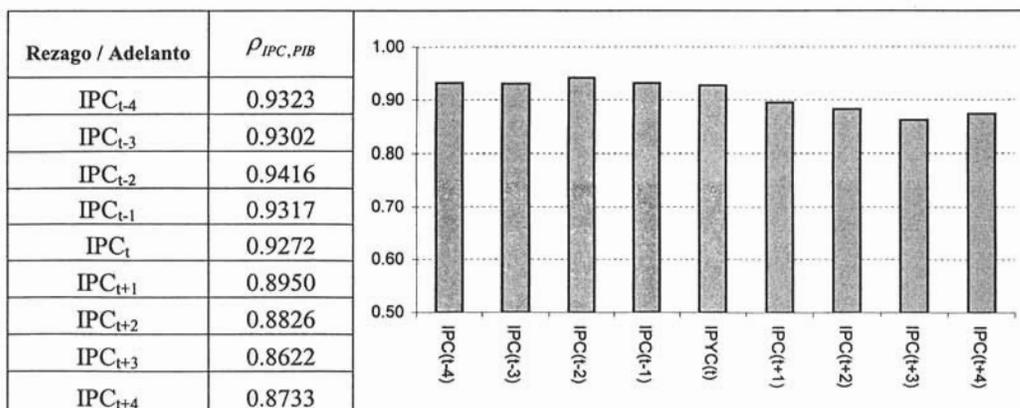
Una manera alternativa y más formal de evidenciar la existencia de una relación entre el IPC y el PIB se puede llevar a cabo a través del análisis de cointegración, el cual entre otras cosas, permite demostrar si existe o no una relación de largo plazo entre dos variables.<sup>8</sup> El resultado de dicho análisis

<sup>8</sup> Maddala, G.S. e In-Moo Kim. *Unit roots, cointegration and structural change*, Cambridge university press, USA, 1998, p. 26

apoya la hipótesis de cointegración entre la serie del IPC y del PIB durante el periodo de estudio, es decir, se comprueba la existencia de una relación de largo plazo, alta y positiva, entre la bolsa y el crecimiento económico (véase el anexo al capítulo 2, sección I).

Una vez corroborada dicha relación, se debe considerar que esta relación no es del todo directa, ya que como se mencionó anteriormente, la bolsa se anticipa al comportamiento de la economía, puesto que antes de que el PIB presente una variación positiva o negativa, el IPC parece haber presentado con dos trimestres de antelación en general la misma variación. Esta afirmación se puede justificar examinando los puntos de inflexión principales del gráfico 9, donde se puede observar que el IPC se mueve antes que el PIB. Además, examinado los coeficientes de correlación entre el IPC y el PIB adelantado y rezagado de uno a cuatro periodos, la mayor correlación entre estas series se presenta cuando el primero se rezaga dos periodos, lo que significa que hay una mayor correspondencia entre la serie del IPC rezagada dos trimestres y la serie del PIB a nivel, que cuando el IPC tiene otro nivel de rezago o adelanto, e incluso sin ninguno de ellos (véase gráfica 3). Es así como la conclusión básica de que la bolsa descuenta las expectativas económicas futuras se mantiene. Esta conclusión resulta muy importante a la hora de generar un pronóstico respecto al comportamiento de la economía en el futuro, pues considerando al IPC como indicador adelantado de la economía, el cual presenta en general con medio año de antelación el comportamiento futuro del PIB, la predicción del crecimiento económico se debe realizar mas allá de dos trimestres a futuro, pues un pronóstico de un periodo menor a seis meses no servirá de nada, pues la bolsa ya habrá incorporado en los precios dicha información.

GRÁFICA 3. *Correlación PIB-IPC con adelantos y rezagos (1990-2003).*



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI, *Banco de Información Económica*. 1990 al 2003.

La elaboración de pronósticos respecto al futuro desarrollo del crecimiento económico se realiza típicamente mediante el seguimiento de las variables que influyen en él, tales como el consumo, inversión, gasto público y saldo de la balanza de pagos;<sup>9</sup> aunque también se debe prestar atención a variables como el ahorro doméstico y la oferta monetaria. En general estas variables afectan positivamente al nivel del PIB, pues una variación positiva en cualquiera de estas variables provocará un aumento en el producto, mientras que una variación negativa hará lo contrario.

#### 2.1.1.1.2 TASA DE INTERÉS

La segunda variable fundamental que más afecta al comportamiento de la bolsa son las tasas de interés, en particular la tasa líder, medida como la tasa de descuento que otorga el instrumento más representativo del mercado de deuda mexicana: los Cetes.

La relación existente entre tasa de interés y bolsa es inversa; cuando la tasa de interés sube la bolsa baja, y cuando la tasa de interés baja la bolsa sube. Esta relación negativa se explica por la influencia que ejercen tres conceptos en los mercados financieros: tasa libre de riesgo, costos financieros y la tasa de descuento.

La tasa libre de riesgo es la tasa que pagan los instrumentos gubernamentales de renta fija, la cual casi siempre corresponde al nivel de la tasa líder. El nivel de la tasa de libre de riesgo determina en mucho el destino de los fondos de los inversionistas. Si existe una baja tasa libre de riesgo, los inversionistas preferirán invertir en acciones, esperando obtener una mayor rentabilidad al invertir en este mercado. Si la tasa de interés libre de riesgo se eleva, los inversionistas preferirán invertir en bonos gubernamentales, pues estos instrumentos les estarían otorgando altos rendimientos con menores riesgos.

El nivel de la tasa de interés determina los costos financieros de deuda y crédito de las empresas y familias. Una baja tasa de interés permite a las empresas disminuir sus costos financieros, lo que contablemente puede llevarlas a obtener una mayor utilidad neta, es decir, mayores beneficios, lo que se traduce en una cotización más alta de sus acciones. Por otro lado, las familias también se benefician del bajo nivel de la tasa de interés, ya que el crédito se abarata, ocasionando un aumento en el

---

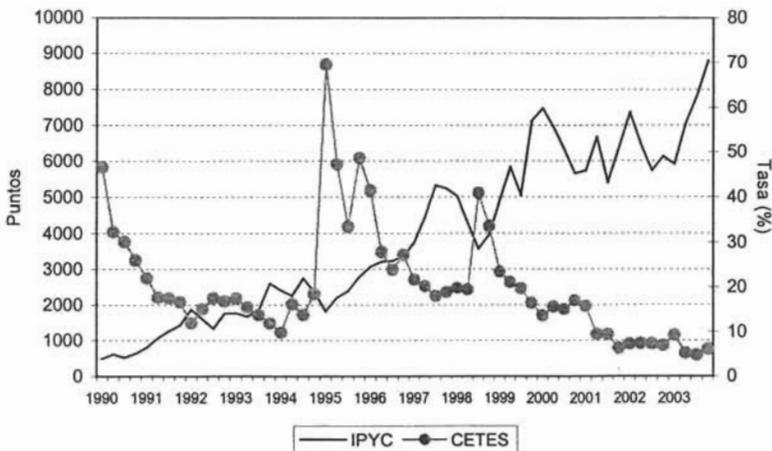
<sup>9</sup> Considerando la visión Keynesiana del crecimiento económico donde el ingreso nacional se compone de dichas variables agregadas relacionadas linealmente:  $PIB = Y = C + I + G + (X - M)$

consumo, que a final de cuentas también beneficia a las empresas, pues éstas incrementan sus ventas y por ende, sus beneficios.

Finalmente, el nivel de las tasas de interés impacta de manera directa la valuación de las acciones vía tasa de descuento, que es la tasa a la cual los inversionistas descuentan los flujos de efectivo futuros de las empresas para determinar el precio de las acciones, y que se compone de la tasa libre de riesgo mas una prima de riesgo. Una reducción en la tasa de interés provoca una reducción en la tasa de descuento, ocasionando un aumento en el valor de las acciones, y con ello un alza generalizada en el nivel de la bolsa. Por el contrario un aumento en la tasa de interés incrementa la tasa de descuento, provocando una disminución en el valor de las acciones, y con ello un descenso general en la bolsa.

La relación inversa entre la tasa de interés y la bolsa ha permanecido inalterable, tal como lo presenta la gráfica 4, donde se observa la contraposición entre el nivel del IPC trimestral y la tasa anualizada de los Cetes a 28 días durante los últimos trece años.

GRÁFICA 4. Evolución trimestral del IPC y tasa de interés anualizada de los CETES a 28 días, 1990-2003.

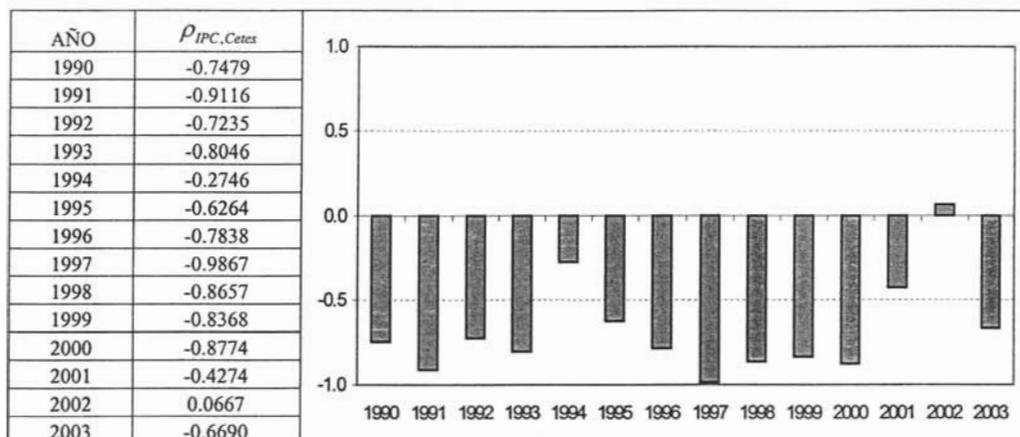


Fuente: elaboración propia con datos de INEGI, Banco de Información Económica. 1990 al 2003.

La influencia negativa de las tasa de interés en la bolsa también se puede determinar a través del coeficiente de correlación, el cual, calculado con los mismos datos y para el periodo 1990 - 2003 es de  $-0.487579262$ , lo que confirma la relación inversa entre tasas de interés y bolsa. Analizando las

correlaciones anuales se llega a la misma conclusión, pues durante todo el periodo solo hubo un año en el que se presentó una correlación positiva entre estas series, aunque muy cercana a cero, tal como lo demuestra el gráfico siguiente. La conclusión principal que se deriva de éste análisis es que se debe invertir o aumentar las posiciones en la bolsa cuando la tasa de interés baje, y realizar el proceso contrario en caso de que la tasa de interés suba.

GRÁFICA 5. *Correlación anual IPC – Tasa de interés, 1990-2003.*



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI, *Banco de Información Económica*. 1990 al 2003.

Se puede observar que la intensidad en esta relación inversa varía con el tiempo, pero en promedio es alta, por lo que se intuye que esta variable ejerce una gran influencia en el mercado de valores. Por ello es necesario analizar las variables que influyen en la determinación de la tasa de interés, con el propósito de anticiparse a los movimientos de ésta variable y poder sacar provecho de dicha información. Las variables que más influyen en la determinación del nivel de la tasa de interés, y con ello en la determinación del comportamiento de la bolsa, son la inflación, el déficit público y el tipo de cambio.

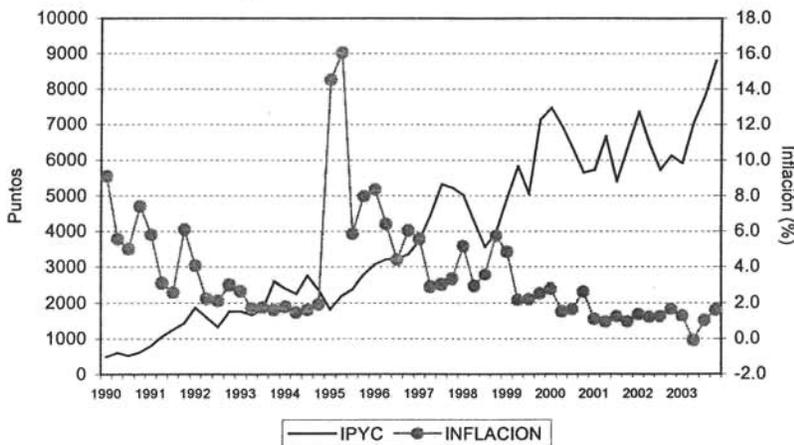
### 2.1.1.1.3 INFLACIÓN

La inflación es el aumento generalizado y sostenido de los precios de bienes y servicios durante un determinado periodo. Se mide a través de índices de precios compuestos por una cesta de los bienes y servicios más representativos de la economía. El Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) es

el principal indicador de la inflación en nuestro país, y se compone a su vez de dos subíndices correspondientes a la inflación subyacente y a la inflación no subyacente.

La relación entre inflación y bolsa es negativa, pues incrementos en la tasa inflacionaria ocasionan un descenso en la bolsa y viceversa. Pero esta relación no es directa, si no que se presenta vía variaciones en la tasa de interés, ya que por definición, la tasa libre de riesgo debe estar libre del riesgo de pérdida del poder adquisitivo de la moneda, es decir, la tasa libre de riesgo debe ser mayor a la inflación, por lo que si la inflación aumenta, las tasas de interés aumentarán también, provocando en la bolsa el efecto negativo mencionado.

GRÁFICA 6. Evolución del IPC e inflación trimestral, 1990-2003.



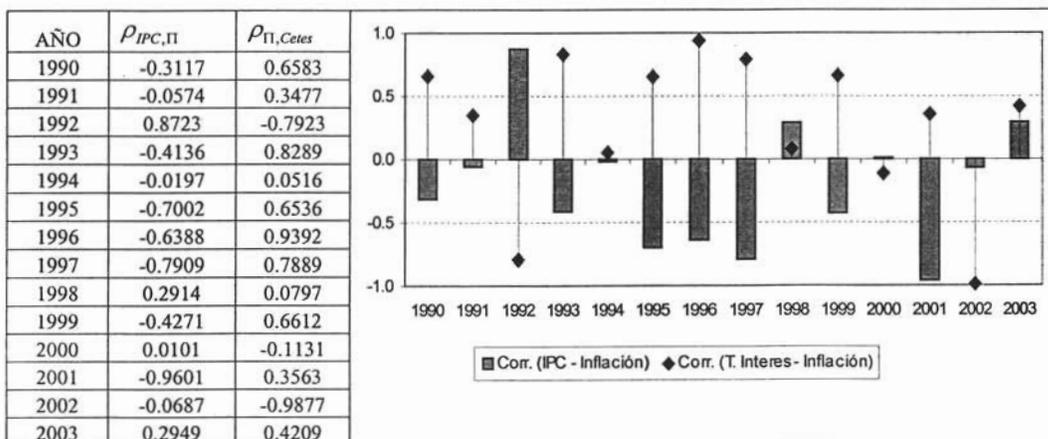
Fuente: elaboración propia con datos de INEGI, Banco de Información Económica. 1990 al 2003.

Los incrementos en la inflación afectan a las tasas de interés debido a la aplicación de ajustes en la política monetaria. Si la inflación sube, el Banxico buscará controlarla mediante los instrumentos de política monetaria, como las operaciones de mercado abierto y el corto monetario; estas medidas ocasionan un aumento en la oferta de títulos de deuda y con ello un incremento en la tasa de interés. Un alza inflacionaria puede ser causada por un aumento en la demanda agregada por encima de la oferta agregada, en cuyo caso las autoridades monetarias tienen que restringir la demanda aplicando un corto monetario. También puede presentarse debido a que la oferta de dinero sea demasiado para un nivel de demanda determinado, en cuyo caso el banco central tiene que reducir la oferta monetaria mediante las operaciones de mercado abierto.

La inflación también está asociada con escenarios de bajo crecimiento económico. Cuando la inflación es alta, el crecimiento real del PIB es bajo, e incluso negativo. Análogamente, cuando la inflación es muy baja, o existen presiones deflacionarias, el crecimiento del PIB también se ve afectado negativamente. Esta afirmación se corrobora examinando la correlación entre el PIB y la inflación trimestral, la cual es de  $-0.5138$  para el periodo de estudio. El nivel de inflación deseable es uno en donde exista estabilidad en los precios, no en el sentido de que no aumenten, sino en el sentido de que el aumento en los precios se produzca moderadamente a lo largo del tiempo.

La correlación entre el IPC y la inflación trimestral durante el periodo 1990-2003 es negativa ( $-0.4688$ ), lo que demuestra la idea de la relación inversa entre estas variables. Por otro lado, la relación directa entre la tasa de interés y la inflación queda demostrada por éste mismo indicador, el cual devuelve un valor de  $0.8781$  al ser calculado con los mismos datos y para el mismo periodo.

GRÁFICA 7. Correlación anual: IPC – inflación y tasa de interés – inflación, 1990-2003



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI, Banco de Información Económica. 1990 al 2003.

Como sucede con otras series, la correlación anual entre el IPC e inflación trimestral no es constante, sino que varía año con año e inclusive se sale de contexto en tres años (1992, 1998, 2003), pues presenta un resultado positivo en contradicción con la teoría. No obstante, la naturaleza inversa entre bolsa e inflación se mantiene como la principal constante en el periodo de estudio. A su vez, la correlación anual entre la tasa de interés (medida como el rendimiento de los Cetes a 28 días) e

inflación trimestral, durante el mismo periodo, es alta y positiva en la mayoría de los años (excepto en 1992, 2000 y 2002), lo que comprueba la existencia de una fuerte relación entre estas variables.

Dada la relación inversa entre el IPC e inflación, se puede decir que, en general, es conveniente invertir en bolsa cuando se espera una reducción en la inflación; por el contrario, es preferible limitar las posiciones en bolsa cuando se espera un alza inflacionaria considerable.

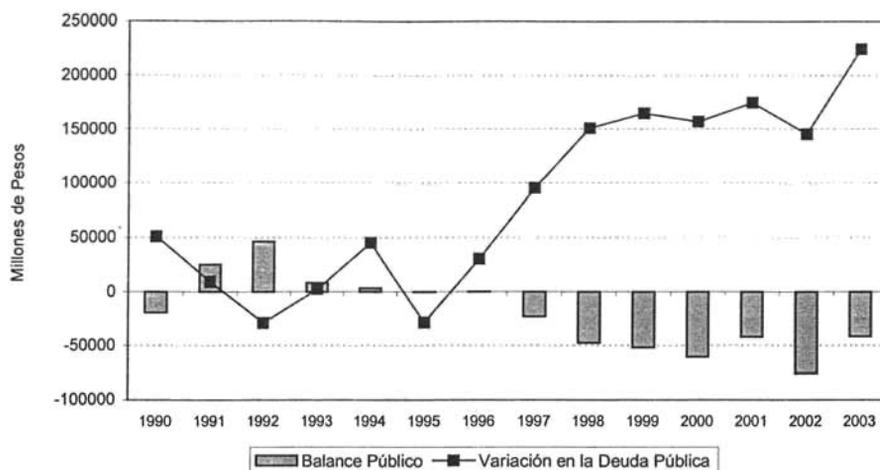
#### 2.1.1.1.4 DEFICIT PÚBLICO

Otra variable económica que afecta el comportamiento de la bolsa a través de su influencia en las tasas de interés es el saldo del balance público. El balance público se obtiene de la confrontación de ingresos y egresos del gobierno federal en un periodo dado. Si el saldo es positivo, se dice que existe un superávit; si el saldo es negativo, se dice que existe un déficit. El nivel del balance público es un rubro importante de la política fiscal del país y se determina en gran medida a través del presupuesto de ingresos y egresos de la federación, el cual es aprobado anualmente por la cámara de diputados; no obstante, comúnmente se presentan algunas divergencias durante el año, producto de variaciones no previstas entre ingresos y egresos.

El saldo del balance público es un factor determinante en el nivel de la deuda pública. Un saldo positivo en el balance (o incluso en ceros) implica una adecuada disponibilidad de fondos para el gobierno, lo que le permite hacer frente a sus obligaciones financieras sin ningún contratiempo; pero si se presenta un déficit, entonces el gobierno se ve obligado a financiar sus obligaciones por medio de la colocación adicional de títulos de deuda, lo que obviamente provoca un aumento en el nivel de deuda pública.

La afirmación anterior se corrobora examinando la gráfica 8, donde se muestra que en periodos con superávit en el balance público, las emisiones de la deuda pública se mantuvieron en un nivel bajo, llegando a presentar variaciones negativas con respecto al periodo anterior; pero cuando se presenta un déficit en el balance público, como ocurrió en los últimos años, las variaciones en el saldo de la deuda pública se disparan hacia arriba, reflejando aumentos en el nivel de emisiones de deuda durante esos años. La relación inversa entre saldo del balance público y variaciones en el nivel de deuda pública se comprueba con el resultado que arroja el coeficiente de correlación para dicho periodo (1990-2003) el cual es negativo (-0.8695).

GRÁFICA 8. Balance público anual y variación absoluta en el saldo de la deuda pública, 1990-2003.

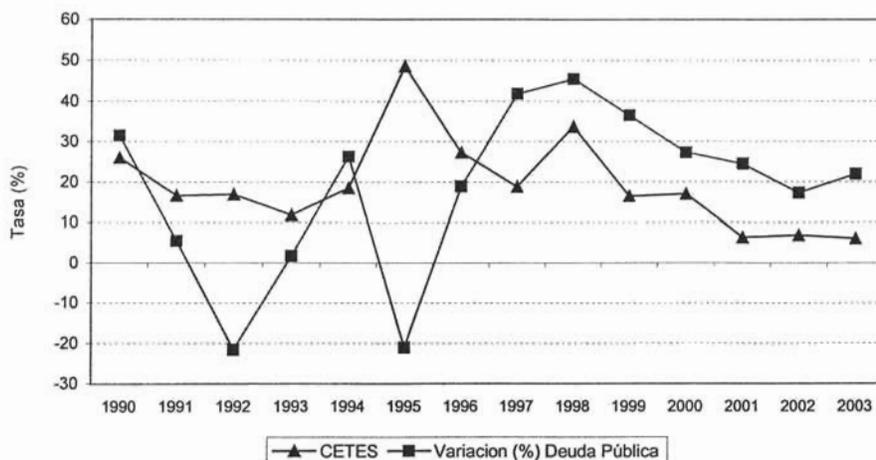


Fuente: elaboración propia con datos de INEGI, *Banco de información económica* y Banco de México, *Indicadores Económicos*, 1990 al 2003.

Un aumento en la emisión de títulos de deuda por parte del gobierno, ocasiona importantes cambios en el mercado de dinero, puesto que éste agente es el mayor emisor de estos títulos, y por tanto ejerce un monopolio virtual sobre este mercado. El aumento en la oferta de títulos de deuda ocasiona un alza en las tasas de interés, puesto que los inversionistas (el lado de la demanda en el mercado) exigen una mayor compensación por colocar más recursos en estos instrumentos, dicha compensación se les asigna en forma de una mayor tasa de interés.

La historia reciente no corrobora del todo la relación directa entre incrementos en el nivel de deuda pública y tasas de interés. Durante el periodo 1990-2003 la correlación existente entre las variaciones en el nivel de deuda y la tasa de interés de los Cetes no fue significativa (-0.1975). Tal parece, como lo muestra la gráfica 9, que durante el periodo 1990-1996 las variaciones en la tasa de interés respondían con un año de retraso a las variaciones en las emisiones de deuda. No obstante, de 1997 a 2003, las dos series parecen variar de manera conjunta, lo que se confirma con el dato de la correlación para dicho periodo: 0.8848; por ello no se descarta que durante los periodos subsecuentes estos indicadores continúen presentando un comportamiento altamente correlacionado, lo que validaría el análisis de la deuda pública como un indicador que afecta el nivel de las tasas de interés, y por ende, el nivel de la bolsa.

GRÁFICA 9. Tasa de interés anualizada de los Cetes a 28 días y variación porcentual anual en el saldo de la deuda pública, 1990-2003.



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI, Banco de información económica y Banco de México, Indicadores Económicos, 1990 al 2003.

#### 2.1.1.1.5 TIPO DE CAMBIO

El tipo de cambio es el precio al que se cotiza en la moneda local la divisa de cualquier otro país o unión monetaria; es simplemente una relación de intercambio entre monedas. El análisis del tipo de cambio del peso con respecto al dólar estadounidense es de particular interés para los analistas bursátiles, ya que se afirma que una variación positiva en este indicador, es decir, una depreciación del peso con respecto al dólar ocasiona un alza en las tasas de interés; mientras que una variación negativa, o apreciación del peso con respecto al dólar, ocasiona el efecto contrario.

La relación más estrecha entre tipo de cambio y tasas de interés se presenta en países que mantienen un tipo de cambio fijo, puesto que para mantenerlo así, deben realizar maniobras de política cambiaria que generalmente implican movimientos en las tasas de interés.

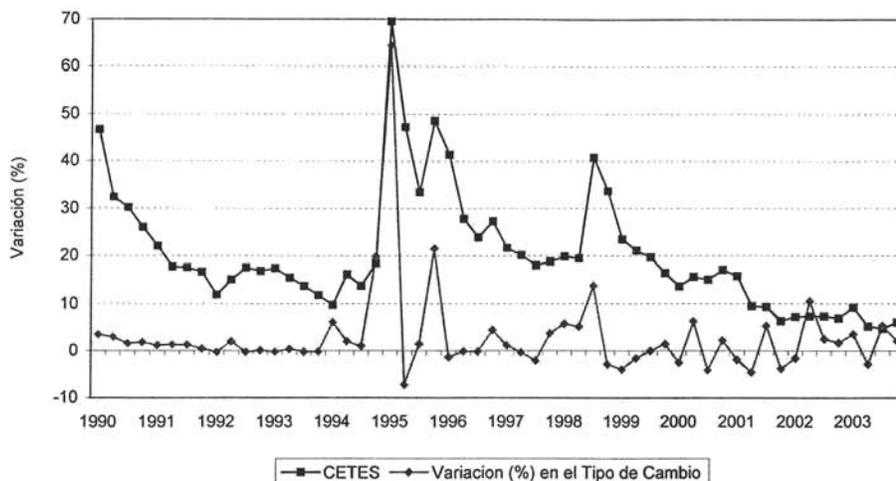
La existencia de una relación directa entre tipo de cambio y tasas de interés ha sido una constante en nuestro país durante los últimos años, a pesar de que no existe una política cambiaria que implique la adopción de un tipo de cambio fijo. En realidad, en nuestro país existió una política cambiaria de

flotación en bandas hasta diciembre del año de 1994, cuando se sustituyó por una política cambiaria de libre flotación, donde el tipo de cambio se determina libremente en el mercado de divisas como resultado de la interrelación de la oferta y la demanda. Este régimen de flotación cambiaria fue complementado por la Comisión de Cambios en agosto de 1996 mediante la adopción de dos esquemas de regulación: un mecanismo para la acumulación de reservas internacionales y un mecanismo para la venta de dólares, cuya finalidad no fue en sí mantener el tipo de cambio en un nivel determinado, sino hacer que su transición fuera menos abrupta, con lo que se proporcionó una mayor certidumbre al mercado. Estos dos esquemas fueron suspendidos en mayo y julio del 2001 respectivamente, lo que no implica que no puedan ser rehabilitados en el futuro ante nuevas presiones cambiarias. A partir de marzo del 2003 se adoptó un nuevo mecanismo para la reducción del ritmo de acumulación de reservas internacionales, lo que en esencia proporciona a la Comisión de Cambios una medida de control sobre el tipo de cambio, ya que esta puede vender dólares al mercado, provenientes de las reservas internacionales, y con ello satisfacer la demanda y disminuir las presiones cambiarias.

Todos estos argumentos mencionados sirven para justificar la afirmación de que aunque en teoría existe un régimen de libre flotación cambiaria, en la práctica, la comisión de cambios ejerce cierta influencia en la determinación del tipo de cambio, aplicando medidas como la subasta de dólares ante presiones cambiarias.

La relación entre tipo de cambio y tasa de interés es directa: ante un aumento en el tipo de cambio del peso con respecto al dólar la tasa de interés líder aumenta, mientras que un descenso en el tipo de cambio del peso con respecto al dólar ocasiona un descenso en la tasa de interés. La existencia de esta relación se confirma examinando la gráfica 10, donde se puede observar que ante variaciones positivas en el tipo de cambio corresponden variaciones positivas en la tasa de interés, y viceversa. Esta relación directa permanece inamovible aun después de la transición entre los dos tipos de política cambiaria mencionados. Aun más, el coeficiente de correlación entre las dos series, indica una correlación moderada pero positiva (0.5323) lo que confirma la afirmación anterior.

GRÁFICA 10. *Tipo de cambio trimestral del peso con respecto al dólar y tasa de interés anualizada de los CETES a 28 días, 1990-2003.*



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI, Banco de información económica y Banco de México, *Indicadores Económicos*, 1990 al 2003.

Aunque las variaciones en el tipo de cambio no parecen afectar directamente a la bolsa (la correlación entre bolsa y variaciones en el tipo de cambio es de  $-0.1536$ ), si afectan a la tasa de interés, por lo que determinar la evolución futura del tipo de cambio es una condición necesaria para la determinación del futuro nivel de la tasa de interés, y con ello la posible dirección de la bolsa en su conjunto.

### 2.1.1.2 ELABORACION DE PRONÓSTICOS

La elaboración de pronósticos con respecto al comportamiento futuro de la bolsa en su conjunto es una labor difícil, no obstante, los analistas bursátiles e inversionistas dedican mucho esfuerzo en su generación, puesto que el contar con un buen pronóstico es clave para obtener beneficios superiores. Existen varias técnicas para la generación de pronósticos, pero al final todas buscan dotar al inversionista de una expectativa razonable y concreta con respecto a la evolución esperada de la economía y/o la bolsa. En particular se busca determinar si es un buen momento para invertir en bolsa o no, a partir de los resultados del pronóstico elaborado.

Los pronósticos pueden ser generados a partir de distintos enfoques, por ejemplo, una vez identificadas las variables fundamentales que determinan el comportamiento de la bolsa, es posible realizar un

pronóstico, razonablemente bueno, incorporando la información obtenida a través de ellas por medio de un modelo econométrico estructural, que exprese a su vez, la relación existente entre la bolsa y dichas variables. También es posible elaborar modelos de pronóstico basados en el comportamiento pasado de la bolsa (modelos de series de tiempo), medido por la serie del IPC, sin embargo, un modelo de este tipo no incorpora la relación económica existente entre las variables económicas fundamentales examinadas anteriormente y la bolsa. Otro tipo de pronósticos utilizados comúnmente por los analistas son aquellos basados en el criterio, donde el analista genera una expectativa futura a partir de la percepción personal del mercado, expectativa que contiene un componente muy subjetivo, por lo que su capacidad predictiva es dudosa. También existe la posibilidad de generar pronósticos basados en el consenso de un conjunto de participantes en el mercado, como bancos y casas de bolsa, los cuales suelen publicar las expectativas generadas por sus propios departamentos de investigación.

La elaboración de pronósticos a partir de un modelo econométrico estructural es más conveniente en el corto plazo, y dado que las condiciones económicas se encuentran siempre en movimiento, sería de poca utilidad generar pronósticos para plazos mayores. Por ello, el horizonte de pronóstico abarca solo un año y es generado a partir del siguiente modelo (Véase anexo al capítulo 2 sección II):

$$IPC_t = -3.950495 VCETES_t + 9.02E-08 PIB_{t+2} + 0.941132 IPC_{t-1} + 0.012068 \Delta DP_t \quad (2.4)$$

Este modelo permite hacer pronósticos “n” periodos a futuro con la condición de contar con la información de las tres variables explicativas necesarias. Se tiene un error estándar de pronóstico de 415.80 puntos al primer periodo, el cual aumenta a medida que el pronóstico se aleja “n” periodos hacia adelante; no obstante, incorporando trimestralmente la nueva información sobre el nivel actual del IPC (para  $IPC_{t-1}$ ), es posible mantener este error en el mismo nivel.

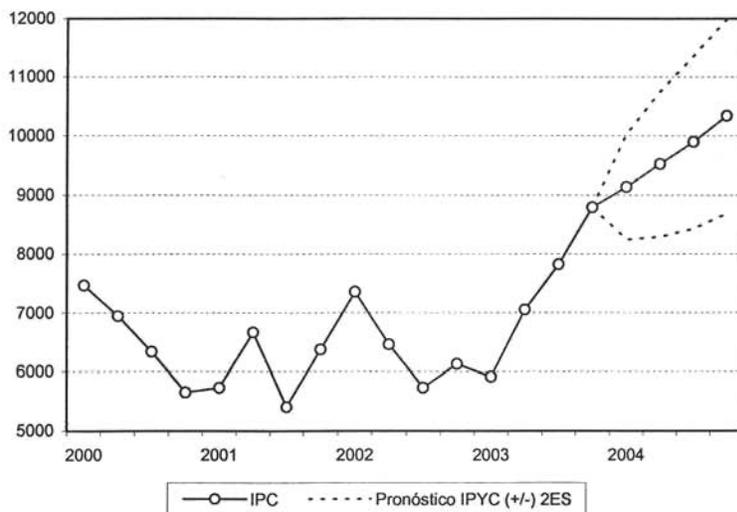
La gráfica 11 muestra el nivel del IPC en los últimos cinco años y su pronóstico para 2004, junto con el área que abarca el doble de los errores estándar (positivo y negativo) para cada trimestre del mismo año (lo que incluye un 95% del área probable sobre el posible nivel del IPC).

Es necesario considerar que los datos (*inputs*) para el pronóstico provienen de un escenario económico institucional, por lo que tienen cierto tinte optimista; un escenario más pesimista u optimista que el utilizado obviamente generaría otros valores para el pronóstico, pero en general, los resultados serían

similares, pues el consenso del mercado tiene un sesgo optimista congruente con el estimado gubernamental.

Hay varias cuestiones importantes sobre el resultado del pronóstico basado en una simulación dinámica. El nivel pronosticado del IPC a fines del 2004 es de 10342.17 puntos, lo que implica un aumento del 17.58% sobre el nivel de finales de 2003 (8795.28), por lo que un inversionista con una estrategia pasiva esperará obtener una ganancia de orden aproximado. Dada la tasa de interés nominal esperada para 2004 (6.5%), se concluye que la inversión en bolsa es la mejor opción para el año señalado. Considerando, los niveles máximo (12000.11) y mínimo (8684.24) del IPC pronosticado a diciembre del 2004, generados por los errores estándar, la ganancia máxima esperada sería del orden del 36.44%, mientras que la pérdida máxima esperada alcanzaría un -1.26 por ciento.

GRÁFICA 11. *IPC trimestral (2000-2003), pronóstico a 2004 y errores estándar.*



Fuente: estimaciones propias con datos de INEGI, *Banco de Información Económica*, 1980-2003.

## 2.1.2 ANÁLISIS SECTORIAL

El análisis bursátil debe incluir tras examinar el ambiente macroeconómico, un acercamiento al llamado análisis sectorial, en donde se asume que no todos los sectores de la economía responden en la misma magnitud y dirección que el todo; por lo que se debe identificar aquellos sectores más prometedores y evitar a los demás. Cuando un sector exhibe un débil desempeño y malas perspectivas a

futuro, las empresas que lo componen difícilmente tendrán una suerte distinta, por lo que encontrar aquellos sectores con buenas o malas perspectivas es una labor fundamental para la selección final de las empresas y acciones en las cuales invertir. Es conveniente delimitar los conceptos de sector e industria a fin de evitar confusiones, aunque económicamente ambos conceptos tienen connotaciones distintas, en el ámbito bursátil parece no ser así, pues se puede hablar indistintamente de un sector minero que de la industria minera, o del sector de servicios financieros y de la industria financiera; en general el concepto de industria, en el medio bursátil, adquiere una connotación más amplia que no se limita a aquellas actividades que implican la transformación de materias primas en productos finales.

CUADRO 1. *Clasificación sectorial y ramas de actividad económica en la BMV, 2003.*

Sector	Ramo	No. de Emisoras
I. Extractivo	1. Mineras	3
II. Transformación	2. Industrias químicas	5
	3. Celulosa y papel	3
	4. Industria siderúrgica	4
	5. Industria metalúrgica	
	6. Productos de metal	2
	7. Industria electrónica	1
	8. Maquinaria y equipo de transporte	2
	9. Alimentos, bebidas y tabaco	23
	10. Textil, vestido y cuero	3
	11. Imprenta y editorial	2
	12. Minerales no metálicos	1
	13. Otras industrias de la transformación	2
	III. Construcción	14. De la construcción
15. Industria cementera		4
16. Materiales de la construcción		2
17. Vivienda		3
IV. Comercio	18. Casas comerciales	24
V. Comunicaciones y Transportes	19. Comunicaciones	11
	20. Transportes	2
VI. Servicios	21. Bancos, casas de bolsa, seguros, fianzas y grupos financieros	25
	22. Otros servicios	7
VII. Varios	23. Controladoras	14
	24. Otros	1

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores.

La clasificación sectorial más aceptada en nuestro país es determinada por el INEGI, la cual fue conformada con propósitos analíticos y para integración de la contabilidad nacional. En el ámbito bursátil, la clasificación sectorial utilizada es muy similar a la oficial, pues se incluyen todas las ramas y sectores de actividad económica dentro de los cuales encuadran todas las empresas emisoras existentes en el mercado. En general, la clasificación sectorial utilizada en la BMV solo difiere de la

oficial en el número de sectores incluidos, ya que se excluye el sector primario y servicios comunales, sociales y personales y se incluye un adicional denominado “varios”; el número de ramas y su ordenación también es distinto. No obstante, para propósitos analíticos, ambas clasificaciones son equivalentes y comparables. La agrupación sectorial facilita la determinación de los factores económicos comunes que influyen a cada sector, así como el realizar comparaciones entre las empresas que los integran, comparaciones que pueden realizarse inclusive a nivel internacional.

“Analizar un ramo industrial supone examinar aspectos tales como la composición y las características básicas del sector, las principales variables económicas y de operación determinantes del desempeño del ramo y las perspectivas que éste ofrece.”<sup>10</sup> También es necesario examinar el desempeño sectorial a nivel bursátil, pues no todos los sectores de la economía tienen un representante en la bolsa, y más aun, no todas las empresas participantes de un sector determinado cotizan en el mercado, y puesto que aquellas que si lo hacen son en las que finalmente se habrá de invertir, el análisis sectorial se debe enfocar, en ultima instancia, en sectores bursátiles más que económicos, pero sin hacer a un lado el comportamiento económico-sectorial de manera global. Con esta idea en mente, el análisis sectorial se realiza sobre tres aspectos: económicos, estratégicos y bursátiles.

### 2.1.2.1 ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico sectorial implica la delimitación de una idea concisa sobre el escenario económico global y su influencia particular en cada uno de los sectores o ramas de actividad. Dicha idea se fundamenta en el análisis coyuntural y de las perspectivas a futuro de cada sector, así como del grado de dependencia o sensibilidad de cada sector ante variaciones en el escenario económico. Se trata en general, de examinar cual será la respuesta de cada industria ante las variaciones del ambiente económico, variaciones que en primera instancia son producto de movimientos en las principales fuerzas económicas y que pueden afectar de manera distinta a cada uno de los sectores.

La evaluación de la situación actual de cada uno de los sectores económicos se puede llevar a cabo a través de un análisis prospectivo, en el que se identifiquen los factores económicos y estructurales que determinan su dinámica actual. Dicho análisis incluye la identificación de las variables que inciden directamente en el funcionamiento del sector, tales como la infraestructura que necesita, el clima,

---

<sup>10</sup> Gitman, Lawrence J. *Fundamentos de inversión*, Oxford University, Harla, México, 1997, p. 256.

mercado, empleo, riesgos estructurales implícitos, carga fiscal, requerimiento de nuevas inversiones, dependencia respecto a otras industrias y grado de integración con las mismas, importaciones y exportaciones, grado de avance tecnológico y competitividad, entre otras. Una vez evaluada la incidencia de cada una de estas variables en cada sector en particular, es conveniente detectar las fortalezas, riesgos y perspectivas que pudieran presentar, con el propósito de identificar aquellos sectores que tienen una mejor panorámica de expansión.

#### 2.1.2.1.1 CICLICIDAD

La economía experimenta de manera recurrente periodos de expansión y contracción, la magnitud y duración de dichos ciclos puede presentarse de manera irregular. Este patrón recurrente de recesión y recuperación es el llamado ciclo económico.<sup>11</sup> A lo largo de su evolución temporal, este ciclo puede presentar tres condiciones distintas; una etapa de recuperación o expansión, caracterizada por el aumento de la actividad económica y el crecimiento de la bolsa; una etapa de declinación o recesión, donde la actividad económica disminuye y la bolsa presenta comúnmente pérdidas recurrentes y una etapa de incertidumbre en donde no se puede apreciar una tendencia definida en el rumbo de la actividad económica general. Adicionalmente existen puntos de inflexión en el ciclo (picos y valles), que son espacios en los que se pasa de una situación de auge a una de recesión, y viceversa.

Como se vio anteriormente, el comportamiento de la economía en general afecta de manera determinante el desempeño de la bolsa. Pero si bien las condiciones del ciclo económico o ciclo de los negocios<sup>12</sup> afectan a la bolsa en su conjunto, no ocurre lo mismo a nivel sectorial. Los distintos sectores económicos no responden de manera homogénea ante variaciones de la actividad económica general, incluso existen sectores a los que no parecen afectar dichas variaciones. El grado en que determinado sector es afectado por los movimientos del ciclo económico general se conoce comúnmente como ciclicidad. Cada sector puede encuadrarse en una categoría de clasificación cualitativa de acuerdo a su grado de ciclicidad en: sectores cíclicos (o pro-cíclicos), acíclicos (o defensivos) y contracíclicos (o anti-cíclicos).

---

<sup>11</sup> *Ibid.*, p. 306.

<sup>12</sup> En la literatura financiera la denominación de ciclo de los negocios proviene de la traducción del concepto inglés “*bussines cycle*”, que se refiere a las etapas de auge y recesión de mediano plazo que experimenta la economía, y que mantiene el mismo significado que “ciclo económico” comúnmente utilizado en economía. No obstante se debe tener cuidado en su utilización, pues existen distintos tipos de ciclo económico, como el ciclo largo de Kondratieff (en el largo plazo) y las variaciones cíclicas estacionales (en el corto plazo), además del llamado ciclo de liquidez. Véase Heyman, Timothy. *Inversión en la globalización*, BMV, Milenio, IMEF, ITAM, México, 1998, cap. 4, pp. 75-102.

Una visión acertada sobre la evolución del ciclo económico se puede obtener mediante el análisis de descomposición de series de tiempo, con el cual es posible separar el ciclo económico general de los demás elementos de la serie del PIB, facilitando su comparación con las series sectoriales y ayudando con ello en la determinación del grado de ciclicidad que cada sector ha presentado en el pasado, proporcionando a su vez información de utilidad sobre su comportamiento esperado en el futuro. (Véase anexo al capítulo 2, sección III).

#### 2.1.2.1.1.1 SECTORES CÍCLICOS.

Los sectores cíclicos son aquellos que siguen un comportamiento muy similar al de la economía en general; presentan altas variaciones positivas cuando la economía se encuentra en un periodo expansivo, pero también decaen cuando a la economía le va mal. Su ciclicidad se debe a que son industrias con productos que no son de consumo inmediato, por lo que su adquisición se puede posponer, acción que los consumidores realizan ante un mal ambiente económico. Por el contrario, cuando la economía mejora, los consumidores comienzan a comprar estos productos, aumentando con ello la demanda y las ventas. La situación ideal para invertir en estos sectores se da cuando se espera que la economía presente un repunte, con lo cual arrastrará positivamente el desempeño de estos sectores. En la BMV los sectores que presentan comportamientos cíclicos son el sector comercio ( $\rho_{CE,CS} = 0.5682$ ) y el sector de comunicaciones y transportes ( $\rho_{CE,CS} = 0.6452$ ).

#### 2.1.2.1.1.2 SECTORES ACÍCLICOS.

Los sectores acíclicos o defensivos son aquellos que son menos afectados por las recesiones y adversidades en el ciclo económico, pero que tampoco reaccionan con fuerza ante mejoras y bonanzas en la actividad económica. La causa de su comportamiento acíclico se debe a que se trata de industrias cuyos productos cubren, en su mayoría, necesidades básicas de la población, por lo que su adquisición no se puede posponer y por ello su demanda se mantiene a pesar de las variaciones de ciclo económico. Los inversionistas que buscan disminuir el riesgo de sus portafolios durante condiciones económicas adversas suelen reorientar sus recursos hacia este tipo de sectores, pues les ofrecen una especie de defensa cuando los sectores cíclicos están cayendo de manera pronunciada. En la BMV este tipo de

sectores esta representado por el sector transformación ( $\rho_{CE,CS} = 0.0437$ ), el de servicios ( $\rho_{CE,CS} = 0.3472$ ), el sector de varios ( $\rho_{CE,CS} = 0.1161$ ) y el de industrias extractivas ( $\rho_{CE,CS} = 0.0865$ ).

#### 2.1.2.1.1.3 SECTORES CONTRACICLICOS.

En la economía también pueden existir sectores y/o ramas de actividad que presentan un comportamiento contrario al del ciclo económico general, dichos sectores son los llamados contracíclicos. Estos sectores parecen subir cuando la economía se encuentra en recesión y bajar cuando hay un periodo de auge. Aunque son muy raros los casos en que esto ocurre, identificarlos e invertir en estos sectores puede proporcionar al inversionista que predice una caída en el ciclo económico, una oportunidad de obtener ganancias cuando el mercado en general presentará pérdidas. En la BMV parece existir solo un sector con un ligero comportamiento contracíclico: el sector construcción ( $\rho_{CE,CS} = -0.0243$ ).<sup>13</sup>

#### 2.1.2.2 ANÁLISIS ESTRATÉGICO

La identificación de los factores económicos que determinan el desempeño actual de un sector en particular no es suficiente para conformar una expectativa futura sobre el mismo. El ritmo del ciclo económico sectorial es igualmente insuficiente para conocer con certeza el estado futuro inmediato de las industrias. La evolución del entorno económico sectorial no es constante, sufre varios cambios a lo largo del tiempo, dichos cambios pueden ser factores determinantes en el desempeño futuro del sector, por ello es necesario no solo conocer cuales son los factores económico-sociales que afectan el comportamiento industrial, sino también como están relacionados y cual es su dirección. El estudio de estos aspectos se lleva a cabo a través del llamado análisis estratégico, el cual comprende una metodología de pasos para llevar a cabo una exploración sectorial exhaustiva y de manera individual, que permite generar una visión completa del entorno sectorial y su dinámica, a la que están expuestas las compañías que lo conforman. El también llamado análisis industrial y competitivo trata del estudio

---

<sup>13</sup> Teóricamente el sector construcción debería presentar un comportamiento altamente cíclico, ya que esta compuesto de ramas de actividad económica que son fuertemente golpeadas en épocas de recesión, y muy beneficiadas en cuanto la economía entra en periodos de auge. Sin embargo, examinando la realidad mexicana, se puede identificar la presencia de una externalidad económica producto de la política económica expansiva del gobierno en los ramos de vivienda e infraestructura urbana y carretera, hecho que desde inicios de los noventa impacto positivamente el desarrollo del sector construcción, manteniendo dicho auge incluso durante los periodos recesivos subsecuentes, ello explica el carácter contracíclico determinado mediante el análisis de correlación.

de siete aspectos industriales por medio de siete pasos analíticos formulados acertadamente por Thompson y Strickland:

- “ • Identificar las principales características económicas del ambiente industrial.
- Identificar/evaluar las fuerzas motrices.
- Evaluar la fuerza de la competencia.
- Evaluar las posiciones competitivas de las compañías en la industria.
- Predecir quién dará probablemente los siguientes pasos competitivos y cuales serán éstos.
- Identificar con precisión los factores clave del éxito.
- Sacar conclusiones acerca del atractivo de la industria en general.”<sup>14</sup>

La visión sectorial generada por el estudio de estos aspectos permite conocer con mayor certeza cuales son las industrias que crecerán en el futuro y cuales decaerán, dada la acción y magnitud de las fuerzas industriales y competitivas identificadas.

### 2.1.2.3 ANÁLISIS BURSÁTIL

Además del análisis de los factores económicos y del entorno competitivo de la industria, es necesario realizar un análisis del desempeño sectorial a nivel del mercado bursátil. Los resultados arrojados por el análisis económico y estratégico deben complementarse con el análisis de los aspectos cuantitativos a nivel del mercado de valores. Por lo general, un sector que presenta excelentes resultados en términos económicos y buenas perspectivas a nivel estratégico, presentará un buen desempeño en el mercado. El desempeño sectorial puede ser medido por variables como el valor de capitalización, rendimientos y riesgos históricos, y a través de los múltiplos sectoriales. Esta información cumple con la función primordial de proporcionar al inversionista los parámetros de mercado necesarios para la realización de ejercicios comparativos a nivel histórico y entre mercados.

### 2.1.3 ANÁLISIS DE LA EMPRESA

Uno de los aspectos más importantes para el análisis fundamental es determinar cuáles son las mejores empresas para invertir. La visión sectorial del análisis fundamental puede indicar cuáles son las

industrias con mejores perspectivas de crecimiento, pero asume que todas las empresas pertenecientes al sector presentarán un comportamiento similar. En la realidad, las empresas de una misma industria pueden presentar comportamientos distintos, pues no todas se desenvuelven ni actúan de la misma forma en el mercado. Por ello es necesario determinar cuáles son las empresas que presentan mejores perspectivas para la inversión en acciones, objetivo que puede alcanzarse a través del análisis de los aspectos más importantes de las mismas. Estos aspectos pueden clasificarse en cualitativos, que cubren aspectos como la misión, objetivos y estrategias, y en cuantitativos, como los aspectos contables y de análisis financiero y bursátil.

El análisis de la empresa representa el penúltimo paso antes de llegar a la decisión de inversión final, que consiste en la selección de una o más series accionarias de las compañías analizadas. De la selección apropiada de un conjunto de empresas ganadoras, dependerá el posible desempeño positivo que llegasen a presentar las acciones que conformen el portafolio final del inversionista. El análisis de la empresa se fundamenta en el supuesto de que si a la empresa le va bien, la bonanza se traducirá en una mejor cotización para sus acciones.

#### 2.1.3.1 ANÁLISIS CUALITATIVO

El primer conjunto de factores empresariales que deben analizarse para llegar a una selección correcta de las empresas en las cuales se habrá de invertir, trata de los aspectos cualitativos que afectan el desempeño de la empresa. Estos aspectos determinan en gran parte la vida corporativa de estas entidades, ya que representan la base sobre las que se construyen, tales como la misión, la visión y objetivos. Otros aspectos como las estrategias que formula y aplica la parte administrativa de las empresas, así como su propio desempeño, determinan en gran medida el éxito corporativo. La posición estratégica global de la empresa es también un factor de importancia en su desempeño actual y futuro, esta puede determinarse mediante el análisis estratégico, particularmente mediante la construcción de la matriz de debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas (DOFA).

#### 2.1.3.2 ANÁLISIS CUANTITATIVO

---

<sup>14</sup> Thompson, Arthur y A. J. Strickland III. *Dirección y administración estratégicas*, Addison-Wesley Iberoamericana, México, 1994, p. 64.

El análisis cuantitativo es la otra vertiente del análisis de la empresa y a la que más atención se le ha prestado por considerar los aspectos financieros fundamentales de la misma, aspectos que son factibles de medirse o cuantificarse. El análisis cuantitativo se centra en dos aspectos, la evaluación contable de la empresa y del comportamiento de sus acciones en el mercado. La evaluación financiera se realiza mediante el análisis de los principales estados financieros y con la proyección de sus rubros más importantes; mientras que el comportamiento de las acciones en el mercado se evalúa comúnmente en función de los llamados múltiplos bursátiles. El estudio de estos aspectos conforma el esquema general del análisis cuantitativo de la empresa, cuyo fin es proporcionar una visión del estado financiero de la empresa y que junto con la evaluación de los aspectos cualitativos, proporciona a los inversionistas las bases para la toma de decisiones finales sobre el destino de su inversión.

#### 2.1.3.2.1 MÚLTIPLOS BURSÁTILES

Los múltiplos bursátiles o ratios bursátiles son razones, que se caracterizan por confrontar siempre un indicador del mercado con un elemento financiero o contable. “Estas razones le hacen saber al inversionista, con gran exactitud, que proporción de las utilidades totales, los dividendos y el capital le corresponden por cada acción.”<sup>15</sup> Los múltiplos permiten evaluar de manera rápida y concreta el desempeño de una acción, además de ser los indicadores más accesibles de todo el entorno bursátil. Se pueden agrupar en tres categorías: múltiplos del precio, de la EBITDA<sup>16</sup> y de los dividendos.

- Múltiplos del precio:

P/U. Muestra el número de años en que la utilidad por acción (a 12 meses) tardara en cubrir el precio de mercado. En general, se prefieren múltiplos P/U bajos (cerca de uno), asumiendo que posteriormente tenderá a subir dado que la acción no se encuentra sobrevaluada. Se determina por:

$P/U = \text{Precio de mercado de la acción} / \text{Utilidad por acción}$ .

<sup>15</sup> Gitman, Lawrence J., *op. cit.*, p. 270.

<sup>16</sup> La EBITDA (Earnings before interest and taxes, depreciation and amortization) es el equivalente de la utilidad antes de impuestos, intereses, depreciación y amortización; comúnmente asociada con la utilidad de operación. Se le utiliza como indicador financiero universal dado su carácter equivalente a nivel internacional que facilita realizar comparaciones contables entre empresas a ese mismo nivel.

P/EBITDA. Múltiplo que indica el número de años en que el flujo operativo por acción cubrirá su precio de mercado. Nuevamente se prefieren múltiplos cercanos a uno, factor indicador de que la acción no esta sobrevaluada.

$$P/EBITDA = \text{Precio de mercado de la acción} / \text{EBITDA por acción}$$

P/VL. Este múltiplo muestra la relación entre el precio de mercado de la acción y su valor en libros. Refleja las veces en que esta valuado el capital y se prefieren múltiplos por debajo o sobre uno, pues entre más alto sea el múltiplo, mayor sobrevaluación de la acción existirá.

$$P/VL = \text{Precio de mercado de la acción} / \text{Valor en libros por acción.}$$

P/V. El múltiplo Precio / Ventas, relaciona el precio de mercado de la acción con las ventas por acción realizadas en el periodo. Cuanto menor sea el valor del múltiplo, menos probabilidad habrá de que la acción este sobrevaluada.

$$P/V = \text{Precio de mercado de la acción} / \text{Ventas anuales por acción.}$$

- Múltiplos de la EBITDA:

FV/EBITDA. Este múltiplo crea un lazo entre el valor de la firma<sup>17</sup> y el flujo operativo, reflejando la rentabilidad de este ultimo tomando en consideración sus pasivos, ya que una parte del flujo se puede destinar al servicio de la deuda. Determina el número de años que tendrán que pasar para que el flujo operativo cubra la inversión total.

$$FV/EBITDA = \text{Valor de la firma} / \text{EBITDA.}$$

Margen EBITDA. Múltiplo que indica el porcentaje que representa la EBITDA de las ventas totales. Un múltiplo alto indica que la emisora trabaja eficientemente con costos y gastos bajos.

$$\text{Margen EBITDA} = \text{EBITDA} / \text{Ventas totales.}$$

Cobertura de intereses. Es la relación entre los intereses a cargo y la EBITDA y que muestra la cobertura que tiene la empresa para el pago de pasivos. Muestra de una manera rápida cuales son las empresas que tienen problemas con el servicio de su deuda, es decir, las que tengan un valor alto.

---

<sup>17</sup> El valor de la firma (*Firm Value*) es la suma del valor de mercado de todas las acciones en circulación, más los pasivos con costo, más la participación o capital minoritario en otras empresas, menos el efectivo disponible e inversiones de corto plazo y líquidas.

Cobertura de intereses = intereses a cargo / EBITDA.

- Múltiplos de los dividendos:

Pay-Out o ratio de distribución de dividendos. Mide la proporción de utilidades que es repartida como dividendos entre los accionistas. La diferencia con la unidad representa la proporción de beneficios que son reinvertidos en la empresa.

Pay-Out = Dividendos por acción / Utilidad por acción.

Dividen Yield o rentabilidad de los dividendos. La rentabilidad por dividendos es simplemente el valor del dividendo esperado en proporción al precio de la acción.

Dividen Yield = Dividendo esperado / Precio de la acción.

Al igual que con las razones financieras, los múltiplos se calculan con el propósito de evaluar a la empresa, en particular a sus acciones, no obstante un análisis global no estará completo si no se confrontan estos resultados con las demás empresas del sector, tratando de encontrar empresas con razones y múltiplos con mejores niveles que las demás, y que por ello ofrezcan mejores oportunidades para la inversión en acciones.

#### 2.1.4 ANÁLISIS DE LA ACCIÓN

El carácter descendente del análisis fundamental en su enfoque *Top-Down*, finaliza con la selección de acciones en las cuales invertir, a partir del conjunto de empresas con expectativas de crecimiento previamente seleccionadas. En el análisis de la acción la actividad principal consiste en encontrar acciones minusvaloradas por el mercado, o con perspectivas de una mayor revalorización. Para lograrlo se hace una diferenciación entre precio y valor de la acción, donde el precio es el que se determina en el mercado por las fuerzas de oferta y demanda, mientras que el valor de dicha acción, su valor verdadero o valor intrínseco, puede ser determinado por el analista mediante diversas técnicas.

Es importante señalar que el precio de la acción no es necesariamente igual a su valor intrínseco, hecho que posibilita la determinación del estado actual de la acción, pudiendo resultar que se encuentra subvaluada, en precio, o sobrevaluada. La regla de inversión aplicable afirma que para obtener ganancias de capital es necesario comprar la acción cuando se encuentra subvaluada, y

alternativamente realizar una venta en corto cuando se encuentra sobrevaluada. No obstante, para que dicha ganancia pueda ser realizada, no es suficiente con determinar el valor intrínseco de la acción, es necesario que sea el correcto, situación ya de por sí difícil, y se requiere que el analista que lo determinó sea el primero en hacerlo, de lo contrario el mercado ya habrá descontado en el precio el verdadero valor. Pero las dificultades no terminan aquí, además es necesario que el mercado reconozca realmente el valor real de la acción y que actué en consecuencia para volver a estabilizar la oferta y demanda hasta el nivel adecuado, es decir, hasta alcanzar un precio coherente con el valor intrínseco calculado.

Una tarea alterna a realizar en el marco del análisis de la acción, lo constituye el estudio de su comportamiento en el mercado, mismo que tradicionalmente se ha determinado en función de los múltiplos bursátiles, y más recientemente a través del análisis de los coeficientes de sensibilidad: el alfa y la beta, indicadores emanados de los estudios en teoría de carteras, particularmente del CAPM.

## **CAPÍTULO 3. OPTIMIZACIÓN Y SELECCIÓN DE CARTERAS**

### **3.1 ELEMENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y SELECCIÓN DE CARTERAS EFICIENTES**

La formación de un portafolio de inversión no solo depende de la selección de activos a incluir, también es necesario determinar que porción de los recursos disponibles es conveniente invertir en cada uno de los activos seleccionados. La tarea de seleccionar los activos convenientes se realiza aplicando los elementos del análisis fundamental u otra estrategia de inversión, mientras que la tarea de distribución de los recursos a invertir se puede realizar de manera arbitraria, o bien, aplicando una metodología científica: la optimización de carteras.

La optimización de carteras es un concepto que va de la mano con la diversificación, noción mejor conocida por los inversionistas. Con la diversificación se busca reducir el nivel de riesgo de la inversión, pues se tiene la idea de que al colocar recursos en distintos activos las posibles variaciones negativas en uno de ellos se pueden compensar por las variaciones positivas en otro. Tradicionalmente la diversificación se realizó de manera intuitiva, es decir, de acuerdo a las preferencias y opiniones subjetivas del inversionista; pero a partir del trabajo elaborado por Harry Markowitz, el proceso de diversificación adquirió un sustento teórico que sirvió de base para la aplicación de las técnicas de optimización de carteras, y preparó el camino para nuevos estudios en la economía financiera.

En este contexto, el conocimiento y aplicación de los elementos necesarios para la construcción de carteras óptimas, así como para la selección final entre una de ellas, es una tarea imprescindible para el inversionista actual. En las páginas siguientes se realiza una exposición de los elementos necesarios para el proceso de optimización y selección de carteras eficientes, pero constreñida al caso específico en el que las carteras están constituidas exclusivamente por acciones, ya que aunque es posible obtener una mejor combinación riesgo-rentabilidad mediante la inclusión de un activo libre de riesgo, la inclusión de este elemento cae fuera de los objetivos del presente trabajo.

#### **3.1.1 EL CRITERIO DE LA MEDIA – VARIANZA**

En el mundo real, los inversionistas se enfrentan a un conjunto de decisiones de inversión condicionadas por varios factores económicos, sociales, políticos, etc., el grado de influencia de estos factores determinan en última instancia la decisión final del inversionista. Considerar el conjunto de todos estos factores cuando se pretende analizar el comportamiento de los inversionistas representaría

la opción más correcta, sin embargo, esta tarea sería difícilmente lograda y por demás imposible, debido a la gran cantidad de factores y a que los inversionistas no consideran de manera homogénea el impacto de cada factor. No obstante, el análisis se simplifica considerando que existen solo algunos factores primordiales y de consideración general, que inciden directamente en las decisiones de inversión de todos los inversionistas.

Las decisiones de inversión se limitan a solo un determinado conjunto del universo posible, a este conjunto pertenecen las decisiones eficientes, mientras que las alternativas restantes se consideran ineficientes. Un criterio de selección de inversiones eficientes que considera solo dos factores como los responsables de las decisiones de inversión es el llamado criterio de la media - varianza (CMV).

El criterio de la media-varianza supone que los inversionistas toman sus decisiones considerando solo los dos primeros momentos de la variable aleatoria que representa los rendimientos, es decir, el rendimiento esperado y la varianza.<sup>18</sup> Bajo este criterio, los inversionistas determinan sus alternativas de inversión considerando solo el rendimiento que esperan obtener por invertir en determinado activo y el riesgo que implica dicha inversión. Si un instrumento ofrece mayor rendimiento que otro, no es condición suficiente para invertir en él, también es necesario considerar el nivel de riesgo que se corre al realizar dicha inversión. Formalmente, el CMV afirma que un inversionista preferirá invertir en determinado activo A en vez de un activo B si:

- El rendimiento esperado de A es mayor o igual al de B y la varianza de A es menor a la de B:  
$$E(R_A) \geq E(R_B) \quad \text{y} \quad \sigma^2(R_A) < \sigma^2(R_B)$$
- El rendimiento esperado de A es mayor al de B y la varianza de A es menor o igual a la de B:  
$$E(R_A) > E(R_B) \quad \text{y} \quad \sigma^2(R_A) \leq \sigma^2(R_B)$$

De estos supuestos, se desprende la necesidad de determinar el rendimiento esperado y la varianza de las distintas alternativas de inversión disponibles en el mercado, tanto a nivel de activos individuales, como considerados en un conjunto o portafolio.

### 3.1.2 RENDIMIENTO Y RIESGO DE LOS VALORES INDIVIDUALES

Los instrumentos del mercado de capitales, en particular las acciones y CPO's, no otorgan un rendimiento cierto como en el caso de los instrumentos de deuda, por lo que no se puede conocer con certeza el rendimiento o pérdida que otorgarán al final del periodo de posesión estipulado. Por ello, en el caso de estos instrumentos es conveniente diferenciar entre rentabilidad a posteriori y a priori, donde la rentabilidad a posteriori o histórica se determina mediante:

$$R_{it} = \frac{P_{it} - P_{it-1} + D_{it}}{P_{it-1}} \quad (3.1)$$

Donde:  $R_{it}$  es el rendimiento histórico obtenido por el activo  $i$  al momento  $t$ .

$P_{it}$  es el precio de venta de la acción al momento  $t$ .

$P_{it-1}$  es el precio de compra la acción en  $t-1$ .

$D_{it}$  es el dividendo otorgado durante el periodo de posesión.

La determinación del rendimiento que se espera obtener al realizar una inversión en acciones, implica el inferir sobre su estado futuro, y puesto que "bajo condiciones de riesgo, los resultados de cada acción no son conocidos con certeza, deben representarse mediante una distribución de probabilidades, que en última instancia no es más que una lista de todos los resultados posibles junto con sus respectivas probabilidades de ocurrencia."<sup>19</sup> Los rendimientos posibles corresponden a los rendimientos que se esperan obtener de acuerdo a distintos escenarios económicos o estados de la naturaleza, mientras que las probabilidades pueden determinarse bien sea de forma objetiva o de manera subjetiva, para cada uno de esos mismos estados.

El conocer la rentabilidad a priori de una acción, implica la determinación de su rendimiento esperado, el cual no es más que la esperanza matemática de los rendimientos determinados para cada escenario (s) ponderados por su probabilidad de ocurrencia (p). De manera general, el rendimiento esperado de un activo esta dado por:

---

<sup>18</sup> Messuti, Domingo J., Víctor Adrián Álvarez y Hugo Román O Graffi. *Selección de inversiones*, Macchi, Buenos Aires, Argentina, 1992, p. 220.

<sup>19</sup> *Ibid.*, p.175.

$$E(R_i) = \sum_{s=1}^S R_{is} p_{is} \quad (3.2)$$

Donde:  $E(R_i)$  es el rendimiento esperado del activo  $i$ .

$R_{is}$  es el rendimiento del activo  $i$  para cada escenario  $s$ .

$p_{is}$  es la probabilidad asociada con los rendimientos para cada escenario  $s$ .

Aunque teóricamente este sería el método más correcto para determinar el rendimiento esperado, su aplicación resulta ser bastante complicada, pues implica generar las probabilidades y posibles rendimientos de cada una de las acciones que interesan al inversionista para cada uno de los escenarios posibles. Esto da lugar a que se presenten mayores errores de estimación, pues aunque las probabilidades pueden determinarse objetivamente mediante la construcción de distribuciones probabilísticas a partir de datos históricos, la determinación de los rendimientos para cada escenario se realiza comúnmente de manera subjetiva. Por ello, es más conveniente recurrir a otro método de estimación. “Una forma alternativa de estimar el rendimiento esperado de un activo o cartera es utilizar una serie de datos pasada para calcular el rendimiento medio que se ha producido durante el periodo disponible y emplearlo como estimación del rendimiento medio o esperado para el futuro.”<sup>20</sup> Siguiendo esta metodología, el rendimiento esperado se calcula como un promedio simple o media aritmética de los rendimientos históricos:

$$E(R_i) = \bar{R}_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N R_i \quad (3.3)$$

La longitud de la serie compuesta de los  $N$  rendimientos periódicos queda a elección del inversionista, pero es habitual considerar una serie larga. Una vez determinado el rendimiento esperado de una inversión, se esta en posibilidad de estimar su varianza, o riesgo que implica realizar dicha inversión.

El nivel de riesgo implícito de una inversión, se define como la dispersión de los resultados con respecto a su media. En particular el riesgo de mercado, se refiere a la dispersión de precios con respecto al precio promedio observado. Tradicionalmente la medida de riesgo más utilizada es la varianza, la cual proporciona una medida de la dispersión de los rendimientos alrededor de la media.

<sup>20</sup> Marín, José M. *Economía Financiera*, Antoni Bosch, España, 2001, p. 205.

Para el caso en el que se utilizan escenarios para determinar el rendimiento esperado, la varianza de un determinado activo  $i$  se expresa como:

$$\sigma_i^2 = \sum_{s=1}^s p_s [R_{is} - E(R_i)]^2 \quad (3.4)$$

Expresión que simplemente afirma que la varianza es igual a la suma del cuadrado de todas las desviaciones de los rendimientos de cada escenario con respecto al rendimiento esperado, y multiplicadas por sus respectivas probabilidades de ocurrencia. De manera análoga al caso del rendimiento esperado, existe una alternativa para calcular la varianza si no se quieren utilizar escenarios, se trata simplemente de calcular la varianza a partir de la dispersión de los rendimientos históricos, pero en este caso se utiliza una varianza muestral expresada como:

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N [R_{in} - E(R_i)]^2 \quad (3.5)$$

La varianza determina el grado de dispersión los rendimientos, pero los resultados que de ella emanan no son directamente comparables entre distintos activos, por lo que comúnmente se utiliza la desviación estándar como la medida de riesgo alternativa. La desviación estándar normaliza el nivel de riesgo de los activos analizados, por lo que es posible realizar comparaciones entre ellos de forma directa. La desviación estándar o desvío típico de un determinado activo  $i$  se define simplemente como:

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma_i^2} \quad (3.6)$$

Es decir, la desviación estándar es la raíz cuadrada de la varianza. Estas dos medidas son las más utilizadas para medir el riesgo de cualquier activo individual, pero no aplican en el caso más realista en que los inversionistas colocan sus recursos en más de un activo; por ello la extensión de estas medidas de riesgo al caso de portafolios constituidos por dos o más activos, al igual que la determinación del rendimiento esperado en estos casos, es una tarea imprescindible para el análisis en el contexto de la media - varianza.

### 3.1.3 INTEGRACIÓN DE PORTAFOLIOS, RENDIMIENTO Y RIESGO

Generalmente, al meditar sobre el destino de sus recursos, el inversionista se enfrenta ante un conjunto de activos en los cuales es posible colocarlos; este conjunto se reduce en la medida en que escoge los que más se ajustan a sus expectativas y preferencias, pero rara vez esta selección deriva en uno solo. Por ello es necesario determinar el rendimiento conjunto de los activos seleccionados, así como el riesgo global que generan. Esta tarea se realiza considerando que estos activos se conjuntan en una cartera o portafolio de inversión, el cual visto como un todo, es susceptible de analizar mediante la aplicación de las *recetas* correspondientes. De manera análoga al caso de los activos individuales, cuando se habla de portafolios de inversión, los únicos parámetros que se necesitan conocer para la toma de decisiones, en el contexto media – varianza, son el rendimiento esperado y el riesgo que implica.

El rendimiento esperado de una cartera de activos puede calcularse considerando que la esperanza matemática de un conjunto de variables aleatorias es igual a la suma de las esperanzas matemáticas de cada una ponderadas por las proporciones a invertir; por ello, es necesario incluir un parámetro adicional, a saber, la proporción ( $x$ ) invertida en cada uno de los activos que constituyen el portafolio. Considerando estas ideas, el rendimiento esperado de un portafolio será igual a la suma de los rendimientos esperados de cada activo ponderados por la fracción de recursos colocados en cada uno. Para el caso de un portafolio constituido por dos títulos, la idea anterior se expresa como:

$$E(R_p) = x_1E(R_1) + x_2E(R_2) \quad (3.7)$$

Donde:  $x_i$  es la proporción invertida en cada activo

Es importante señalar que en este caso es necesario que  $x_1+x_2 = 1$ , ya que por definición la totalidad de recursos a invertir es la unidad (o bien el 100%). De forma similar, el rendimiento esperado de un portafolio de tres títulos se obtiene mediante:

$$E(R_p) = x_1E(R_1) + x_2E(R_2) + x_3E(R_3) \quad (3.8)$$

Y por agregación se puede deducir que el rendimiento esperado de cualquier portafolio constituido por  $n$  títulos se obtiene mediante:

$$E(R_p) = x_1 E(R_1) + \dots + x_n E(R_n) = \sum_{i=1}^n x_i E(R_i) \quad (3.9)$$

Expresión restringida a que  $\sum_{i=1}^n x_i = 1$

Por su parte, la determinación del riesgo de un portafolio es un poco más compleja, pero su conocimiento es un factor imprescindible para la toma de decisiones. Para el caso de un portafolio compuesto de dos activos, el riesgo se obtiene calculando de manera conjunta las varianzas de cada activo obtenidas mediante cualquiera de las expresiones anteriormente expuestas, pero incluyendo el componente fraccional ( $x_i$ ) de los recursos invertidos en cada uno. Es decir:

$$\sigma_p^2 = E\{x_1 R_1 + x_2 R_2 - [x_1 E(R_1) + x_2 E(R_2)]\}^2 \quad (3.10)$$

Restringida a que  $\sum_{i=1}^n x_i = 1$

En este caso, la varianza de la cartera  $\sigma_p^2$  se ha obtenido y expresado a partir de los rendimientos, pero comúnmente, y por razones analíticas, la varianza de la cartera se expresa como una suma lineal de las varianzas individuales ( $\sigma_1^2$  y  $\sigma_2^2$ ) ponderadas por las proporciones de capital invertido más un componente que explica la relación entre ellas; en el caso de dos activos sería:

$$\sigma_p^2 = x_1^2 \sigma_1^2 + x_2^2 \sigma_2^2 + 2x_1 x_2 \sigma_{12} \quad (3.11)$$

Donde:  $\sigma_{12}$  es la covarianza entre los rendimientos de los activos.

La covarianza mide el movimiento conjunto de los rendimientos de los activos, por lo que es una medida conveniente para conocer la dirección que siguen. Una covarianza positiva indica que los rendimientos se mueven en la misma dirección; una covarianza cercana o igual a cero indica que no

hay una relación de correspondencia entre los rendimientos; por último, una covarianza negativa indica que los rendimientos se mueven en direcciones opuestas. La covarianza puede obtenerse mediante:

$$\text{cov}(R_i; R_j) = \sigma_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (R_i - E(R_i))(R_j - E(R_j)) \quad (3.12)$$

La covarianza puede tomar valores muy altos, ocasionando que se dificulte su análisis. Afortunadamente la covarianza puede expresarse en términos del coeficiente de correlación ( $\rho$ ), el cual, sólo tomará valores comprendidos en el rango  $-1 < \rho < 1$ . Así la covarianza se puede expresar como:

$$\sigma_{12} = \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2 \quad (3.12)^*$$

Con lo que puede ser generada una nueva expresión para la varianza de la cartera:

$$\sigma_p^2 = x_1^2 \sigma_1^2 + x_2^2 \sigma_2^2 + 2x_1 x_2 \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2 \quad (3.13)$$

Expresión que generalmente se utiliza cuando se quiere analizar el impacto que ocasiona el tipo de relación existente entre los rendimientos de los activos en la varianza de la cartera. Esta relación no solo esta en función de las varianzas de los activos, sino que también influyen, y en gran medida, las proporciones de capital invertidos. En general, se concluye que “si las ponderaciones que reciben los dos activos de la cartera son positivas, la varianza de la cartera (y su volatilidad) será mas pequeña cuanto menor sea la correlación entre los rendimientos de los activos que componen la cartera.”<sup>21</sup>

Para el caso de una cartera compuesta de tres activos, la varianza puede calcularse agregando a (3.11) los componentes correspondientes al tercer activo. La expresión concreta es:

$$\sigma_p^2 = x_1^2 \sigma_1^2 + x_2^2 \sigma_2^2 + x_3^2 \sigma_3^2 + 2x_1 x_2 \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2 + 2x_1 x_3 \rho_{13} \sigma_1 \sigma_3 + 2x_2 x_3 \rho_{23} \sigma_2 \sigma_3 \quad (3.14)$$

Expresión que al igual que (3.11) y (3.13) están restringidas a que la suma de las proporciones sea igual a la unidad. Como puede observarse, la varianza de cualquier portafolio puede calcularse simplemente

---

<sup>21</sup> *Ibid.*, p. 211.

incluyendo los parámetros de varianzas y ponderaciones, así como de las covarianzas correspondientes. En general, la varianza de un portafolio constituido por n títulos, puede calcularse mediante:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j>i}^n x_i x_j \sigma_{ij} \quad (3.15)$$

Donde necesariamente:  $\sum_{i=1}^n x_i = 1$

Con esta expresión se puede obtener una medida del riesgo que implica invertir en determinado portafolio. Es importante considerar que el conocimiento del nivel de rendimiento y riesgo de una inversión en cualquier activo o portafolio, no es una condición suficiente para determinar cuál es la mejor opción para invertir; pues puede presentarse el caso en que un inversionista se enfrente a la disyuntiva de escoger entre un portafolio con alto rendimiento y alto nivel de riesgo y un portafolio con bajo rendimiento y bajo nivel de riesgo; en este caso, es necesario incluir un elemento adicional de análisis, este elemento son las preferencias del inversionista, las cuales permitirán en última instancia decidir en donde colocar los recursos.

### 3.1.4 DECISIONES DE INVERSIÓN BAJO INCERTIDUMBRE

Una vez determinados el rendimiento y riesgo de cualquier activo y portafolio de inversión, es posible iniciar el análisis de las alternativas que cada inversionista tiene para invertir, en particular se busca definir cuál es la mejor elección. La decisión de invertir en determinado activo o portafolio no es una tarea fácil, pero en el contexto media-varianza esta tarea se simplifica al suponer que el inversionista sólo toma en consideración el rendimiento que espera obtener y el riesgo que implica dicha inversión; por lo que el análisis de estas decisiones se puede simplificar tomando en consideración solo a estos dos parámetros y como se muestra a continuación, a las preferencias subjetivas del inversionista.

En la teoría económica se afirma que los agentes económicos comúnmente se enfrentan a decisiones de consumo o inversión bajo tres posibles condiciones: de certeza, de riesgo y de incertidumbre. La certeza se presenta cuando el agente conoce de antemano el resultado de su decisión, y no existen factores que puedan alterar su cumplimiento. Las condiciones de riesgo ocurren cuando el agente conoce el resultado de su decisión, pero existen factores que pueden modificarlo. La incertidumbre se

presenta cuando no se puede conocer cual será el resultado de la decisión y pueden existir factores variables que intervienen en el desenlace. Cuando se trata de invertir en acciones, la decisión se realiza en entornos de riesgo o incertidumbre, pues aunque puede determinarse el nivel de rendimiento y riesgo esperado, pueden presentarse varios sucesos que alteren los resultados de la inversión, además, la determinación del rendimiento que una acción ofrecerá no puede ser ciento por ciento efectiva, ya que los rendimientos de las acciones suelen ser aleatorios, por lo que es imposible predecirlos con exactitud.

Bajo estas condiciones, las decisiones de inversión de un inversionista dependen de la esperanza de obtener determinado nivel de rendimiento y riesgo, y si se supone que a mayor rendimiento para determinado nivel de riesgo, existirá una mayor satisfacción, o bien una mayor utilidad, se esta en posibilidad de construir la correspondiente función de utilidad y analizar las consecuencias que de ello se derivan, entre ellas, la decisión de elegir una alternativa que maximice su utilidad esperada.

#### 3.1.4.1 LA UTILIDAD ESPERADA

La elección, en condiciones de riesgo o incertidumbre, no se puede llevar a cabo considerando funciones de utilidad tradicionales, pues su uso implica que el inversionista conoce con certeza cual es la utilidad (rendimiento) que obtendrá. Para construir funciones de utilidad que incorporen condiciones de incertidumbre se utiliza la llamada teoría de la utilidad esperada formulada por Von Neumann y Morgenstern; con la cual se considera que la elección final dependerá, de la utilidad esperada más alta alcanzable de acuerdo al conjunto de alternativas y restricciones presentes en el problema de elección. Si se considera que dicha elección depende del grado de satisfacción que se espera obtener, entonces el inversionista en acciones invertirá en aquellas que le reporten el mayor grado de utilidad esperada.

La utilidad esperada permite modelar el comportamiento del consumidor en condiciones de incertidumbre incorporando el concepto de loterías. Una lotería es un conjunto de posibles niveles de consumo que pueden derivar en resultados favorables o en contra, la ocurrencia de uno u otro evento depende de una probabilidad de ocurrencia específica. La idea de la utilidad esperada se basa en los tres axiomas convencionales manejados en la teoría del consumidor, a saber, que las preferencias son completas, reflexivas y transitivas; pero para delimitar específicamente el proceso de toma de decisiones en un ambiente con incertidumbre, es necesario incluir tres axiomas o propiedades

adicionales: la independencia de las alternativas irrelevantes, la continuidad entre ellas y la condición de dominancia.<sup>22</sup>

Del cumplimiento de los axiomas anteriores depende la existencia de una función de utilidad esperada capaz de describir el comportamiento del consumidor en condiciones de incertidumbre. Dicha función de utilidad esperada presenta una característica especial denominada *la propiedad de la utilidad esperada*, según la cual se afirma que la utilidad de una lotería es igual a la utilidad que se espera que reporten sus premios.<sup>23</sup> Esta propiedad quiere decir que la utilidad esperada puede calcularse sumando el producto de las utilidades de cada resultado por su correspondiente probabilidad de ocurrencia. En general, la utilidad esperada se puede calcular si se conocen los posibles resultados o nivel de riqueza ( $W$ ) de cada alternativa, la utilidad asociada a cada resultado, y sus respectivas probabilidades ( $p$ ) de ocurrencia; con lo que la utilidad esperada de la riqueza adopta la forma:

$$EU(W) = \sum_{i=1}^n p_i U(W_i) \quad (3.16)$$

Todos estos conceptos confluyen en el *teorema de la utilidad esperada*, donde se afirma en términos llanos, que si se cumplen los axiomas de la utilidad esperada, y se tienen dos loterías A y B, existen números capaces de representar las preferencias o utilidades asociadas con los pagos de las loterías, a partir de los cuales es posible establecer una preferencia global calculando la utilidad esperada de cada lotería.<sup>24</sup> Una conclusión importante es que una lotería A será preferida a otra B, si la utilidad esperada de la primera es mayor que la utilidad esperada de la segunda; afirmación que permite ordenar las

<sup>22</sup> Véase Marin, José M., *ibid.*, pp. 739, 740. El proceso de toma de decisiones en un ambiente de incertidumbre se basa en los siguientes axiomas que describen la preferencia del consumidor, estos son:

A1. Es completa. Para todo par de loterías,  $L_1 \in I$  y  $L_2 \in I$ , debe ser el caso que  $L_1 \geq L_2$  o  $L_2 \geq L_1$ , o ambas, en cuyo caso  $L_1 \approx L_2$ .

A2. Es reflexiva. Para toda lotería,  $L \in I$ , debe ser el caso que  $L \geq L$ .

A3. Es transitiva. Para toda lotería,  $L_1 \in I$ ,  $L_2 \in I$ ,  $L_3 \in I$  si  $L_1 \geq L_2$  y  $L_2 \geq L_3$ , entonces  $L_1 \geq L_3$ .

A4. Es continua. Para toda lotería  $L \in I$ , los dos subconjuntos de loterías estrictamente preferidas y loterías estrictamente no preferidas son abiertos.

A5. Independencia de las alternativas relevantes. Si un agente es indiferente entre escoger dos premios; uno  $W$  de una lotería  $L_1$  con probabilidad  $\alpha$ , y uno  $Y$  de una lotería  $L_2$  con probabilidad  $\gamma$ ; entonces también es indiferente entre las loterías  $L_1$  y  $L_2$ .

A6. Continuidad. Sean las loterías  $L_1 \in I$ ,  $L_2 \in I$ ,  $L_3 \in I$ . Si  $L_1 \geq L_2 \geq L_3$ , entonces existe una probabilidad  $\eta$  tal que el agente es indiferente entre la lotería  $L_2$  y una lotería que ofrece la lotería  $L_1$  con probabilidad  $\eta$  y la lotería  $L_3$  con probabilidad  $1-\eta$ .

A7. Dominancia. Sea  $L_1 \in I$ , la lotería que ofrece los niveles de riqueza ( $W_1, W_2$ ) con probabilidades ( $\alpha_1, 1-\alpha_1$ ) y  $L_2 \in I$ , una lotería que ofrece los mismos premios pero con probabilidades ( $\alpha_2, 1-\alpha_2$ ). Si  $W_1 > W_2$ , entonces  $L_1 > L_2$  si y sólo si  $\alpha_1 > \alpha_2$ .

<sup>23</sup> Varian, Hal R. *Análisis Microeconómico*, Antoni Bosch, Barcelona España, 1992, p. 205.

<sup>24</sup> Véase Marin, José M., *op. cit.*, p. 740.

preferencias del consumidor y con ello construir sus respectivas curvas de indiferencia a partir de una función de utilidad esperada.

En el contexto media – varianza, al considerar una función de la utilidad esperada sólo los dos primeros momentos estadísticos de la distribución de la riqueza futura son suficientes para caracterizar el comportamiento del inversionista; en otras palabras, la función  $EU(W)$  puede ser expresada como una función de la media y de la varianza de los resultados. Trasladando esta idea a la realidad, la función de utilidad esperada puede ser caracterizada como una función del rendimiento esperado y la varianza de dichos rendimientos; con lo cual, se esta en posibilidad de construir curvas de indiferencia en el espacio riesgo-rendimiento.<sup>25</sup>

#### 3.1.4.2 CURVAS DE INDIFERENCIA

Una vez estipulado que la utilidad esperada del inversionista es una función del rendimiento esperado y su varianza, es necesario delimitar la forma que puede adoptar dicha relación funcional, con el propósito de estar en posibilidad de construir las correspondientes curvas de indiferencia que describan el comportamiento del inversionista.

Las funciones de la utilidad esperada que comúnmente se utilizan en el contexto media-varianza son cuadráticas, e incluyen sólo dos bienes: el rendimiento y el riesgo. Considerando que los inversionistas requieren determinados niveles de rentabilidad para cada nivel de riesgo, aquellas combinaciones de riesgo-rentabilidad que le sean indiferentes constituyen puntos de una misma curva de indiferencia. Por ello, las curvas de indiferencia del inversionista deben presentar combinaciones de riesgo–rentabilidad que presenten un mismo nivel de utilidad esperada, es decir, que le satisfagan por igual.

Si se medita en que el riesgo es en realidad un *mal*, que cuando aumenta debe ser compensado, las curvas de indiferencia deberán tener pendiente positiva, ya que los inversionistas requerirán de un mayor rendimiento en tanto el activo sea más riesgoso. También es importante considerar que la mayoría de las curvas de indiferencia pueden ser ligeramente cóncavas, en el caso en que el inversionista presenta aversión al riesgo. El inversionista maximiza su utilidad esperada en la curva de indiferencia más alta que pueda alcanzar, es decir, la curva de indiferencia que se encuentre más arriba

---

<sup>25</sup> *Ibid.*, p. 783.

y a la izquierda dentro del primer cuadrante; esto implica que busca obtener el más alto rendimiento esperado posible con el mínimo riesgo aplicable, sin embargo su decisión esta restringida a poder elegir solo de entre los activos o carteras disponibles en el mercado, cuyas combinaciones de rendimiento – riesgo suelen no corresponder con aspiraciones de altos rendimientos y bajo riesgo.

La expresión concreta de las funciones de utilidad esperada que se utilizan en el contexto media-varianza, puede tomar varias formas, tres de ellas pueden ser:

$$EU(W) = a + bE(W) - c[E(W)]^2 - cVar(W) \quad (3.17)$$

$$EU(W) = E(W) - \frac{b}{2} [Var(W) + E(W)^2] \quad (3.18)$$

$$EU(W) = E(W) - \frac{aVar(W)}{2} \quad (3.19)$$

Donde: a, b, c, son constantes arbitrarias que varían de acuerdo a la aversión al riesgo del inversionista.

Como estas funciones de utilidad esperada están expresadas en términos de riqueza (W), no son directamente aplicables en el ambiente bursátil, es necesario sustituir estos términos por otros expresados en el rendimiento esperado para poder graficar estas funciones en un espacio rendimiento– riesgo; operación que no acarrea ningún problema si se considera que de cada función de utilidad cuadrática expresada en términos de riqueza, puede derivarse una correspondiente función de utilidad cuadrática especificada en términos de rendimientos.<sup>26</sup> Simplemente se requiere sustituir cada (W) por una literal (R) que exprese rendimientos. A partir de este punto es posible utilizar dichas funciones de utilidad para construir mapas de indiferencia en un espacio gráfico de rendimientos (expresados como el rendimiento esperado) y nivel de riesgo asociado (expresado por la varianza o la desviación estándar de estos rendimientos).

---

<sup>26</sup> Dobbins, Richard, Stephen F. Witt y Jhon Fielding. *Portfolio Theory and Investment Management*, 2a edición, Blackwell: Bussines, Oxford, Gran Bretaña, 1994, p. 23.

### 3.1.4.3 PREFERENCIAS ANTE EL GRADO DE AVERSIÓN AL RIESGO

Las curvas de indiferencia de cada inversionista no tienen por que ser iguales, y de hecho no lo son, ya que cada inversionista presenta un grado de tolerancia al riesgo distinto. El grado de tolerancia se puede describir por medio de tres tipos de comportamiento del inversionista frente al riesgo, así pueden existir aquellos que presentan aversión al riesgo, inversionistas neutrales o indiferentes ante el riesgo, e inversionistas amantes del riesgo.

Cuando un inversionista prefiere obtener el valor esperado de una lotería, dado que la utilidad de ésta es menor que la utilidad del valor esperado de la lotería, se dice que presenta una conducta de aversión al riesgo. Cuando el inversionista prefiere una lotería a su valor esperado, se dice que es amante del riesgo. En general, cuando la cuerda trazada entre dos puntos cualesquiera del gráfico de una función de utilidad esperada se encuentra debajo de ella, es decir, cuando la función es cóncava, el inversionista al que corresponde dicha función es contrario a correr riesgos.<sup>27</sup>

La actitud del inversionista frente al riesgo puede determinarse de manera alternativa examinando la primera y segunda derivada de su función de utilidad esperada, es decir, su utilidad marginal. Cuando la utilidad marginal es positiva y decreciente, el inversionista presenta aversión al riesgo. Si la utilidad marginal es positiva y constante, el inversionista presenta neutralidad frente al riesgo. Por último, si la utilidad marginal es positiva y creciente, el inversionista será entonces propenso o amante del riesgo.<sup>28</sup> En la realidad el caso más frecuente es el de aversión al riesgo, ya que los inversionistas exigen obtener un mayor rendimiento ante un aumento en el nivel de riesgo del activo.

Cabe aclarar que no todos los inversionistas presentan el mismo grado de aversión al riesgo; un jubilado, por ejemplo, es un individuo altamente averso al riesgo, pues prefiere invertir en activos que ofrecen un rendimiento cierto a invertir en acciones u otros instrumentos más riesgosos, esta elección la realiza debido a que no busca aumentar su consumo futuro, si no su consumo actual. Por otro lado, un joven profesionalista preferirá invertir en acciones o instrumentos derivados, puesto que generalmente busca ampliar su patrimonio en el largo plazo, para poder disfrutarlo cuando se jubile. Estos distintos niveles de aversión al riesgo pueden expresarse en sus correspondientes curvas de indiferencia, las

---

<sup>27</sup> Varian, Hal R., *op. cit.*, pp. 208 y 209.

<sup>28</sup> Marin, José M., *op. cit.*, pp. 745 y 746.

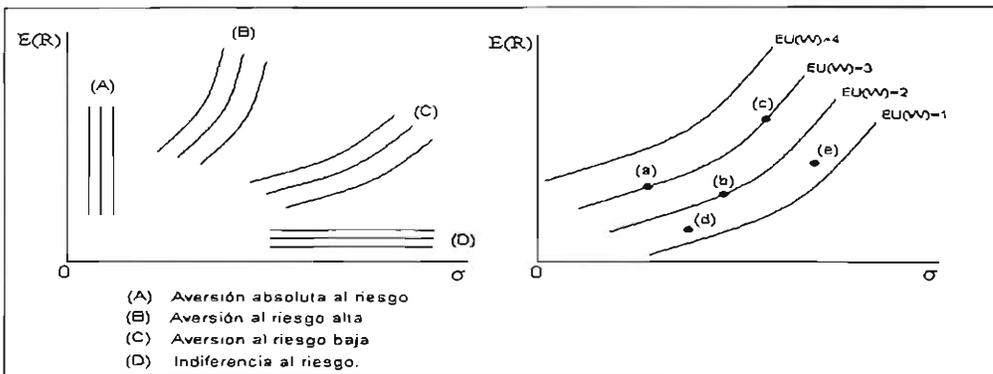
cuales tenderán a ser más verticales en tanto más averso al riesgo sea el inversionista, y tenderán a ser más horizontales cuando el inversionista presente una mayor tolerancia al riesgo.

Una manera alternativa de conocer si un inversionista es más averso a correr riesgos que otro, sin necesidad de construir sus mapas de indiferencia, se obtiene considerando una medida de la aversión al riesgo generada a partir de sus funciones de utilidad esperada. Esta es la llamada medida de aversión global al riesgo de Arrow-Pratt, la cual afirma simplemente, que un inversionista con una función de utilidad  $A(w)$  es más contrario a correr riesgos que uno con una función de utilidad  $B(w)$  si:<sup>29</sup>

$$-\frac{A''(w)}{A'(w)} > -\frac{B''(w)}{B'(w)} \tag{3.20}$$

Una vez definidas las preferencias y actitudes frente al riesgo de un inversionista determinado, es necesario especificar cuáles de ellas son las realmente aplicables a la realidad, es decir, qué curvas de indiferencia son susceptibles de alcanzarse dada la restricción de combinaciones riesgo-rendimiento de los activos existentes en el mercado y/o carteras de inversión que construya. La intersección de una curva de indiferencia con el punto que representa la combinación riesgo-rendimiento de un activo o cartera determinada, es el punto donde el inversionista maximiza su utilidad esperada. Esto implica que la decisión de inversión se realizará a partir de aquellos activos seleccionados previamente (mediante la aplicación del análisis fundamental u otra técnica de análisis bursátil) o de carteras construidas con ellos, que se encuentren sobre la curva de indiferencia más alta alcanzable, tales como los representados por (a) y (c) en el diagrama siguiente.

DIAGRAMA 2. Curvas de indiferencia, actitudes frente al riesgo y decisiones de inversión.



<sup>29</sup> Varian, Hal R., *op. cit.*, p. 213.

### 3.1.5 OPTIMIZACIÓN DE CARTERAS

La formación de portafolios de inversión no solo implica la selección de los activos que lo constituirán, ya que después de haber realizado esta tarea, se presenta el problema de decidir cuanto capital destinar a cada uno de ellos. Esta decisión se puede llevar cabo mediante dos formas: de manera arbitraria utilizando elementos subjetivos; o bien, de manera científica, utilizando técnicas de optimización de carteras.

La construcción de portafolios de inversión tomó un nuevo rumbo a partir de los trabajos desarrollados por Markowitz en 1952, en los que se exponía una técnica de diversificación superior a la diversificación intuitiva que hasta entonces se manejaba. Como es bien sabido, la diversificación permite disminuir el riesgo, por lo que el colocar recursos en más de un activo es una práctica habitual; sin embargo, no todo proceso de diversificación produce resultados similares. Dos portafolios constituidos por los mismos activos, pero con una distribución de recursos distinta, pueden producir resultados muy diferentes debido a las combinaciones riesgo-rendimiento que cada uno produce; el problema entonces, es especificar cual de los dos portafolios es el mejor en términos del CMV, y de manera general, cuál es el mejor portafolio de todo el conjunto de portafolios posibles.

El dilema anterior puede resolverse aplicando el concepto de optimización de carteras, con el cual es posible determinar cuál es el conjunto de portafolios eficientes. Un portafolio eficiente es aquel que posee el máximo rendimiento esperado para determinado nivel de riesgo, o aquel que posee el mínimo riesgo para un determinado nivel de rendimiento esperado. Para determinarlo, es necesario conocer cuál es la estructura distributiva de capital que lo constituye. “Construir un portafolio eficiente implica determinar concretamente que proporción del capital del inversor debe asignarse a cada uno de los activos que componen ese portafolio para lograr precisamente esa eficiencia.”<sup>30</sup>

La realización de esta tarea requiere de ciertos supuestos que permitan delimitar el proceso de toma de decisiones en los términos de la aproximación media-varianza y del modelo de Markowitz. Estos supuestos subyacentes son:<sup>31</sup>

---

<sup>30</sup> Messuti, Domingo J., *op. cit.*, p. 369.

<sup>31</sup> Dobbins, Richard, *op. cit.*, p. 24.

- El rendimiento de una inversión resume adecuadamente el resultado de dicha inversión, y los inversionistas visualizan la distribución de probabilidades a partir de estos rendimientos.
- Las estimaciones de riesgo del inversionista son proporcionales a la varianza de los rendimientos del portafolio.
- Los inversionistas basan sus decisiones en solo dos parámetros de la distribución de probabilidades de la función de rendimientos: el rendimiento esperado y la varianza de los rendimientos.
- Los inversionistas exhiben aversión al riesgo, por ello, a un nivel dado de rendimiento esperado preferirán el mínimo riesgo. Obviamente, para un nivel de riesgo dado, los inversionistas prefieren el máximo rendimiento esperado.

Es necesario establecer ciertos supuestos adicionales para validar el estudio, dichos supuestos pueden no corresponder con las condiciones de la realidad, pero cumplen la función de simplificar la ejecución del análisis. Estos supuestos se refieren a la forma en que operan los mercados y a la psicología de los inversionistas, los más destacados son:<sup>32</sup>

- No existen costos de transacción para las operaciones realizadas en el mercado.
- Los inversionistas disponen de toda la información que intervenga en la determinación del precio de los valores cotizados en el mercado.
- Los inversionistas presentan expectativas homogéneas sobre el nivel de riesgo y rendimiento esperado de los valores.
- El horizonte de inversión de todos los inversionistas es de un solo periodo.

Del último supuesto del primer grupo se deriva el problema principal a resolver, a saber, determinar el portafolio de mayor rendimiento para un nivel de riesgo determinado; en otras palabras, determinar el portafolio que maximice el rendimiento esperado para un determinado nivel de riesgo. De manera análoga, el problema puede definirse en términos del riesgo, es decir, encontrar el portafolio de mínimo riesgo, dado un nivel de rendimiento esperado determinado; o en otras palabras, encontrar el portafolio que minimice el riesgo dado un determinado nivel de rendimiento esperado.

El problema se plantea habitualmente de la segunda forma, con lo cual se puede encontrar el conjunto de portafolios de mínimo riesgo, que son aquellos que ofrecen el menor nivel de riesgo posible de todo

---

<sup>32</sup> Véase Kolb, Robert W. *Inversiones*, Limusa, México, 1998, p. 440.

el conjunto de portafolios factibles. La aplicación de una u otra forma de plantear el problema de optimización no representa un parteaguas del mismo, pues en realidad son formas equivalentes, ya que se ha comprobado que al optimizar se obtiene el portafolio con el máximo rendimiento posible y que tiene a la vez el mínimo nivel de riesgo posible para ese rendimiento.

En concreto, con la optimización de carteras se pretende encontrar las proporciones a invertir en los distintos activos que compondrán el portafolio, tales que permitan minimizar el nivel de riesgo para un determinado nivel de rendimiento esperado, y que constituyan un portafolio que no sea dominado por ningún otro en el sentido del CMV. Con ello, el inversionista esta en posibilidad de crear un portafolio diversificado superior a cualquier otro compuesto por los mismos activos, pero diversificado de manera intuitiva. Esto proporciona una ventaja adicional sobre el común de los inversionistas que no realizan una diversificación científica, lo que representa un plus en un mercado tan competido como lo es el mercado de valores.

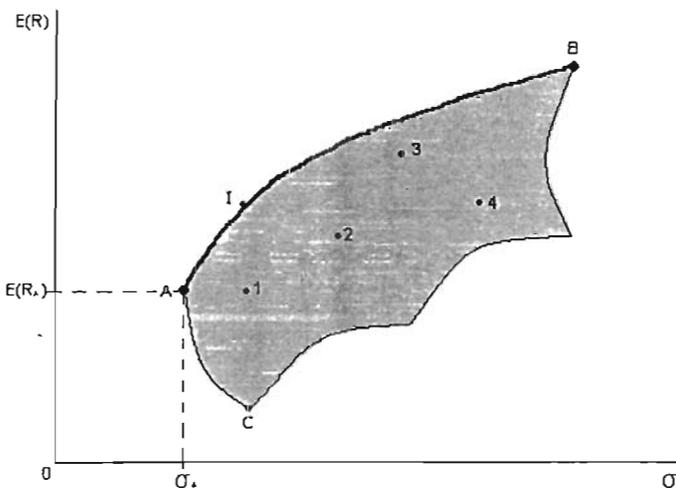
La optimización de carteras puede realizarse incluyendo varios supuestos que permiten acercarse a las condiciones de la realidad. La inclusión de ventas en corto y su restricción, así como la inclusión de un activo libre de riesgo en el análisis, son las tres vertientes sobre las que se desarrolla el proceso de optimización de carteras. La dificultad para llevar a cabo dicho análisis en su forma original, ha llevado a la generación de nuevos métodos de optimización, entre ellos el de estimación de portafolios eficientes basado en parámetros generados por el Modelo de Índice Único (MIU). Ambos métodos pueden utilizarse indistintamente, pero sujeto a la revisión de la problemática que de ello se deriva.

### 3.1.5.1 LA FRONTERA EFICIENTE Y EL CONJUNTO FACTIBLE

En el mercado existe un universo finito de activos con los cuales es posible construir "n" carteras, bien sea variando el numero y tipo de activo que la conforman, o bien variando el porcentaje de recursos invertidos en cada uno de los activos que la componen. Sobre estos dos aspectos es sobre los cuales gira la idea de la existencia de un conjunto de oportunidades de inversión o conjunto factible, el cual representa el conjunto de las distintas combinaciones de activos o carteras construidas con ellos y en los que cualquier inversionista puede colocar sus recursos. En la realidad, el inversionista solo pretende invertir sus recursos en un grupo de activos, no en todos los existentes en el mercado, por lo que su conjunto factible se reduce a sólo esos activos y sus combinaciones en carteras.

Con la optimización de carteras, se puede determinar un subgrupo del conjunto factible que comprende a las carteras que tienen como característica afín, la de presentar el menor riesgo posible para un determinado nivel de rendimiento, este subgrupo se denomina el conjunto de mínimo riesgo. De las carteras que constituyen el conjunto de mínimo riesgo sólo algunas son eficientes en el sentido media-varianza, es decir, solo algunas de ellas no son dominadas por ninguna otra cartera presente en el conjunto factible. Al grupo de carteras eficientes se le denomina conjunto eficiente, y a la línea que juntas conforman se le conoce como la frontera eficiente.

DIAGRAMA 3. *El conjunto factible y la frontera eficiente.*



En el diagrama 3 se muestra la representación gráfica de los conceptos mencionados. El conjunto factible es el área sombreada de la figura dibujada en el espacio riesgo-rendimiento, incluyendo las líneas que la delimitan. Dentro del conjunto factible se encuentran tanto las carteras de mínimo riesgo (A, B, C) como las que no lo son (1, 2, 3, 4); y en general, todas las combinaciones riesgo-rendimiento que pueden alcanzarse a partir de todas las carteras y activos disponibles en el mercado o que el inversor ha seleccionado para invertir.

El conjunto de mínimo riesgo está representado por todas aquellas carteras que componen la línea curva que va del punto C, pasando por A hasta B. Este grupo de carteras puede ser determinado mediante la optimización, minimizando el riesgo para cada nivel de rendimiento esperado. Sin

embargo, no todas las carteras de este grupo son eficientes, pues existen carteras óptimas como la C que no son eficientes, pues en este caso C es dominada por I, e incluso por l.

El conjunto eficiente y la frontera eficiente, están constituidos por aquellas carteras que componen el segmento AB, incluidos los extremos, pues ninguna de las carteras que se encuentran fuera de este segmento son mejores en el sentido media-varianza. Por ejemplo, puede observarse como la cartera I domina a la cartera l, pues ésta ofrece un mayor rendimiento para ese nivel de riesgo; de forma similar, la cartera A domina a l, pues la primera ofrece un mismo rendimiento pero a un nivel de riesgo menor.

Dentro del conjunto eficiente, las carteras A y B presentan características especiales. La cartera A es la cartera de mínimo riesgo, ninguna otra cartera o activo puede ofrecer un nivel de riesgo menor al de esta cartera; la cual puede ser determinada minimizando el riesgo independientemente del rendimiento. Como es visible, los efectos de la diversificación alcanzan su máximo nivel en esta cartera. Por otro lado, la cartera B, es la cartera que ofrece el máximo rendimiento posible de todo el conjunto de carteras y activos disponibles, aunque generalmente este punto corresponde a la combinación riesgo-rendimiento del activo individual con mayor rendimiento esperado.

El conjunto factible especificado corresponde al caso en que existen más de dos activos en los cuales es posible invertir, pero en el caso en que se consideran sólo dos activos, el conjunto factible está determinado sólo por los portafolios correspondientes a la línea curva que conforma el segmento CAB; mientras que el conjunto eficiente es igual al antes especificado (segmento AB). En este caso en concreto, la frontera eficiente puede determinarse variando las proporciones a invertir en cada uno de los activos; el punto C, es el portafolio en el cual la totalidad de los recursos están invertidos en el activo C, mientras que el punto B representa al portafolio donde la totalidad de recursos es invertida en el activo B. El portafolio de mínimo riesgo, es una vez más, el portafolio representado por el punto A; este portafolio es el único que se requiere determinar mediante técnicas de optimización.

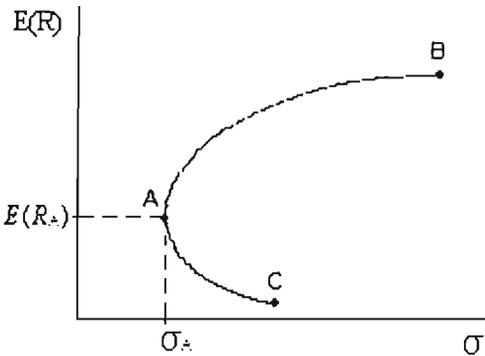
Con la optimización, se busca encontrar todas aquellas carteras que pertenecen a la frontera eficiente, es decir, todas las carteras que no son dominadas por ninguna otra perteneciente al conjunto factible. La construcción de la frontera eficiente, constituye entonces la tarea primordial que se busca realizar mediante la optimización. Una vez determinada, es posible escoger una de las carteras que la constituyen, con la seguridad de que sea cual sea la elección final, no habrá ninguna otra cartera

compuesta con los mismos activos, que sea más eficiente que la elegida. La elección final de una cartera de entre el conjunto eficiente, depende entonces de las preferencias del inversionista.

### 3.1.5.2 OPTIMIZACIÓN DE PORTAFOLIOS CON DOS TÍTULOS

La determinación de la frontera eficiente en el caso de un portafolio constituido exclusivamente por dos acciones es el caso más sencillo de análisis. Como se mencionó anteriormente, el conjunto factible de este tipo de portafolios viene dado por la línea curva que abarca el segmento CAB, en tanto que la frontera eficiente esta determinada sólo por el segmento AB de la misma curva.

DIAGRAMA 4. *Frontera eficiente de portafolios con dos títulos.*



La línea que representa el conjunto factible puede determinarse considerando que el punto C representa a la combinación riesgo-rendimiento cuando la totalidad del capital ha sido invertida en el activo 1, mientras que el punto B representa la combinación riesgo-rendimiento cuando todo el capital ha sido invertido en el activo 2. Los demás puntos correspondientes a las distintas combinaciones riesgo-rendimiento que conforman el conjunto factible se obtienen variando las proporciones ( $x_i$ ) a invertir entre los activos.

La frontera eficiente por su parte, abarca sólo los portafolios constituidos por aquellas proporciones que produzcan combinaciones riesgo-rendimiento comprendidas entre el portafolio A y el B. Considerando este aspecto, la delimitación de la frontera eficiente se reduce a encontrar las proporciones de capital que representan a los portafolios A y B, mientras que los puntos intermedios se encuentran variando las proporciones de capital invertido dentro del intervalo delimitado por estos puntos.

Considerando que el portafolio B tiene un rendimiento y riesgo igual a los del activo 2, esta combinación se determina simplemente calculando estos parámetros para dicho activo mediante las formulas anteriormente expuestas. El problema principal es encontrar las proporciones ( $x_i$ ) que conforman el portafolio A, es decir, el portafolio de mínimo riesgo, el cual se encuentra en el punto cuyas coordenadas son ( $\sigma_A, E(R_A)$ ).

Este problema se plantea y resuelve de la siguiente forma:

$$\text{Minimizar: } \sigma_p^2 = x_1^2 \sigma_1^2 + x_2^2 \sigma_2^2 + 2x_1 x_2 \sigma_{12}$$

$$\text{Sujeto a: } \sum_{i=1}^n x_i = 1 = x_1 + x_2 = 1$$

Como  $x_2 = 1 - x_1$ , sustituyendo en la ecuación objetivo:

$$\sigma_p^2 = x_1^2 \sigma_1^2 + (1 - x_1)^2 \sigma_2^2 + 2x_1(1 - x_1) \sigma_{12}$$

Y derivando con respecto a  $x_1$  e igualando a cero para obtener un extremo:

$$\frac{\partial \sigma_p^2}{\partial x_1} = 2x_1 \sigma_1^2 - 2(1 - x_1) \sigma_2^2 + 2(1 - x_1) \sigma_{12} = 0$$

De donde se comprueba la existencia de un mínimo si la segunda derivada es positiva, y de donde además despejando  $x_1$  se obtiene la proporción óptima  $x_1^*$  para la cual el riesgo es mínimo:

$$x_1^* = \frac{\sigma_2^2 - \sigma_{12}}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + 2\sigma_{12}} \quad (3.21)$$

Y de manera análoga:

$$x_2^* = 1 - x_1^* \quad (3.22)$$

Determinando el rendimiento y riesgo del portafolio constituido con estas proporciones óptimas mediante (3.7) y (3.11) se encuentra la combinación  $(\sigma_A, E(R_A))$  correspondiente al portafolio A de mínimo riesgo.

### 3.1.5.3 TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN DE PORTAFOLIOS CON VARIOS TÍTULOS

En el caso de un portafolio con  $n > 2$  títulos, la determinación de los portafolios de mínimo riesgo y de la frontera eficiente implica cálculos un poco más complejos. En este caso, el conjunto de mínimo riesgo no puede determinarse simplemente variando las proporciones  $(x_i)$  invertidas en cada activo, pues haciendo esto para todas las posibles combinaciones se obtienen tanto portafolios de mínimo riesgo, como portafolios ineficientes. Esto se debe a que el conjunto factible ya no es igual al conjunto de mínimo riesgo, sino que como se mencionó anteriormente, este último es un subconjunto del primero. (Ver diagrama 3)

El problema implica entonces la determinación del conjunto de mínimo riesgo, el portafolio de mínimo riesgo y con ello el conjunto eficiente. El conjunto de mínimo riesgo contendrá todos aquellos portafolios óptimos que minimizan el riesgo para un determinado nivel de rendimiento esperado (segmento CAB), mientras que el portafolio de mínimo riesgo (A) será aquel que presente el menor riesgo independientemente del rendimiento esperado.

De nueva cuenta, los extremos de la frontera eficiente corresponden al portafolio que ofrece el máximo rendimiento esperado posible (portafolio B), y al portafolio de mínimo riesgo (portafolio A); mientras que los portafolios intermedios correspondientes al segmento AB corresponden al conjunto eficiente y se determinan minimizando el riesgo para cada nivel de rendimiento esperado mayor al que ofrece el portafolio A. Considerando estos aspectos, la construcción de la frontera eficiente implica dos problemas: encontrar el conjunto de portafolios de mínimo riesgo y el portafolio de mínimo riesgo.

La solución de estos dos problemas puede llevarse a cabo incluyendo algunos aspectos adicionales para acercar el análisis a las condiciones de la realidad; considerando solo portafolios compuestos exclusivamente de acciones, el análisis puede incluir la posibilidad o no de realizar ventas en corto.

### 3.1.5.3.1 OPTIMIZACIÓN CON VENTAS EN CORTO PERMITIDAS

Este es el caso más general de análisis, y el más utilizado cuando se consideran solo activos de riesgo; puesto que en la mayoría de los países que cuentan con mercados bursátiles, existe la posibilidad de realizar ventas en corto. El primer paso consiste en encontrar el conjunto de portafolios que minimicen el riesgo dado un nivel de rendimiento esperado determinado; en concreto, encontrar las proporciones ( $x_i$ ) que conforman estos portafolios.

El problema estipulado se plantea formalmente de la siguiente manera:

$$\text{Minimizar: } \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j>i}^n x_i x_j \sigma_{ij}$$

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

$$2) \sum_{i=1}^n x_i = 1$$

Problema que representa un ejercicio de optimización restringida y que puede resolverse aplicando el Lagrangiano correspondiente:

$$L = \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j>i}^n x_i x_j \sigma_{ij} + \lambda_1 \left( \sum_{i=1}^n x_i E_i - E_p \right) + \lambda_2 \left( \sum_{i=1}^n x_i - 1 \right)$$

En donde se ha hecho que  $E(R_i) = E_i$  para simplificar el tratamiento. Para encontrar un extremo se delimitan las condiciones de primer orden derivando parcialmente la función (una vez desarrolladas las sumatorias) con respecto a ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) y ( $\lambda_1, \lambda_2$ ); e igualando a cero:

$$\frac{\partial L}{\partial x_1} = 2x_1 \sigma_1^2 + 2(x_2 \sigma_{12} + \dots + x_n \sigma_{1n}) + \lambda_1 E_1 + \lambda_2 = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_2} = 2x_2 \sigma_2^2 + 2(x_1 \sigma_{12} + \dots + x_n \sigma_{2n}) + \lambda_1 E_2 + \lambda_2 = 0$$

⋮

$$\frac{\partial L}{\partial x_n} = 2x_n\sigma_n^2 + 2(x_1\sigma_{1n} + \dots + x_{n-1}\sigma_{n-1,n}) + \lambda_1 E_n + \lambda_2 = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_1} = x_1 E_1 + x_2 E_2 + \dots + x_n E_n - E_p = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_2} = x_1 + x_2 + \dots + x_n - 1 = 0$$

Se puede saber que el extremo es un mínimo demostrando que  $\sigma_p^2$  como función de  $(x_i)$  es convexa, por ejemplo, si la segunda derivada es positiva. Partiendo por dos cada término de cada ecuación a excepción de las dos últimas y reordenando de manera conveniente se obtiene un sistema de  $n+2$  ecuaciones lineales con  $n+2$  incógnitas, tal como el siguiente:

$$\sigma_{11}^2 x_1 + \sigma_{12} x_2 + \dots + \sigma_{1n} x_n + E_1 \frac{\lambda_1}{2} + \frac{\lambda_2}{2} = 0$$

$$\sigma_{12} x_1 + \sigma_{22}^2 x_2 + \dots + \sigma_{2n} x_n + E_2 \frac{\lambda_1}{2} + \frac{\lambda_2}{2} = 0$$

⋮

$$\sigma_{1n} x_1 + \sigma_{2n} x_2 + \dots + \sigma_{nn}^2 x_n + E_n \frac{\lambda_1}{2} + \frac{\lambda_2}{2} = 0$$

$$E_1 x_1 + E_2 x_2 + \dots + E_n x_n = E_p$$

$$x_1 + x_2 + \dots + x_n = 1$$

Dicho sistema puede resolverse utilizando, en general, un método de álgebra matricial. Expresando entonces el sistema en forma matricial queda como:

$$\begin{pmatrix}
 \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} & E_1 & 1 \\
 \sigma_{12} & \sigma_2^2 & \dots & \sigma_{2n} & E_2 & 1 \\
 \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\
 \sigma_{1n} & \sigma_{2n} & \dots & \sigma_n^2 & E_n & 1 \\
 E_1 & E_2 & \dots & E_n & 0 & 0 \\
 1 & 1 & \dots & 1 & 0 & 0
 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix}
 x_1 \\
 x_2 \\
 \vdots \\
 x_n
 \end{pmatrix}
 =
 \begin{pmatrix}
 0 \\
 0 \\
 \vdots \\
 0 \\
 E_p \\
 1
 \end{pmatrix}
 \quad (3.23)$$

Y expresando brevemente el sistema en notación matricial se reduce a:

$$C \cdot X = B$$

Como puede observarse la matriz C esta compuesta por la matriz de varianzas y covarianzas de NxN elementos más dos líneas y columnas adicionales provenientes de las ecuaciones de restricción. X es el vector columna de ponderaciones y B es el vector columna de los términos independientes.

El sistema tiene una única solución si el determinante de la matriz C es distinto de cero y se obtiene calculando el vector solución de ponderaciones X, multiplicando la matriz inversa de C por el vector columna B, es decir:

$$X = C^{-1} \cdot B \quad (3.24)$$

El vector solución de ponderaciones X proporciona los valores ( $x_i$ ) que minimizan el riesgo para un determinado  $E_i$ , por lo que el conjunto de portafolios de mínimo riesgo se puede determinar calculando estos valores para distintos niveles de rendimiento esperado.

El siguiente paso para la construcción de la frontera eficiente es determinar las proporciones ( $x_i$ ) correspondientes al portafolio de mínimo riesgo. Aunque este portafolio se puede encontrar tarde o temprano tan solo con variar el nivel de rendimiento esperado en el planteamiento anterior, existe un método para encontrarlo directamente. El problema es similar al anterior, pero en este caso, no aplica la segunda restricción, ya que se busca minimizar el riesgo para cualquier nivel de rendimiento esperado, es decir, obtener el nivel de riesgo mínimo sea cual sea el rendimiento esperado.

Formalmente el problema se plantea de la siguiente forma:

$$\text{Minimizar: } \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j>i}^n x_i x_j \sigma_{ij}$$

$$\text{Sujeto a: } \sum_{i=1}^n x_i = 1$$

La resolución de este problema de minimización es muy similar al anterior, difiriendo sólo en que al final se obtiene un sistema de  $n+1$  ecuaciones lineales con  $n+1$  incógnitas. Utilizando la notación matricial el sistema queda como:

$$C^* \bullet X = B^*$$

Y la solución se obtiene de manera análoga al caso anterior, suponiendo que el determinante de  $C^*$  es distinto de cero. Por tanto, el vector solución de ponderaciones se determina mediante:

$$X^* = C^{*-1} \bullet B^* \tag{3.25}$$

Donde  $X^*$  es el vector solución de ponderaciones del portafolio de mínimo riesgo, cuyos valores permiten determinar el punto  $(\sigma_A, E(R_A))$  en el espacio riesgo-rendimiento correspondiente a este portafolio.

### 3.1.5.3.2 OPTIMIZACIÓN SIN VENTAS EN CORTO

A pesar de que en la BMV es posible realizar ventas en corto, la mayoría de los inversionistas no utilizan este recurso debido a que consideran que aumenta el nivel de riesgo al que se enfrentan, pues apostar a que un activo va a tener una variación negativa es tan riesgoso como apostar a que será positiva. Además, muchos no conocen la operatividad para realizar este tipo de contratos y por tanto, no pueden realizarlos. Más aun, aunque sí conocieran los procedimientos requeridos, resultan ser algo complicados y a veces no es posible hacerlos debido a la falta de una contraparte.

En el caso en que en un portafolio eficiente se presenta un activo con una proporción negativa, este resultado se interpreta como una venta en corto, por lo que es necesario vender al descubierto el activo en vez de comprarlo. Esta acción implicaría una contradicción en el caso en que los activos se seleccionaron precisamente por que se determinó que su precio subiría, lo que implica que se espera realizar una ganancia de capital mediante su compra; y por tanto, al venderlos en corto y una vez confirmado que realmente el precio sube, se incurre en una pérdida, provocada precisamente por el uso de un portafolio optimizado como el descrito.

Debido a la problemática expuesta, se desarrolló una técnica alternativa de optimización de portafolios con la que es posible restringir la posibilidad de que resulten proporciones negativas en el resultado final, es decir, que no impliquen la necesidad de realizar ventas en corto.

Eliminando las ventas en corto, el problema de minimización expuesto anteriormente adquiere una restricción más, a saber:

$$x_i \geq 0$$

Es decir, que las proporciones  $X_i$  determinadas no sean negativas. Este problema de optimización puede resolverse mediante métodos de programación cuadrática, en particular, utilizando algoritmos de programación cuadrática basados en las condiciones Kuhn-Tucker. De manera alternativa, existen otros procedimientos que no implican la resolución del problema utilizando técnicas de programación cuadrática. En particular son de gran utilidad los planteamientos de A. D. Martin y Litner, Levy y Sarnat.

Martin<sup>33</sup> propone suprimir las ventas en corto simplemente eliminando del sistema (3.23) los activos que presenten proporciones negativas. Sólo se requiere eliminar la columna y línea correspondientes a dicho activo de la matriz de varianzas y covarianzas (matriz C). Con ello la matriz queda de N-1 x N-1 dimensiones. Este proceso se repite cuantas veces sea necesario hasta que todas las proporciones sean iguales o mayores que cero. La metodología descrita resuelve drásticamente el dilema de las ventas en

---

<sup>33</sup>A. D. Martin Jr. "Mathematical Programming of Portfolio Selection", *Management Science*, vol. 1, núm. 2, enero de 1955, pp. 160-165. Citado por Domingo J. Messuti, *op. cit.*, p. 389.

corto, pero presenta el inconveniente de que puede eliminar activos que el inversionista realmente quería conservar.

Por otro lado, el método propuesto por Levy y Sarnat<sup>34</sup> utiliza la definición de ventas en corto que considera que dicha venta representa una utilización y no una fuente de fondos para el inversionista. Reflexionando en el hecho de que habitualmente el prestamista del valor no entrega al vendedor en corto el importe de la venta, sino que lo conserva y exige además un margen de garantía, el inversionista que vende en corto no dispone del importe de dicha venta para aumentar sus posiciones en los demás activos del portafolio y además tiene que desembolsar una parte del capital para pagar el margen de garantía. Suponiendo que dicho margen es del 100%, las proporciones óptimas a invertir considerando estas restricciones en las ventas cortas se pueden determinar mediante:

$$z_i = \frac{x_i}{\sum |x_i|} \quad (3.26)$$

Donde  $z_i$  son las proporciones óptimas a invertir considerando las restricciones en las ventas en corto.

Para utilizar este método simplemente se requiere estimar las ponderaciones ( $x_i$ ) del portafolio óptimo mediante las técnicas expuestas, y aplicarles la fórmula (3.26) para obtener las ponderaciones ( $z_i$ ) que incorporan las restricciones para las ventas en corto.

#### 3.1.5.4 EL MODELO DE ÍNDICE ÚNICO

Como la estimación de portafolios óptimos por los métodos antes descritos requiere de un gran número de datos para su cómputo, se han desarrollado algunas alternativas que permiten simplificar el trabajo. Una de estas alternativas la constituye el Modelo de Índice Único (MIU) o Modelo de un solo índice (*Single Index Model*). Este modelo es de particular utilidad cuando se trata de optimizar portafolios compuestos por más de cuatro activos, pues la cantidad de datos necesarios para su cómputo comienza a ser menor que los requeridos por el método de Markowitz a partir de este punto. No obstante, esta ventaja puede resultar contraproducente, pues la utilización de parámetros generados por el MIU puede disminuir la veracidad del portafolio.

El MIU se sustenta en la idea de que el mercado es el factor más importante en la determinación del precio de las acciones. El mercado, puede ser caracterizado por el índice de precios (IPC), y puede comprobarse que existe una relación estrecha entre los movimientos de este y el rendimiento de las acciones. La mayoría de las acciones suben de precio, cuando el índice de precios sube, y la mayoría baja de precio cuando el índice baja, lo que indica que los rendimientos de las acciones son determinados ampliamente por movimientos del mercado.<sup>35</sup> Por este motivo, al MIU también se le conoce como el Modelo de Mercado.

“El modelo se basa en la premisa clave que la única razón por la cual las acciones tienen variaciones comunes sistemáticas, se debe al comovimiento común que tienen con el mercado. No existen factores externos al mercado como, por ejemplo, el sector industrial al que pertenece la acción, que sean causales del co-movimiento entre las acciones.”<sup>36</sup> Utilizando estas ideas, el rendimiento de una acción puede expresarse en función del rendimiento del mercado, de donde se desprende la ecuación básica del modelo:

$$R_i = \alpha_i + \beta_i R_m + e_i \quad (3.27)$$

Donde:

$R_i$  es el rendimiento de la  $i$ ésima acción.

$\alpha_i$  es la parte del rendimiento de la acción que es independiente de los movimientos del mercado.

$\beta_i$  es la beta de la  $i$ ésima acción.

$R_m$  es el rendimiento del mercado, definido como el rendimiento observado por el IPC.

$e_i$  es una variable aleatoria que representa el desvío aleatorio entre el rendimiento real y el teórico.

Esta ecuación afirma simplemente que el rendimiento de una acción depende del rendimiento del mercado más un componente ajeno a sus movimientos o parte del rendimiento que no depende del mercado, sino de factores propios de la acción; mientras que la posible diferencia entre el rendimiento

---

<sup>34</sup> Levy, Haim y Samat Marshall. “Portfolio and Investment Selection: Theory and Practice”, Prentice Hall International, 1984, p. 335. Citado por Domingo J. Messuti, *op. cit.*, p. 395.

<sup>35</sup> Delano, William H. *Finanzas avanzadas; la cobertura de riesgos financieros*, IMEF, ITESM, México, 1997, p. 109.

<sup>36</sup> *Ibid.*, p. 113.

teórico y el realmente observado se compensa mediante el término de error aleatorio. Dicha ecuación fundamental puede estimarse mediante una regresión por MCO de  $R_i$  sobre  $R_m$ .

Los supuestos en los que se basa el MIU y que validan la relación fundamental expuesta son:<sup>37</sup>

- Los rendimientos de la acción son generados por (3.27)
- La esperanza matemática de  $e_i$  es igual a cero:  $E(e_i)=0$
- $R_m$  y  $e_i$  están incorrelacionadas:  $Cov(R_m, e_i)=0$
- No hay correlación entre los errores aleatorios de activos distintos:  $Cov(e_j, e_i)=0 \quad i \neq j$

Una vez determinado el rendimiento de la acción mediante del MIU, es posible especificar la varianza de forma similar:

$$\sigma_i^2 = \beta_i^2 \sigma_m^2 + \sigma_{E_i}^2 \quad (3.28)$$

Donde:

$\sigma_i^2$  varianza de los rendimientos de la  $i$ ésima acción.

$\sigma_m^2$  varianza de los rendimientos del mercado.

$\sigma_{E_i}^2$  varianza del termino de error aleatorio de la  $i$ ésima acción.

Y donde además, los dos términos de la expresión anterior tienen significados importantes:

$\beta_i^2 \sigma_m^2$  : representa el riesgo sistemático de la acción, y por tanto no es diversificable.

$\sigma_{E_i}^2$  : representa el riesgo no sistemático, que puede eliminarse mediante la diversificación.

La covarianza entre los rendimientos de dos valores también puede expresarse en términos de su relación con el mercado:

$$Cov(R_i, R_j) = \sigma_{ij} = \beta_i \beta_j \sigma_m^2 \quad (3.29)$$

---

<sup>37</sup> Véase Messuti, Domingo J., *op. cit.*, pp.456 y 472-475.

Como (3.27) esta expresada a posteriori, es conveniente introducir el valor esperado:

$$E(R_i) = E_i = \alpha_i + \beta_i E_m \quad (3.30)$$

Donde:  $E_m = E(R_m)$

Es conveniente mencionar que cuando (3.30) es estimada con datos históricos y no mediante distribuciones de probabilidad y escenarios, resulta que es igual a (3.27), y esta última es la forma que más se utiliza en la realidad, por lo que se puede prescindir de (3.30). La varianza y la covarianza conservan la misma forma al introducir el valor esperado, por lo que se utilizan tal y como se especifica en (3.28) y (3.29).

Para el caso de portafolios, el MTU también ofrece las formulas necesarias para calcular el rendimiento esperado y la varianza de dichos portafolios. El rendimiento de un portafolio se obtiene mediante:

$$R_p = \alpha_p + \beta_p R_m \quad (3.31)$$

Donde:  $R_p$  es el rendimiento del portafolio.

$\alpha_p$ , es el promedio ponderado de las alfas individuales:  $\alpha_p = \sum_{i=1}^N x_i \alpha_i$

$\beta_p$ , es el promedio ponderado de las betas individuales:  $\beta_p = \sum_{i=1}^N x_i \beta_i$

Por su parte, la varianza del portafolio se puede calcular aplicando:

$$\sigma_p^2 = \beta_p^2 \sigma_m^2 + Q_p^2 \quad (3.32)$$

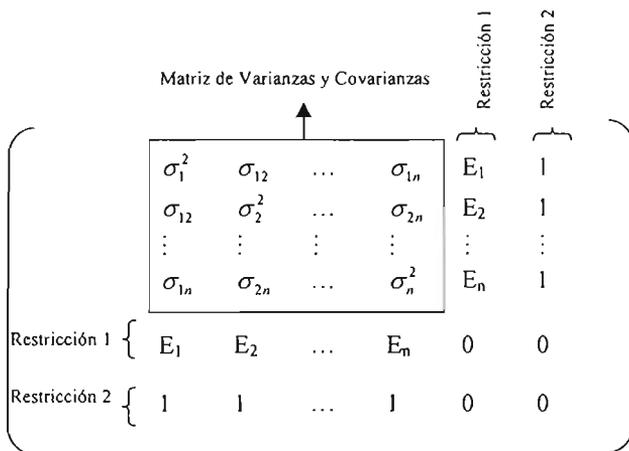
Donde:  $Q_p^2 = \sum_{i=1}^N x_i \sigma_{Ei}^2$

Una vez que se dispone de estos parámetros calculados en base al MIU, es posible calcular el conjunto de portafolios óptimos que conforman la frontera eficiente. Esta tarea puede realizarse utilizando las técnicas de Markowitz, pero con parámetros estimados por el MIU.

### 3.1.5.4.1 OPTIMIZACIÓN CON PARÁMETROS ESTIMADOS POR EL MIU

Como se explicó en la sección (3.1.5.3), el método de Markowitz para optimizar portafolios implica minimizar el riesgo para determinado nivel de rendimiento esperado. Y de donde se infiere que siempre es necesario construir un sistema matricial como (3.23) para poder encontrar los valores óptimos de las proporciones ( $x_i$ ) correspondientes. Examinando nuevamente dicho sistema, puede verse que la matriz C invariablemente se compondrá de la matriz de varianzas y covarianzas de NxN términos más dos líneas y columnas correspondientes a las ecuaciones de restricción:

DIAGRAMA 5. Componentes de la matriz C.



Es precisamente en la forma de calcular la matriz de varianzas y covarianzas, en donde interviene el MIU, y de donde se genera el ahorro de trabajo en el cálculo de parámetros, pues las varianzas y covarianzas de los “n” títulos ya no se requieren calcular mediante (3.5) y (3.12), sino con (3.28) y (3.29):

$$\sigma_i^2 = \beta_i^2 \sigma_m^2 + \sigma_{\epsilon_i}^2$$

$$\sigma_{ij} = \beta_i \beta_j \sigma_m^2$$

Por lo que los únicos datos necesarios son la beta de cada título, la varianza del mercado y la varianza de los errores aleatorios de cada título. Obviamente estos datos se obtienen mediante (3.27), con lo que también se obtienen  $R_i$  y  $\alpha_i$ . Con los datos generados a partir del MIU, se construye entonces la nueva matriz de varianzas y covarianzas, la cual se *encaja* en la matriz C de tal forma que el nuevo sistema (3.23) pueda resolverse aplicando (3.24).<sup>38</sup>

El mismo procedimiento es aplicable en el caso de que se busque determinar el portafolio de mínimo riesgo por medio de (3.25). De manera análoga, se pueden aplicar los métodos expuestos para eliminar o restringir las ventas en corto.

### 3.1.6 SELECCIÓN DE CARTERAS: PORTAFOLIOS ÓPTIMOS Y MAPAS DE INDIFERENCIA

Una vez expuestos los elementos necesarios para construir la frontera eficiente de cualquier portafolio de acciones, es necesario definir cuál de los portafolios óptimos es el indicado, es decir, en cual portafolio del conjunto eficiente se debe invertir. El inversionista se enfrenta ante un conjunto de portafolios igualmente factibles y lo más importante, igualmente eficientes; por lo que cualquiera de ellos puede ser el indicado. Por ello es necesario incorporar al análisis algunos elementos adicionales que permitan lidiar con este nuevo problema.

El problema puede resolverse incorporando los elementos expuestos en la teoría del consumidor bajo el supuesto de incertidumbre, dentro de la cual el individuo toma sus decisiones con base en la utilidad esperada, escogiendo la alternativa que más utilidad esperada le reporte. Para alcanzar mayores niveles de utilidad, el inversionista debe escoger la curva de indiferencia mas alta alcanzable, pero considerando las restricciones aplicables. “El inversor estará interesado en aumentar su satisfacción, y ello se cumple en la medida de que tome en consideración curvas que se ubiquen mas hacia arriba y a la izquierda.”<sup>39</sup> La restricción del problema implica escoger un portafolio que pertenezca únicamente al conjunto eficiente, el cual esta representado por la frontera eficiente; por lo tanto, el portafolio a elegir

---

<sup>38</sup> Véase Messuti Domingo J., *op. cit.*, p. 486-491.

<sup>39</sup> Pascale, Ricardo. *Decisiones Financieras*, 3ª edición, Macchi, Buenos Aires, Argentina, 1998, p. 196.

será aquel que represente el punto para el cual exista una curva de indiferencia que sea tangente a la frontera eficiente, y que a la vez posea la utilidad esperada más alta posible.

No obstante, existe una complicación adicional en el proceso de toma de la decisión de inversión final, la cual se basa en el hecho de que no todos los inversionistas escogerán el mismo portafolio del conjunto eficiente. Es necesario considerar que “los inversionistas difieren en cuanto a la intensidad de su deseo de rendimientos esperados y su deseo de evitar el riesgo...un inversionista muy atrevido quizás busque rendimientos esperados adicionales y esté dispuesto a correr los riesgos para obtenerlos...otro puede estar decidido a evitar el riesgo hasta un grado mayor y quizás esté dispuesto a perder rendimientos esperados adicionales para evitar el riesgo.”<sup>40</sup> En síntesis, es necesario considerar el grado de aversión al riesgo del inversionista en la toma de la decisión de inversión final. Obviamente, entre mayor aversión al riesgo, las curvas de indiferencia correspondientes tenderán a ser más verticales, y por ello, cortarán a la frontera eficiente en el punto que más hacia la izquierda sea alcanzable. En el caso de aversión al riesgo baja, las curvas de indiferencia serán más horizontales, y cortarán a la frontera eficiente en un punto más hacia la derecha, el cual incorpora más riesgo pero también mayores rendimientos.

“El óptimo surge, entonces, de la confluencia de las preferencias subjetivas sobre riesgo y rendimiento y las oportunidades de portafolios de inversiones que el mercado posibilita.”<sup>41</sup> Debido a este carácter subjetivo, los inversionistas elegirán un portafolio distinto al de los demás, aun considerando una misma frontera eficiente.

El problema de selección de carteras se puede resolver de manera gráfica como se ejemplifica en el diagrama 6. Existen dos inversionistas con distinto grado de aversión al riesgo; el primer inversionista tiene un mapa de indiferencia (b) con una curva (2) que corta a la frontera eficiente en el punto B, el cual representa el portafolio óptimo para dicho inversionista, y que tiene una combinación riesgo-rendimiento:  $(\sigma_B, E(R_B))$ . Este inversionista es moderadamente averso al riesgo, puesto que no escogió el portafolio representado por el punto A que representa el portafolio de mínimo riesgo, y que correspondería al caso de un inversionista altamente averso al riesgo.

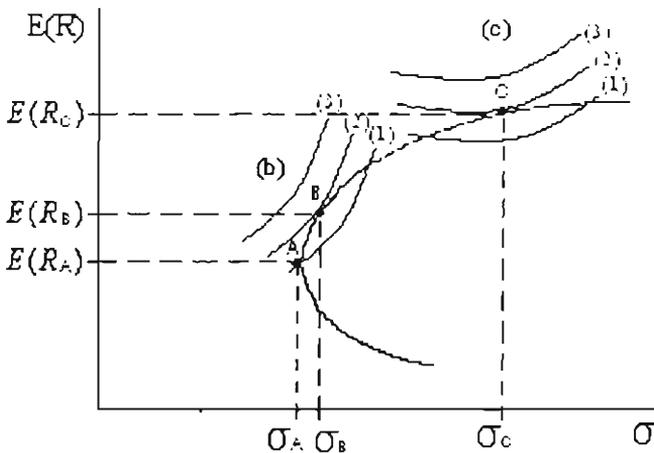
---

<sup>40</sup> Kolb, Robert W., *op. cit.*, p. 459.

<sup>41</sup> Pascale, Ricardo., *op. cit.*, p.197.

Por otra parte, existe un inversionista ligeramente averso al riesgo con un mapa de indiferencia (c) y que escoge un portafolio C con una combinación  $(\sigma_c, E(R_c))$ . La elección de dicho portafolio se determina por la tangencia de una curva de indiferencia (2) con la frontera eficiente. Este inversionista no es amante del riesgo, puesto que existen más portafolios óptimos elegibles a la derecha de C que ofrecen mayor riesgo.

DIAGRAMA 6. La elección del portafolio eficiente: frontera eficiente y mapas de indiferencia.



En concreto, la elección del portafolio óptimo final se puede efectuar construyendo el mapa de indiferencia del inversionista, y confrontándolo con las opciones que ofrece la frontera eficiente respectiva. El mapa de indiferencia puede construirse utilizando las funciones de utilidad esperada descritas en la sección (3.1.4.2), mientras que la frontera eficiente se genera utilizando cualquiera de las técnicas de optimización de carteras anteriormente expuestas. Finalmente, ambos conceptos se amalgaman en un espacio riesgo-rendimiento como el del diagrama 6; aquel punto que maximice la utilidad esperada y que pertenezca al mismo tiempo a la frontera eficiente, representa el portafolio óptimo del inversionista y su decisión de inversión final.

### 3.2 ASPECTOS DE LA TEORÍA MODERNA DE CARTERAS

El análisis de Markowitz contribuyó enormemente al estudio del riesgo y rendimiento de los valores transados en los mercados financieros, y sentó las bases para nuevos desarrollos en el campo de la

teoría financiera. Los nuevos estudios encontraron que puede existir una relación de equilibrio en el mercado, el cual puede ser representado por medio del Modelo de Fijación de los Precios de los Activos de Capital o CAPM. Dicho equilibrio está estrechamente relacionado con la existencia de eficiencia en el mercado, concepto que va de la mano con la Hipótesis de Eficiencia del Mercado (HEM). Ambos estudios representan una parte fundamental de la teoría moderna de carteras, y por ello es necesario que el inversionista conozca las ideas fundamentales que postulan.

Dichas ideas no solo proveen la información teórica necesaria para entender el funcionamiento de los mercados financieros contemporáneos, sino también las bases para su aplicación práctica. Si los mercados no funcionan como lo postulan estas teorías, y el inversionista es capaz de detectar estas fallas, entonces puede aprovecharlas para proteger su inversión o incrementar sus ganancias.

Aunque actualmente existen muchos estudios y teorías alternativas relacionadas, la exposición se limita al CAPM y la HEM, por contener las ideas más importantes y necesarias para la comprensión del funcionamiento teórico del mercado de valores actual y para proveer al inversionista de información valiosa que sea capaz de llevarle a obtener un plus en su actuación en el mercado.

### 3.2.1 EL MODELO CAPM

El Modelo de Fijación de los Precios de los Activos de Capital es una de las principales aportaciones de la teoría moderna de carteras. Este modelo proporciona una visión alternativa sobre el rendimiento y riesgo esperados de los valores y carteras a la estipulada por Markowitz y por la teoría de carteras tradicional. Al igual que en el análisis de Markowitz, el modelo presenta un conjunto de supuestos necesarios para su derivación y la facilitación del estudio. Dichos supuestos son parecidos a los anteriormente expuestos, y algunos son igualmente irreales, por lo que comúnmente se dice que el CAPM se desarrolla en un mundo hipotético. Dichos supuestos son:<sup>42</sup>

- Los inversionistas son aversos al riesgo y maximizadores de la utilidad esperada de su riqueza con un horizonte de inversión de un solo periodo.
- Los inversionistas son tomadores de precios y mantienen expectativas homogéneas sobre los rendimientos esperados, los cuales siguen una distribución normal conjunta.

- Existe una tasa libre de riesgo a la cual es posible prestar o pedir prestado.
- Todos los activos son perfectamente divisibles y negociables.
- Existe información perfecta y disponible en el mercado.
- No existen imperfecciones en el mercado.

Como se presenta a continuación, el modelo postula que el rendimiento de un activo es una función de la tasa libre de riesgo, la beta de la acción y la prima de riesgo que otorga el mercado; definición que es análoga al caso de las carteras. La siguiente ecuación representa la ecuación fundamental del CAPM:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i[E(R_m) - R_f] \quad (3.33)$$

Como tasa libre de riesgo ( $R_f$ ) se toma al rendimiento de los Cetes a 28 días, en tanto que el rendimiento esperado del mercado  $E(R_m)$  “es la suma de la tasa libre de riesgo más alguna compensación por el riesgo inherente en la cartera de mercado”.<sup>43</sup>

La cartera de mercado es aquella cartera ponderada por el valor de mercado y que incluye todos los títulos existentes.<sup>44</sup> Esta cartera se puede determinar incluyendo al análisis de Markowitz un activo libre de riesgo, donde aquella cartera eficiente que incluya sólo activos riesgosos, representa a la cartera de mercado. En la práctica, se considera que la cartera de mercado puede ser fielmente representada por un índice bursátil, como el IPC en el caso mexicano.

La visión del rendimiento esperado que estipula el CAPM, se basa en la idea de que la rentabilidad mínima que una acción debe otorgar debe ser por lo menos igual a la tasa libre de riesgo, más la prima que otorga el mercado para dicha acción. La incorporación del riesgo medido por beta, en la determinación del rendimiento esperado, es una de las contribuciones más importantes del CAPM. La prima de riesgo depende de la beta del título, de ahí el carácter individual de dicha prima.

Por otra parte, y según el CAPM, el riesgo total de un activo depende del riesgo sistemático y del riesgo no sistemático al que se está expuesto. El riesgo sistemático es aquel que se debe al mercado, y

<sup>42</sup> Guzmán, María de la Paz. “Una aplicación del modelo CAPM para algunas acciones que cotizan en la BMV (1993-1995)” *Análisis Económico*, Vol. XII, núm. 27, julio-diciembre de 1995, México, p.45

<sup>43</sup> Ross, Stephen A., Randolph W. Westerfield y Jeffrey F. Jaffe. *Finanzas corporativas*, 2ª edición, McGraw Hill Interamericana, México, 2000, p. 305.

es causado por factores de tipo macroeconómico y afectan a todo el mercado bursátil, tales como variaciones en las tasas de interés, la crisis económica, problemas políticos, y demás sucesos que afectan el mercado.<sup>45</sup> El riesgo no sistemático es aquel que es inherente al funcionamiento de la empresa de forma individual. Factores internos como huelgas, la calidad de la administración, competitividad, etc., son las fuentes del riesgo no sistemático. Este último tipo de riesgo puede ser eliminado totalmente mediante la diversificación.

Para el CAPM, el riesgo sistemático es el más importante, y puede ser medido mediante beta. Este coeficiente indica el grado en que el rendimiento de la acción esta condicionado por el rendimiento del mercado. Beta mide el riesgo sistemático al examinar la relación existente entre el activo y la cartera de mercado. Este coeficiente se expresa mediante:

$$\beta_i = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2} \quad (3.34)$$

El valor del coeficiente proporciona una idea sobre el riesgo sistemático de la acción, o dicho de otro modo, de la sensibilidad de la acción ante los movimientos del mercado. Si la beta es cercana a uno, significa que los rendimientos de la acción varían proporcionalmente a los rendimientos del mercado. Si la beta es mayor que uno, implica que los rendimientos de la acción varían más que proporcionalmente a los del mercado. Si la beta es menor que la unidad, significa que los rendimientos de la acción no dependen mucho de los del mercado. El grado de riesgo sistemático aumenta proporcionalmente con beta, entre más cercana a uno o mayor sea la beta, la acción tendrá un mayor nivel de riesgo sistemático.

El CAPM también proporciona una manera de estimar el nivel de riesgo sistemático de una cartera de activos, mediante el cálculo de la beta de la cartera. La beta de una cartera no es más que un promedio ponderado de las betas individuales de los activos que la componen:

$$\beta_p = \sum_{i=1}^n x_i \beta_i \quad (3.35)$$

---

<sup>44</sup> *Ibid.*, p. 300.

<sup>45</sup> Martínez Abascal, Eduardo, *op. cit.*, p. 148.



él. La SML debe cortar el punto que representa el portafolio de mercado (M), el cual por definición debe tener una beta igual a uno, y un rendimiento igual a la tasa libre de riesgo más la prima de mercado. En el diagrama se puede observar que la prima de mercado  $[E(R_m) - R_f]$  es positiva; aunque en periodos de tiempo cortos puede no ser así, a largo plazo la prima de mercado debe ser positiva para que la SML mantenga de igual forma, una pendiente positiva.

Un aspecto primordial a considerar sobre el CAPM es que “supone que en equilibrio el precio del riesgo de los activos se ajusta a la tasa requerida de rendimiento, es decir, los activos se encuentran en la línea del mercado de valores.”<sup>47</sup> Ningún valor o cartera debe ofrecer una combinación riesgo-rendimiento mejor que las ofrecidas por la SML, ya que en equilibrio todos los valores y carteras se ubican sobre esta línea. El hecho de que el riesgo sólo sea medido por beta, es decir, sólo se mide el riesgo sistemático, implica que el mercado no recompensa el correr cualquier otro tipo de riesgo, por lo que un inversionista que no esté diversificando su inversión con miras a eliminar el riesgo no sistemático, no obtendrá ningún rendimiento adicional por correrlo.

El intercambio entre riesgo y rendimiento observable en la SML, repercute de manera importante en las decisiones del inversionista. Un inversionista estrictamente averso al riesgo, mantendrá títulos o carteras con un nivel de beta menor a uno, por lo que se considera que es una inversión defensiva. Este tipo de inversión es particularmente útil en momentos en que el mercado pasa por un periodo recesivo (*bear market*) debido a que limita la exposición de la inversión a los movimientos del mercado, y por ello, el inversionista espera limitar sus pérdidas producto del descenso del mercado en general. En cambio, un inversionista ligeramente averso al riesgo, mantendrá títulos o carteras con alta beta, lo que representa una inversión ofensiva, pues espera aumentar su exposición al riesgo de mercado con miras a obtener mayores rendimientos. Por supuesto, este tipo de estrategias sólo puede producir resultados óptimos en momentos en que el mercado es alcista (*bull market*), pues de otra forma la alta exposición a los movimientos del mercado puede derivar en igualmente elevadas pérdidas. Una particularidad de estas ideas es que un inversionista que identifica una posible tendencia alcista del mercado, puede apalancar su inversión para incrementar la beta de su cartera, con lo que seguramente y de corroborarse sus expectativas obtendría rendimientos muy superiores a los del mercado.

### 3.2.1.2 LA LÍNEA CARACTERÍSTICA

---

<sup>47</sup> Guzmán, María de la Paz, *op. cit.*, pp. 47 y 48.

El cálculo de la beta de un título puede realizarse mediante (3.34), no obstante, beta se estima comúnmente realizando un análisis de regresión, pues mediante este método es posible encontrar tanto éste coeficiente como otros indicadores importantes; dicha regresión se realiza utilizando un modelo de regresión por MCO. Lo que se busca con éste modelo es establecer una relación lineal entre los rendimientos de un valor individual o cartera y los rendimientos del mercado, en dicha relación interviene beta, representando el riesgo sistemático de la acción.

La línea característica es la gráfica de la línea de regresión de los rendimientos del activo o cartera, sobre los rendimientos de la cartera de mercado.<sup>48</sup> La línea característica se obtiene mediante un modelo de regresión de dos variables con información histórica planteado de la siguiente forma:

$$R_{it} = \alpha_i + \beta_i R_{mt} + e_{it} \quad (3.36)$$

El cual indica que el rendimiento del activo o cartera  $i$  en el momento  $t$  depende sólo del rendimiento del mercado. Como es obvio, esta ecuación es la misma que (3.27), es decir, es igual que el MIU o Modelo de Mercado, la diferencia radica en que se le ha agregado el tiempo a las variables y la relación se mantiene aun en el caso de carteras, por lo que ya no es necesario calcular la beta de la cartera mediante (3.35). De esta relación también se desprende que la beta obtenida mediante el Modelo de Mercado y/o el CAPM es la misma y mantiene el mismo significado. El hecho de utilizar información histórica para calcular el coeficiente beta, implica que se presume que la acción o cartera presentará en el futuro próximo la misma beta que ha mantenido en el pasado reciente.

La línea característica representa entonces, el ajuste de regresión entre los puntos que representan combinaciones de rendimientos del título o cartera y los rendimientos del mercado. La beta corresponde a la pendiente de dicha línea y el intercepto corresponde al coeficiente alfa.

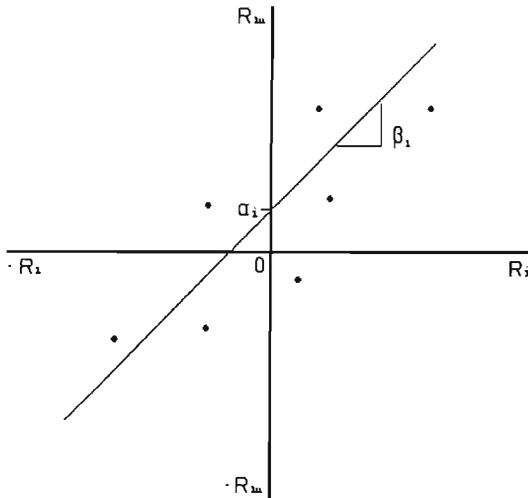
Por definición, la línea característica de la cartera de mercado debe tener una beta positiva e igual a la unidad. De la misma forma, debe mantener un alfa igual a cero, por lo que dicha línea tiene que pasar por el origen. Estas características le dan congruencia a lo expuesto por la SML, donde la cartera de

---

<sup>48</sup> Kolb, Robert W., *op. cit.*, p. 493.

mercado presenta una beta igual a uno, y el rendimiento esperado sólo depende de beta, de la tasa libre de riesgo y de la prima de riesgo del mercado.

DIAGRAMA 8. *La línea característica.*



Estrictamente hablando, el CAPM estipula que el coeficiente alfa debe ser igual o cercano a cero, pues teóricamente el rendimiento del título sólo debe depender de su beta y la prima de riesgo que el mercado le otorgue. Si la regresión arroja que alfa tiene un valor distinto de cero, entonces se considera que la acción obtuvo una rentabilidad adicional (bien sea positiva o negativa) a la que el CAPM afirmaba, por ello, en este caso se afirma que el CAPM no es verdadero. “Una acción que tiene  $\alpha$  positiva obtiene una rentabilidad superior a la que le corresponde por su riesgo, por tanto obtendrá una relación rentabilidad - riesgo mejor que otras acciones.”<sup>49</sup> De esta idea se desprende que una estrategia de inversión redituable puede consistir en invertir en aquellas acciones con alfa positiva, pero sujeto a que dicha alfa sea estable en el tiempo y estadísticamente diferente de cero.

<sup>49</sup> Martínez Abascal, Eduardo, *op. cit.*, p. 152.

La estimación de la línea característica es muy importante por diversas razones. Si el rendimiento y/o beta de un valor o cartera obtenidos mediante la construcción de la línea característica presentan una combinación distinta a la que la SML otorga, entonces ese valor o cartera no está en equilibrio, lo que implica que el CAPM no se está cumpliendo exactamente en la realidad y se puede suponer que el mercado no es eficiente. En la medida en que se encuentren títulos localizados por encima (infravalorados) o debajo (sobreevaluados) de la SML, aceptando la lógica del modelo y asumiendo que estas condiciones se mantendrán en el futuro, entonces es posible utilizar el CAPM para la toma de decisiones de inversión, optando por comprar aquellos títulos infravalorados, y vender aquellos sobreevaluados, con ello, sería posible realizar ganancias extraordinarias.<sup>50</sup> El objetivo del analista bursátil, consiste entonces, en encontrar valores ubicados bajo o sobre la SLM; no obstante, en la medida en que otros analistas encuentren estos valores, el mercado actuará para corregir esta situación, moviendo los precios hasta ajustar los rendimientos a su nivel correcto de riesgo.

### 3.2.2 LA HIPOTESIS DE EFICIENCIA DEL MERCADO

Teóricamente se afirma que la relación de equilibrio propuesta por el CAPM puede no ocurrir en la realidad; si los mercados no operan de manera eficiente, los precios de los valores no tienen por qué moverse hacia el equilibrio, lo que implica que el CAPM no se cumple. La existencia de eficiencia en el mercado, es una condición necesaria para que los precios de los valores, y con ello los rendimientos, se ajusten linealmente a un determinado nivel de riesgo. Debido a esta situación, diversos estudios han sido aplicados para demostrar la existencia de eficiencia en el mercado, y corroborar de manera conjunta que el CAPM es cierto.

En el ambiente académico, la eficiencia de mercado mantiene dos significados; la eficiencia operativa, y la eficiencia informativa. La eficiencia operativa solo implica que el mercado trabaje de manera óptima, es decir, que los métodos y mecanismos de operación respondan adecuadamente a las exigencias del mercado. Este tipo de eficiencia no es básicamente el punto del debate, sino la eficiencia en el sentido informativo. La eficiencia informativa del mercado se presenta cuando todo tipo de información relevante fluye y está disponible en cualquier momento. La Hipótesis de Eficiencia del Mercado (HEM), se refiere a la existencia de eficiencia informativa.

---

<sup>50</sup> Gomez-Bezares, Fernando y otros. "Modelos de valoración y eficiencia: ¿Bate el CAPM al mercado?" *Análisis Financiero*, núm. 68, primer cuatrimestre de 1996, España, p. 74.

La HEM afirma simplemente que un mercado es eficiente si los precios de las acciones reflejan por completo y de manera instantánea toda la información existente y relevante para el mercado.<sup>51</sup> La existencia de eficiencia de mercado, tal y como lo afirma esta hipótesis, es una condición necesaria para que el CAPM se cumpla en la realidad. Si existieran valores por encima o por debajo de la SML, estos valores no tendrían una relación apropiada entre riesgo y rendimiento por lo que pudiera encontrarse un problema de incumplimiento teórico con el CAPM, o bien en la hipótesis de los mercados eficientes, o en ambas teorías.

La comprobación de la existencia o no de eficiencia informativa del mercado es muy importante para el inversionista debido a varias razones. “Si el mercado es eficiente con relación a un conjunto de información, entonces esa información no es útil para crear una estrategia de inversión superior”.<sup>52</sup> Esta idea implica que los gastos derivados de la adquisición de información financiera representan una pérdida, pues no es posible utilizar dicha información para producir ganancias redituables. Por otro lado, si la HEM se cumple, ningún inversionista puede ser capaz de ganarle al mercado de manera sistemática, por lo que la generación de estrategias de inversión no tendría fundamento alguno. El cumplimiento de la HEM también implica que aquellos inversionistas que la acepten, no desperdiciarían su tiempo y recursos aplicando una estrategia de inversión activa con el propósito de encontrar acciones subvaluadas; ninguna estrategia de inversión activa sería mejor que la estrategia pasiva de comprar y mantener.

Si el mercado es eficiente, los cambios de los precios de las acciones son aleatorios, por lo que las rentabilidades bursátiles no se pueden predecir; pero en la medida en que el mercado no sea eficiente, existirá información que no se refleja en los precios, y utilizando dicha información es posible generar beneficios superiores, de ahí la importancia de los estudios sobre eficiencia del mercado.

### 3.2.2.1 NIVELES DE EFICIENCIA

En los mercados financieros, es difícil que la eficiencia se manifieste tal y como lo postula la versión principal de la HEM, sin embargo, existen distintas formas de eficiencia, cada una con distintos niveles de restricción en sus supuestos, y cuyo cumplimiento es más fácil de observar en los mercados financieros. Así puede existir eficiencia del mercado en tres niveles: débil, semifuerte y fuerte.

---

<sup>51</sup> Kolb, Robert W., *op. cit.*, p. 521.

<sup>52</sup> *Ibid.*, p. 524.

Un mercado es eficiente en su forma débil, cuando los precios recogen toda la información histórica de las transacciones anteriores, incluyendo precios, volúmenes, tendencias, etc.<sup>53</sup> Si el mercado es eficientemente débil no es posible utilizar ningún tipo de información pasada para poder crear una estrategia capaz de batir al mercado. La eficiencia débil implica que el mercado no tiene memoria, y por lo tanto, no tiene por que existir una continuación segura de tendencias, es decir, si el mercado genera rendimientos hoy, no tiene por que generarlos mañana. La principal implicación de la existencia de eficiencia débil en el mercado es que cualquier estrategia de inversión derivada del análisis técnico sería inútil.

La eficiencia del mercado en su forma semifuerte sugiere que toda la información disponible públicamente sobre una empresa y de la economía en general ya ha sido reflejada en los precios.<sup>54</sup> Si existe eficiencia semifuerte en el mercado, entonces cualquier acción estará en su precio correcto, por lo tanto, no es posible encontrar acciones minusvaloradas. El conocimiento de toda la información publica disponible y relevante para el mercado, posibilita que éste actúe de manera eficiente, por lo tanto, aquél analista que trate de utilizar esta información para generar una estrategia de inversión superior estará perdiendo su tiempo; la existencia de eficiencia semifuerte implica que el análisis fundamental no tenga utilidad alguna. Este nivel de eficiencia incluye el conocimiento de información histórica, por lo tanto, la existencia de eficiencia semifuerte es condición suficiente para afirmar que también existe eficiencia débil.

Por último, existe eficiencia fuerte en el mercado si los precios reflejan por completo toda la información, tanto pública como privada.<sup>55</sup> Esto quiere decir que aun contando con información privilegiada, es imposible generar una estrategia con la cual obtener ganancias extraordinarias, pues los precios en el mercado ya habrán descontado anteriormente el impacto de dicha información. La eficiencia fuerte implica que también existe eficiencia semifuerte y débil, por lo que se considera el nivel más restrictivo de la HEM.

Aunque estas formas de eficiencia han sido objeto de varios estudios, no existe un consenso general sobre la existencia formal de alguna de ellas. No obstante, en los mercados financieros más

---

<sup>53</sup> Martínez Abascal, Eduardo, *op. cit.*, p. 167.

<sup>54</sup> *Ibid.*, *loc. cit.*

<sup>55</sup> Kolb, Robert W., *op. cit.*, p. 522.

desarrollados la información histórica parece no tener impacto alguno en los precios, por lo que se puede hablar de la existencia de eficiencia débil. La existencia de eficiencia semifuerte en cambio, no cuenta con pruebas irrefutables, y menos aun considerando la presencia de ciertos fenómenos que se contraponen con la HEM a este nivel, las llamadas anomalías de mercado. Por otra parte, no existe evidencia alguna a favor de la existencia de eficiencia en su sentido fuerte en mercado alguno.

En los mercados en desarrollo en cambio, aun no se puede afirmar con certeza la existencia de eficiencia del mercado en forma alguna, ni siquiera en su versión débil. En el mercado español por ejemplo, hasta hace algunos años las estrategias basadas en promedios móviles resultaban de gran utilidad. En el mercado mexicano, existen casos concretos en donde es posible obtener rentabilidades extraordinarias utilizando una estrategia de análisis técnico.<sup>56</sup> Debido a las pocas evidencias, es posible que tampoco exista eficiencia semifuerte en el mercado de valores mexicano, por lo cual la aplicación de una estrategia basada en el análisis fundamental representaría una buena opción.

### 3.2.2.2 ANOMALIAS DE MERCADO

En la actualidad, se han identificado muchos fenómenos que dan lugar a la existencia de ineficiencias en el mercado, dichos fenómenos se conocen como anomalías. Las anomalías representan un escollo para la HEM, ya que teóricamente es posible utilizarlas para generar beneficios extraordinarios, generando consecuencias que resultan incongruentes en un hipotético mercado eficiente. La presencia de ineficiencias aun en mercados desarrollados puede estar fundamentada en el hecho de que la bolsa es un mercado de expectativas, y por lo tanto esta sujeto en gran medida a las variaciones en el comportamiento humano; sin embargo, las explicaciones a la presencia de anomalías aun son insuficientes, en realidad esta es un área que aun se encuentra bajo estudio, por lo que no es posible generar conclusión alguna al respecto. Las anomalías más importantes hasta ahora identificadas son la del tamaño de la firma, el efecto enero y otras anomalías estacionales menores, la anomalía del PER y la del P/VL.

Se ha observado que aquellas empresas que son más pequeñas con relación a su valor de capitalización han otorgado a los inversionistas rendimientos mucho más altos que las grandes firmas.<sup>57</sup> Este

---

<sup>56</sup> Véase IXE, Casa de Bolsa. *Parabrisas, Reporte Semanal*. Publicación electrónica donde se encuentra una táctica que emplea un promedio móvil sujeto a bandas de fluctuación desarrollada por IXE en su llamada estrategia de tendencia (ET).

<sup>57</sup> Dobbins, Richard, *op. cit.*, p. 111.

fenómeno constituye la anomalía del tamaño de la firma (*Size effect*), la cual puede utilizarse para formar una estrategia redituable; simplemente se requiere invertir en un portafolio constituido por empresas pequeñas, y suponer que al paso del tiempo el promedio de rendimientos obtenidos será mayor al obtenido por un portafolio que incluye grandes empresas. Sin embargo, se ha debatido que los altos rendimientos obtenidos van de la mano con un alto nivel de riesgo, lo que demerita la estrategia.

Al parecer la anomalía más importante hasta ahora detectada es la del efecto enero. Esta anomalía es una fluctuación estacional en la que los rendimientos de las acciones son anormalmente más elevados en los primeros días de enero.<sup>58</sup> Se ha comprobado que en dicho mes los rendimientos de las acciones son en promedio más elevados que en cualquier otro mes del año. Al parecer, el efecto tamaño y el efecto enero son complementarios, pues se ha observado que son las empresas pequeñas las que presentan mayores rendimientos durante este mes. La mejor explicación a esta anomalía la constituye el hecho de que los inversionistas se deshacen de sus malas acciones al finalizar el año para amortiguar sus cargas fiscales, posteriormente al iniciar el nuevo periodo, en enero, vuelven a colocar sus recursos de forma conjunta, ocasionando la mencionada alza de precios. No obstante, el efecto enero también se ha observado en mercados cuyo ciclo fiscal no termina a fines de año, incluso se ha presentado en mercados en los que no están gravadas las ganancias de capital; por ello, la anterior explicación no esclarece del todo el origen del efecto enero. Adicionalmente se han observado otras variaciones estacionales de menor magnitud, como el efecto fin de semana y fin de mes, que son muy parecidas al efecto enero; en concreto se observa que generalmente ocurre un alza de precios cada lunes y al inicio de cada mes.

Otra importante anomalía detectada es la del PER. Se ha observado que una cartera de acciones con un PER relativamente bajo a menudo ha producido tasas de rendimiento por encima de la media, incluso una vez ajustadas por el riesgo.<sup>59</sup> Invertiendo en aquellas acciones que presenten un PER bajo se pueden obtener mejores beneficios, pues se supone que estas acciones están minusvaloradas y pertenecen a empresas que crecerán mucho en el futuro próximo. Esta anomalía también está relacionada con el efecto tamaño, pues las empresas pequeñas son las que frecuentemente presentan un PER bajo.

---

<sup>58</sup> Malkiel, Burton G. *Un paseo aleatorio por Wall Street*, Alianza, Madrid, España, 1992, p. 181.

<sup>59</sup> *Ibid.*, p. 183.

Una anomalía muy parecida a la anterior la constituye el fenómeno del múltiplo P/VL. Se ha encontrado que se pueden obtener rendimientos excesivos invirtiendo en compañías que tienen un bajo ratio P/VL para sus acciones.<sup>60</sup> Se supone igualmente que aquellas empresas con acciones de bajos múltiplos P/VL están minusvaloradas, y por lo tanto representan una buena oportunidad para invertir.

Algunas otras anomalías de menor impacto han sido detectadas en los últimos años, tales como el hecho de que existen acciones más llamativas para el inversionista que otras; en concreto se afirma que aquellas acciones que han presentado un pobre desempeño en el pasado no son del agrado del inversionista y están subvaluadas, mientras que aquellas acciones que si han presentado un comportamiento favorable son del agrado del inversor y están por ello sobrevaluadas. También se ha observado que la volatilidad del mercado proveniente de información económica relevante no es constante, como lo afirma la HEM, sino que al parecer es menor durante los periodos de cierre que cuando el mercado esta abierto; por ello al parecer se puede concluir que la causa de la volatilidad es mas debida a las transacciones que a la información recibida por el mercado. Una última anomalía observada es el hecho de que en muchos fondos de inversión sus acciones son transadas a precios sustancialmente diferentes del valor de sus activos netos por acción.<sup>61</sup>

La existencia de alguna de estas anomalías en el mercado mexicano puede representar una oportunidad de inversión, sin embargo, en la medida en que los costos de transacción derivados de gestionar activamente un portafolio basado en la explotación de estos fenómenos sea muy alto, los beneficios potenciales tenderán a ser insignificantes, pudiendo inclusive degenerar en pérdidas. Por ello, una estrategia de gestión activa conservadora que combine una selección basada en parámetros fundamentales por un lado, y por otro lado apoyándose en las anomalías identificadas, podría resultar mejor para un inversionista individual.

---

<sup>60</sup> Dobbins, Richard, *op. cit.*, p. 113.

<sup>61</sup> *Ibid.*, pp. 116 y 117.

## CAPÍTULO 4. CONSTRUCCIÓN Y GESTIÓN DE UN PORTAFOLIO DE INVERSIÓN

El objetivo primordial de este capítulo es conformar y administrar una cartera de inversión virtual a partir de los planteamientos descritos en los capítulos anteriores, para lo cual es necesario seguir ciertos pasos que permiten realizar dicha tarea de manera ordenada y congruente. En primer lugar, se describe el proceso que permite conformar una cartera de inversión que cumpla con los objetivos planteados para este trabajo, de los cuales destaca la demostración objetiva de que es posible batir al mercado sistemáticamente utilizando una estrategia de inversión basada en el análisis fundamental y en la optimización de carteras. Posteriormente se realiza una simulación histórica que muestra el comportamiento que la cartera presentó durante el periodo de estudio y donde la evaluación y análisis de su desempeño corroboran la validez de los planteamientos señalados.

Tanto la formación como la simulación del desempeño de la cartera se realizaron tomando en cuenta las limitaciones que una simulación histórica representa, no obstante este aspecto no desacredita la validez del trabajo, puesto que la mayoría de los estudios sobre eficiencia del mercado coinciden en la utilización de datos históricos como la base de sus planteamientos, y en gran parte esto se debe a que los investigadores no cuentan con los recursos necesarios para practicar un ejercicio real en el mercado.

Las características de la cartera también se constriñen para facilitar el cumplimiento de la finalidad primordial de este trabajo, por lo que muchas de ellas no corresponden necesariamente a la realidad, lo cual no quiere decir que no sea aplicable a la misma, sino que es necesario hacer algunos ajustes menores para pasar del campo experimental al empírico. No obstante, se trató en la medida de lo posible, de ajustar el proceso de formación y simulación de la cartera a las condiciones de la realidad, y así también, se limitó el mal uso de la información *futura* disponible que en toda simulación histórica puede sesgar los resultados de manera deliberada.

#### 4.1 FORMACIÓN DE LA CARTERA

El proceso de formación inicial de una cartera de inversión comienza con la delimitación de las características que presentará y los objetivos que persigue; posteriormente se realiza el proceso de conformación de la estrategia de gestión a seguir, seleccionando los criterios deseados a partir de determinados parámetros; un último paso consiste en la optimización de la cartera de acuerdo a alguna de las técnicas antes descritas.

La formación de la cartera es una tarea muy importante, pues de la correcta formulación de la estrategia de inversión a seguir y de la ulterior selección de activos dependerán en gran medida los resultados que ésta arroje, así como el éxito de la inversión.

#### 4.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA CARTERA

Para la conformación inicial de toda cartera de inversión es necesario delimitar las características que esta presentará, para tal efecto se enuncian a continuación las que de manera general son empleadas por la mayoría de los administradores y que son aplicables para esta investigación.

##### 4.1.1.1 OBJETIVOS

El objetivo principal de la cartera a conformar es el de proporcionar un rendimiento superior al rendimiento que ofrezca la cartera de mercado durante un mismo periodo. Para ello, se aplicará una estrategia de gestión activa congruente con las limitaciones que implica una simulación histórica. Mediante el éxito de dicha estrategia se pretende corroborar que el mercado opera de manera ineficiente, particularmente y en términos de la HEM, se pretende comprobar que el mercado no es eficiente en su versión semifuerte, pues el éxito de una estrategia de gestión basada en el análisis fundamental implica que la información pública no es asimilada eficientemente por el mercado.

##### 4.1.1.2 TIPO DE INVERSIONISTA

Se considera que la cartera puede responder a las exigencias de un inversionista privado, pues puede estipularse como una inversión para el ahorro a largo plazo de cualquier persona física que cumpla con los requisitos mínimos requeridos para invertir en el mercado de valores mexicano. No obstante, dado el carácter experimental de la investigación, se asume que se trata de una inversión con carácter especulativo más que una enfocada a preservar el ahorro o patrimonio de una persona o institución.

##### 4.1.1.3 TAMAÑO

La cartera se compone de recursos iniciales por la cantidad de un millón de pesos, los cuales son aportados íntegramente y en efectivo por un solo inversionista. Dicha cantidad puede no corresponder

al monto mínimo requerido para poner en práctica una estrategia de gestión activa en el mercado, en realidad sería conveniente disponer de diez veces dicha cantidad, sin embargo en aras de simplificar el estudio se supondrá que dicha cifra es suficiente. No se considera un tamaño máximo para la cartera, se asume que puede alcanzar cualquier cifra durante el periodo de estudio. El tamaño mínimo de la cartera puede ser cualquier cantidad superior a \$0, por lo que también se asume que existe divisibilidad infinita de las acciones, es decir, se pueden realizar transacciones fraccionales de acciones. En la práctica la transacción mínima que puede realizarse abarca un lote (100 acciones), no obstante esta limitación desaparece conforme aumenta el tamaño de la cartera.

El número de activos que conforman la cartera está únicamente determinado por la estrategia de gestión, pero se considera que debe incluir al menos dos. Dadas las restricciones de liquidez y de selección de acciones basada en los parámetros de la estrategia de gestión, se considera que la cartera incluirá un número limitado de activos; aspecto que es congruente con el objetivo primordial, pues se desea incluir solo acciones ganadoras y no un número amplio de activos en aras de diversificar riesgos.

#### 4.1.1.4 HORIZONTE TEMPORAL

Se considera que la cartera se administrará por un periodo de cinco años, los cuales comienzan el primer día hábil de enero de 1999 y concluyen el último día hábil de diciembre del 2003. Los periodos de evaluación del desempeño son anuales, de tal manera que el periodo para corroborar que la cartera gestionada batió al mercado es de un año. La cartera presentará revisiones trimestrales en las cuales se realizarán los movimientos pertinentes de acuerdo a la estrategia de gestión. No se consideran retiros de capital durante el periodo de estudio.

Puesto que se trata de una inversión en acciones se considera como una inversión de largo plazo, ya que es necesario que el mercado reconozca el carácter subvaluado de las acciones seleccionadas, proceso que puede tardar más de un año en consumarse.

#### 4.1.1.5 COSTOS DE TRANSACCIÓN Y CARGA FISCAL

En congruencia con la mayoría de los estudios realizados sobre eficiencia del mercado, no se considerarán en este trabajo las comisiones ni el pago del IVA que implica la realización de las transacciones de compra y venta de activos para la cartera. Esta asunción también es congruente con el

hecho de que la cartera de mercado teóricamente no paga costos de transacción ni impuestos y por tanto el considerar que la cartera gestionada sí los pague, implicaría una competencia inequitativa. No obstante, para efectos de evaluación se pueden considerar comisiones de compra y venta del 1% y el pago del IVA con tasa del 15%, también es importante considerar que en México las ganancias de capital no están gravadas como ocurre en la mayoría de los países desarrollados.

#### 4.1.1.6 LIMITACIONES EN LA INVERSIÓN

La cartera esta limitada a la inclusión de activos de riesgo negociados exclusivamente en la BMV, específicamente solo puede incluir acciones y CPO's. No se permiten ADR's, Naftrac, Warrants, ni instrumentos del mercado de títulos de deuda o del mercado global. Esta limitación es científicamente congruente con el objetivo de la cartera y de la investigación, pues la inclusión de activos distintos a los títulos de riesgo disponibles en el mercado distorsionaría los resultados y dificultaría la comparación de los mismos.

También se establece que la cartera debe estar compuesta de dos series accionarias o CPO's como mínimo, y no deben pertenecer a la misma emisora. La cartera también debe incluir al menos una acción de cada sector seleccionado, con ello se busca limitar el riesgo que implica el mantener una cartera no muy diversificada. Igualmente se considera que la totalidad de los recursos de la cartera es invertida completamente en acciones, por lo que no se permite mantener posiciones en efectivo durante parte o todo el periodo de estudio.

#### 4.1.1.7 RESTRICCIONES EN LA ROTACIÓN DE LA CARTERA

Las posiciones de la cartera serán reevaluadas únicamente al final de cada periodo trimestral para ajustarlas a la nueva información disponible proveniente de los resultados financieros trimestrales que publican las empresas inscritas en la BMV. Esta condición implica que habrá 4 periodos de rotación de la cartera durante cada año del periodo de estudio. La cartera se liquidará en su totalidad el último día hábil de cada periodo trimestral y se reinvertirá completamente en los nuevos activos elegidos el primer día hábil del periodo siguiente.

El carácter histórico de la investigación permite conocer la información trimestral publicada a la fecha del fin del ejercicio trimestral, es decir, el último día de cada trimestre efectivo; no obstante, en la

realidad esta información no esta disponible en esta misma fecha, sino algunos días después, lo que da pie a la existencia de un rezago informativo. La BMV establece un plazo de 20 días hábiles para la entrega de la información financiera trimestral por parte de las empresas después del ultimo día del primer, segundo y tercer trimestre, y de hasta 40 días hábiles para la información del cuarto trimestre – en donde comúnmente se presenta el reporte anual-. Considerando este hecho, los cambios en la estructura de la cartera derivada de la disposición de nueva información serán si bien cada tres meses, no coincidirán con los trimestres naturales, sino que se presentaran un mes después. Se supondrá que la nueva información financiera estará disponible sin excepción el primer día hábil del segundo mes de cada trimestre natural; por lo tanto, las reestructuraciones en la composición de la cartera se presentaran el primer día hábil de febrero, mayo, agosto y noviembre. Sin embargo, los periodos de evaluación de la cartera seguirán siendo al final de cada año sin importar que no coincidan con una reestructuración de la misma.

#### 4.1.1.8 LIQUIDEZ

Existe una limitación en cuanto a liquidez de los activos que conformarán la cartera: únicamente se podrán incluir valores que formen parte del IPC durante el periodo de estudio. Este supuesto se establece en aras de evitar complicaciones inherentes al mercado de valores mexicano, a saber, la excesiva concentración de liquidez en solo unos cuantos títulos. La inclusión de activos pertenecientes a la muestra del IPC asegura que se trata de activos con alta liquidez, y por tanto su transacción (compra-venta) no representa complicación alguna.

#### 4.1.1.9 PERFIL RIESGO-RENDIMIENTO

La cartera estará compuesta en su totalidad por activos riesgosos, por lo que únicamente puede responder a las exigencias de un inversionista privado que si bien puede ser averso al riesgo, presente cierta tolerancia al mismo. Dicho individuo presentará un mapa de indiferencia que refleje una aversión moderada al riesgo, el cual puede ser característico de inversionistas jóvenes cuyo patrimonio no esta destinado al ahorro, sino a la especulación. En la práctica la determinación del perfil de riesgo individual se realiza mediante la aplicación de cuestionarios que revelan las preferencias del inversionista,<sup>62</sup> no obstante, para este trabajo, basta con escoger arbitrariamente un mapa de

---

<sup>62</sup> Martínez Abascal, Eduardo, *op cit.* pp. 211 y 220.

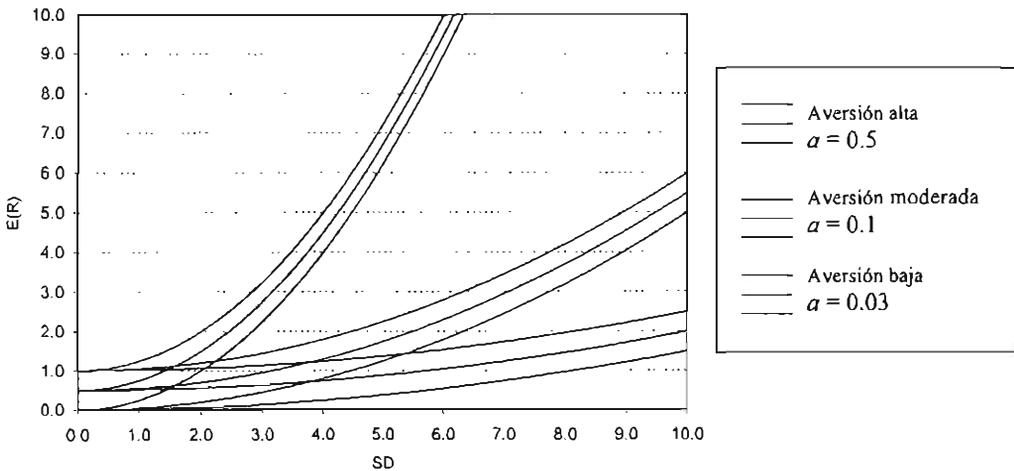
indiferencia que revele una aversión moderada al riesgo congruente con los objetivos y características del presente estudio.

Con la finalidad de cumplir el propósito anterior se trazaron tres mapas de indiferencia hipotéticos que reflejan tres opciones distintas de aversión al riesgo a partir de una función de utilidad esperada como la descrita por la ecuación (3.19), a la cual se le introdujeron rendimientos y varianzas en lugar de las variables de expectativas de ( $W$ ) quedando como:

$$U = E(R) - \frac{a\sigma^2}{2}$$

Expresión que puede ser utilizada para construir mapas de indiferencia en un espacio riesgo – rendimiento tan solo con variar el grado de aversión al riesgo, el cual es determinado únicamente por el valor de la constante  $a$ . Se consideran tres curvas de indiferencia para cada mapa, cada una con tres niveles de utilidad esperada:  $U_1 = 0$ ,  $U_2 = 0.5$ , y  $U_3 = 1$  en orden ascendente.

GRÁFICA 12. *Mapas de indiferencia con distintos grados de aversión al riesgo.*



Fuente: elaboración propia

Considerando estos tres casos, el mapa de indiferencia que mejor se ajusta al comportamiento de un inversionista con aversión moderada al riesgo es aquel en el que  $a = 0.1$ , por lo que este conjunto de curvas de indiferencia con dicho grado de aversión al riesgo, constituye el conjunto sobre el cual se realizará todo proceso de determinación de la cartera eficiente del inversionista en este trabajo.

Una vez que se dispone de un mapa de indiferencia congruente con los objetivos de la cartera se puede confrontar con la frontera eficiente de los activos que la integran, para elegir aquella cartera con las proporciones  $x_i$  que maximizan la utilidad esperada del inversionista.

#### 4.1.2 DELIMITACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE GESTIÓN

La estrategia seleccionada para este trabajo es básicamente una estrategia de gestión activa, pues supone un continuo movimiento de la cartera basado en la búsqueda de un rendimiento superior al que otorgue la cartera de mercado. No obstante, dado el carácter histórico y experimental del presente trabajo, no es posible aplicar muchos de los preceptos que un análisis bursátil de coyuntura debe contener. La estrategia se enfoca en aspectos y variables que no dificultan la puesta en práctica de la simulación histórica y que no desvirtúan su validez, por ello se trata en sí de una estrategia sencilla basada en aspectos fundamentales, pero que no cae en la simplicidad. La estrategia pues, no debe ser evaluada en términos de su nivel de complejidad, sino en los resultados que arroje, ya que es un punto a favor que una estrategia relativamente sencilla pueda batir al mercado sin requerir de grandes cantidades de tiempo y esfuerzo para su puesta en práctica.

La estrategia se basa en algunos de los conceptos básicos del análisis fundamental, particularmente ejecuta decisiones basadas en variables reales, tanto cuantitativas como cualitativas, puesto que se trata de un trabajo con carácter histórico y por tanto sería desatinado utilizar la percepción o el sentido (*market timing*) para la toma de decisiones. En concreto, no se consideran en el proceso de toma de decisiones aspectos como los niveles de las tasas de interés, el tipo de cambio, u otras variables macroeconómicas distintas al PIB, pues se considera que la única variable fundamental de interés es el crecimiento económico; tampoco se contemplan aspectos como la posición estratégica de las industrias y el nivel de competencia entre ellas, pues ya se conoce el desenlace de ambos aspectos; así mismo, es imposible incluir variables como la calidad administrativa de la organización, y las expectativas basadas en sus planes de expansión, puesto que sus resultados ya han sido observados en la actualidad.

La estrategia de gestión elegida se basa en el enfoque *Top Down* del análisis fundamental para la selección de valores, pero se limita a considerar solo algunos de sus preceptos. En concreto, la estrategia considera aspectos como el ciclo económico general y su relación con la bolsa, el grado de ciclicidad sectorial en relación con el mercado en su conjunto, y la evaluación de las acciones basada

en los múltiplos P/U y P/VL. Basándose en el conjunto de estos criterios, la estrategia proporciona las bases para la selección de acciones, mientras que el posterior proceso de optimización determina la estructura final de la cartera.

Los movimientos de la cartera están únicamente determinados por la estrategia de gestión, por lo que no se consideran movimientos extraordinarios producto de otro tipo de expectativas en el mercado. Es importante mencionar que aunque la cartera será modificada trimestralmente, la estrategia de gestión permanecerá constante a lo largo de todo el periodo de estudio.

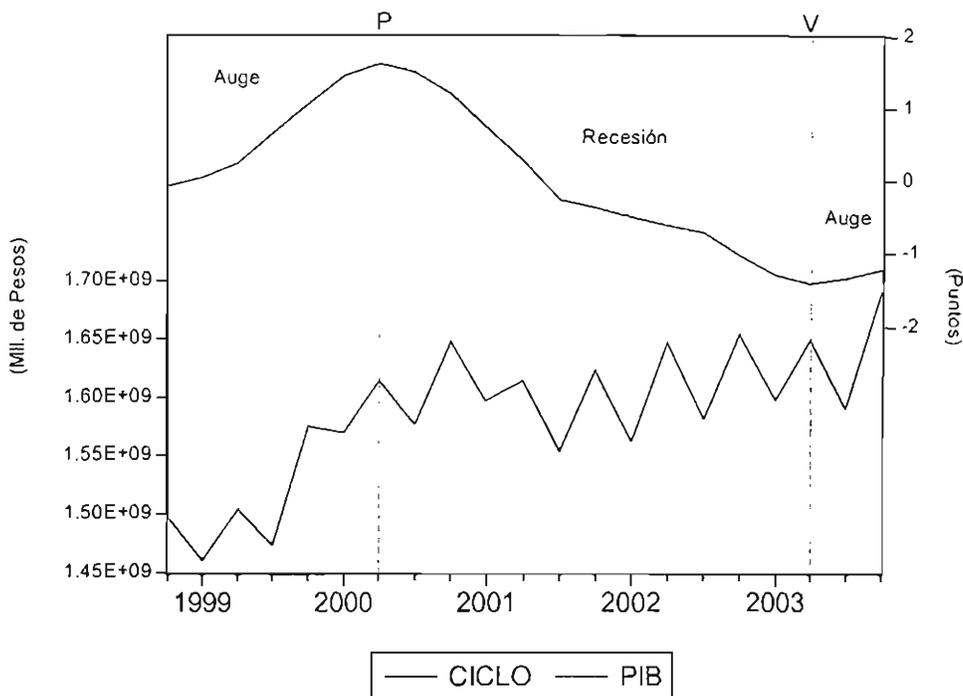
#### 4.1.2.1 CRITERIOS DE ANÁLISIS MACROECONÓMICO

El primer componente de la estrategia de gestión elegida incluye un criterio de delimitación basado en un aspecto del análisis macroeconómico, en concreto, únicamente se considera la relación existente entre el crecimiento económico y las variaciones en la bolsa. Es un hecho que cuando el PIB crece la bolsa también crece y viceversa; también se cree que cuando el PIB aumenta es porque la economía se encuentra en una etapa de auge dentro del ciclo económico general. Basándose en esta idea, se puede considerar que la bolsa igualmente crece cuando el ciclo económico esta en su etapa ascendente; por el contrario, cuando la bolsa cae, se debe a que el ciclo económico se encuentra en una etapa recesiva.

Dadas estas consideraciones se espera que las posiciones en acciones aumenten de valor cuando el ciclo económico esta en su etapa de auge, y que disminuyan su valor cuando el ciclo se encuentre en declive. De aquí se desprende el primer criterio de inversión de la estrategia: invertir en acciones cuando el ciclo económico se encuentre en auge, con lo que se espera aumentar el valor de la cartera; y limitar las posiciones en acciones cuando el ciclo económico de señales de estar decayendo. Debido a que no es posible limitar las posiciones de acciones de la cartera dadas las restricciones iniciales (sección 4.1.1.6), solo se considera que se tratará de limitar las pérdidas durante los periodos de recesión, de tal manera que se espera perder menos que la cartera de mercado.

Para la puesta en práctica de este criterio de inversión es necesario conocer el estado del ciclo económico, objetivo que se logra generando una gráfica como la siguiente:

GRÁFICA 13. *Ciclo económico general y PIB a precios constantes, 1999-2003.*



Fuente: INEGI-BIE y estimaciones propias.  
 Notas: P = pico; V = valle.  
 La escala del ciclo fue normalizada para facilitar la comparación.

La determinación del ciclo económico se realizó mediante la descomposición de la serie de tiempo del PIB a precios constantes mediante la metodología anteriormente descrita (Ver anexo al capítulo I sección III). La gráfica incluye toda la información generada durante el periodo de estudio, sin embargo al inicio del periodo solo se contaba con la información relativa al entonces estado actual del ciclo. Considerando que la información va fluyendo de manera rápida y continua conforme pasa el tiempo, y que puede realizarse un pronóstico aceptable en el corto plazo, bien sea utilizando el indicador adelantado, un modelo econométrico, o considerando el consenso de las instituciones participantes en el mercado, no existe problema alguno para determinar el estado del ciclo y sus cambios de tendencia en cualquiera de los momentos posteriores aun sin disponer de los datos reales.

En la gráfica se pueden observar claramente las tendencias que el ciclo presentó durante el periodo de estudio así como los puntos de inflexión de dichas tendencias. El ciclo se encontraba en una etapa de

auge al inicio del primer trimestre de 1999, la cual se sostuvo hasta el final del segundo trimestre del 2000. A partir de entonces el ciclo cambia de dirección para pasar a una etapa de recesión que se prolongó hasta mediados del 2003. La última etapa del ciclo es de auge, y comienza al inicio del tercer trimestre del 2003.

Razonando en que la bolsa responde al estado del ciclo económico general de manera adelantada tal y como se expuso en la sección 2.1.1.1.1, entonces se asume que la bolsa presentará las mismas etapas de alzas y bajas correspondientes a los periodos de auge y recesión pero con dos trimestres de adelanto.

Considerando estos hechos y de acuerdo con el criterio de inversión señalado, se espera que para el periodo de estudio:

- Aumente el valor de la cartera durante el año de 1999 dada la etapa de auge presente.
- Existan pérdidas en el valor de la cartera durante el periodo que va desde el inicio del 2000 hasta la conclusión del 2002 debido a la recesión económica de este periodo.
- La recuperación económica esperada para el 2003 incremente el valor de la cartera en este año.

La cartera se enfrenta entonces a un entorno adverso durante la mayor parte del periodo de estudio, aun así es posible obtener ganancias poniendo en práctica otros criterios de inversión que complementen a la estrategia de gestión, mismos que se pueden derivar del consecuente análisis sectorial.

#### 4.1.2.2 CRITERIOS DE ANÁLISIS SECTORIAL

Continuando con el enfoque *Top Down* para la delimitación de la estrategia de gestión, en la etapa de análisis sectorial se considera que el siguiente criterio de inversión debe estar basado únicamente en el grado de ciclicidad de los sectores de la BMV.

Como se describe en la sección 2.1.2.1.1, existen diferencias en el grado de respuesta de cada sector económico y bursátil ante variaciones en el ciclo económico general, concretamente se hace una distinción entre sectores cíclicos, acíclicos y contracíclicos. Pues bien, una vez identificada la tendencia actual del ciclo económico general y conocido el grado de ciclicidad de cada uno de los sectores

presentes en la BMV, la acción evidente es invertir en aquellos sectores que son beneficiados de acuerdo a su grado de ciclicidad y dado el entorno económico identificado.

El criterio de inversión a seguir es entonces: invertir en sectores cíclicos cuando el ciclo económico general se encuentra en su etapa de auge; e invertir en sectores contracíclicos cuando el ciclo económico general se encuentre en su etapa recesiva. El razonamiento anterior se fundamenta al analizar el hecho de que cuando la economía esta en auge, las empresas de sectores cíclicos obtendrán iguales o mayores beneficios que el conjunto de la economía; de manera análoga, cuando la economía esta en recesión, las empresas de sectores contracíclicos pueden presentar menores pérdidas e incluso beneficios cuando la mayor parte de las empresas presentará grandes pérdidas. En la aplicación de dicho criterio se ha dejado de lado la consideración de sectores acíclicos, pues un sector que no ofrece consistentemente altas ganancias ni menores pérdidas en ninguna etapa del ciclo económico general, difícilmente es congruente con el objetivo de superar los rendimientos de la cartera de mercado.

Aplicando el criterio de inversión descrito, la cartera debe entonces incluir acciones de sectores cíclicos durante 1999 y 2003, y debe estar compuesta de acciones de sectores contracíclicos en el periodo 2000-2002. Suponiendo que la ciclicidad se mide por el índice de correlación entre el componente cíclico sectorial de cada índice sectorial de la BMV y el ciclo económico general, y que dicha correlación permanece constante durante el periodo de estudio, entonces:

- La cartera se integra de acciones pertenecientes a empresas del sector comercio y del sector comunicaciones y transportes durante 1999 y 2003. Ambos sectores presentan altas correlaciones (0.5682 y 0.6452 respectivamente) por lo que pueden catalogarse como cíclicos.
- La cartera esta conformada por acciones de empresas del sector construcción durante el periodo 2000-2002. Dicho sector presenta una correlación negativa (-0.0243), por lo que se considera como contracíclico (Véase anexo al capítulo 2, sección III).

De la aplicación de este criterio de inversión se espera que las pérdidas que la cartera pudiese experimentar durante el periodo 2000-2002, dado el entorno económico adverso, puedan ser limitadas e incluso cabe la posibilidad de obtener rendimientos. El hecho de invertir en un sector contracíclico durante este periodo brinda la posibilidad de obtener beneficios, idea que se sustenta en el carácter contrario del desempeño esperado en dicho sector ante una recesión. Por otro lado, al invertir en

sectores pro-cíclicos en años de bonanza económica como 1999 y 2003, se espera obtener cuando menos el mismo rendimiento que el mercado presente en su conjunto.

#### 4.1.2.3 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE ACCIONES

El proceso de delimitación de la estrategia de gestión, siguiendo con el enfoque *Top Down*, incluye un criterio para la selección final de emisoras y valores. Si bien es cierto que puede realizarse una estrategia de inversión basada en la colocación de recursos en todas las empresas que integran los sectores bursátiles seleccionados, dicha acción no concuerda exactamente con las características de un inversionista privado individual, pues implica la disposición de una gran cantidad de recursos para su puesta en práctica. Por ello, es necesario establecer un nuevo criterio de inversión que sirva para elegir solo algunas de las empresas de cada sector seleccionado, con lo cual disminuye el monto mínimo requerido y los costos de transacción implícitos. Dicho criterio también se basa en la idea de que no todas las empresas que integran determinado sector se desenvuelven idénticamente, sino que algunas presentan un desempeño superior que las demás, lo que puede proporcionar una ventaja clara para el inversionista.

El último criterio de inversión adoptado, se basa en la elección de sólo aquellas acciones que presenten los más bajos múltiplos  $P/U$  y  $P/VL$  de todas aquellas que integran el sector. Particularmente, el criterio se centra especialmente en elegir acciones con bajos múltiplos  $P/U$  y se complementa con la presencia de igualmente bajos múltiplos  $P/VL$ , siendo preferibles aquellas acciones que presenten múltiplos subvaluados, es decir, menores a uno, sin embargo no es condición de elegibilidad el que la acción tenga un múltiplo menor a uno. No se consideran aquellas acciones que presenten múltiplos negativos o disparados, fenómenos que son un reflejo de una mala situación financiera. Dado que ambos múltiplos son obtenidos de los resultados financieros trimestrales de las empresas, solo se consideran los múltiplos determinados al cierre de cada trimestre. También es importante señalar que en todo momento únicamente se contempla el uso de múltiplos calculados con precios de cierre y utilidades por acción a 12 meses.<sup>63</sup>

---

<sup>63</sup> Los múltiplos  $P/U$  y  $P/VL$  de las acciones elegibles en cada periodo, pueden ser consultados en el anexo al capítulo 3.

Con la aplicación de este criterio de inversión, la cartera se integra finalmente por solo algunos de los valores de las empresas de los sectores elegidos, valores que deben cumplir con las condiciones mencionadas para estar en posibilidad de conformar la estructura final de la cartera.

#### 4.1.3 BASES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA CARTERA

Una vez que se dispone del conjunto de valores que integrarán la cartera, emanados de la estrategia de gestión planteada, el siguiente paso es determinar las proporciones a invertir en cada uno de ellos. La asignación de dichas proporciones se basa estrictamente en la optimización de la cartera, particularmente en la delimitación de la cartera eficiente del inversionista, es decir, aquel portafolio perteneciente a la frontera eficiente cuya coordenada gráfica es tangente con la más alta curva de utilidad esperada del mapa de indiferencia de un inversionista con aversión moderada al riesgo.

##### 3.1.3.1 METODOLOGÍA EMPLEADA

La asignación final de recursos en cada uno de los activos de los que se integra la cartera, se realiza tomando en cuenta exclusivamente los resultados arrojados por un proceso de optimización de la misma. La técnica de optimización elegida para este trabajo se basa en el método de Markowitz para la optimización de carteras en el caso en que son permitidas las ventas en corto. Ello implica que también son aceptados los supuestos inherentes a dicho proceso de optimización y distribución de recursos.<sup>64</sup>

La elección de este método de optimización implica que se acepta la presencia de ventas en corto y que no existen restricciones en su aplicación. Se supone que la totalidad de los recursos provenientes de la venta en corto puede ser utilizada para comprar otras acciones, de tal manera que es posible invertir los recursos tal y como los resultados arrojados por el proceso de optimización lo sugieran.

Para la puesta en práctica del proceso de optimización de la cartera se requiere conocer el rendimiento esperado de cada activo, la varianza de esos rendimientos y la covarianza con los rendimientos de los demás activos. Para tal efecto, se utilizan únicamente las formulas (3.3), (3.5) y (3.12); lo que implica que la determinación de estos parámetros se basa en rendimientos históricos y no en escenarios

---

<sup>64</sup> Véanse los supuestos expuestos en la sección 3.1.5 del capítulo 3.

probabilísticos. En todo momento, la serie de rendimientos históricos utilizada para el cálculo de dichos parámetros se basa en las cotizaciones diarias del año inmediato anterior.

Puesto que la cartera se ajusta trimestralmente, la optimización de la misma también se realiza para ese mismo periodo, lo que implica que se efectúan cuatro ejercicios de optimización durante el año. Dichos procesos de optimización, se realizan exclusivamente mediante la metodología expuesta en la sección 3.1.5.2 cuando la cartera incluya sólo dos títulos, y de la sección 3.1.5.3.1 cuando la cartera incluya más de dos títulos.

#### 4.1.3.2 SELECCIÓN DE LA CARTERA EFICIENTE

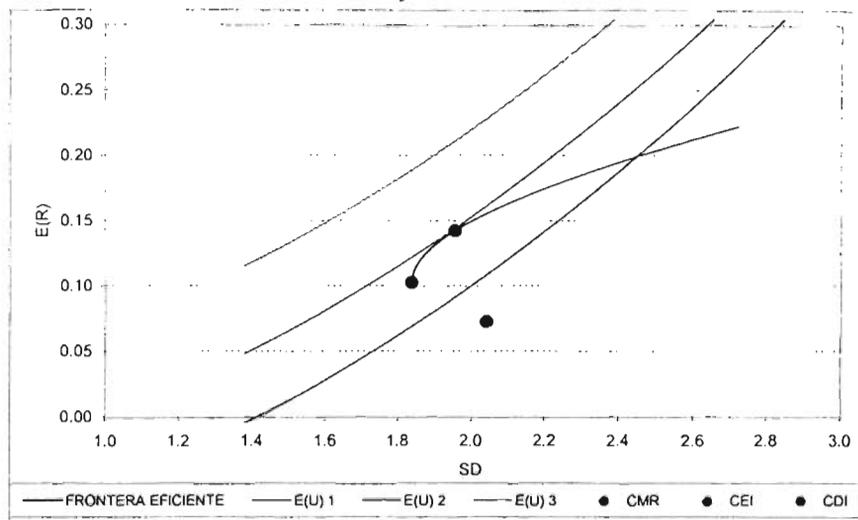
Del conjunto de carteras eficientes encontradas mediante el proceso de optimización, solo se escoge aquel portafolio cuya combinación riesgo – rendimiento corresponda al punto de tangencia de la frontera eficiente con la más alta curva de utilidad esperada del inversionista. Para realizar esta tarea, es necesario trazar el mapa de indiferencia del inversionista en el mismo espacio riesgo – rendimiento en que se encuentre la frontera eficiente calculada, e identificar aquel punto en el que converjan tanto la frontera eficiente como la más alta curva de utilidad esperada. Dicho punto corresponde a la cartera eficiente del inversionista (CEI), dado el nivel de riesgo y rendimiento esperado asumido, y es el portafolio óptimo cuyas ponderaciones son invertidas en cada trimestre para la realización de la simulación virtual de este trabajo.

Cabe destacar que dado el nivel de riesgo asumido (aversión moderada), la cartera eficiente elegida por el inversionista puede no corresponder con la cartera de mínimo riesgo (CMR), pues se maneja una combinación riesgo - rendimiento mucho mayor con el propósito de batir al mercado. Por otro lado, se puede comprobar que cualquiera que sea la CEI elegida, será siempre mas eficiente en el sentido media - varianza, que aquella cartera formulada mediante una diversificación intuitiva (CDI).

Construyendo una gráfica como la siguiente se puede determinar la CEI, simplemente seleccionando aquel portafolio correspondiente al punto en que la curva de utilidad mas alta alcanzable, en este caso  $E(U)_2$ , es tangente con la frontera eficiente. Como puede observarse, la CEI no es igual a la CMR, pues el nivel de riesgo asumido y reflejado por curvas de utilidad con un nivel de aversión al riesgo de  $\alpha = 0.1$ , obligan a seleccionar un portafolio con una combinación riesgo – rendimiento mayor. También

puede observarse que tanto la CMR como la CEI dominan a la CDI, corroborándose así, la idea de que toda aquella cartera que no pertenezca al conjunto eficiente es dominada por las que sí lo son.

GRÁFICA 14. Selección de la cartera eficiente del inversionista.



Fuente: elaboración propia.

Nota: Gráfica correspondiente al ejercicio de optimización del segundo trimestre del 2000 generada con fines ilustrativos.

Puesto que el procedimiento descrito no está absuelto de la posibilidad de errores en la selección de la CEI, es necesario contemplar que existe un margen de error, no obstante, si se considera que las ponderaciones de los portafolios que se encuentran alrededor de la verdadera CEI no varían en gran manera respecto a esta, se puede considerar que el margen de error es aceptable. Mas aun, reflexionando en que existe una problemática en cuanto a la determinación de la verdadera CEI en el contexto teórico actual, la selección mediante el método antes descrito es sin duda el más atinado.<sup>65</sup>

<sup>65</sup> Actualmente existe un método analítico para determinar la CEI cuando en la cartera se incluye un activo libre de riesgo. sin embargo, no existe un consenso en cuanto a cómo determinarla cuando la cartera no incluye dicho activo. El problema estriba en que cuando se incluye un activo libre de riesgo la frontera eficiente no es más que la línea del mercado de capitales (LMC), cuya expresión matemática es concreta; en cambio, cuando se trata de una cartera que incluye sólo activos riesgosos la línea de la frontera eficiente no tiene una expresión matemática concreta, por lo que no es posible realizar el correspondiente ejercicio de maximización restringida de la función de utilidad esperada necesario para encontrar de manera

## 4.2 GESTIÓN Y OPERACIÓN DE LA CARTERA: SIMULACIÓN HISTÓRICA

Una vez expuestos los criterios y la metodología de optimización que integran la estrategia de gestión de la cartera, es posible poner en práctica la operación de la misma mediante un ejercicio de simulación virtual. Se trata de un proceso de simulación, a partir de datos históricos, de las operaciones realizadas por la cartera en el periodo 1999 – 2003. El objetivo es gestionar una cartera de inversión compuesta exclusivamente por aquellas acciones y proporciones emanadas de la estrategia de gestión. Por ello, el proceso de gestión de la cartera se basa exclusivamente en los criterios de inversión y optimización anteriormente descritos.

Esta sección se ocupa únicamente del proceso de gestión y operación de la cartera durante el periodo de estudio, en tanto que el proceso de evaluación de resultados se contempla en la sección posterior.

### 4.2.1 OPERACIÓN EN 1999

El primer periodo de operación de la cartera comienza con la creación de la misma, para lo cual es necesario delimitar los puntos a considerar en dicho proceso, a saber, las condiciones macroeconómicas, sectoriales y de la empresa, que son relevantes según los criterios de inversión contemplados en la estrategia de gestión.

Del análisis de las condiciones de estos aspectos se desprende que, la cartera inicial se integra el primer día hábil de 1999 considerando el siguiente entorno: la economía en general se encuentra en una etapa de auge dado el carácter ascendente del ciclo económico, por lo que la acción evidente es invertir en sectores cíclicos, a saber, el sector comercio y el sector comunicaciones y transportes. Es importante considerar que estas mismas expectativas en las condiciones económicas se mantienen igual durante la totalidad del año, por lo que la decisión de invertir en estos mismos sectores también se mantiene. Así las únicas variaciones en la cartera que se presentan durante el año, provienen del criterio de selección de acciones basado en los múltiplos P/U y P/VL.

Las acciones de los sectores elegidos que además de pertenecer a la muestra del IPC presentan los más bajos múltiplos P/U y P/VL de acuerdo a datos del informe financiero trimestral del 30/09/1998 son:

---

concreta los valores de la CEI. Dicha problemática es frecuentemente solucionada considerando a la cartera de mercado como la elección a efectuar, es decir, aquella cartera perteneciente a la LMC que solo incluye activos de riesgo.

COMERCI UBC y TELMEX L. Aunque SORIANA B también presenta un bajo P/U, tiene un notoriamente alto múltiplo P/VL en relación con TELMEX L, por lo que se optó por escoger a esta última acción para integrar la cartera.

Por su parte, el ejercicio de optimización de portafolios para la determinación de la CEI inicial, arrojó que se debían invertir 8% de los recursos en COMERCI UBC y el restante 92% en TELMEX L. Esta cartera inicial se mantuvo hasta fines del mes de abril de 1999, pues a pesar de que el primer día hábil de febrero se debió realizar la primera reestructuración de la misma con base a la nueva información financiera disponible (reportes al 31/12/1998), los datos señalaban que COMERCI UBC y TELMEX L se mantenían como las acciones con menores múltiplos P/U y P/VL.

El siguiente periodo de gestión de la cartera abarcó los meses de mayo a julio, donde ya se disponía de la información financiera correspondiente al 31/03/1999. Esta información indicaba que tanto COMERCI UBC como TELMEX L continuaban siendo las únicas acciones de los sectores elegidos que presentaban bajos múltiplos, por lo que se mantuvo su tenencia en la cartera. Sin embargo, para entonces ya se disponía de la nueva información de las cotizaciones del periodo enero-abril, con lo cual se estaba en posibilidad de realizar un nuevo proceso de optimización de la cartera. Dicho proceso arrojó que la CEI debía estar compuesta, a partir de entonces, en un 22% por COMERCI UBC y en un 78% por TELMEX L.

El tercer periodo de gestión abarcó los meses de agosto a octubre, donde se realizó una nueva reestructuración de la cartera el primer día hábil de agosto de acuerdo a la información financiera del 30/06/1999. Dicha información indicaba que además de COMERCI UBC y TELMEX L, ELEKTRA CPO también presentaba un bajo múltiplo P/U y un aceptable P/VL, por lo que se incluyó en la cartera. El correspondiente ejercicio de optimización arrojó que las proporciones a invertir para conformar la CEI adecuada eran 19.91%, 67.94% y 12.15% respectivamente.

El último periodo de gestión para 1999, abarcó los meses de noviembre a enero del siguiente año. En este periodo la información financiera correspondiente al 30/09/1999 indicaba que CEL V también debía ser incluida en la cartera. En el pasado reciente esta acción había presentado múltiplos negativos, por lo que no había sido considerada para integrarse a la cartera, no obstante, la nueva información indicaba que ahora poseía el más bajo múltiplo P/U positivo de su sector, por lo que se optó por incluirla. A su vez, los nuevos resultados arrojados por el ejercicio de optimización indicaban que los

recursos debían distribuirse de la siguiente manera: 29.98% en COMERCI UBC, 34.95% en TELMEX L, 8.32% en ELEKTRA CPO y 26.74% en CEL V.

Durante el año, el valor de la CEI presentó en general un comportamiento al alza. Esto se puede corroborar examinando la gráfica 15, donde se muestra que al final del año, la cartera casi alcanzó los 2.5 millones de pesos (\$2,493,166.32 el 29 de diciembre) partiendo de recursos iniciales de tan sólo un millón de pesos. Esto significa que la cartera incremento su valor en 1.5 veces aproximadamente. Sin embargo, la tendencia alcista no se presentó durante todo el año, pues puede observarse que en el periodo de mayo a octubre el valor de la cartera se mantuvo alrededor de los 1.5 millones. Al parecer las reestructuraciones correspondientes al segundo y tercer periodo no contribuyeron en incrementar el valor de la cartera, pues en dichos periodos se presentó una etapa de estancamiento aunque ligeramente a la baja. Por el contrario, tanto en el primero como en el cuarto periodo de gestión, la cartera presentó claras tendencias alcistas.

Al interior de la cartera, las acciones incluidas presentaron en general un comportamiento positivo durante el periodo de tenencia; pero de manera individual destaca el comportamiento de ELEKTRA CPO y TELMEX L, cuyo precio aumento de manera considerable y terminaron arrojando rendimientos superiores al cien por ciento, aun cuando la primera solo se incluyó durante los últimos dos periodos del año. El caso de COMERCI UBC también es destacable, pues arrojó un rendimiento de casi 90% durante el periodo de tenencia. Aun cuando en el año, CEL V solo estuvo dos meses en la cartera, contribuyó en aumentar el valor de la misma al presentar un rendimiento nada despreciable del 25.89%.

CUADRO 2. *Acciones incluidas y rendimientos observados durante su lapso de tenencia, 1999.*

SECTOR	ACCIÓN	TENENCIA (p)	REND (%)
Sector Comercio	COMERCI UBC	1, 2, 3 y 4	88.99
	ELEKTRA CPO	3 y 4	118.74
Sector Comunicaciones y Transportes	TELMEX L	1, 2, 3 y 4	121.73
	CEL V	4	25.89

Fuente: elaboración propia con datos del sistema *Económica*.

Nota: (p) periodo del año en que se incluyó a la acción.

#### 4.2.2 OPERACIÓN EN 2000

La cartera del último periodo de 1999 también se mantuvo durante enero del 2000, pues aun no se contaba con la nueva información financiera correspondiente al 31/12/1999. Entre tanto, se consideró

un nuevo análisis de las condiciones económicas presentes dados los cambios experimentados en su estado. En primer lugar, las expectativas en cuanto al crecimiento económico comenzaron a ser pesimistas, idea que se corrobora al examinar la tendencia del ciclo económico, la cual presentó un pico al final del segundo trimestre del 2000 según la gráfica 13, por lo que se presentó un cambio en la tendencia a partir de entonces. Puesto que el cambio en las expectativas del ciclo económico también se reflejaría en la bolsa, se esperaba el inicio de un mercado bajista a partir del comienzo del 2000, considerando que la bolsa reflejaría la etapa recesiva del ciclo anticipándose con dos trimestres. En segundo lugar y dado que ahora las condiciones económicas eran recesivas, se debía modificar la selección de sectores según el criterio de análisis sectorial antes descrito. Dicho criterio afirma que se debe invertir en sectores contracíclicos cuando la actividad económica general se encuentre en una etapa recesiva, por lo tanto, se modificó la selección sectorial deshaciéndose de las posiciones en acciones de sectores cíclicos y colocando los recursos en el único sector contracíclico identificado, el sector construcción.

Las mismas condiciones económicas se mantuvieron durante todo el año, por lo cual la estrategia de gestión no varió en sus niveles de análisis macroeconómico y sectorial. En tanto, la selección de acciones se modificó sustancialmente puesto que ahora se requería invertir en acciones de sectores contracíclicos. Una vez que se dispuso de la nueva información financiera, al terminar el periodo de rezago informativo, la primera reestructuración del año se realizó el primer día hábil de febrero. De acuerdo con dicha información las acciones del sector construcción que presentaban los más bajos múltiplos P/U y P/VL eran APASCO\*, CEMEX CPO y GEO B. Dichas acciones presentaban múltiplos P/U menores a 10, y múltiplos P/VL ligeramente superiores que la unidad, por lo que parecían ser buenos prospectos. La optimización de la cartera arrojó que las proporciones a invertir en la CEI eran: 26.79% en APASCO\*, 77.39% en CEMEX CPO y una venta en corto de GEO B por el 4.18% de los recursos. Esta nueva cartera se gestionó durante el periodo febrero-abril.

Para el segundo periodo del año, la nueva modificación de la cartera contempló la inclusión de ARA\*, acción que también presentó aceptables múltiplos P/U y P/VL de acuerdo al informe financiero trimestral del 31/03/2000. Según el ejercicio de optimización para determinar la CEI, se debían invertir 22.17% de los recursos en APASCO\*, 72.42% en ARA\*, 20.30% en CEMEX CPO y nuevamente una venta en corto de GEO B del 14.89%. En el tercer periodo de gestión de la cartera (agosto-octubre), se modificaron únicamente las proporciones a invertir, puesto que las cuatro acciones incluidas seguían manteniendo los más bajos múltiplos de su sector. Las nuevas proporciones de la CEI eran: 46.50% en

APASCO\*, 50.07% en ARA\*, 48.38% en CEMEX CPO, y una venta en corto del 44.95% de GEO B. En el último periodo del año se excluyó de la cartera a ARA\*, pues su múltiplo P/U era ahora significativamente superior al de las otras tres acciones según los reportes financieros al 30/09/2000. Las proporciones a invertir se modificaron nuevamente quedando en un 79.86% de los recursos en APASCO\*, 28.60% en CEMEX CPO y una venta en corto de GEO B del 8.46%.

La cartera exhibió una evolución errática durante el año, según la gráfica 15, pues no se presentó un periodo de alzas o bajas consistentes de larga duración, sino más bien, periodos cortos con altas fluctuaciones en el valor de la cartera. El máximo del año se presentó el nueve de noviembre al alcanzar los \$2,921,831.23; mientras que el mínimo ocurrió el 18 de octubre al presentarse un valor de tan solo \$2,100,127.64. En general, la CEI pareció orbitar alrededor de los 2.5 millones de pesos, aunque en la primera mitad del año estuvo casi todo el tiempo por debajo de esta cifra, reflejando una pérdida de valor con respecto al inicio del año; por otro lado, en la segunda mitad del año la cartera se mantuvo por arriba de dicha cifra a excepción del mes de octubre. Al parecer, tanto la segunda como la cuarta reestructuración, fueron las que más contribuyeron en incrementar el valor de la cartera.

De manera individual, las acciones que se incluyeron en la cartera durante este año presentaron comportamientos variados. Dado el rezago informativo, las acciones de sectores cíclicos del último periodo del año pasado continuaron en la cartera durante enero. La mayoría de estas acciones, con excepción de CEL V, arrojaron pérdidas producto de un periodo de toma de utilidades del año anterior, además del ya mencionado cambio en las expectativas económicas. Por otro lado, las acciones del sector construcción que se incluyeron en la cartera durante todo el año, a saber, APASCO\*, CEMEX CPO y GEO B, arrojaron un comportamiento negativo en contradicción con lo que se esperaba. ARA\* fue la única acción de este sector que presentó rendimientos positivos, sin embargo, esta acción solo se incluyó en dos periodos en el año.

El resultado positivo en la cartera, pareciera contrariar al desempeño observado por los activos individuales, sin embargo tiene una explicación: por un lado, cuando se incluyó a ARA\* en la cartera, se hizo asignándole un alto porcentaje de los recursos, cosa que contribuyó a mitigar las pérdidas en las demás acciones; por otro lado, las posiciones en GEO B siempre fueron ventas en corto, por lo que los rendimientos negativos de esta acción observados en el mercado en realidad constituyeron ganancias para la cartera.

CUADRO 3. Acciones incluidas y rendimientos observados durante su lapso de tenencia, 2000.

SECTOR	ACCIÓN	TENENCIA (p)	REND (%)
Sector Comercio	COMERCI UBC	*	-22.83
	ELEKTRA CPO	*	-15.42
Sector Comunicaciones y Transportes	TELMEX L	*	-3.02
	CEL V	*	9.93
Sector Construcción	APASCO *	1, 2, 3 y 4	-19.24
	ARA *	2 y 3	15.58
	CEMEX CPO	1, 2, 3 y 4	-16.34
	GEO B	1, 2, 3 y 4	-76.06

Fuente: elaboración propia con datos del sistema *Económica*.

Notas: (p) período del año en que se incluyó a la acción; \* indica que estas acciones se mantuvieron solamente durante enero.

#### 4.2.3 OPERACIÓN EN 2001

Al inicio del 2001, la economía se mantenía en una etapa de recesión, por lo que no se requería modificar la estrategia de gestión en sus niveles macroeconómico y sectorial. Estas mismas condiciones se mantuvieron durante la totalidad del año, por lo tanto, las reestructuraciones de la cartera se basaron únicamente en el criterio de inversión basado en múltiplos y en los ajustes emanados de las variaciones en las proporciones a invertir.

La primera reestructuración del año, basada en los informes financieros del 31/12/2000, se realizó incluyendo nuevamente en la cartera a ARA\*, acción que nuevamente presentaba múltiplos aceptables. Por ello, la optimización de la cartera se realizó con la inclusión de las cuatro acciones seleccionadas, y arrojó que, redondeando las cifras, se debía invertir el 54.18% de los recursos en APASCO\*, 45.17% en ARA\*, 38.25% en CEMEX CPO, y una venta en corto del 37.59% de GEO B.

En los tres restantes periodos de reestructuración de la cartera, se mantuvieron las mismas cuatro acciones, pues los informes financieros continuaron señalando a dichas acciones como las que presentaban los menores múltiplos P/U y P/VL en el sector. Por ello, la gestión de la cartera se basó, exclusivamente y durante el resto del año, en el ajuste de las proporciones a invertir en cada acción. Así, el segundo periodo contemplo una distribución de recursos, en números redondos, del 25.79% en APASCO\*, 30.57% en ARA\*, 63.97% en CEMEX CPO, y una venta en corto del 20.33% de GEO B. En el tercer periodo las proporciones fueron del 1.01% en APASCO\*, 51.68% en ARA\*, 67.74% en CEMEX CPO, y una venta en corto de nuevamente 20.42% de GEO B. El ultimo periodo incluyó una reestructuración de los recursos para quedar en un 19.07% de APASCO\*, 9.36% de ARA\*, 89.74% de CEMEX CPO, y una venta en corto del 18.17% de GEO B.

Durante el año, la cartera presentó un largo periodo de alzas que se prolongó hasta finales de julio, durante el cual, la cartera alcanzó un valor máximo muy cercano a los cuatro millones de pesos (\$3,983,690.37 el 27 de julio). A partir de entonces, inicio un nuevo periodo a la baja que se mantuvo hasta octubre y que volvió a colocar el valor de la cartera por debajo de los tres millones. Un pequeño periodo de estancamiento se presentó a partir de entonces, aunque en diciembre la cartera pareció reaccionar nuevamente para quedar en \$3,102,797.85 el día 31 (Véase gráfica 15).

De manera individual, las acciones que conformaron la cartera durante este año presentaron comportamientos positivos en su totalidad. ARA\* y CEMEX CPO fueron las acciones que mas contribuyeron en incrementar el valor de la cartera, aunque APASCO \* siempre contribuyó con su parte, en particular durante el primer periodo cuando la mitad de los recursos se colocaron en esta acción. El caso de GEO B es muy particular, ya que el precio de esta acción aumentó de manera muy considerable en el lapso de tenencia, pero sin embargo, en la cartera las proporciones correspondientes a GEO B siempre representaron ventas en corto, por lo que en lugar de colaborar en el incremento del valor de la cartera, esta acción jugó un papel muy negativo para la misma.

CUADRO 4. Acciones incluidas y rendimientos observados durante su lapso de tenencia, 2001.

SECTOR	ACCIÓN	PERIODOS (p)	REND (%)
Sector Construcción	APASCO *	1, 2, 3 y 4	7.79
	ARA *	1, 2, 3 y 4	42.46
	CEMEX CPO	1, 2, 3 y 4	38.58
	GEO B	1, 2, 3 y 4	115.44

Fuente: elaboración propia con datos del sistema *Económica*.

Nota: (p) periodo del año en que se incluyó a la acción.

#### 4.2.4 OPERACIÓN EN 2002

En este año se mantuvo nuevamente la selección de sectores contracíclicos pues las condiciones económicas aun reflejaban una tendencia recesiva. Al inicio del año, la primera reestructuración efectuada, basada en los reportes financieros del 31/12/2001, se realizo eliminando de la cartera las posiciones en ARA\*, pues dicha acción presento un múltiplo P/U de un nivel de 11, mientras que las demás acciones mantenían sus múltiplos en niveles menores a 7. Así pues, al primer día hábil de febrero se realizó una nueva reestructuración en las proporciones de la cartera quedando un 9.59% en APASCO\*, 58.39% en CEMEX CPO, y 32.03% en GEO B.

Para el segundo periodo de operación correspondiente a los meses de mayo a julio, la selección de acciones se mantuvo sin cambios, pues la información financiera al 31/03/2002, indicaba que las tres acciones mantenidas eran las únicas que presentaban múltiplos aceptables. No obstante, las proporciones a invertir se modificaron nuevamente asignando un 24.19% de los recursos en APASCO\*, un 29.69% en CEMEX CPO, y un 46.11% en GEO B.

En el tercer periodo del año, se eliminó de la cartera a CEMEX CPO, y se sustituyó por ARA\*, ya que la información financiera al 30/06/2002 indicaba que la primera ahora poseía un múltiplo P/U mayor a 10, mientras que el P/U de ARA\* ahora se encontraba por debajo de dicho nivel. Aun cuando el P/U de 9.83 en ARA\* era visiblemente superior a los de APASCO\* y GEO B, se decidió incluir dicha acción en la cartera pues presentaba un aceptable múltiplo P/VL, que incluso era menor que el de APASCO\*. Las nuevas proporciones a invertir, en números redondos, eran 60.56% en APASCO\*, una venta en corto del 30.24% de ARA\*, y el 69.67% restante en GEO B.

Para el último periodo del año, correspondiente a noviembre-enero, la cartera siguió manteniendo la tenencia de las mismas acciones, pues el informe financiero al 30/09/2002 no arrojó ninguna novedad. Las proporciones a invertir se volvieron a modificar para ajustar las posiciones a la nueva CEI, quedando en un 49.28% de los recursos en APASCO\*, una nueva venta en corto de ARA\* del 18.94%, y la posesión de un 69.66% en GEO B para completar el total.

Durante los primeros días del año, la cartera siguió con el lapso de estancamiento heredado del final del año anterior, no obstante, a partir de marzo presentó una etapa de rápido crecimiento que culminó el 8 de mayo al alcanzar el máximo de \$4,480,953.97. A partir de este punto, la cartera presentó una larga tendencia bajista que se mantuvo durante el resto del año, alcanzando un mínimo de \$3,285,672.33 el 19 de noviembre. A pesar de la abrupta caída, la cartera exhibió un saldo positivo al finalizar el año, pues la etapa alcista del lapso marzo-mayo agregó mucho más valor a la cartera del que la etapa bajista le restó (ver gráfica 15).

Examinado individualmente el comportamiento de cada acción incluida en la cartera, se puede observar que APASCO\* fue la que más colaboró en incrementar el valor de la misma, seguida de GEO B. Ambas acciones se mantuvieron durante la totalidad del año y en esta ocasión no hubo ventas en corto de ellas. El mismo caso se presentó con CEMEX CPO, acción que si bien presentó rendimientos

positivos, solo se mantuvo en los primeros dos periodos del año. La situación cambia en el caso de ARA\*, ya que se realizaron ventas en corto de esta acción en los dos periodos de tenencia de la misma, y dado sus rendimientos positivos, se concluye que esta acción arrojó pérdidas para la cartera.

CUADRO 5. Acciones incluidas y rendimientos observados durante su lapso de tenencia, 2002.

SECTOR	ACCIÓN	PERIODOS (p)	REND (%)
Sector Construcción	APASCO *	1, 2, 3 y 4	46.51
	ARA *	3 y 4	8.16
	CEMEX CPO	1 y 2	8.15
	GEO B	1, 2, 3 y 4	30.38

Fuente: elaboración propia con datos del sistema *Económica*.

Nota: (p) periodo del año en que se incluyó a la acción.

#### 4.2.5 OPERACIÓN EN 2003

En el último año de operación de la cartera las expectativas económicas cambiaron de rumbo, tal como lo muestra la nueva tendencia del ciclo económico, el cual alcanzó el valle en el segundo trimestre del 2003. Suponiendo nuevamente que la bolsa descuenta las expectativas con medio año de antelación, entonces la etapa alcista de la bolsa se presentaría desde el principio del año, por lo que las posiciones en la cartera debían ajustarse ante el nuevo entorno económico esperado.

Considerando el hecho anterior, la cartera debía ahora integrarse por acciones pertenecientes a sectores cíclicos, es decir, de los sectores comercio y comunicaciones y transportes. Según el reporte financiero al 31/12/2002, las acciones de dichos sectores que presentaban los múltiplos P/U y P/VL más bajos eran COMERCI UBC, SORIANA B, TELMEX L y TVAZTCA CPO. Con estas acciones se integró la primera cartera del año, la cual se comenzó a operar el primer día hábil de febrero, y cuyas proporciones quedaron determinadas por el ejercicio de optimización de la siguiente manera: 11.80% en COMERCI UBC, 9.82% en SORIANA B, 94.97% en TELMEX L, y una venta en corto de TVAZTCA CPO del 16.60%.

Para el segundo periodo de operación, se mantuvo la posesión de las mismas acciones a excepción de TELMEX L, la cual fue sustituida por TELECOM A1, dado que los reportes financieros al 31/03/2003 indicaban que esta última acción tenía ahora un menor P/U que TELMEX L. No obstante que TELECOM A1 tenía un ligeramente superior múltiplo P/VL (4.02) que TELMEX L (3.95), se optó por incluir a la primera porque la diferencia era de tan solo siete décimas, mientras que la diferencia en los

múltiplos P/U era mayor a un punto en favor de TELECOM A1. Las proporciones a invertir se modificaron de nueva cuenta para quedar en un 30.51% en COMERCI UBC, 7.73% en SORIANA B, 67.60% en TELECOM A1 y una venta en corto del 5.84% de TVAZTCA CPO.

Al inicio del tercer periodo del año, las expectativas económicas continuaban siendo positivas, por lo que se mantuvieron los mismos criterios de inversión. La cartera de este periodo incluyó nuevamente a TELMEX L y se eliminaron las posiciones en TELECOM A1, puesto que aunque ambas acciones presentaron disminuciones en sus múltiplos, ahora TELMEX L presentaba un menor múltiplo P/U que TELECOM A1 según los reportes financieros al 30/06/2003. Las otras tres acciones del periodo anterior se conservaron en la cartera, aunque las proporciones variaron de nueva cuenta para quedar en 41.71% de los recursos en COMERCI UBC, 80.37% en TELMEX L y en esta ocasión dos ventas en corto, una de SORIANA B por 13.72% y una de TVAZTCA CPO por el restante 8.37%.

En el ultimo periodo de operación de la cartera, la información financiera al 30/09/2003 indicaba que COMERCI UBC y ELEKTRA CPO eran ahora las dos acciones con múltiplos P/U más bajos dentro de la muestra de acciones elegibles del sector comercio, no obstante, SORIANA B aun presentaba un múltiplo P/VL subvaluado, por lo que se decidió conservarla en la cartera. Por su parte, en el sector comunicaciones y transportes, TELMEX L y TVAZTCA CPO continuaban presentando la mejor combinación de múltiplos P/U y P/VL, por lo que también se mantuvieron en la cartera. Las proporciones a invertir para conformar la CEI de este periodo, la cual fue la única que incluyo a cinco activos, fueron: 54.85% en COMERCI UBC, una venta en corto de SORIANA B del 10.72%, 20.15% de los recursos en TELMEX L, 45.19% en TV AZTCA CPO y otra venta en corto por el 9.48% de ELEKTRA CPO.

De acuerdo a la gráfica 15, la cartera fluctuó alrededor de los 3.5 millones de pesos desde el principio del año hasta mediados de mayo, donde presentó a continuación un corto periodo de alzas que la llevo hasta los \$4,028,415.71 el ocho de julio. Sin embargo, un nuevo retroceso se presentó a partir de esa fecha al disminuir el valor de la cartera para quedar de nueva cuenta por debajo de los cuatro millones. Fue hasta el mes de septiembre cuando la cartera experimentó una de las etapas alcistas más importantes del periodo de estudio, la cual se prolongó hasta prácticamente el final del año, alcanzando el máximo histórico de \$5,312,152.05 el 23 de diciembre y cerrar el año y el periodo de estudio en los \$5,270,053.33 el día 31 del mismo mes.

Durante enero las acciones que se mantenían en la cartera continuaban siendo las del periodo anterior, dado el rezago informativo. Estas acciones, pertenecientes al sector construcción presentaron en general comportamientos desfavorables, afectando con ello a la cartera de manera negativa. La única de estas acciones que presentó ganancias fue ARA\*, sin embargo, las posiciones en esta acción eran producto de una venta en corto, por lo que tampoco redituó favorablemente a la cartera.

Por otro lado, una vez modificadas las posiciones hacia sectores cíclicos a partir de febrero, se puede observar que las acciones seleccionadas presentaron comportamientos positivos de manera individual durante el periodo de su tenencia. Destaca el caso de COMERCI UBC, acción que se mantuvo durante los cuatro periodos del año y que arrojó rendimientos superiores al 100%. Aunque TVAZTCA CPO también presentó un comportamiento similar, las proporciones invertidas en esta acción fueron ventas en corto durante los primeros tres periodos del año, por lo que obviamente jugó en contra del valor de la cartera. No obstante los retrocesos, tanto SORIANA B como TELECOM A1 contribuyeron mucho en incrementar el valor de la cartera, a pesar de que en la primera se realizaron ventas en corto en los dos últimos periodos. En el caso de TELMEX se debe destacar el alto porcentaje de recursos invertidos en dicha acción observados en el primer y tercer periodos, y aunque este porcentaje disminuyó considerablemente para el cuarto periodo, sí arrojó ganancias para la cartera. La venta en corto de ELEKTRA CPO realizada en el último periodo, jugó en contra de la etapa alcista de la cartera, pues esta acción incrementó su precio en el periodo de su tenencia, cosa que limitó la posibilidad de terminar mejor al finalizar el año.

CUADRO 6. Acciones incluidas y rendimientos observados durante su lapso de tenencia, 2003.

SECTOR	ACCIÓN	PERIODOS (p)	REND (%)
Sector Comercio	COMERCI UBC	1, 2, 3 y 4	128.63
	SORIANA B	1, 2, 3 y 4	33.20
	ELEKTRA CPO	4	8.18
Sector Comunicaciones y Transportes	TELMEX L	1, 3 y 4	8.68
	TELECOM A1	2	8.89
	TVAZTCA CPO	1, 2, 3 y 4	109.57
Sector Construcción	APASCO *	*	-5.90
	ARA *	*	3.87
	GEO B	*	-0.52

Fuente: elaboración propia con datos del sistema *Económica*.

Notas: (p) periodo del año en que se incluyó a la acción; \* indica que estas acciones se mantuvieron solamente durante enero.

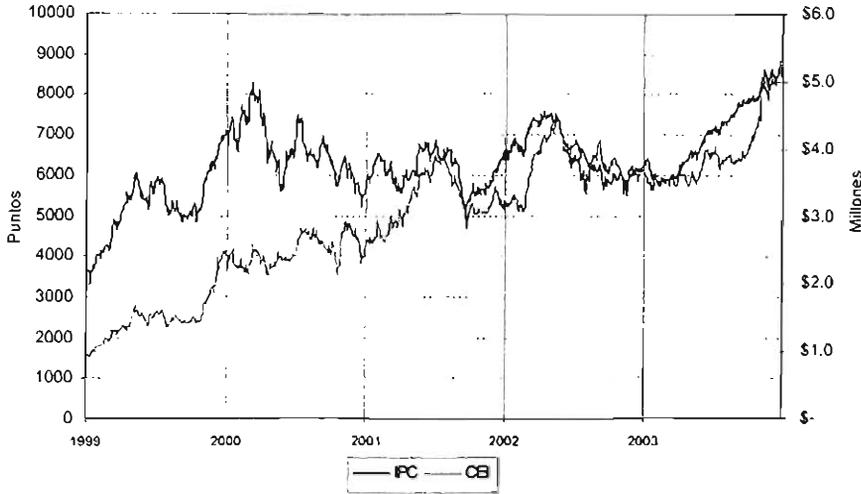
### 3.3 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO

El proceso de evaluación del desempeño de las carteras de inversión es el último paso a realizar por cualquier gestor, y es de hecho el proceso clave en el que se conoce si se cumplieron los objetivos planteados para la cartera. Tras la simulación histórica de la evolución de la cartera y una vez que se cuenta con los datos necesarios, es posible iniciar el proceso de análisis y evaluación de su desempeño, para lo cual se realizan comúnmente tres procedimientos: la determinación de la rentabilidad de la cartera, el cálculo del nivel de riesgo observado, y la evaluación de la cartera en términos de las medidas de rentabilidad ajustada por el riesgo.

El cumplimiento o no del objetivo principal de este trabajo, es decir, batir al mercado, se puede conocer de dos maneras: comparando directamente las rentabilidades de la CEI y de la cartera de mercado IPC en un mismo periodo, o bien utilizando los indicadores de rentabilidad ajustada por el riesgo emanados del CAPM. La primera, a pesar de ser la más utilizada, tiene la desventaja de no considerar el nivel de riesgo observado, parámetro determinante en la gestión moderna de carteras; mientras que la segunda, que parece ser la manera más atinada de medir el desempeño, encierra los mismos problemas teóricos que giran en torno al CAPM. Para efectos de este trabajo, ambos métodos de medición del desempeño serán considerados, sin embargo se dará más peso a los resultados proporcionados por los indicadores de rentabilidad ajustada por el riesgo, ya que se presupone que el mercado es eficiente tal como el CAPM lo afirma, además, la CEI es una cartera conformada mediante los supuestos de optimización que la teoría de carteras proporciona, teoría que se basa fundamentalmente en el CMV, y por ello, tanto el rendimiento como el riesgo son parámetros importantes para la toma de decisiones.

La simulación histórica del desempeño de la CEI permitió conocer tanto el valor como el rendimiento diario que ésta observó durante el periodo de estudio, lo que posibilita hacer un análisis somero para conocer de manera general el desempeño de la cartera en relación a la cartera de mercado. En la gráfica siguiente se puede observar que tanto el IPC como la CEI presentaron un buen desempeño en el periodo, aunque la tendencia alcista es más evidente en la serie de la CEI. Tal parece que la serie del IPC fue más errática, sobre todo en los primeros tres años, mientras que la serie de la CEI fue más constante con excepción del 2002. A primera vista, la CEI parece haber presentado un mejor desempeño, sin embargo, es necesario realizar un análisis mejor fundamentado.

GRÁFICA 15. Evolución diaria del IPC y la CEI durante el periodo 1999-2003.



Fuente: estimaciones propias y sistema de información *Económica*.

#### 4.3.1 RENTABILIDAD GENERADA

La evaluación del desempeño de la cartera inicia con la determinación de la rentabilidad generada en un periodo determinado y su comparación con la que ofreció la cartera de mercado en el mismo lapso. El periodo contemplado es de un año, por lo que habrá cinco periodos a considerar. Para que la CEI cumpla con el objetivo de ganarle al mercado, en términos de rentabilidades, es necesario que presente mayores rendimientos que el IPC en cada año examinado.

Existen varias medidas de rentabilidad usadas para medir el desempeño de las carteras, sin embargo, dado el objetivo de este trabajo, solo interesa determinar la rentabilidad real de la cartera, comúnmente denominada rentabilidad total o simple (RS), la cual se determina mediante:

$$RS = (\text{Valor final} - \text{Valor inicial} + \text{Dividendos} + \text{Otros}) / \text{Valor inicial} \quad (4.1)$$

Como en todo momento de la simulación, se utilizaron precios ajustados (por pago de derechos), la fórmula se reduce a:

$$RS = (\text{Valor final} - \text{Valor inicial}) / \text{Valor inicial} \quad (4.2)$$

Dicha formula es útil cuando se conoce el valor de la cartera en distintos periodos de tiempo, sin embargo, cuando se quiere conocer la rentabilidad total de la cartera (RT) en dos o mas periodos distintos y solo se dispone del dato de la rentabilidad simple obtenida en dichos periodos, que pueden ser de un día, una semana, un mes, etc. la formula a utilizar es:

$$RT = [(1+R_1) \times (1+R_2) \times \dots \times (1+R_n)] - 1 \quad (4.3)$$

Donde  $R_1, R_2, R_n$  son las rentabilidades simples observadas en distintos periodos consecutivos.

Esta ultima formula afirma simplemente que la rentabilidad total de la cartera es el producto (acumulación) de las rentabilidades de cada periodo.<sup>66</sup> Al final del año, tanto la rentabilidad simple calculada mediante (4.2) como por (4.3) son las mismas, por lo que se pueden utilizar de manera indistinta dependiendo de los datos con que se cuente. De la aplicación de estas formulas para periodos anuales, se desprenden los siguientes resultados:

CUADRO 7. Rendimientos simples del IPC y la CEI, 1999-2003.

RENDIMIENTOS SIMPLES						
Rendimiento porcentual anual (%)						
CARTERA	1999	2000	2001	2002	2003	1999-2003
IPC	80.06	-20.73	12.74	-3.85	43.55	122.12
CEI	148.09	1.85	22.79	20.18	41.33	427.01

FUENTE: BMV, *Anuario Bursátil*, 1999 al 2003 y estimaciones propias.

Como puede observarse, la CEI obtuvo mayores rendimientos que el IPC con excepción del último año; también sobresale el alto margen entre los rendimientos que la CEI presentó y los del IPC en los primeros cuatro años, donde la CEI incluso obtuvo ganancias en años de retroceso del mercado. A primera vista también destaca ampliamente el rendimiento total del periodo, donde la CEI claramente supera al IPC al casi cuadruplicar los rendimientos de la cartera de mercado.

En el primer año de operación, la CEI obtuvo el mayor rendimiento anual de todo el periodo. Cabe recordar que durante 1999 la estrategia de inversión estuvo enfocada en sectores cíclicos, por lo que se invirtió en acciones del sector comercio y del sector de comunicaciones y transportes. El resultado de

<sup>66</sup> Martínez Abascal, Eduardo, *op. cit.*, p. 358.

este año confirma la utilidad de la estrategia y la correcta selección de acciones, pues la CEI obtuvo rendimientos adicionales a los otorgados por la cartera de mercado por 68.3 puntos porcentuales por arriba de ésta. El frenesí alcista de este año sentó sin duda las bases para el resultado final de la cartera, pues no hubo en dicho año ninguna otra inversión que redituara tan altos rendimientos como lo fue la inversión en bolsa.

En el 2000 el resultado también es favorable a la CEI; con la modificación de las posiciones hacia sectores contracíclicos (o defensivos) la CEI no perdió tal como lo hizo la cartera de mercado, obtuvo en cambio un razonable rendimiento para una etapa bajista del mercado. El 2001 fue un buen año para ambas carteras, no obstante, la CEI volvió a obtener un rendimiento superior. Aun cuando la cartera de mercado no perdió como se esperaba según el criterio de análisis macroeconómico de la estrategia de gestión, la inversión en sectores contracíclicos, como lo fue el sector construcción, afectó de manera positiva el desempeño de la CEI, posibilitando la consecución de razonables rendimientos. En el 2002 la CEI dominó nuevamente a la cartera de mercado en términos del rendimiento, pues mientras que el IPC perdió 3.85% la CEI esta vez no solo obtuvo un rendimiento positivo, sino que en esta ocasión dicho rendimiento fue incluso mayor al otorgado por el activo libre de riesgo, el cual otorgó en ese año un rendimiento promedio del 7.09%. Esta vez el pronóstico del criterio de inversión sectorial si se cumplió cabalmente, pues en un año de pérdidas en el mercado en general, la CEI obtuvo altos rendimientos positivos.

El 2003 fue el único año en que la CEI no batió al mercado en términos de rendimientos, no obstante, la diferencia fue de tan solo 2.22 puntos porcentuales a favor del IPC. A pesar de que se generó un muy buen rendimiento anual para la CEI, la modificación de las posiciones hacia sectores cíclicos, dados los criterios de la estrategia de gestión, si bien fue positiva, no fue suficiente para superar el rendimiento ofrecido por la cartera de mercado.

En cuanto al rendimiento total de la cartera en el periodo de estudio, no cabe duda que la CEI superó a la cartera de mercado de manera cabal, al obtener rendimientos de 304.88 puntos porcentuales por encima de los obtenidos por el IPC. Si se considera al periodo 1999-2003 en su conjunto, se puede afirmar que la CEI batió al mercado, y por lo tanto, el mercado es ineficiente.

Sin embargo, el criterio de decisión para saber si el mercado es o no eficiente se basa tanto en el concepto de mayores rendimientos como en el de sistematicidad de los resultados. Hablando en

términos anuales, la CEI batió al mercado sistemáticamente (cuatro veces) durante el periodo 1999-2002, no haciéndolo sin embargo en el 2003. Sería aventurado afirmar, dado este resultado, que el mercado es eficiente, pues solo en uno de cinco años la CEI no pudo batir al mercado. Se está hablando de que existe un 80% de efectividad de la estrategia de gestión, lo que no es ni remotamente cercano a la idea de la existencia de un mercado eficiente, donde difícilmente, una estrategia de gestión activa presentaría un 50% de efectividad.

Dado que las últimas afirmaciones son debatibles, es necesario no solo analizar los rendimientos en sí, también se requiere conocer el riesgo de la cartera, ya que una cartera que presenta altos rendimientos, pero también una alta volatilidad, puede ser una cartera riesgosa que en cualquier momento podría volcar esos altos rendimientos en altas pérdidas. Cabe mencionar que a pesar de su importancia, el nivel de riesgo no es un parámetro fundamental en las estrategias de gestión activas.

#### 4.3.2 MEDICIÓN DEL RIESGO

Actualmente, los gestores de carteras de inversión además de considerar el rendimiento como medida de desempeño, también requieren conocer el nivel de riesgo asumido. El nivel de riesgo observado de una cartera, es un parámetro indispensable en la evaluación de carteras, ya que de él depende en gran medida el nivel de rendimiento obtenido, y el rendimiento esperado para el siguiente periodo de operación. El nivel de riesgo de la cartera también sirve como un parámetro de elección, ya que de entre un conjunto de carteras con el mismo rendimiento ofrecido o esperado, se debe preferir a aquella que presente el menor nivel de riesgo de entre todas ellas.

Cabe recordar que las decisiones de inversión se basan tanto en el rendimiento como en el riesgo, donde aquella cartera con una mejor combinación riesgo – rendimiento será preferida a las demás de acuerdo a los criterios de predominio establecidos por el CMV.

La medición del riesgo de la cartera se realiza comúnmente basándose en dos puntos principales: la determinación del riesgo total o volatilidad y la determinación del riesgo sistemático medido por la beta de la cartera. Ambas medidas son complementarias, ya que por definición, el riesgo total de un valor o cartera se compone del riesgo sistemático y del riesgo no sistemático. Dado que la CEI es una cartera eficientemente diversificada de acuerdo a las técnicas de optimización de Markowitz, se puede dejar de

lado la determinación del riesgo no sistemático y concentrarse entonces en solo dos medidas de riesgo: la volatilidad y la beta.

#### 4.3.2.1 VOLATILIDAD

La determinación de la volatilidad se realiza comúnmente calculando la varianza de los rendimientos del valor o cartera, sin embargo, la desviación estándar es la medida convencional. Dependiendo de la frecuencia de los datos usados para su cálculo se puede conocer la desviación diaria, semanal, mensual, etc. no obstante, en aras de mantener la precisión estadística, se utilizaron datos diarios para calcular la desviación, y suponiendo que a partir de la desviación estándar diaria puede calcularse su correspondiente valor en periodos de tiempo mayores se justifica aun más el uso de datos diarios.

Para mantener la congruencia con la sección anterior, es necesario calcular la desviación estándar anual de la cartera así como del IPC para poder comparar los datos directamente. Para calcular la desviación estándar anual tanto de la cartera como del IPC, utilizando rendimientos históricos diarios, es necesario anualizar la desviación estándar diaria utilizando la siguiente formula:

$$\sigma_{Anual} = \sigma_{Diaria} \times \sqrt{250} \quad (4.4)$$

A partir de los rendimientos históricos generados por la simulación y aplicando esta formula, se desprenden los siguientes resultados:

CUADRO 8. *Desviación estándar anualizada del IPC y la CEI, 1999-2003.*

VOLATILIDAD ANUAL						
Desviación Estándar Diaria Anualizada (%)						
CARTERA	1999	2000	2001	2002	2003	1999-2003*
IPC	29.67	34.74	23.35	22.19	13.97	40.05
CEI	35.73	38.09	27.74	24.55	21.00	58.30

FUENTE: estimaciones propias.

\* Indica la desviación estándar de los rendimientos anuales.

Como puede observarse en el cuadro anterior, la CEI presentó en la totalidad de los casos, un mayor nivel de riesgo que la cartera de mercado. Sin embargo, el hecho de que la CEI presente una mayor desviación estándar que el IPC tanto anual como en el periodo en su conjunto, no es necesariamente un signo de un mal desempeño respecto al mercado. La causa de la mayor desviación típica de la CEI es

conocida: se eligió una cartera más riesgosa dado el perfil de inversionista, el cual describía, aversión moderada al riesgo en aras de obtener una mayor rentabilidad. El nivel de riesgo de la CEI pudo haberse minimizado al preferir a la CMR como la cartera de inversión elegida, sin embargo, dado que se estaba dispuesto a correr un nivel de riesgo mayor, con el propósito de obtener una mayor rentabilidad, se optó por una cartera más riesgosa que la CMR. Al elegir una cartera riesgosa, era muy probable que el nivel de riesgo total de la misma fuera alto, afirmación que ahora ha sido corroborada con respecto al nivel de riesgo total de la cartera de mercado.

El mayor nivel de riesgo de la cartera respecto al que presentó la cartera de mercado no implica que el objetivo de batir al mercado no se haya logrado, pues el nivel de riesgo asumido es proporcional al rendimiento obtenido. En otras palabras, considerando los fundamentos del CAPM, donde un mayor rendimiento necesariamente implica un mayor nivel de riesgo, y considerando que la CEI presentó mayores rendimientos que el IPC, es lógico que la primera observara mayores niveles de riesgo total.

El punto de debate es nuevamente el último año de estudio. En el 2003 la CEI presentó un mayor nivel de riesgo total que el IPC, pero no presentó un mayor rendimiento. Esto quiere decir que considerando el riesgo total, la cartera de mercado dominó a la CEI, y por ello, el objetivo de batir al mercado no se cumplió para este año. No obstante, como se verá más adelante, esta pudiera ser una conclusión apresurada.

### 3.3.2.2 BETA

El cálculo de la beta de la cartera es necesario si se quiere conocer el nivel de riesgo sistemático. En carteras completamente diversificadas, el único riesgo relevante es el riesgo sistemático, ya que el no sistemático ha sido eliminado completamente por el efecto de la diversificación.

La cartera de mercado es por definición una cartera completamente diversificada, ya que incluye a la *totalidad* de los activos que existen en el mercado, mientras que la CEI, si bien ha sido construida con base a criterios de eficiencia en términos del CMV, no es una cartera altamente diversificada, pues incluye una cantidad reducida de activos. Por ello, el riesgo total de la CEI no necesariamente es por completo sistemático, también debe incluir un pequeño componente no sistemático. Sin embargo, el riesgo no sistemático es poco relevante para la evaluación de la cartera, por lo que solo se considerará el componente sistemático medido por beta.

Como se expuso en el capítulo tres, la beta de una cartera puede calcularse mediante (3.35), sin embargo, dado que la beta calculada mediante la determinación de la línea característica se ajusta mejor a los datos dado el procedimiento de cálculo por regresión lineal, además de ser un procedimiento más sencillo, se optó por calcular la beta de la CEI para cada año a partir de la determinación de dicha línea.

Con base en (3.36) se corrieron cinco regresiones correspondientes a los cinco años de estudio, donde la variable dependiente representa los rendimientos diarios de la CEI, mientras que la variable independiente se constituye por los rendimientos diarios del IPC. El valor encontrado de los parámetros estimadores correspondientes al alfa y a la beta de la línea característica de la CEI son los siguientes:

CUADRO 9. *Coefficientes Alfa y Beta determinados al calcular la línea característica de la CEI, 1999-2003.*

PERIODO	ALFA ( $\alpha$ )	BETA ( $\beta$ )
1999	0.14970	0.94227
2000	0.07913	0.62746
2001	0.06300	0.58861
2002	0.08930	0.69340
2003	0.01018	0.92190
1999-2003	0.09427	0.73353

Fuente: elaboración propia.

La beta de la CEI siempre fue menor a la presentada por la cartera de mercado, incluso en el debatido 2003. Dados estos resultados, se puede afirmar que la CEI no fue una cartera riesgosa, ya que una beta anual menor que uno, indica que se trata de una cartera defensiva, pues responde en menor medida a los movimientos del mercado. Cabe recordar que por definición, la cartera de mercado tiene en todo momento una beta igual a la unidad y un alfa igual a cero.

De los resultados obtenidos se desprende que para obtener mayores rendimientos que la cartera de mercado no es una condición necesaria el invertir en una cartera ofensiva, es decir con beta mayor que uno. La CEI presentó mayores rendimientos cuando el IPC ganó, en 1999 y 2001, y sin embargo la beta nunca fue ofensiva, lo que quiere decir que el mercado calificó mejor la combinación rendimiento - riesgo de la CEI y por tanto no está en equilibrio, o bien que el mercado recompensó a la CEI por correr un riesgo no sistemático, situación que teóricamente no se debe presentar en un mercado eficiente. Una situación parecida ocurre en el caso de los años de pérdidas en el IPC, la existencia de

una beta defensiva, pero positiva, implica que la CEI también debería haber perdido, cosa que no ocurrió. La explicación más congruente a estas contradicciones es que el mercado no es el único factor que determina los rendimientos de las acciones y carteras, tal como el CAPM afirma, por lo que se puede argumentar que el CAPM no se cumple, o bien que el mercado no es eficiente.

En lo que se refiere a los coeficientes alfa determinados, a pesar de que la línea característica de la CEI presentó en los cinco años alfas positivas distintas de cero, estadísticamente no eran significativas, por lo que no se puede hablar de un desempeño superior al de la cartera de mercado.

En el caso de la línea característica del periodo total, también se corrobora que la beta de la CEI fue menor a la de la cartera de mercado, es decir, la CEI presentó una beta defensiva durante el periodo de los cinco años de estudio. La diferencia principal radica en que el coeficiente alfa del periodo 1999-2003 si es estadísticamente significativo, por lo que se puede confirmar que la CEI obtuvo una rentabilidad adicional a la que teóricamente el mercado le debía otorgar, y con ello presentó una mejor combinación riesgo – rendimiento que la cartera de mercado. Por lo tanto, dada el alfa positiva y significativa, la CEI otorgó un rendimiento superior al que según el CAPM debía otorgar para ese nivel de riesgo sistemático, lo que nuevamente puede implicar que el CAPM no se cumple, o bien, que el mercado es ineficiente.

Sin embargo, considerando los periodos anuales, aun no se puede afirmar que la CEI haya batido al mercado de manera sistemática, por lo que la hipótesis fundamental de esta tesis aun no se confirma. Es necesario contemplar adicionalmente ciertos indicadores de evaluación, mismos que la teoría moderna de carteras pone a disposición del analista, y que son tema del siguiente apartado.

#### 4.3.3 INDICADORES DE RENTABILIDAD AJUSTADA POR EL RIESGO

Estos indicadores se generan tomando en cuenta tanto la rentabilidad como el riesgo de la cartera. Las medidas de rentabilidad ajustada por el riesgo, tal como lo indica su nombre, consideran de manera conjunta el rendimiento y el riesgo de la cartera para emitir un fallo sobre su desempeño. Estas medidas se fundamentan en gran parte en las conclusiones del CAPM, y son comúnmente utilizadas para la evaluación de fondos de inversión. Para efectos de este trabajo, los resultados que arrojan estas medidas representan el fundamento probatorio de la hipótesis planteada.

Una vez expuesta la problemática emanada de utilizar solo el rendimiento o el riesgo para evaluar a una cartera, se justifica ampliamente el empleo de estos indicadores como medidas del desempeño, ya que no solo permiten comparar dos carteras distintas en términos de su combinación de rentabilidad – riesgo, sino también proporcionan un criterio para decidir cual de ellas presentó un mejor desempeño. Además, estos indicadores permiten evaluar a más de dos carteras, y con ello, existe la posibilidad de decidir con fundamentos cuál es la mejor opción para invertir en el futuro, suponiendo que se observará el mismo desempeño.

#### 4.3.3.1 ÍNDICE DE SHARPE

Es el indicador más conocido y aplicado, dada su relativa simplicidad de cálculo e interpretación. El índice de desempeño de Sharpe, o RVAR (*Reward to Variability Ratio*), es una medida de desempeño de las carteras basada en la teoría del mercado de capitales, particularmente en la línea del mercado de capitales (LMC) ex post. Este índice indica el exceso de rendimiento por unidad de riesgo total;<sup>67</sup> entre más alto sea el valor del índice, mejor desempeño habrá presentado la cartera. El índice de Sharpe puede calcularse tanto para carteras como para cualquier índice bursátil, por lo que es posible saber si una cartera batió al mercado simplemente comparando el valor de este índice para la cartera y para la cartera de mercado. Si el índice de Sharpe de la cartera es mayor al del IPC, entonces se puede afirmar que la cartera ha presentado un mejor desempeño que la cartera de mercado, en otras palabras, que la cartera le ha ganado al mercado.

El índice de Sharpe se calcula mediante:

$$S = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p} \quad (4.5)$$

Donde  $R_p$  es el rendimiento promedio de la cartera y  $\sigma_p$  la desviación típica de los rendimientos.

Puede observarse que  $(R_p - R_f)$  es la prima de riesgo de la cartera, por lo que puede afirmarse que este índice presenta la relación entre la prima de riesgo y el riesgo total que la cartera soportó. Técnicamente, el índice de Sharpe es la pendiente de la LMC ex post, línea cuya ordenada al origen es

---

<sup>67</sup> *Ibid.*, p. 360.

siempre el valor de la tasa libre de riesgo  $R_f$ . Para calcularlo se utilizan habitualmente datos anuales, ya que la tasa libre de riesgo casi siempre esta expresada en estos términos.

Para calcular el índice de Sharpe anual, tanto del IPC como de la CEI, se utilizó el rendimiento simple anual, el promedio mensual de la tasa de rendimiento de los Cetes a 28 días, y la desviación estándar anualizada de los rendimientos diarios.

CUADRO 10. *Determinación del Índice de Sharpe anual para el IPC y la CEI, 1999-2003.*

AÑO	$R_f$ (%)	IPC			CEI		
		$R_p$ (%)	$SD_A$	SHARPE	$R_p$ (%)	$SD_A$	SHARPE
1999	21.41	80.06	29.67	1.98	148.09	35.73	3.55
2000	15.24	-20.73	34.74	-1.04	1.85	38.09	-0.35
2001	11.31	12.74	23.35	0.06	22.79	27.74	0.41
2002	7.09	-3.85	22.19	-0.49	20.18	24.55	0.53
2003	6.23	43.55	13.97	2.67	41.33	21.00	1.67
1999-2003*	12.25	22.35	40.05	0.25	46.85	58.30	0.59

Fuente: INEGI-BIE; BMV, *Anuario Bursátil*, 1999-2003 y estimaciones propias.

\* La tasa libre de riesgo y el rendimiento del periodo son promedios simples de los datos anuales, la SD se calculó en este caso, a partir de los rendimientos anuales.

Tal como se observa en el cuadro anterior, los resultados son favorables a la CEI. En los primeros cuatro años, el índice de Sharpe correspondiente a la CEI fue superior al generado por el IPC; en 1999 se observa una clara superioridad de la CEI sobre el IPC, lo que significa que aunque la CEI presentó una alta volatilidad en ese año, los rendimientos generados fueron suficientes para obtener un mejor ajuste rendimiento – riesgo que el presentado por la cartera de mercado.

Aun cuando en el 2000, ambos resultados fueron negativos, se puede hablar de un mejor desempeño de la CEI, pues en su caso el índice de Sharpe fue más cercano a cero. Dado que este índice representa la pendiente de la LMC ex post, la interpretación cuando el resultado es negativo mantiene el mismo sentido, es decir, una cartera observa un desempeño superior que otra, si la pendiente de su LMC es mayor. No es de extrañar la aparición de resultados negativos para el caso anual, pues en el corto plazo la LMC puede tener pendiente negativa, comúnmente cuando el mercado es bajista; no obstante, en el largo plazo la LMC debe presentar necesariamente una pendiente positiva.

Tanto en el 2001 como en el 2002, el índice de Sharpe de la CEI es de nueva cuenta superior al del IPC. En el caso del 2002 destaca que la pendiente de la LMC ex post del IPC fue negativa, en tanto que

la correspondiente a la CEI fue acentuadamente positiva. El punto de discusión es nuevamente el resultado del 2003, pues en este año el índice de Sharpe de la CEI es menor al del IPC, lo que implica que la CEI no le ganó al mercado, pues no presentó un mejor ajuste rendimiento – riesgo en términos de la pendiente de su LMC ex post.

Nuevamente, puede afirmarse que la CEI presentó una efectividad para batir al mercado del 80%, por lo que puede considerarse que el mercado no es totalmente eficiente. Aunque la CEI no batió al mercado de manera sistemática en los cinco años de estudio, si lo hizo en cuatro años, por lo que no se puede afirmar que el mercado sea eficiente. Esta idea se corrobora al examinar el índice de Sharpe correspondiente al periodo 1999-2003, periodo que alude al largo plazo y que es de hecho un periodo para el cual los resultados del RVAR presentan más congruencia, pues difícilmente se presentarían resultados negativos. En este lapso puede observarse la superioridad del índice de Sharpe de la CEI sobre el que exhibe el IPC, por lo que se puede afirmar que en términos de este índice, la CEI batió al mercado en este periodo.

#### 4.3.3.2 ÍNDICE DE TREYNOR

Se trata de otra medida del desempeño basada en el ajuste del rendimiento por el riesgo. El índice de Treynor o RVOL (*Reward to Volatility Ratio*) “indica la prima de riesgo obtenida por cada unidad de riesgo sistemático.”<sup>68</sup> Este índice simplemente relaciona el rendimiento en exceso obtenido por la cartera ( $R_p - R_f$ ) con su riesgo nivel de riesgo sistemático medido por beta ( $\beta_p$ ). La única diferencia que guarda con el índice de Sharpe, es la medida de riesgo que utiliza, pues mientras que Sharpe consideró que debía ser la desviación estándar, contemplando así el riesgo total, Treynor sugirió medir el desempeño en función de solamente el riesgo sistemático, medido por beta. El índice de Treynor se determina mediante:

$$T = \frac{R_p - R_f}{\beta_p} \quad (4.6)$$

Donde  $\beta_p$  es la beta de la cartera calculada determinando su línea característica.

---

<sup>68</sup> *Ibid.*, p. 361.

El índice de Treynor se deriva directamente del CAPM, pues representa la pendiente de la SML ex post, la línea que representa la ecuación fundamental de este modelo. El criterio de medición del desempeño se basa en la idea de que una cartera es mejor si el valor de su índice es el mayor de entre un conjunto de carteras. En otras palabras, si el índice de Treynor de la cartera es mayor al que presenta, por ejemplo, la cartera de mercado, entonces dicha cartera habrá presentado un mejor ajuste rendimiento –riesgo y por ende, ha batido al mercado.

Para calcular el índice de Treynor anual, tanto del IPC como de la CEI, se utilizó nuevamente el rendimiento simple anual, el promedio mensual de la tasa de rendimiento de los Cetes a 28 días, y en el caso de la CEI, la beta calculada a partir de la determinación de su línea característica. Cabe recordar que la beta del IPC es siempre igual a la unidad.

CUADRO 11. *Determinación del Índice de Treynor anual para el IPC y la CEI, 1999-2003.*

AÑO	IPC				CEI		
	R <sub>f</sub> (%)	R <sub>m</sub> (%)	Beta	TREYNOR	R <sub>m</sub> (%)	Beta	TREYNOR
1999	21.41	80.06	1.00	58.65	148.09	0.94	134.44
2000	15.24	-20.73	1.00	-35.97	1.85	0.63	-21.35
2001	11.31	12.74	1.00	1.43	22.79	0.59	19.52
2002	7.09	-3.85	1.00	-10.94	20.18	0.69	18.89
2003	6.23	43.55	1.00	37.33	41.33	0.92	38.08
1999-2003*	12.25	22.35	1.00	10.10	46.85	0.73	47.16

Fuente: INEGI-BIE; BMV, *Anuario Bursátil*, 1999-2003 y estimaciones propias.

\* La tasa libre de riesgo y el rendimiento del periodo son promedios simples de los datos anuales.

Los resultados presentados en el cuadro anterior son concluyentes; la CEI presentó un mejor ajuste rendimiento – riesgo (sistemático) que la cartera de mercado durante el periodo 1999-2003, tomando en cuenta tanto datos anuales, como del periodo en general. Dado que los índices de Treynor calculados para la CEI siempre fueron mayores que los correspondientes al IPC, se puede afirmar que la CEI siempre estuvo por encima de la SML ex post, lo cual indica que obtuvo una mejor combinación rendimiento– riesgo a la que el CAPM le otorgaba.

Al igual que en el caso de la LMC, la pendiente de la SML, medida por el índice de Treynor, puede llegar a ser negativa en el corto plazo, tal como ocurrió en el 2000 y 2002, pero a largo plazo siempre debe presentar una pendiente positiva, tal como se corrobora al examinar el valor del índice de Treynor de todo el periodo 1999-2003.

Según los resultados, la CEI batió sistemáticamente a la cartera de mercado en los cinco años, incluso en 2003, por lo que en términos del índice de Treynor, se rechaza la hipótesis de eficiencia del mercado en su versión semifuerte. Esta afirmación nuevamente se corrobora al examinar el valor del índice para todo el periodo en su conjunto, donde el RVOL correspondiente a la CEI es mayor al del IPC por poco más de 37 puntos, y por tanto, obtuvo una rentabilidad superior a la que debía obtener dado el nivel de riesgo sistemático soportado.

El índice de Treynor solo considera al riesgo sistemático, por lo que se presupone que la cartera esta correctamente diversificada y por tanto no tiene riesgo no sistemático o este no es significativo. Una cartera como la CEI, que no incluye muchos activos, difícilmente esta exenta de riesgo no sistemático, sin embargo, puede considerarse que este no es relevante, pues la CEI es una cartera eficiente y por tanto, es una cartera que presentó el mínimo nivel de riesgo posible dado su rendimiento observado. Teóricamente no hay ninguna otra cartera con su mismo nivel riesgo, que pudiese haber presentado un mejor desempeño.

#### 4.3.3.3 ÍNDICE DE JENSEN

El índice o alfa de Jensen es otra medida del desempeño basada en el CAPM. Este índice “calcula la diferencia entre la rentabilidad obtenida por la cartera y la predicha por el modelo CAPM.”<sup>69</sup> Considerando la ecuación fundamental del CAPM (3.33), acomodando la tasa libre de riesgo queda:

$$E(R_i) - R_f = \beta_i [E(R_m) - R_f] \quad (4.7)$$

Ecuación que simplemente afirma que la prima de riesgo de la cartera es una función de su riesgo sistemático y de la prima de riesgo del mercado. Esta ecuación es una manera alternativa para expresar el CAPM, la cual expresa las mismas conclusiones antes expuestas, la diferencia es que teóricamente la validación empírica del modelo se debe realizar a partir de esta ecuación. Si se utilizan datos ex post para probar dicha ecuación alternativa, se transforma en:

$$(R_{it} - R_{ft}) = \alpha_i + \beta_i (R_{mt} - R_{ft}) + e_{it} \quad (4.8)$$

---

<sup>69</sup> *Ibid.*, p. 361.

Donde  $\alpha_i$  representa el intercepto de la línea característica obtenida por regresión de (4.8) e indica la rentabilidad extra obtenida por la cartera de la que el CAPM le otorga dado su nivel de riesgo sistemático medido por beta. Cabe mencionar que la línea característica determinada mediante (3.36) es equivalente a la obtenida por (4.8), ya que como puede observarse, la única diferencia es que se substrahe una constante ( $R_f$ ) a cada lado de la ecuación. La ecuación (4.8) puede reordenarse para expresar lo que el coeficiente alfa realmente representa en el caso de carteras:

$$\alpha_p = (R_p - R_f) - \beta_p(R_m - R_f) \quad (4.9)$$

Es decir, el alfa de una cartera es la diferencia entre la prima de riesgo de la cartera y la prima de riesgo del mercado dado su nivel de riesgo sistemático medido por beta. Si el CAPM se cumple, este coeficiente debe ser igual a cero, en caso contrario, alfa representa la rentabilidad extra obtenida por el gestor por sobre la que el CAPM le otorgaba. Si alfa es positiva y significativamente distinta de cero, indica que la cartera presentó un desempeño superior del que el CAPM afirmaba, y por tanto, batió al mercado. Si el alfa es negativa, indica que la cartera presentó un desempeño inferior. Si alfa es igual a cero o insignificamente diferente de cero, indica que la cartera presentó simplemente un desempeño acorde a su nivel de riesgo asumido según el CAPM.

El alfa de Jensen no necesariamente se calcula mediante la determinación de la línea característica a partir de (4.8), si no que comúnmente se determina mediante (4.9), pero sujeto a que se conozca previamente la beta de la cartera. Para un periodo de varios años se utilizan rendimientos promedio para  $R_p$  y  $R_m$ , sin embargo, en el caso anual, se utilizó el rendimiento simple observado considerando que al igual que en el caso del índice de Treynor, se está trabajando con una SML ex post.

CUADRO 12. *Determinación del Índice de Jensen anual para la CEI, 1999-2003.*

AÑO	Rf (%)	Rm (%)	CEI		$\alpha$ JENSEN
			Rp (%)	Beta	
1999	21.41	80.06	148.09	0.94	71.42
2000	15.24	-20.73	1.85	0.63	9.18
2001	11.31	12.74	22.79	0.59	10.64
2002	7.09	-3.85	20.18	0.69	20.68
2003	6.23	43.55	41.33	0.92	0.69
1999-2003*	12.25	22.35	46.85	0.73	27.19

Fuente: INEGI-BIE; BMV, *Anuario Bursátil*, 1999-2003 y estimaciones propias.

\* La tasa libre de riesgo y el rendimiento del periodo son promedios simples de los datos anuales.

Como se observa en el cuadro anterior, el alfa de Jensen para la CEI siempre presentó un valor positivo y distinto de cero, valor que representa en el caso anual, la rentabilidad extra de la CEI por sobre la que el CAPM le otorgaba dado su nivel de riesgo sistemático. En el caso del periodo en su conjunto, el alfa indica la rentabilidad extra promedio que la CEI presentó en cada año, dado nuevamente, su nivel de riesgo sistemático.

Examinando el alfa positiva presentada, se puede afirmar que en prácticamente todos los años, la CEI obtuvo un rendimiento superior al otorgado por el mercado, por lo que de igual forma se puede aseverar que la CEI batió al mercado de manera sistemática en el periodo 1999-2003, con lo cual se comprueba de nueva cuenta la ineficiencia del mercado en su versión semifuerte.

De manera conjunta, los resultados del Índice de Sharpe, Treynor y Jensen, no apoyan la hipótesis de la existencia de eficiencia informativa del mercado mexicano de valores, pues la CEI demostró en la gran mayoría de los casos, haber conseguido una rentabilidad adicional a la que debía haber obtenido dado su nivel de riesgo. En un mercado eficiente, la máxima rentabilidad que se puede obtener es la que ofrece la cartera de mercado, por lo que una cartera basada en una estrategia de gestión activa nunca lograría superar dicha rentabilidad. La CEI es una cartera construida en base al análisis fundamental y gestionada mediante una estrategia activa, lo que implica que al presentar un mejor desempeño en relación con la cartera de mercado, proporciona un fundamento probatorio para rechazar la hipótesis de la existencia de eficiencia semifuerte en el mercado de valores mexicano.

#### 4.4 ANÁLISIS COMPARATIVO

En el proceso de evaluación de la cartera también resulta de gran utilidad realizar un análisis comparativo o *Benchmarking*, con el que se pretende conocer el desempeño de la cartera con relación a otras carteras similares. Aunque la cartera objetivo o *Benchmark* casi siempre es la cartera de mercado, también suelen utilizarse otras carteras como los fondos de inversión. En el caso particular de esta investigación ya se ha utilizado al IPC como *Benchmark* en la sección anterior, no obstante, resulta de gran utilidad comparar a la CEI con otras carteras.

Lo que se pretende demostrar es que la CEI es realmente una cartera eficiente que maximizó el rendimiento y minimizó el riesgo. Para ello, se puede comparar su desempeño con respecto a la CMR,

que es una cartera igualmente eficiente pero con menor rendimiento esperado y por ende, menor riesgo, así como con la CDI, que no es una cartera eficiente y por tanto debe presentar un desempeño inferior tanto en el aspecto de rendimientos como en el nivel de riesgo.

En ambos casos los parámetros a evaluar son rendimiento, riesgo total y sistemático, e índices de rentabilidad ajustada por el riesgo.

#### 4.4.1 CARTERA DE MÍNIMO RIESGO Y CARTERA DE DIVERSIFICACIÓN INTUITIVA

La frontera eficiente a partir de la cual se eligió a la CEI contiene muchas más carteras eficientes, una de ellas es la cartera de mínimo riesgo (CMR), la cual por definición, es la cartera perteneciente al conjunto eficiente que además presenta el menor riesgo posible no solo del conjunto eficiente, sino también del conjunto factible. Otra cartera que no pertenece al conjunto eficiente, pero sí al conjunto factible, es la cartera construida mediante un proceso de diversificación intuitiva (CDI), es decir, aquella cuyos recursos son distribuidos uniformemente entre los activos. Esta cartera es ineficiente según el CMV, por lo que tanto la CEI como la CMR deben presentar una mejor combinación rendimiento – riesgo que esta.

La CEI es una cartera mas riesgosa que la CMR según la teoría de carteras, ya que su nivel de rendimiento esperado es mayor al de la CMR y por ello, su nivel de riesgo necesariamente también es mayor. Por tanto, debe comprobarse en primer lugar, que el rendimiento logrado por la CEI sea mayor al de la CMR. Así mismo, es de esperarse que tanto la CEI como la CMR obtengan un mayor rendimiento que la CDI.

CUADRO 13. *Rendimientos simples del IPC, CEI, CMR y CDI, 1999-2003.*

RENDIMIENTOS SIMPLES				
Rendimiento porcentual anual (%)				
AÑO	IPC	CEI	CMR	CDI
1999	80.06	148.09	141.27	123.78
2000	-20.73	1.85	-17.93	-39.99
2001	12.74	22.79	41.56	60.06
2002	-3.85	20.18	31.14	33.56
2003	43.55	41.33	38.19	68.32
1999-2003*	122.12	427.01	407.94	383.28

FUENTE: Bolsa Mexicana de Valores, *Anuario Bursátil*, 1999 al 2003 y estimaciones propias.

\* indica el rendimiento simple en el período de cinco años.

Según los datos del cuadro anterior, la CEI obtuvo un rendimiento superior al de la CMR en tres de los cinco años del periodo de estudio, en tanto que considerando el periodo global, claramente se observa un mejor desempeño de la CEI en este aspecto. En el caso de la CDI, se puede observar que esta cartera obtuvo mayores rendimientos que la CEI y la CMR en tres de los cinco años; sin embargo, considerando el rendimiento global del periodo, la CDI obtuvo rendimientos sustancialmente menores que las otras dos carteras.

En concreto, si bien los postulados de la teoría no se cumplieron anualmente, considerando el periodo en su conjunto, es decir, en el largo plazo, los resultados apoyan la validez de la teoría, pues la CEI obtuvo un mayor rendimiento que la CMR y la CDI, tal como se preveía en la frontera eficiente; en tanto que la CDI, no presentó y no podía presentar rendimientos superiores a ninguna de las otras dos, pues según la teoría, se trata de una cartera dominada por ellas.

Una reflexión importante también salta a la vista al examinar los datos del cuadro 13: tanto la CEI, como la CMR, y la CDI, batieron al mercado en términos de rendimientos, en cuatro de los cinco años de estudio, lo que quiere decir que la selección de acciones fue la correcta, en otras palabras, la estrategia de gestión corroboró su eficacia para batir al mercado; sin embargo, no se debe olvidar que la distribución de recursos también jugó un papel importante en la consecución de dichos rendimientos.

En el caso del nivel de riesgo observado, teóricamente la CEI debía presentar un mayor nivel de riesgo que la CMR, incluso en comparación con la CDI, pues a pesar de que se encuentra más eficientemente diversificada que esta última, su nivel de rendimiento esperado implicaba soportar un mayor nivel de riesgo. En estos términos, la cartera más riesgosa debía ser la CEI. Esta afirmación se debía cumplir considerando sólo el riesgo total, pues considerando solamente el riesgo sistemático, es de esperarse que la CDI presente un mayor nivel, ya que esta ineficientemente diversificada con respecto a las otras dos carteras.

Como puede observarse, la afirmación anterior se cumple según los resultados del cuadro 14, pues la desviación estándar anualizada de la CEI, siempre fue mayor que la de las otras dos carteras considerando los resultados anuales. En el caso del riesgo sistemático, se comprueba que la CEI fue más riesgosa que la CMR, pues la beta de la primera fue superior en tres de cinco años que la beta de la segunda. Además, como se esperaba, la CDI presentó un mayor riesgo sistemático que las otras dos,

pues presentó una beta mayor que la CEI en tres de cinco años, mientras que esta situación se repitió en cuatro años, si se compara con la CMR.

CUADRO 14. *Desviación estándar anualizada y betas del IPC, CEI, CMR y CDI, 1999-2003.*

RIESGO TOTAL Y RIESGO SISTEMATICO							
Desviación típica anualizada (%) y beta estimada por regresión.							
AÑO	IPC	CEI		CMR		CDI	
		SD	B	SD	B	SD	B
1999	29.67	35.73	0.94	33.61	0.92	33.49	0.91
2000	34.74	38.09	0.63	31.29	0.63	32.45	0.68
2001	23.35	27.74	0.59	20.84	0.62	23.43	0.66
2002	22.19	24.55	0.69	21.13	0.68	22.38	0.71
2003	13.97	21.00	0.92	16.32	0.80	17.26	0.88
1999-2003*	40.05	58.30	0.73	58.01	0.72	59.68	0.76

Fuente: estimaciones propias.

\* La SD se calculó en este caso a partir de los rendimientos anuales.

Para el periodo en su conjunto, no se corroboran del todo las afirmaciones anteriores, pues la CEI presentó una desviación estándar sólo mayor a la CMR, ya que la CDI presenta un valor ligeramente mayor, sin embargo, esta diferencia puede ser atribuible al método de cálculo. En el caso del riesgo sistemático si se comprueba que la CDI fue más riesgosa en este aspecto, ya que presentó la mayor beta global de las tres carteras.

Cabe destacar que ninguna de las tres carteras presentó un nivel de riesgo total inferior al de la cartera de mercado, en ninguno de los periodos contemplados; ello simplemente se explica por el hecho de que las tres carteras obtuvieron un rendimiento superior al del mercado, y por ende, tuvieron que soportar un mayor nivel de riesgo. En el caso del riesgo sistemático, se observa que las tres carteras presentaron betas inferiores a las de la cartera de mercado, lo que significa que fueron carteras particularmente defensivas.

En cuanto al análisis de rentabilidad ajustada por el riesgo, los índices de Sharpe, Treynor y Jensen, calculados anualmente para cada una de las carteras debían favorecer a la CEI y a la CMR por sobre la CDI, ya que esta última al ser una cartera ineficiente, debía presentar una deficiente combinación rendimiento – riesgo. En el caso de la CEI y la CMR, no se esperaban diferencias sustanciales en su desempeño, ya que ambas carteras son eficientes, y por ello, su combinación rendimiento – riesgo era inmejorable.

CUADRO 15. *Medidas de rentabilidad ajustada por el riesgo para el IPC, CEI, CMR y CDI, 1999-2003.*

AÑO	IPC		CEI			CMR			CDI		
	RVAR	RVOL	RVAR	RVOL	ALFA	RVAR	RVOL	ALFA	RVAR	RVOL	ALFA
1999	1.98	58.65	3.55	134.44	71.42	3.57	130.04	65.80	3.06	112.65	49.08
2000	-1.04	-35.97	-0.35	-21.35	9.18	-1.06	-52.68	-10.52	-1.70	-81.04	-30.71
2001	0.06	1.43	0.41	19.52	10.64	1.45	49.01	29.36	2.08	73.50	47.81
2002	-0.49	-10.94	0.53	18.89	20.68	1.14	35.59	31.44	1.18	37.17	34.27
2003	2.67	37.33	1.67	38.08	0.69	1.96	39.78	1.97	3.60	70.55	29.25
1999-2003	0.25	10.10	0.59	47.16	27.19	0.60	47.74	27.27	0.62	48.65	29.23

Fuente: estimaciones propias.

Los resultados, sin embargo, no corroboran del todo las ideas anteriores. Según los resultados expresados en el cuadro 15, la CDI sería la cartera mejor clasificada de acuerdo al índice de Sharpe, pues en tres de cinco años, esta cartera presentó un mayor valor de RVAR que las otras dos. Considerando el periodo en su conjunto, se confirma la mejor posición de la CDI, pues su RVAR global fue superior al de las otras dos carteras.

En el caso del índice de Treynor, la situación es similar, pues la CDI sería de nueva cuenta la cartera mejor clasificada al presentar un RVOL más alto que la CEI y la CMR en tres de los cinco años. Para el periodo en su conjunto también se corrobora el mejor desempeño de la CDI, pues presenta el mayor valor de RVOL.

Comparando el valor del alfa de Jensen, la CDI sería nuevamente la cartera con los mejores resultados, pues tanto en los últimos tres años, como en el periodo en su conjunto, esta cartera presentó los más altos valores de alfa de las tres carteras.

Estrictamente hablando, se puede entonces afirmar que la teoría no se cumple, ya que según los resultados anteriores, la cartera ineficiente CDI presentó una mejor relación rendimiento – riesgo que las carteras eficientes CEI y CMR; situación que implica que el mercado no está en equilibrio, pues otorga rendimientos superiores (o inferiores) a los correspondientes para cada nivel de riesgo, además, presumiblemente está pagando por correr riesgos no sistemáticos, contradiciendo así los postulados del CMV y el CAPM.

No obstante y a pesar de ello, la elección de la CEI como la cartera base para este trabajo sí es ampliamente justificable. Como puede observarse, la CEI es la única cartera que batió al mercado sistemáticamente durante los cinco años, en términos del índice de Treynor y el alfa de Jensen, aunque también consiguió ganarle al mercado, según el índice de Sharpe, en cuatro de los cinco años. Tanto la CMR como la CDI, fallaron en el objetivo de superar al mercado de manera sistemática considerando los cinco años y los tres índices, pues presentaron al menos en un año, un valor inferior de sus índices con respecto a los de la cartera de mercado; tal es el caso del año 2000, donde únicamente la CEI consiguió batir al mercado al presentar valores más altos en sus tres índices con respecto a los del IPC.

Un importante aspecto a considerar es que el objetivo primordial de todo inversionista es aumentar su patrimonio, y en este aspecto, la CEI fue la mejor opción, pues su rendimiento al final del periodo de estudio fue superior al otorgado por la cartera de mercado, así como al otorgado por la CDI y la CMR. Rigurosamente hablando, un inversionista con aversión moderada al riesgo, no tomaría en cuenta los resultados de las medidas de rentabilidad ajustada por el riesgo, si no que invertiría sus recursos en la CEI, pues esta le ofrece mejores rendimientos en el largo plazo, lo que es congruente con su perfil de riesgo y con los objetivos de su inversión.

En estos términos, se puede poner en duda a los índices de rentabilidad ajustada por el riesgo como medidas correctas del desempeño de las carteras en el mercado de valores mexicano. Realmente no significa que dichas medidas sean erróneas, sino que dada la demostrada ineficiencia del mercado, el CAPM no se cumple, y puesto que estas medidas se basan fundamentalmente en el CAPM, su validez también es ampliamente cuestionable.

## **CONCLUSIONES**

El mercado de valores mexicano ha presentado en los últimos años un severo estancamiento que le ha impedido evolucionar hacia un mercado desarrollado y eficiente. Si bien el principal índice de la bolsa ha presentado importantes escaladas que lo han llevado a imponer máximos históricos en los últimos cinco años, este crecimiento no se ha reflejado en los demás elementos del mercado de valores. Tanto el nivel de capitalización como el número de emisoras inscritas en la bolsa ha permanecido estancado, incluso disminuido; ello implica que la bolsa no está cumpliendo a cabalidad con su función en la economía, a saber, proporcionar un vínculo de inversión accesible y redituable a los inversionistas nacionales, así como servir de vehículo para la capitalización de las empresas mexicanas. Esta situación también se hace evidente considerando la pobre participación de la bolsa en el PIB nacional, pues ésta sólo representa poco más de una quinta parte del producto.

El ínfimo papel de la bolsa en la economía mexicana no tiene su causa en los aspectos operativos, sino en aquellos aspectos de carácter estructural así como legales, que limitan el acceso al mercado de un mayor número de participantes. Existe un amplio número de empresas e inversionistas que no cubren los requisitos mínimos estipulados para participar en el mercado como oferentes y demandantes, más aún, existen aquellos que pudiendo cumplir con dichos requisitos no ingresan al mercado debido a la falta de información y de canales para hacerlo.

La legislación vigente tampoco favorece el desarrollo del mercado, pues impone varias restricciones y una sobre regulación propia de mercados bursátiles subdesarrollados. La bolsa carece de elementos regulatorios actualizados que brinden seguridad y confianza a los participantes del mercado, incluyendo a los participantes extranjeros, los cuales exigen garantías legales equivalentes a las que rigen en sus mercados de origen. Todo ello constituye una barrera en contra del crecimiento y desarrollo del mercado, limitándolo al mero incremento bursátil especulativo del principal indicador; lo que implica en última instancia, la generación y existencia de escenarios de alta volatilidad, que a final de cuentas termina perjudicando a la bolsa al ubicarla en una categoría de alto riesgo.

El desarrollo del mercado de valores puede potenciarse mediante dos elementos de impulso: la promoción y difusión de los beneficios de participar en la bolsa a un mayor número de empresas y personas, así como mediante la generación de un marco legal que tenga políticas para el impulso y desarrollo del mercado. El incorporar a un mayor número de integrantes al mercado, tanto empresas emisoras medianas y pequeñas como inversionistas de igual o menor tamaño, representa un vehículo factible para impulsar el crecimiento de la bolsa, pues hasta ahora intervienen en ella casi únicamente

grandes empresas e inversionistas institucionales, los cuales son en su mayoría, agentes económicos extranjeros.

La bolsa recibe una gran influencia por parte de las principales variables macroeconómicas expuestas en este trabajo, como lo son el PIB, la tasa de interés, la inflación, el déficit público y el tipo de cambio. De ellas sólo las dos primeras ejercen una influencia directa en la bolsa, mientras que las otras tres restantes inciden de manera indirecta, limitando su campo de influencia al impacto que pueden causar en las tasas de interés.

Existe una alta relación causal entre el crecimiento económico y las variaciones en la bolsa, pues ante aumentos previstos en el PIB se presenta un incremento sostenido en el IPC de la bolsa, ocurriendo lo contrario en situaciones de contracción y decaimiento del crecimiento del producto. Se ha comprobado que la bolsa responde de manera anticipada a los escenarios de auge y recesión de la economía en general; específicamente, el IPC de la bolsa presenta cambios de tendencia seis meses antes de que ocurran estos cambios en la serie del PIB, lo que implica que en la bolsa se negocian expectativas, no resultados pasados.

Por otro lado, el nivel de las tasas de interés incide de manera negativa en la bolsa, pues ante alzas en el nivel de la tasa líder se presentan escenarios bajistas en el principal indicador de la bolsa y viceversa. Dicha incidencia no aparece de manera regular a lo largo del tiempo, pero en general se puede afirmar que existe una relación inversa entre estas variables.

El impacto de la inflación, y las variaciones en el tipo de cambio sobre el nivel de las tasas de interés ocurre de manera directa, pues ante alzas en la inflación o bien incrementos en el precio del dólar, se presenta invariablemente un incremento en las tasas de interés, ocurriendo de manera inversa en los casos contrarios. Por su parte, cuando se presenta un déficit en el balance público, los requerimientos de recursos adicionales para solventar las obligaciones del estado provocan un aumento en la oferta de bonos gubernamentales, incrementando con ello el nivel de las tasas de interés. El impacto de estas tres variables en el desempeño de la bolsa se presenta entonces de manera indirecta, pues ocurre únicamente mediante el impacto que sus movimientos puedan ocasionar en las tasas de interés.

El efecto que las variaciones en el rumbo de la economía en general y sus principales variables pueden ocasionar en el mercado de valores no ocurre de manera homogénea, considerando los distintos

sectores bursátiles que componen a la bolsa se puede observar que dicho impacto se presenta de manera distinta en cada uno de ellos; ello da pie a la agrupación de sectores bursátiles en cíclicos, acíclicos y contracíclicos. La determinación del grado de ciclicidad de cada sector del mercado de valores es fundamental, pues permite la formulación de criterios de inversión que incorporen la idea de que los sectores no se comportan de manera homogénea, sino que se desenvuelven de manera diferenciada ante distintos escenarios económicos. El análisis sectorial permite identificar precisamente el grado de diferenciación en el comportamiento de los sectores, proporcionando así las bases para elaborar estrategias de gestión activa que busquen generar rendimientos superiores al del mercado en general.

Mediante un análisis de correlación se ha determinado que en México, los sectores bursátiles de comercio y comunicaciones y transportes presentan un comportamiento altamente cíclico. Por otro lado, los sectores de transformación, de servicios, el sector de varios y el sector de industrias extractivas son acíclicos, pues responden en menor medida a las variaciones en la economía general. Por último, se determinó que existe un sector contracíclico: el sector construcción, pues presenta un ligero comportamiento inverso al que presenta la economía en su conjunto.

El análisis sectorial ofrece la posibilidad de aumentar las probabilidades de éxito de una inversión, sin embargo es ampliamente recomendable generar las estrategias de inversión basándose no sólo en el análisis sectorial, sino también incorporando los elementos de decisión que el análisis empresarial y de la acción pueden aportar para alcanzar un resultado exitoso. Esa es la idea principal del enfoque *Top Down* de la escuela de análisis fundamental.

El consecuente análisis de la empresa, y de la acción en particular, brindan el sustento para la decisión de inversión final de cualquier inversionista. Una evaluación detallada de los aspectos cualitativos y cuantitativos que determinan la situación que guarda la empresa en el mercado es una tarea fundamental para realizar una correcta elección a la hora de invertir. El posterior proceso de valuación de las acciones de la empresa elegida es un elemento determinante para la decisión final de inversión. La determinación del valor intrínseco de la acción no es una tarea sencilla, aun así, no es una condición fundamental el realizar dicha tarea para la puesta en práctica de una estrategia de gestión activa exitosa.

La conformación de una cartera se realiza aplicando una estrategia de inversión determinada que permita la selección de los activos a incluir, sin embargo, la determinación del porcentaje de recursos a invertir debe realizarse mediante un procedimiento científico, aplicando los elementos de la teoría

moderna de carteras. La distribución de recursos científica permite que el inversionista entre al mercado con la mejor cartera que puede comprar, maximizando así sus rendimientos y al mismo tiempo minimizando el riesgo.

Invertir en una cartera optimizada mediante las técnicas emanadas de la teoría de carteras, es un elemento fundamental para el éxito de la inversión. Dicha cartera es la mejor de acuerdo a las preferencias del inversionista, lo que asegura que se ajusta a su perfil de riesgo y a sus requerimientos en cuanto a nivel de rentabilidad esperada se refiere.

Una vez conformada una cartera de inversión óptima, mediante la generación y aplicación de una estrategia de gestión activa basada en la aplicación del análisis fundamental y los conceptos necesarios de la teoría de carteras, es posible verificar la existencia de eficiencia informativa en el mercado de valores mexicano y cumplir así, el objetivo principal de la investigación.

Mediante la simulación histórica del desempeño de la cartera eficiente formulada, se ha demostrado que ésta fue capaz de superar sistemáticamente la rentabilidad generada por la cartera de mercado durante un mismo periodo, ya sea considerando periodos de un año, como tomando en cuenta un periodo de cinco años en conjunto, por lo que queda rechazada la hipótesis de eficiencia informativa del mercado de valores mexicano en su versión semifuerte; y por extensión, también se rechaza la existencia de eficiencia informativa del mercado en su versión débil.

La CEI obtuvo rendimientos nominales superiores a los presentados por el IPC en cuatro de los cinco años del periodo de estudio, presentando de igual forma un nivel de riesgo acorde con dichos rendimientos, por lo que se confirma que a pesar de presentar altos rendimientos la CEI no fue una cartera de alto riesgo. Así mismo se confirma que el rendimiento acumulado de la CEI durante el periodo de cinco años fue definitivamente mayor al ofrecido por la cartera de mercado, corroborándose una vez más su superioridad. Los resultados de las medidas de rentabilidad ajustada por el riesgo también son concluyentes, la CEI batió al mercado sistemáticamente en cuatro de cinco años según el índice de Sharpe, y en los cinco años según el índice de Treynor y el alfa de Jensen, lo que es una evidencia concluyente para afirmar que el mercado no es eficiente. Lo mismo ocurre tomando en cuenta los resultados de estas medidas para el periodo de cinco años en su conjunto, pues la CEI superó a la cartera de mercado en los tres índices.

Adicionalmente se desprende una conclusión más de los resultados del ejercicio de simulación y de la evaluación de la cartera: el mercado de valores mexicano no se encuentra en equilibrio, ya que está pagando a carteras ineficientes rendimientos adicionales superiores para su nivel de riesgo según lo establece el CAPM. El mercado incluso puede estar otorgando mayores rendimientos a carteras ineficientes que a carteras que sí son eficientes según el criterio de la media-varianza. Estas conclusiones indican que el CAPM no se cumple, sin embargo, gran parte de este problema se explica por el hecho de que el mercado es ineficiente, y por tanto, el CAPM no puede aplicarse tal como lo establece la teoría.

## ANEXO AL CAPÍTULO 2

### I. TEST DE COINTEGRACIÓN ENTRE LAS SERIES DEL IPC Y EL PIB, 1990-2003.

El concepto de cointegración introducido por Granger<sup>70</sup> afirma que las variables que siguen un camino aleatorio, y por ello no son estacionarias, pueden presentar una relación de equilibrio en el largo plazo si están cointegradas, es decir, si una combinación lineal de las mismas es estacionaria. Por ejemplo, si se determina que el IPC y el PIB son series no estacionarias, pero existe una variable  $z_t = x_t - \lambda y_t$  resultante de una combinación lineal de estas dos series que sea estacionaria, entonces se dice que las series del IPC y el PIB están cointegradas. La relación lineal incluye un parámetro de cointegración  $\lambda$ , el cual puede obtenerse mediante una regresión por mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

Las pruebas para determinar si existe cointegración entre variables han cobrado mayor importancia para la teoría económica en los últimos años, debido a que si se comprueba que existe una relación de largo plazo entre las variables (por ejemplo entre IPC y el PIB), es decir, si están cointegradas, entonces también se comprueba la relación teórica estipulada.<sup>71</sup> La mayoría de las variables económicas agregadas resultan ser no estacionarias, es decir son  $I(d)$  donde  $d > 0$ , lo que implica que la existencia de una relación econométrica comprobada a partir de los datos originales de las series puede resultar espuria, por lo que es preferible diferenciarlas antes de aplicarles un tratamiento econométrico.

La realización de este ejercicio se justifica por la consecución de dos importantes objetivos:

- Clarificar la existencia de una verdadera relación entre el crecimiento económico, medido por el PIB, y el comportamiento de la bolsa, en particular con los rendimientos del mercado medidos por las variaciones del IPC. Corroborar esta relación es vital ya que, según el análisis de correlación, no parece existir una correspondencia entre las variaciones del crecimiento económico durante periodos trimestrales y los rendimientos obtenidos por la bolsa durante el mismo periodo, hecho que se contrapone con la teoría.
- Justificar el empleo de la serie del PIB en el modelo econométrico (desarrollado en la siguiente sección del anexo) propuesto para realizar pronósticos sobre el nivel del IPC, a pesar de que el parámetro del PIB es ligeramente no significativo. En este sentido, si existe una relación de

<sup>70</sup>Véase Engle, R.F. y C. W. J. Granger. "Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing", *Econometrica*, Vol. 55, 1987, pp. 251-276.

<sup>71</sup> Véase Maddala, G.S., *op. cit.*, p.233.

cointegración (y por ello no es espuria), se comprueba que el PIB es una variable económica fundamental que afecta el desempeño de la bolsa, y por ello es necesaria su inclusión en el modelo.

Para comprobar si existe una relación de cointegración entre el IPC y el PIB, se seguirán tres pasos: primero se determinará el orden de integración de las variables, después se realizará la regresión de cointegración, por último se comprobará si los residuos de dicha regresión son estacionarios, en cuyo caso se podrá comprobar que las series están cointegradas.<sup>72</sup>

#### A. DETERMINACIÓN DEL ORDEN DE INTEGRACIÓN DE LAS VARIABLES.

Para determinar el orden de integración de las variables se realiza una prueba de raíz unitaria, utilizando la prueba Dickey – Fuller Aumentada (ADF). En ambos casos se incorpora el intercepto y rezagos de acuerdo al criterio de Schwartz.

##### *i) Índice de Precios y Cotizaciones (IPC)*

Primero se realiza la prueba de raíz unitaria a nivel, para determinar si la serie original es estacionaria, para lo cual se deben cumplir las siguientes condiciones sobre el resultado de la ADF:

$$ADF < 0 \text{ y}$$

$$|ADF| > |Mck| \quad \text{Donde } Mck \text{ es el valor crítico del estadístico de MacKinnon}$$

Utilizando el programa informático E-Views la hipótesis nula a comprobar es que la serie IPC tiene raíz unitaria, mientras que la hipótesis alternativa desecha la existencia de la misma:

$$H_0: p = 0$$

$$H_A: p < 0$$

La prueba ADF a nivel arroja los siguientes resultados:

---

<sup>72</sup> La metodología utilizada para comprobar si existe o no una relación de cointegración se desprende de Pindyck, Robert S. y Daniel L. Rubinfeld. *Econometric Models and Economic forecast*, McGraw Hill, México, 2001, pp.513-516.

CUADRO A. Prueba ADF del IPC a nivel.

Null Hypothesis: IPYC has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.387518	0.9037
Test critical values:		
1% level	-3.555023	
5% level	-2.915522	
10% level	-2.595565	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		

Fuente: elaboración propia con el programa E-Views.

Como puede observarse  $|ADF| < |Mck|$  incluso al nivel del 10% de significancia, por lo que se comprueba la hipótesis nula, es decir, la existencia de raíz unitaria, y por ende, la serie no es estacionaria.

A continuación se realiza la prueba ADF para IPC en la primera diferencia, expresada en el cuadro B:

CUADRO B. Prueba ADF del IPC en la primera diferencia.

Null Hypothesis: D(IPYC) has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.157362	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.557472	
5% level	-2.916566	
10% level	-2.596116	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		

Fuente: elaboración propia con el programa E-Views.

Donde puede observarse que  $|ADF| > |Mck|$  incluso al nivel del 1% de significancia, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se asume que la variable IPC es I(1).

#### ii) Producto Interno Bruto (PIB)

A continuación se procede a determinar el orden de integración de la serie del PIB, utilizando la misma metodología:

CUADRO C. Prueba ADF del PIB a nivel.

Null Hypothesis: PIB has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 5 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.262425	0.9229
Test critical values:	1% level	-3.568308
	5% level	-2.921175
	10% level	-2.598551
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		

Fuente: elaboración propia con el programa E-Views.

Y por el resultado obtenido donde  $|ADF| < |Mck|$  para todos los valores críticos, se concluye que la serie del PIB tiene raíz unitaria y por tanto es no estacionaria.

Una vez más se realiza la prueba ADF pero con la primera diferencia de la serie del PIB resultando que:

CUADRO D. Prueba ADF del PIB en la primera diferencia.

Null Hypothesis: D(PIB) has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 4 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.346515	0.0179
Test critical values:	1% level	-3.568308
	5% level	-2.921175
	10% level	-2.598551
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		

Fuente: elaboración propia con el programa E-Views.

Y se puede observar que  $|ADF| > |Mck|$  hasta un nivel del 5% de significancia, lo que es suficiente para poder afirmar que la serie del PIB tiene un orden de integración I (1).

Se concluye que originalmente ambas series se comportan como variables aleatorias (random walks), pero que se vuelven estacionarias al aplicarles la primera diferencia.

## B. ESTIMACIÓN DE LA REGRESIÓN DE COINTEGRACIÓN.

El siguiente paso en este análisis es estimar la regresión de cointegración por medio del método de MCO, lo que permitirá determinar el valor del parámetro de cointegración  $\lambda$  y generar los residuales necesarios para el siguiente paso del análisis.

Se realiza una regresión por MCO de IPC sobre PIB, más una constante o intercepto desprendiéndose los siguientes resultados:

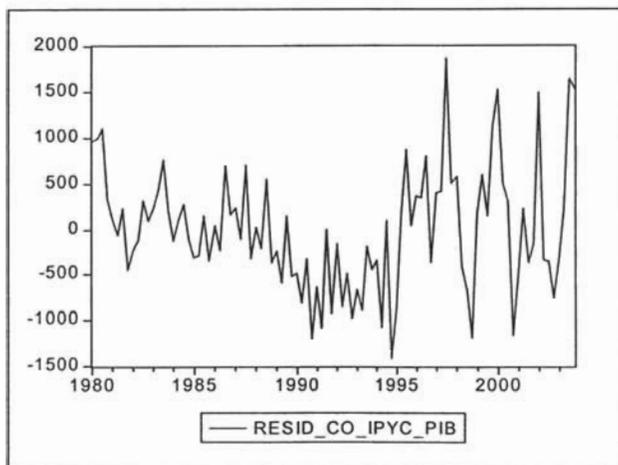
CUADRO E. *Resultados de la regresión de cointegración.*

Dependent Variable: IPYC				
Method: Least Squares				
Sample: 1980:1 2003:4				
Included observations: 96				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-11220.91	382.8768	-29.30683	0.0000
PIB	1.09E-05	3.05E-07	35.88798	0.0000
R-squared	0.931980	Mean dependent var	2297.513	
Adjusted R-squared	0.931256	S.D. dependent var	2563.031	
S.E. of regression	672.0010	Akaike info criterion	15.87901	
Sum squared resid	42449022	Schwarz criterion	15.93243	
Log likelihood	-760.1925	F-statistic	1287.947	
Durbin-Watson stat	1.075304	Prob(F-statistic)	0.000000	

Fuente: elaboración propia con el programa E-Views.

Y de la cual se desprenden los residuales siguientes:

GRÁFICA I. *Residuales de la regresión de cointegración.*



Fuente: elaboración propia con el programa E-Views.

### C. DETERMINACIÓN DEL ORDEN DE INTEGRACIÓN DE LOS RESIDUOS.

Una vez más se aplica la prueba ADF pero esta vez sobre los residuos de la regresión de cointegración. En este caso se busca que la serie de residuales no tenga raíz unitaria, es decir, que sea estacionaria.

CUADRO F. Prueba ADF de los residuos de la regresión de cointegración a nivel.

Null Hypothesis: RESID_CO_IPYC_PIB has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 4 (Fixed)		
Augmented Dickey-Fuller test statistic	t-Statistic	Prob.*
	-3.862904	0.0034
Test critical values:	1% level	-3.503879
	5% level	-2.893589
	10% level	-2.583931

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Fuente: elaboración propia con el programa E-Views

Se observa que  $|ADF| > |Mck|$  incluso al nivel de significancia del 1%, por lo que se concluye que la serie no tiene raíz unitaria, es estacionaria y por lo tanto, el orden de integración es I (0).

Considerando que los residuales de la regresión de cointegración son estacionarios, se puede asumir que existe una combinación lineal de las series del IPC y del PIB que también es estacionaria, y por lo tanto, existe una relación de cointegración entre la serie del IPC y el PIB, en otras palabras, que existe una relación de equilibrio en el largo plazo entre estas dos series. Además, por el alto nivel de la  $R^2$  (0.931980) obtenido en la regresión de cointegración, se observa que esta relación es fuerte y también positiva, tomando en cuenta el valor del parámetro de cointegración  $\lambda$ .

### II. PLANTEAMIENTO Y ESTIMACIÓN DE UN MODELO ECONOMÉTRICO PARA EL IPC.

Se propone la utilización de un modelo econométrico que incorpore la idea de dependencia entre la bolsa y las variables fundamentales de la economía mencionadas anteriormente, es decir:

$$IPC = f(\text{PIB, tasas de interés, inflación, deuda pública, tipo de cambio}) \quad (2.1)$$

De esta manera, el modelo propuesto inicialmente se compone de los siguientes parámetros y variables:

$$IPC = \alpha + \beta_1 PIB + \beta_2 CETES + \beta_3 \Pi + \beta_4 DP + \beta_5 TC + e \quad (2.2)$$

Donde:  $\alpha$  y  $\beta_i$  son parámetros constantes

PIB, producto interno bruto nominal trimestral a precios constantes,

CETES, tasa de rendimiento nominal de los Cetes a 28 días por trimestres (último día hábil),

$\Pi$ , inflación trimestral según el INPC (acumulada),

DP, saldo trimestral corriente de la deuda pública,

TC, tipo de cambio interbancario trimestral peso/dólar, (último día hábil).

La regresión basada en MCO se realizó con 97 datos trimestrales correspondientes al periodo 1980-2003 para evitar errores de estimación provenientes del limitado valor presentado por la serie del IPC durante los años anteriores. Una vez evaluados los resultados y eliminado las variables menos significativas, así como incorporado algunas transformaciones de las mismas y al IPC rezagado como nueva variable endógena, se llegó a la conclusión de que el modelo que mejor explica el comportamiento del IPC, y proporciona al mismo tiempo el mejor pronóstico es:

$$IPC_t = \beta_1 VCETES_t + \beta_2 PIB_{t+2} + \beta_3 IPC_{t-1} + \beta_4 \Delta DP_t + e_t \quad (2.3)$$

Donde:

$\beta_i$  Son parámetros estimativos,

$VCETES_t$  es la variación relativa trimestral del rendimiento nominal de los Cetes a 28 días,

$PIB_{t+2}$  es el producto interno bruto nominal trimestral a precios constantes con dos periodos de adelanto (incorporado así por la relación establecida en la sección 1.1.1.1.1 y corroborado por el mejor resultado en las pruebas de significancia del parámetro en comparación con PIB<sub>t</sub>),

$IPC_{t-1}$  es la serie trimestral del índice de precios y cotizaciones rezagada un periodo,

$\Delta DP_t$  es la primera diferencia del saldo trimestral de la deuda pública (o bien, la variación absoluta en el saldo de la deuda).

$e_t$  es el termino de error asociado a la estimación.

Los resultados de la regresión muestran que todos los parámetros son significativos a excepción del PIB, el cual es ligeramente no significativo pero su uso se justifica según lo expuesto en la sección anterior del anexo. También se observa que existe una elevada bondad del ajuste y no existen problemas de autocorrelación en los errores (deducción confirmada al examinar la correspondiente función de autocorrelación total y parcial); resultados que se expresan como sigue:

CUADRO G. *Estadísticos de la regresión a partir de la ecuación (2.3)*

Dependent Variable: IPYC				
Method: Least Squares				
Sample(adjusted): 1980:2 2003:4				
Included observations: 95 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
VARIACETES28	-3.950495	1.204766	-3.279056	0.0015
PIB(2)	9.02E-08	5.55E-08	1.626350	0.1073
IPYC(-1)	0.941132	0.027692	33.98522	0.0000
D(DEUDA)	0.012068	0.003583	3.368228	0.0011
R-squared	0.973454	Mean dependent var	2321.697	
Adjusted R-squared	0.972579	S.D. dependent var	2565.593	
S.E. of regression	424.8444	Akaike info criterion	14.98252	
Sum squared resid	16424840	Schwarz criterion	15.09005	
Log likelihood	-707.6695	Durbin-Watson stat	1.853793	

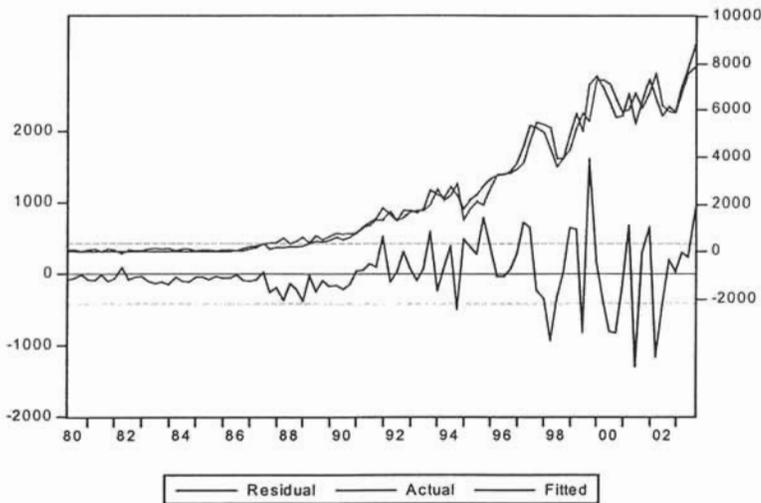
Fuente: Estimación elaborada con el programa informático E-Views y datos de INEGI-BIE y Banxico.

Sustituyendo los valores de los coeficientes se llega a la siguiente expresión:

$$IPC_t = -3.950495 VCETES_t + 9.02E-08 PIB_{t+2} + 0.941132 IPC_{t-1} + 0.012068 \Delta DP_t \quad (2.4)$$

Donde se puede corroborar la relación inversa entre bolsa y tasas de interés al examinar el signo del primer coeficiente, así como la relación positiva entre el PIB e IPC rezagado por el segundo y tercer coeficiente, no obstante, se observa que el coeficiente de la deuda pública es positivo, en contraposición con la teoría, sin embargo no representa una prueba formal de que dicha variable afecte positivamente a la bolsa, dado el cercano valor a cero del coeficiente y a que en la estimación ésta actúa conjuntamente con las demás.

GRÁFICA II. IPC actual, estimado y residuos generados por el modelo.



Fuente: elaboración propia con el programa E-Views.

La realización de un pronóstico a partir del modelo generado requiere información a priori sobre el nivel de las tasas de interés, el PIB y la deuda pública. Esta información puede extraerse de las estimaciones gubernamentales sobre dichas variables plasmadas en los *Criterios Generales de Política Económica* (CGPE),<sup>73</sup> y asumiendo algunos supuestos más:

- Las variaciones en la tasa de interés durante el periodo de pronóstico corresponden a la variación trimestral promedio de los últimos cinco años más un ajuste subjetivo para establecer una congruencia con el nivel de la tasa nominal promedio de los Cetes establecida en los CGPE para el final del año.
- El crecimiento del PIB durante el periodo de pronóstico corresponde a la tasa de crecimiento real estimada para el PIB al final del mismo según los CGPE, y las variaciones trimestrales se corresponden con las variaciones trimestrales presentadas en los últimos cinco años ajustadas por expectativas subjetivas.

<sup>73</sup> El documento completo se denomina: *Criterios Generales de Política Económica para la Iniciativa de Ley de Ingresos y el Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación*. Publicación anual de la SHCP.

- El crecimiento en el nivel de la deuda pública, se corresponde con la variación trimestral promedio de los últimos cinco años en este indicador, lo que es congruente con la política de deuda pública establecida para los próximos años de los CGPE, donde se establece una política conservadora con nivel de endeudamiento moderado.

Así pues, los niveles estimados de las variables necesarias durante el periodo de pronóstico son:

CUADRO H. *Estimaciones del nivel de las variables independientes del modelo para 2004.*

Periodo	CETES		PIB		Deuda Pública	
	Estimada	TNPO	Estimado (ml. Pesos)	TCRE	Estimada (ml. Pesos)	TCAP
1 Trim 2004	6.28	-	1700151094	-	1084265	-
2 Trim 2004	6.25	-	1733843163	-	1147566	-
3 Trim 2004	6.75	-	1691088625	-	1214561	-
4 Trim 2004	6.55	6.5%	1742594872	3.1%	1285468	25%
1 Trim 2005	-	-	1731314809	-	-	-
2 Trim 2005	-	-	1798797291	-	-	-

Fuente: elaboración propia.

Nota: TNPO = Tasa nominal promedio objetivo en los CGPE 2004

TCRE = Tasa de crecimiento real estimada en los CGPE 2004

TCAP = Tasa de crecimiento anual promedio (1998-2003)

Una vez incorporados estos datos al modelo (con las transformaciones necesarias), es posible generar una simulación dinámica con la que se pueden obtener los niveles del IPC durante los cuatro periodos trimestrales de 2004, en donde se puede observar (véase cuadro I) que las posibilidades de realizar ganancias invirtiendo en la bolsa son amplias, ya que se pronostica un crecimiento sostenido en el nivel del IPC. Incluso en el caso de realizar pérdidas estas serían bastante bajas en comparación con años anteriores.

CUADRO I. *Estimaciones del modelo econométrico para 2004.*

Periodo	Estimacion			Estimacion (Var. Porcentual)		
	IPC	Máximo	Mínimo	IPC	Máximo	Mínimo
2004:01	9137.47	10032.04	8242.91	3.89	14.06	-6.28
2004:02	9522.54	10754.36	8290.71	4.21	7.20	0.58
2004:03	9895.02	11366.52	8423.52	3.91	5.69	1.60
2004:04	10342.17	12000.11	8684.24	4.52	5.57	3.10

En el año: 

17.59	36.44	-1.26
-------	-------	-------

Fuente: elaboración propia.

La capacidad predictiva del modelo obtiene una evaluación aceptable en términos de los siguientes estadísticos:

Error medio cuadrático:	373.2365
Error medio absoluto:	251.6873
Error medio abs. porcentual:	5055.728
Estadístico de Theil:	0.057320
Sesgo:	0.000000
Varianza:	0.006014
Covarianza:	0.993986

### III. DETERMINACIÓN DE LOS CICLOS ECONÓMICOS GENERAL Y SECTORIAL CON LA METODOLOGÍA PARA LA DESCOMPOSICIÓN DE SERIES DE TIEMPO.

La evolución del ciclo económico puede determinarse a través del análisis de un gráfico del PIB u otros indicadores, o bien, graficando las tasas de crecimiento de la serie. No obstante, la determinación del ciclo es un poco más compleja, pues parecen existir variaciones que no son parte del ciclo y que sin embargo son determinantes en la evolución del indicador. Además, gráficas como las anteriores difícilmente mostrarían acertadamente el inicio o fin de un periodo de auge o recesión (que a fin de cuentas es lo que le interesa al inversionista), ya que en el primer caso la serie presenta una tendencia que desvirtúa el simple análisis visual, mientras que en el caso de las tasas de crecimiento, las pequeñas variaciones en la evolución de la serie conducen a percepciones erróneas ya que representan cambios en falso en la dirección del ciclo. Por ello es necesario utilizar una técnica más refinada para realizar el análisis del ciclo económico, la cual es proporcionada por el análisis de descomposición de series de tiempo, con el cual se puede separar el componente cíclico de los demás componentes no observados de la serie, facilitando así su interpretación y la comparación con otras variables de interés, en este caso con las series de los índices sectoriales.

El análisis de series de tiempo ha evolucionado drásticamente en las últimas décadas, no obstante, la validez de algunos de los fundamentos de dicho análisis permanece vigente, dada su probada utilidad. La descomposición de series de tiempo en su enfoque tradicional afirma que las series pueden estar compuestas por cuatro elementos:<sup>74</sup>

<sup>74</sup> Pulido San Roman, Antonio. *Modelos Económicos*, Pirámide, Madrid, España, 1987, p. 539.

- a) Tendencia: movimiento de larga duración que se mantiene durante el periodo de observación;
- b) Variación estacional: movimiento que se produce, dentro de un periodo anual, inicialmente por motivos climáticos y, con base en estos, por motivos económicos y de organización social (recolecciones, variaciones, etc.);
- c) Movimientos cíclicos: oscilaciones alrededor de la tendencia producidos por periodos alternativos de prosperidad y depresión, y
- d) Movimientos accidentales: oscilaciones erráticas que aún quedan en la serie original tras eliminar los tres anteriores componentes.

Con estas ideas en mente la descomposición de las series se realiza mediante la eliminación de cada uno de estos componentes de un esquema aditivo donde:

$$Y_t = T_t + E_t + C_t + R_t \quad (2.5)$$

Donde:

$Y_t$  es la serie de tiempo,

$T_t$  es la tendencia de la serie,

$E_t$  es el componente estacional,

$C_t$  es el componente cíclico,

$R_t$  es el componente de variaciones residuales.

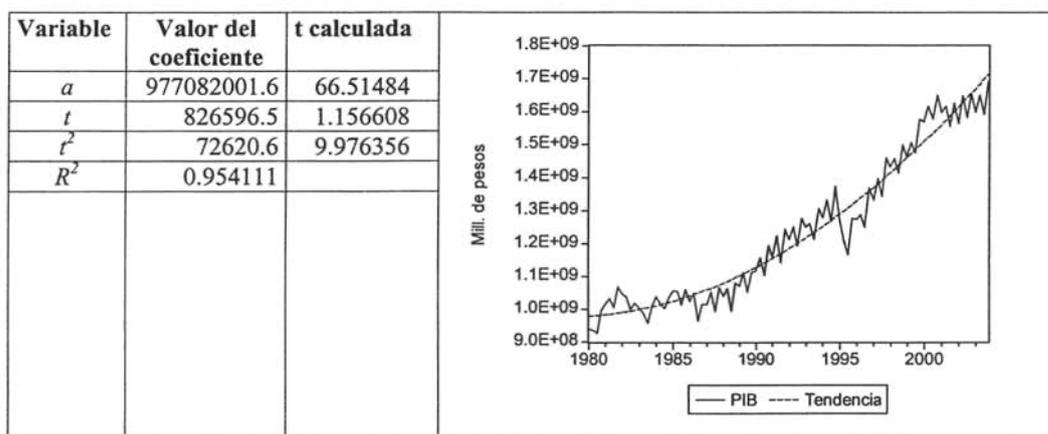
En las páginas siguientes se determinará el componente cíclico de la serie del PIB trimestral a precios constantes del periodo 1980-2003, mediante la exposición y aplicación de la metodología de descomposición de series temporales, y posteriormente se presentará el resultado arrojado siguiendo la misma metodología en el caso sectorial. Dichos resultados permitirán examinar el tipo de relación que los sectores guardan respecto a la evolución del ciclo económico general, es decir si son cíclicos, acíclicos o contra cíclicos. Esta relación puede medirse con el coeficiente de correlación, en donde resultados mayores a 0.5 indican un comportamiento cíclico, de 0 a 0.5 un comportamiento acíclico y menores que cero un comportamiento contra cíclico.

## A. ELIMINACION DE LA TENDENCIA.

Como primer paso se determina el tipo de tendencia que sigue la serie del PIB ( $PIB=Y_t$ ), para lo que se consideraron tres posibilidades: lineal, cuadrática y logarítmica. En el caso del PIB se determinó por medio de una regresión contra el tiempo, que la serie tiene una tendencia cuadrática, dada la significancia del termino  $t^2$  y por el mayor valor de la  $R^2$  obtenida. Dicha tendencia se denota por:

$$T_{PIB} = \alpha + \beta_1 t + \beta_2 t^2 \quad (2.6)$$

GRAFICA III. Tendencia del PIB (1980-2003) y estadísticos de significancia de la regresión.



Fuente: elaboración propia.

A continuación se elimina la tendencia de la serie<sup>75</sup> restando (2.6) de (2.5), con lo que queda:

$$Y_t - T_t = E_t + C_t + R_t \quad (2.7)$$

## B. ELIMINACION DEL COMPONENTE ESTACIONAL (DESESTACIONALIZACIÓN).

La serie del PIB presenta estacionalidades debido al comportamiento económico de las personas a lo largo del año. Se sabe que ocurren disminuciones en el PIB durante el primer y tercer trimestre mientras que ocurre lo contrario en el segundo y cuarto trimestres. Esto se hace más evidente si se

<sup>75</sup> La tendencia puede ser eliminada por dos métodos: el de las diferencias y el de la regresión. En este caso la metodología utilizada corresponde al método de la regresión para evitar que se pierda información correspondiente al ciclo.

examina la serie en los últimos años. Para capturar el componente estacional y desestacionalizar las series existen varios métodos, entre los que destacan el *Census X12* y sus variantes, así como el de incorporación de variables dicotómicas, el cual es el que se utilizará a continuación.

Se corre una regresión de la serie sin tendencia cuadrática ( $Y_t - T_t$ ) sobre cuatro variables dicotómicas como variables endógenas que representan la estacionalidad de cada uno de los trimestres del año. Para saber si existe o no estacionalidad se realiza una prueba de hipótesis en donde la hipótesis nula implica la inexistencia de estacionalidad:

$$H_0: \beta_i = 0$$

$$H_a: \beta_i \neq 0$$

Con lo que si el parámetro es significativo (si se acepta la hipótesis alternativa), entonces si habrá estacionalidad en ese trimestre. De la regresión se capturan aquellas variables dicotómicas que sean significativas y se eliminan las que no lo son, quedando sólo para el caso del PIB:

$$\hat{E}_{PIB} = \beta_1 D_3 + \beta_2 D_4 \quad (2.8)$$

Parámetro	Variable	Valor del coeficiente	t calculada
$B_1$	$D_3$	-41671985	-4.916893
$B_2$	$D_4$	28415144	3.352713

Esta estimación captura el valor del componente estacional, y restando (2.8) de (2.7) queda:

$$Y_t - T_t - E_t = C_t + R_t \quad (2.9)$$

La descomposición de series de tiempo se realiza habitualmente para desestacionalizar las series económicas, objetivo que es cumplido cabalmente restando los valores estimados de  $E_t$  de la serie original ( $Y_t$ ). En este caso no es necesario hacerlo, pues aquí el componente de interés es el ciclo.

### C. DETERMINACION DEL COMPONENTE CÍCLICO.

La determinación del componente cíclico a partir de la serie sin tendencia y sin componente estacional se realiza habitualmente con el método de promedios móviles. Un promedio móvil es una media que se desplaza sobre la serie al ir quitando o agregando elementos, y es un conocido método para suavizar

series. En el caso particular en el que se busca determinar el componente cíclico de una serie de tiempo como el PIB se utiliza un promedio móvil no centrado en t denotado por la siguiente expresión:

$$\bar{y}_t^n = \frac{(y_t + y_{t-1} + \dots + y_{t-N})}{N} \quad N = 0,1,2,\dots,n \quad (2.10)$$

Para calcular el componente cíclico, basta con determinar los valores de un promedio móvil no centrado en t con cuatro elementos, para la serie del PIB sin tendencia y estacionalidad con:

$$C_t = \bar{y}_t^4 = \frac{(y_t + y_{t-1} + y_{t-2} + y_{t-3})}{4} \quad (2.11)$$

Donde:  $y_t = (Y_t - T_t - E_t)$ , y

$N = 4$ , porque el PIB trimestral tiene 4 elementos anuales.

Con ello se determina el componente cíclico de la serie del PIB y a la vez el componente de variaciones residuales, que pueden deberse a sucesos no previstos, como desastres o choques político-sociales.

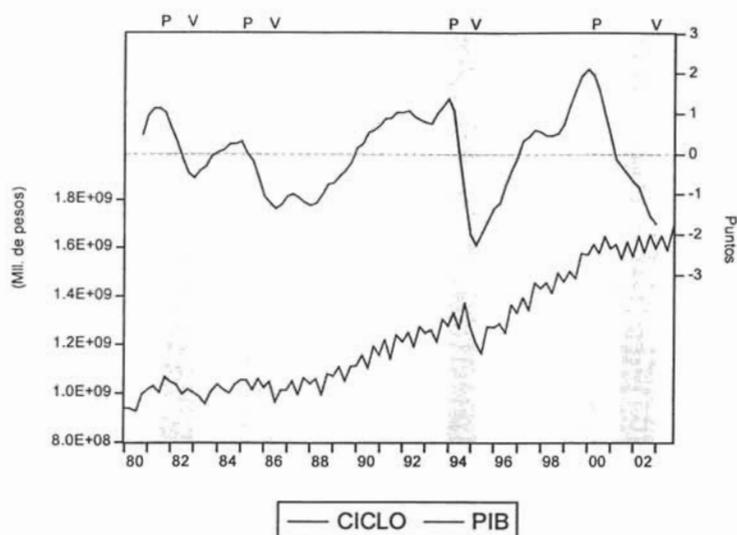
$$Y_t - T_t - E_t - C_t = R_t \quad (2.12)$$

y análogamente el ciclo se puede definir según el esquema aditivo como :

$$C_t = Y_t - T_t - E_t - R_t \quad (2.13)$$

El componente cíclico obtenido se muestra en la gráfica siguiente, en donde se pueden observar claramente los picos y valles del ciclo económico mexicano durante el periodo de estudio.

GRÁFICA IV. *Componente cíclico del PIB y serie original, 1980-2003.*



Fuente: INEGI-BIE y estimaciones propias.

Notas: P = pico; V = valle. El área sombreada corresponde a los períodos recesivos.

La escala del ciclo fue normalizada para facilitar la comparación.

#### D. COMPONENTES CÍCLICOS A NIVEL SECTORIAL.

Para la determinación del componente cíclico a nivel sectorial se siguió la misma metodología empleada en el caso de la serie del PIB, de donde se obtuvieron los siguientes resultados durante su aplicación:

CUADRO J. *Tendencia, estacionalidad, correlación y categoría cíclica de los sectores de la BMV en el periodo 1987-2003.*

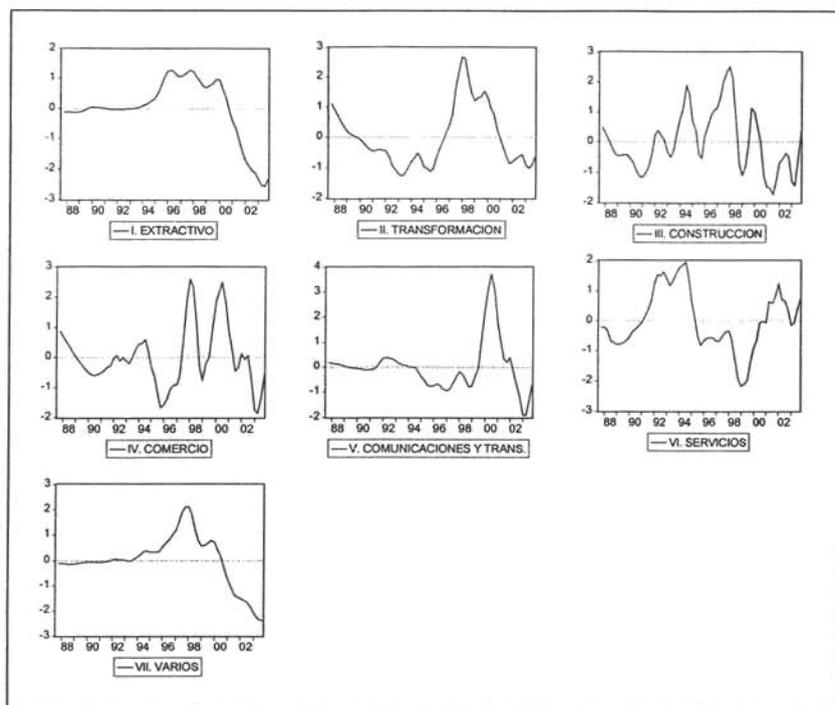
Sector	Tipo de tendencia	Estacionalidad	Correlación cíclica <sup>1</sup>	Categoría cíclica <sup>2</sup>
I. Extractivo	Logarítmica	No presenta	0.0865	Acíclico
II. Transformación	Cuadrática	No presenta	0.0437	Acíclico
III. Construcción	Lineal	No presenta	-0.0243	Contracíclico
IV. Comercio	Cuadrática	No presenta	0.5682	Cíclico
V. Comunicaciones y Transportes	Cuadrática	No presenta	0.6452	Cíclico
VI. Servicios	Cuadrática	No presenta	0.3472	Acíclico
VII. Varios	Logarítmica	No presenta	0.1161	Acíclico

Fuente: elaboración propia.

<sup>1</sup> La correlación cíclica se calculó como: 
$$r_{CE,CS} = \frac{\sigma_{CE,CS}}{\sigma_{CE}\sigma_{CS}}$$
 Donde: CE es el ciclo económico general y CS es el ciclo sectorial.

<sup>2</sup> En base a los intervalos siguientes: es cíclico si  $0.5 < P < 1$ ; acíclico si  $0 < P < 0.5$ ; y contracíclico si  $-1 < P < 0$ .

GRÁFICA V. *Componente cíclico por índices sectoriales de la BMV, 1987-2003.*



Fuente: elaboración propia.

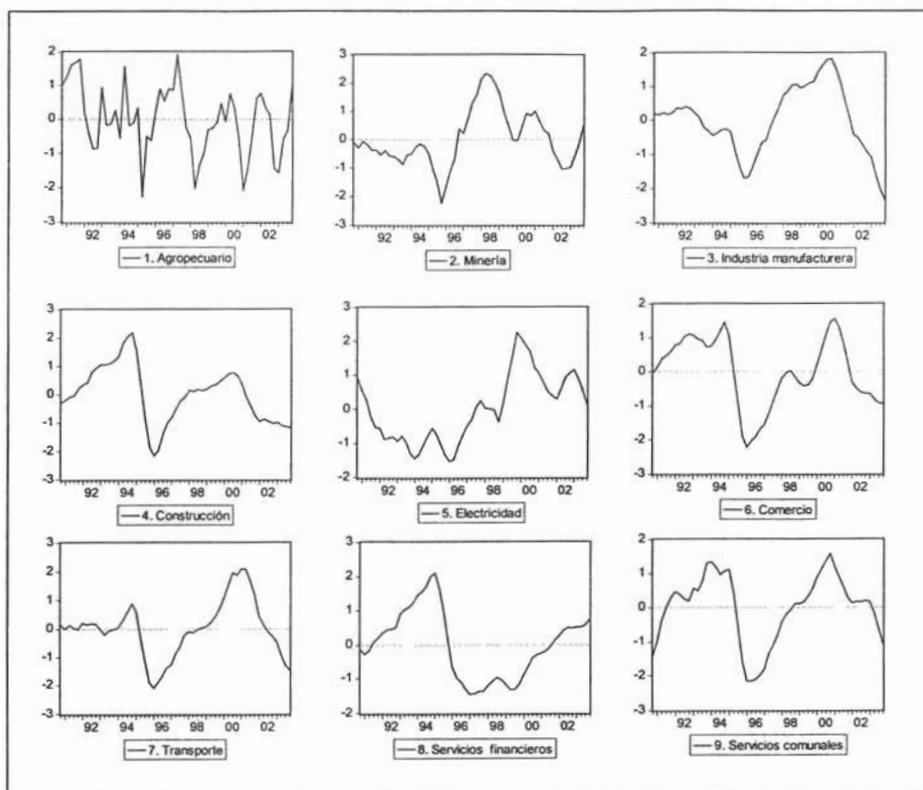
Nota: la escala del ciclo fue normalizada para facilitar la comparación entre series.

CUADRO K. *Tendencia, estacionalidad, correlación y categoría cíclica de los sectores de actividad económica del INEGI en el periodo, 1980-2003.*

Sector	Tipo de tendencia	Estacionalidad	Correlación cíclica	Categoría cíclica
1. Agropecuaria, silvicultura y pesca	Cuadrática	3 y 4 trim.	0.0534	Acíclico
2. Minería	Cuadrática	No presenta	0.2882	Acíclico
3. Industria manufacturera	Cuadrática	No presenta	0.8464	Cíclico
4. Construcción	Cuadrática	No presenta	0.8440	Cíclico
5. Electricidad, gas y agua	Lineal	1 y 3 trim.	0.0701	Acíclico
6. Comercio, restaurantes y hoteles	Cuadrática	1 y 4 trim.	0.9389	Cíclico
7. Transporte, almacenaje y comunicaciones	Cuadrática	3 trim.	0.7977	Cíclico
8. Servicios financieros, Seguros, actividades Inmobiliarias y de alquiler	Logarítmica	No presenta	0.1204	Acíclico
9. Servicios comunales, Sociales y personales	Lineal	1,2,3 y 4 trim.	0.7225	Cíclico

Fuente: elaboración propia.

GRÁFICA VI. *Componente cíclico por sector de actividad económica del INEGI, 1980-2003.*



Fuente: elaboración propia.

Nota: la escala del ciclo fue normalizada para facilitar la comparación entre series.

## 4.5 ANEXO AL CAPITULO 4

I. MULTIPLOS P/U Y P/VL DE ACCIONES ELEGIBLES (PERTENECIENTES A LA MUESTRA DEL IPC)  
DE LOS SECTORES BURSATILES ESCOGIDOS DE ACUERDO AL CRITERIO DE INVERSION SECTORIAL

A. ACCIONES PERTENECIENTES AL SECTOR COMERCIO.									
BOLSA MEXICANA DE VALORES, 3er TRIMESTRE DE 1998 AL 4o TRIMESTRE DE 2003									
MULTIPLOS TRIMESTRALES (%)									
PERIODO	1. COMERCI UBC		2. ELEKTRA CPO		3. SORIANA B		4. WALMEX V		SELECCIÓN
	P/U	P/VL	P/U	P/VL	P/U	P/VL	P/U	P/VL	
3 TRIM 98	14	0.77	14.81	1.58	12.26	2.05	19.95	2.5	-
4 TRIM 98	8.95	0.89	15.81	1.92	14.09	2.43	20.75	2.18	1
1 TRIM 99	9.23	1.08	12.89	2.03	13.01	2.33	24.13	2.61	1
2 TRIM 99	8.74	1.11	9.69	1.81	16.56	2.98	29.43	3.1	1 y 2
3 TRIM 99	5.55	0.87	6.11	1.35	13.43	2.39	23.99	2.43	1 y 2
4 TRIM 99	10.98	1.29	14.93	2.59	15.71	2.58	25.77	2.96	-
1 TRIM 00	9.25	1.46	19.3	2.82	15.08	2.93	30.11	3.64	-
2 TRIM 00	8.22	1.1	24.4	2.45	13.48	2.57	29.68	3.68	-
3 TRIM 00	10.97	1.25	14.24	2.06	13.5	2.21	24.88	3.08	-
4 TRIM 00	8.99	1.01	8.53	1.8	9.53	1.53	24.37	2.83	-
1 TRIM 01	11.98	0.82	8.86	1.7	8.39	1.23	26.31	3.4	-
2 TRIM 01	9.08	0.89	7.32	1.75	10.06	1.38	28.72	3.7	-
3 TRIM 01	7.41	0.6	4.9	0.97	6.38	0.93	22.03	2.91	-
4 TRIM 01	10.16	0.72	6.22	1.19	10.12	1.32	26.99	3.45	-
1 TRIM 02	11.53	0.8	7.9	1.46	11.84	1.51	31.13	4.11	-
2 TRIM 02	13.31	0.59	21.59	1.88	9.62	1.21	27.47	3.52	-
3 TRIM 02	10.58	0.56	27.14	1.54	8.09	0.99	24.26	3.14	-
4 TRIM 02	7.43	0.5	77.65	1.18	7.7	0.9	21.62	2.82	1 y 3
1 TRIM 03	6.52	0.46	-20.4	1.07	6.65	0.74	23.49	3.18	1 y 3
2 TRIM 03	7.45	0.63	13.73	1.39	8.92	0.93	27.43	3.59	1 y 3
3 TRIM 03	7.01	0.66	8.24	1.57	9.56	0.94	27.28	3.59	1, 2 y 3
4 TRIM 03	11.89	0.94	12.48	2.35	9.15	0.97	26.02	3.39	-

FUENTE: sistema de información Económica.

B. ACCIONES PERTENECIENTES AL SECTOR CONSTRUCCION											
BOLSA MEXICANA DE VALORES, 1er TRIMESTRE DE 1999 AL 4o TRIMESTRE DE 2003											
MULTIPLOS TRIMESTRALES (%)											
PERIODO	1. APASCO *		2. ARA *		3. CEMEX CPO		4. GEO B		5. ICA *		SELECCIÓN
	P/U	P/VL	P/U	P/VL	P/U	P/VL	P/U	P/VL	P/U	P/VL	
1 TRIM 99	13.32	1.58	11.05	1.45	7	1.58	10.85	1.17	12.44	0.45	-
2 TRIM 99	12.59	1.67	13.34	1.83	7.8	1.81	14.74	1.65	-6.96	0.62	-
3 TRIM 99	9.11	1.35	9.18	1.42	6.61	1.78	6.56	0.93	-3.15	0.26	-
4 TRIM 99	9.99	1.5	10.58	1.93	9.26	1.74	9.44	1.36	-2.24	0.35	1, 3 y 4
1 TRIM 00	9.03	1.97	8.9	2.11	7.75	1.43	6.34	1.1	-1.41	0.23	1, 2, 3 y 4
2 TRIM 00	8	1.91	7.46	1.72	9.04	1.68	4.69	0.74	-1.04	0.2	1, 2, 3 y 4
3 TRIM 00	6.43	1.62	10.3	2.17	7.03	1.27	5.98	0.76	-1	0.19	1, 3 y 4
4 TRIM 00	5.93	1.37	7.64	1.49	6.06	1.15	4.38	0.31	-0.83	0.14	1, 2, 3 y 4
1 TRIM 01	7.41	1.54	7.46	1.5	7.07	1.36	5.35	0.37	-2.22	0.32	1, 2, 3 y 4
2 TRIM 01	7.29	1.5	9.19	1.76	6.98	1.44	4.31	0.32	-53.31	0.31	1, 2, 3 y 4
3 TRIM 01	7.24	1.21	7.25	1.35	6.61	1.19	2.82	0.27	-11.26	0.2	1, 2, 3 y 4
4 TRIM 01	7.02	1.25	11.09	1.74	6.84	1.3	5	0.62	-0.65	0.56	1, 3 y 4
1 TRIM 02	8.84	1.58	11.99	1.89	7.83	1.36	6.82	0.89	-0.6	0.58	1, 3 y 4
2 TRIM 02	8.93	1.61	9.83	1.45	11.31	1.49	5.9	0.82	-0.35	0.37	1, 2 y 4
3 TRIM 02	8.29	1.52	9.8	1.4	10.12	1.21	5.27	0.73	-0.17	0.24	1, 2 y 4
4 TRIM 02	9.39	1.53	9.28	1.34	14.4	1.3	5.02	0.69	-0.88	0.32	-
1 TRIM 03	9.05	1.41	9.2	1.37	18.65	1.1	5.75	0.81	-0.87	0.38	-
2 TRIM 03	8.96	1.52	10.59	1.63	12.73	1.31	8.02	1.11	-1.17	0.43	-
3 TRIM 03	9.08	1.52	12.44	1.94	12.31	1.43	12.06	1.7	-0.95	0.41	-
4 TRIM 03	9.64	1.57	12.84	2.02	14.75	1.49	11.46	1.87	-4.09	0.89	-

FUENTE: sistema de información Económica.

C. ACCIONES PERTENECIENTES AL SECTOR COMUNICACIONES Y TRANSPORTES															
BOLSA MEXICANA DE VALORES, 3er TRIMESTRE DE 1998 AL 4o TRIMESTRE DE 2003															
MÚLTIPLOS TRIMESTRALES (%)															
PERIODO	1. AMTEL A1		2. AMXL		3. CELV		4. TELECOM A1		5. TELMEX L		6. TLEvisa CPO		7. TVAZTCA CPO		SELECCIÓN
	P/U	P/VL	P/U	P/VL	P/U	P/VL	P/U	P/VL	P/U	P/VL	P/U	P/VL	P/U	P/VL	
3 TRIM 98	ND	ND	ND	ND	-2.04	1.83	-76.84	1.32	12.61	1.78	-24.11	1.72	-1927.3	3.45	-
4 TRIM 98	ND	ND	ND	ND	-7.71	2.73	48.47	1.83	12.03	1.86	50.62	1.95	138.11	3.38	5
1 TRIM 99	ND	ND	ND	ND	-12.78	2.39	30.88	2.49	14.09	2.39	-366.62	2.31	34.69	2.99	5
2 TRIM 99	ND	ND	ND	ND	-25.08	3.1	24.91	2.88	15.44	2.77	73.59	3.66	52.54	2.43	5
3 TRIM 99	ND	ND	ND	ND	9.53	2.2	14.86	2.41	12.26	2.38	22.07	3.08	18.51	2.39	3 y 5
4 TRIM 99	ND	ND	ND	ND	55.55	3.56	20.52	3.79	17.05	3.52	92.93	5.11	-107.25	3.71	-
1 TRIM 00	ND	ND	ND	ND	-243.11	4.33	23.17	4.97	18.96	4.3	89.84	5.54	-89.54	6.83	-
2 TRIM 00	ND	ND	ND	ND	-28.35	3.33	16.89	4.35	17.53	3.73	-170.29	6.34	-29.53	6.4	-
3 TRIM 00	ND	ND	ND	ND	-18.31	2.6	13.45	3.78	15.18	7.56	-71.87	5.51	-43.76	6.04	-
4 TRIM 00	ND	ND	ND	ND	-12.69	2.16	12.59	3.33	13.35	7.15	-84.83	4.02	47.78	4.24	-
1 TRIM 01	ND	ND	266.94	1.7	-9.36	1.76	12.32	2.99	13.04	4.59	-50.78	2.92	38.63	3.05	-
2 TRIM 01	ND	ND	-1618.2	2.61	-16.39	1.42	21.14	4.21	11.67	5.13	55.21	3.31	7.91	2.22	-
3 TRIM 01	ND	ND	5134.84	1.88	-3.46	0.51	20.59	3.33	11.15	4.75	36.45	2.45	5.24	1.36	-
4 TRIM 01	ND	ND	-172.24	2.55	-13.26	0.94	13.25	10.24	10.96	5.07	44.75	3.39	7.6	1.99	-
1 TRIM 02	ND	ND	650.19	2.57	-8.13	0.9	17.41	9.92	12.67	5.22	42.49	3.69	9.07	2.48	-
2 TRIM 02	ND	1.56	205.52	1.8	-2.07	0.5	13.7	4.35	12.57	4.28	22.73	2.81	12.74	2.07	-
3 TRIM 02	ND	1.65	245.1	1.86	-0.98	0.25	10.97	3.78	11.43	3.74	15.5	1.87	9.71	1.52	-
4 TRIM 02	16.14	2.14	26.29	2.52	-0.55	0.22	15.54	4.78	13.76	4.4	60.43	2.21	8.93	1.34	5 y 7
1 TRIM 03	ND	1.91	19.27	2.16	-0.2	0.11	12.04	4.02	13.63	3.95	45.18	2.03	10.61	1.37	4 y 7
2 TRIM 03	10.59	2.42	12.11	2.11	-0.32	0.13	10.16	4.31	9.74	3.13	54.97	2.5	9.36	2.27	5 y 7
3 TRIM 03	11.23	2.83	13.41	2.61	-0.37	0.68	9.55	4.26	9.49	3.06	46.35	2.67	9.28	2.58	5 y 7
4 TRIM 03	10.81	3.39	13.21	3.1	-0.41	2.26	9.53	3.39	10.03	2.83	18.18	2.47	12.41	4.25	-

FUENTE: sistema de información Económica.

## BIBLIOGRAFÍA

---

1. A.D. Martin Jr. "Mathematical Programming of Portfolio Selection", *Management Science*, vol. 1, núm. 2, enero de 1955, pp. 160-165.
2. Ainslie, Ruth y Pedro David Martínez "Derivados OTC", *El Mercado de Valores*, núm. 9, septiembre del 2001, NAFIN.
3. Bodie, Zvi., Alex Kane y Alan J. Marcus. *Essentials of Investments*, 2a ed., Irwin, USA, 1995.
4. Damodaran, Aswath. *Investment Valuation, tools and techniques for determining the value of any asset*, John Wiley & Sons Inc., USA, 1996.
5. Delano, William H. *Finanzas avanzadas; la cobertura de riesgos financieros*, IMEF, ITESM, México, 1997.
6. Díaz Mondragón, Manuel. *Invierta con éxito en la bolsa y otros mercados financieros*, Gasca-Sico, México, 2004.
7. Dirección de estudios económicos de Nacional Financiera. "NAFTRAC, un nuevo instrumento financiero en México", *El Mercado de Valores*, número 3, marzo 2002, año LXII, pp. 48-55, NAFIN.
8. Dobbins, Richard, Stephen F. Witt y Jhon Fielding. *Portfolio Theory and Investment Management*, 2a edición, Blackwell Bussines, Oxford, Gran Bretaña, 1994.
9. Engle, R.F. y C. W. J. Granger. "Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing", *Econometrica*, Vol. 55, 1987, pp. 251-276.
10. Gitman, Lawrence J. *Fundamentos de inversión*, Oxford University, Harla, México, 1997.
11. Gomez-Bezares, Fernando y otros. "Modelos de valoración y eficiencia: ¿Bate el CAPM al mercado?" *Análisis Financiero*, núm. 68, primer cuatrimestre de 1996, España, p. 74.
12. Guerra Guerra, Alicia y Juan Monterrey Mayoral, "Recientes desarrollos en análisis fundamental" en *Análisis Financiero*, No. 65, 1er. cuatrimestre de 1995, pp. 8-18.
13. Guzmán, María de la Paz. "Una aplicación del modelo CAPM para algunas acciones que cotizan en la BMV (1993-1995)" *Análisis Económico*, Vol. XII, núm. 27, julio-diciembre de 1995, México, p.45.
14. Hagstrom, Robert G. *Warren Buffet, estrategias del inversor que convirtió cien dólares en 14 billones*, Editorial Gestión 2000, México, 1998.
15. Haugen, Robert A. *Modern Investment Theory*, 2ª. Edición, Prentice Hall, N.J. USA, 1990.
16. Heyman, Timothy. *Inversión en la globalización*, BMV, Milenio, IMEF, ITAM, México, 1998.
17. Jones, Charles P. *Investments, Analysis and Management*, 6ª edición, John Wiley & Sons, USA, 1998.
18. Jorion, Philippe. *Valor en Riesgo*, Limusa, México, 1999.
19. Kolb, Robert W. *Inversiones*, Limusa, México, 1998.
20. Levy, Haim y Sarnat Marshall. "Portfolio and Investment Selection: Theory and Practice", Prentice Hall International, 1984, p. 335.
21. Maddala, G.S. e In-Moo Kim. *Unit roots, cointegration and structural change*, Cambridge university press, USA, 1998.

22. Malkiel, Burton G. *Un paseo aleatorio por Wall Street*, Alianza, Madrid, España, 1992.
23. Marín, José M. *Economía Financiera*, Antoni Bosch, España, 2001.
24. Martínez Abascal, Eduardo. *Futuros y opciones en la gestión de carteras*, McGraw Hill, España, 1999.
25. Martínez Abascal, Eduardo. *Invertir en bolsa: conceptos y estrategias*, McGraw Hill, España 1999.
26. Messuti, Domingo J., Víctor Adrián Álvarez y Hugo Román O Graffi. *Selección de inversiones*, Macchi, Buenos Aires, Argentina, 1992.
27. Montes-Barreto, Ramón. “El plan estratégico de la consultoría”, *Administrate Hoy*, núm. 93, enero, 2002, año VIII, p. 23.
28. Olmeda, Ignacio (comp.). *Avances recientes en predicción bursátil*, Universidad Alcalá de Henares, España, 1998.
29. Pascale, Ricardo. *Decisiones Financieras*, 3ª edición, Macchi, Buenos Aires, Argentina, 1998.
30. Pindyck, Robert S. y Daniel L. Rubinfeld. *Econometric Models and Economic forecast*, McGraw Hill, México, 2001.
31. Porter, Michael E. *Ventaja competitiva*, CECSA, México, 2004.
32. Pulido San Roman, Antonio. *Modelos Económicos*, Pirámide, Madrid, España, 1987.
33. Ramírez Solano, Ernesto. *Moneda, Banca y Mercados Financieros en México*. 2a edición, Pearson Education, México, 2001.
34. Rodarte, Marcela. “El sistema financiero y el mercado mexicano de valores”, *El Mercado de Valores*, núm. 9, septiembre de 1996, NAFIN, p. 51.
35. Ross, Stephen A., Randolph W. Westerfield y Jeffrey F. Jaffe. *Finanzas corporativas*, 2ª edición, McGraw Hill Interamericana, México, 2000.
36. Sánchez Cantú, Leopoldo. *Invierta con éxito en la bolsa de valores*, Pearson Educación, México, 2000.
37. Soler Ramos, José A. et. al. *Gestión de riesgos financieros, un enfoque práctico para países latinoamericanos*, BID, Grupo Santander, Washington D. C., 1999.
38. Thompson, Arthur y A. J. Strickland III. *Dirección y administración estratégicas*, Addison-Wesley Iberoamericana, México, 1994.
39. Toirac, Alexander. “Proyección estratégica: metodología y aplicación”, *Administrate Hoy*, núm. 93, enero, 2002, año VIII, p. 27.
40. Varian, Hal R. *Análisis Microeconómico*, Antoni Bosch, Barcelona España, 1992.
41. Verchik, Ana. *Mercado de Capitales*, tomo I, MACCHI, Buenos Aires, Argentina, 1993.
42. Villegas, Eduardo y Rosa Ma. Ortega O. *Administración de inversiones*, Interamericana – McGraw Hill, México, 1997.

## HEMEROGRAFÍA

---

1. Bolsa Mexicana de Valores, *Anuario Bursátil*, 1999 al 2003.
2. Bolsa Mexicana de Valores, *Informe Anual*, 1999 al 2003.
3. Banco de México, *Indicadores Económicos*, 1990 al 2003.
4. INEGI, *Banco de Información Económica*, 1990 al 2003.
5. Mercado Mexicano de Derivados, *Indicadores del Mercado de Productos Derivados- Resumen y Análisis Operativo*, publicación mensual, 1999-2003.
6. Mercado Mexicano de Derivados, *Una introducción*, documento electrónico, 1997.
7. Secretaría de Hacienda y Crédito Público, *Criterios Generales de Política Económica para la Iniciativa de Ley de Ingresos y el Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación*. 1999 al 2003.
8. Sistema de información *Economática*.

[www.banxico.gob.mx](http://www.banxico.gob.mx)

[www.bmv.com.mx](http://www.bmv.com.mx)

[www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

[www.mexder.com.mx](http://www.mexder.com.mx)

[www.shcp.gob.mx](http://www.shcp.gob.mx)