

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y SOCIALES
ESCUELA DE ECONOMÍA

**RIESGO DE TASAS DE INTERES Y VULNERABILIDAD PATRIMONIAL
DE LA BANCA EN VENEZUELA**

Julio César Cañas
Tutor: Luis Morales La Paz

Caracas, Octubre 2007

Índice

Introducción	1
I. Teoría del Riesgo	3
I.1 Riesgo e Incertidumbre.....	4
I.2 Preferencias y Aversión al Riesgo	7
I.2.1 Teoría de la Utilidad Esperada.....	7
I.2.2 Axiomas de Von Neumann-Morgenstern	8
I.2.3 Aversión al Riesgo	10
I.3 Tipos de Riesgos Financieros	11
II. Tasas de Interés y Riesgo de Tasa de Interés	14
II.1 Definiciones básicas.....	14
II.2 Teorías de las tasas de interés.....	15
II.2.1 Teoría de Fisher: enfoque clásico	15
II.2.2 Teoría de los fondos susceptibles a concederse en préstamo	16
II.2.3 Teoría de la preferencia de liquidez	17
II.3 Estructura Temporal de las Tasas de Interés	19
II.4 Teorías Explicativas de la Estructura Temporal de las Tasas de Interés	21
II.4.1 Teoría pura de las expectativas	21
II.4.2 Teoría de la preferencia por la liquidez	23
II.4.3 Teoría o modelo de la segmentación de mercados	24
II.4.4 Teoría del hábitat preferido	25
II.5 Riesgo de Tasa de Interés.....	26
II.6 Medición del Riesgo de Tasa de Interés.....	27
II.6.1 Duración.....	27
II.6.2 Duración Modificada	28
II.6.3 Convexidad	29
II.6.4 M-Absoluta y M-Cuadrada	30
II.6.5 Modelo de Duración por rendimientos clave	32
II.6.6 Modelo de duración por componentes principales	32

II.6.7 <i>Value at Risk</i>	35
III. El Sistema Financiero Venezolano	40
III.1 Comportamiento de los agregados monetarios	40
III.2 Comportamiento de las inversiones	43
III.3 Nuevas regulaciones al Sistema Financiero Venezolano	45
III.4 Índices de Capitalización	48
III.5 Endeudamiento Doméstico	49
III.6 Títulos de Interés Fijo (TIF)	51
IV. Riesgo de Tasa de Interés de los Bonos TIF	55
IV.1 Datos	56
IV.2 Análisis exploratorio	58
IV.3 Análisis de Componentes Principales	62
IV.4 Selección de las componentes principales	64
IV.5 Análisis de los resultados ACP	70
IV.6 VaR por ACP	72
IV.7 Vulnerabilidad de la solvencia patrimonial	78
IV. Conclusiones	82
VI. Bibliografía	84
VII. Anexos	88

Índice de Gráficos

Gráfico 3.1 Liquidez Monetaria y Variación ($\Delta\%$).....	41
Gráfico 3.2 Depósitos a la Vista + Depósitos de Ahorro y Variación ($\Delta\%$)...	42
Gráfico 3.3 Inversiones en Títulos Valores y % Sobre Total del Activo.....	43
Gráfico 3.4 Colocaciones vs. Títulos (% Sobre Total Inversiones en Títulos Valores).....	44
Gráfico 3.5 Evolución de las tasas de interés Agosto 2006 – Agosto 2007 .	46
Gráfico 3.6 Evolución del Índice de Capitalización Enero 2006 – Agosto 2007	48
Gráfico 3.7 Evolución del Patrimonio Diciembre 2005 – Agosto 2007	49
Gráfico 3.8 Proporción de TIF sobre Total DPN al 23-Ago-2007	53
Gráfico 3.9 Evolución de precios de los bonos TIF (Agosto 2006 – Agosto 2007).....	54
Gráfico 3.10 Volatilidad precio (100 días) del bono TIF marzo 2011 (Octubre 2006 – Agosto 2007).....	54
Gráfico 4.1 Rendimientos diarios de los bonos TIF (Agosto 2006 – Agosto 2007).....	57
Gráfico 4.2 Curva de Rendimientos al 8 de Marzo del 2007	57
Gráfico 4.3 Boxplot para los plazos 1300, 1600, 1900, 2200 y 2500	60
Gráfico 4.4 Boxplot para los plazos 2800, 3100, 3400, 3700 y 4000	60
Gráfico 4.5 Boxplot para los plazos 4300, 4600, 4900, 5200, 5500	61
Gráfico 4.6 Porcentaje de explicación de las variaciones por componentes	65
Gráfico 4.7 Coeficiente de los tres factores como función de los plazos	67
Gráfico 4.8 Porcentaje de explicación de las variaciones por componentes	68
Gráfico 4.9 Coeficiente de los tres factores como función de los plazos	69
Gráfico 4.10 Curvas de rendimientos: 24 de julio de 2007 vs. 24 de agosto de2007	72

Índice de Tablas

Tabla 3.1 Monto en circulación de DPN al 23-Ago-2007	50
Tabla 3.2 Característica Principales de los bonos TIF	52
Tabla 4.1 Bonos TIF considerados para el análisis.....	56
Tabla 4.2 Componentes al 24 de julio de 2007	64
Tabla 4.3 Coeficiente de los tres factores como función de los plazos	66
Tabla 4.4 Componentes al 24 de agosto de 2007.....	67
Tabla 4.5 Coeficiente de los tres factores como función de los plazos	69
Tabla 4.6 Valores bonos TIF al 24 de julio del 2007	75
Tabla 4.7 Valores bonos TIF al 24 de agosto del 2007	75
Tabla 4.8 Duración modificada.....	76
Tabla 4.9 Resumen Volatilidades.....	76
Tabla 4.10 VaR como proporción del monto en circulación (<i>outstanding</i>) de los bonos TIF	77
Tabla 4.10 VaR (MM VEB).....	77
Tabla 4.11 Vulnerabilidad patrimonial del Sistema Financiero: (Patrimonio + Gestión Operativa) / Activo Total	78
Tabla 4.12 Vulnerabilidad patrimonial de los ocho Principales Bancos: (Patrimonio + Gestión Operativa) / Activo Total.....	79
Tabla 4.13 Vulnerabilidad patrimonial del Sistema Financiero: (Patrimonio + Gestión Operativa) / (Activo Total + Inversiones Cedidas)	80
Tabla 4.14 Vulnerabilidad patrimonial de los ocho Principales Bancos: (Patrimonio + Gestión Operativa) / (Activo Total + Inversiones Cedidas)	81

Introducción

El término “riesgo” en finanzas, hace referencia a la probabilidad de que ocurra un evento adverso en los retornos esperados de las inversiones. Ante la posibilidad de ocurrencia de estas adversidades, surge la necesidad de tratar de asignarles una probabilidad, que permita hacer cálculos para aproximar la utilidad o retorno de las inversiones. De este modo, nace el Análisis de Riesgos Financieros, el cual permite una especializada administración de los mismos, en tanto que busca identificar, medir y controlar dichos riesgos (Marino, 2002).

Entendiendo formalmente este riesgo como la volatilidad de los flujos financieros, se desprende que es un factor importante en la toma de decisiones de inversión y sobre la respectiva composición de portafolios. Esto se debe a que la rentabilidad de los inversionistas, al estar vinculada al valor de los activos, pasa a depender de las variables económicas que tienen incidencia directa o indirecta en dicho valor, lo cual justifica la necesidad de hacer una aproximación a las variaciones de las mismas. Ante un escenario en el cual se necesita decidir bajo incertidumbre, es necesario establecer el rango de acción con el que se cuenta.

Recientemente, el mercado de renta fija en Venezuela se ha caracterizado por la emisión de nuevos instrumentos de deuda. En abril de 2006, el Ministerio de Finanzas anunció el inicio de un proceso de reordenamiento de la deuda interna a través del rescate de una porción de los bonos Brady (emitidos en 1990) y emisión de nuevos Títulos de Interés Fijo (TIF), caracterizados por ser, como su nombre lo indica, bonos de interés fijo con pago de cupones trimestrales (cada 91 días). Este proceso tendría inicio en mayo del mismo año. Según el Ministerio de Finanzas, el reordenamiento permitiría negociar títulos que sean marcadores del mercado local, y por consiguiente la construcción de una curva de rendimiento de

largo plazo, emulando las experiencias de otros países en esta materia. De igual forma, permitiría obtener un portafolio de deuda interna relativamente más manejable en términos del flujo de caja del servicio de la deuda.

Cabe destacar que cuando se trata de instrumentos financieros de renta fija, su valor va a estar vinculado a la rentabilidad que este ofrezca respecto al mercado en general, por tanto dicho valor pasa a estar relacionado a la tasa de interés.

En este sentido, existe entonces la probabilidad de que variaciones en los niveles de tasas de interés, afecten la rentabilidad del portafolio de inversión de una institución financiera, y por ende, su utilidad contable así como también el patrimonio de las mismas. Por consiguiente, al considerar la evolución cíclica de los niveles de tasas de interés en el Sistema Financiero Venezolano y la poca variedad de instrumentos financieros disponibles en el mercado doméstico, lo cual disminuye la posibilidad de diversificar los portafolios de inversión para mitigar el riesgo de mercado, surge la preocupación por la vulnerabilidad patrimonial de los bancos en Venezuela, como consecuencia de posibles incremento en el nivel general de las tasas dentro del Sistema Financiero, tomando en consideración la tenencia dentro de los portafolios de inversión, bonos con tasa de interés fija que no permiten compensar caídas en los precios a través del pago de mayores cupones o ingresos financieros.

I. Teoría del Riesgo

Etimológicamente, la palabra riesgo deriva de *risico* o *rischio*, lo cual hace referencia a peligro. Se piensa que guarda un origen común con la palabra castellana *risco*, la cual significa peñasco escarpado, escollo o promontorio, que se aplicaba al peligro que corrían los individuos que transitaban por escollos o promontorios escarpados (*rhizicare*). Por ende, la acepción con mayor popularidad del término es la de “posibilidad de que ocurra un evento adverso o no deseado” (Real Academia Española, 2006).

De esta manera, el concepto implica tanto la posibilidad o probabilidad de ocurrencia de un evento, bien por causas naturales o antrópicas; como la valoración por parte del hombre de su vulnerabilidad ante el suceso. Esta valoración puede ser de tipo cuantitativa gracias a la medición de pérdidas y probabilidades de ocurrencia asociadas.

Es por ello que el término tiene especial importancia dentro del campo económico, en tanto que permite una mejor comprensión de la forma en que los agentes obtienen ganancias o pérdidas dentro de un determinado escenario. La mayoría de las actividades económicas implican una serie de riesgos de diferentes magnitudes y grados de predictibilidad, por cuanto resulta muy difícil hacer la evaluación *a priori* de todos los riesgos posibles, lo cual deja un margen de incertidumbre respecto a los resultados del desempeño de las actividades dentro de una economía.

Por tanto, entendemos por incertidumbre a la situación en la cual no conocemos probabilidad alguna de ocurrencia de un evento. En economía, la incertidumbre representa la imposibilidad de predicción o previsión imperfecta de resultados futuros de las actividades económicas.

En este orden de ideas, podemos afirmar que cuando se cuenta con los datos para cuantificar las probabilidades del evento, podremos hablar de riesgo. Por el contrario, si no es posible la medición de la probabilidad y sólo se cuenta con la subjetividad o criterios personales, entonces estamos frente a la incertidumbre (Holton, 2004).

I.1 Riesgo e Incertidumbre

Uno de los aportes mas importantes en la distinción entre riesgo e incertidumbre fue realizado por Frank Hyneman Knight en su tesis doctoral *Riesgo, Incertidumbre y Beneficio* (1921). Knight desarrollo sus argumentos en un período de debate sobre el basamento de las probabilidades. Para la época existían dos principales interpretaciones: la objetiva y la subjetiva. La primera, sostenía que las probabilidades eran reales y podían ser estimadas gracias a un análisis estadístico. Por su parte la segunda interpretación sustentaba que las probabilidades eran producto de creencias humanas y no estaban intrínsecas a la naturaleza. Knight escribió con base a la visión objetiva, en tanto que creía que una determinada proposición o evento tenía la probabilidad intrínseca de ser cierto o falso. Aunado a ello, distinguió dos fuentes de obtención de las probabilidades: la primera, indica que las probabilidades *a priori* derivan de simetrías inherentes al suceso; y la segunda, que las probabilidades estadísticas provienen del análisis de datos homogéneos.

De este modo, Knight sugirió que las probabilidades *a priori* y estadísticas representan una incertidumbre medible, y las opiniones reflejan una incertidumbre inmedible, aseverando: “Para preservar la distinción... entre incertidumbre medible y una inmedible debe usarse el termino riesgo para la primera y el termino incertidumbre para la última”. De esta afirmación, deriva la definición de riesgo de Knight, concluyendo que el

riesgo se vincula a las probabilidades objetivas y la incertidumbre a las probabilidades subjetivas.

Sin embargo, la visión de Knight cuenta con críticas en cuanto a sus definiciones. El uso común del término riesgo sugiere que este implica tanto incertidumbre como exposición al evento o sus consecuencias. La definición de Knight contempla únicamente la incertidumbre.

Cabe destacar la visión de John Maynard Keynes (1931), quien apuntó que las probabilidades se corresponden a pares de proposiciones, de modo que una proposición se desconoce si es cierta o falsa, y la otra es la evidencia de la primera. Su interpretación de probabilidad apunta a calificarla como objetiva, en tanto que estipula que está racionalmente determinada. Por ejemplo, si dos individuos se encuentran con las mismas evidencias de un suceso o proposición, ambos asignarán la misma probabilidad en función de tales evidencias. De igual forma, Keynes reconoce que en algunos casos de incertidumbre, no puede haber una asignación de probabilidades objetiva.

Ulteriormente a estas primeras aproximaciones a una definición de riesgo e incertidumbre, las finanzas a mediados del siglo XX fueron ganando terreno como materia relacionada e independiente de la economía. Uno de los principales eventos que marcan este auge de las finanzas, es la presentación de la tesis doctoral de Harry Markowitz (1952) en el departamento de economía de la Universidad de Chicago, la cual trataba sobre su teoría de selección de portafolios. La teoría de portafolios en general describe una serie de modelos que explican cómo los inversionistas hacen balance del riesgo y el rendimiento en su construcción de portafolios de inversión. Aun cuando Markowitz no ofrece una definición explícita del riesgo, sugiere que el rendimiento o retorno de un inversionista ha de ser percibido como deseable y que la variación del mismo ha de ser indeseable. Del mismo modo, señala que los conceptos de retorno y riesgo son usados

comúnmente en la literatura financiera, y que si el término *retorno* es sustituido por *retorno esperado*, y por su parte *riesgo* sustituido por *variación del retorno*, habría un insignificativo cambio conceptual. De ello se desprende, que quizás la *variación del retorno* puede ser una variable *proxy* del *riesgo*.

Siguiendo a Holton (2004), la incertidumbre resulta ser el estado de ignorar si una proposición es cierta o falsa. Aunado a ello aclara que una cosa es saber si es cierta o no, y otra es asignarle importancia a tal situación. Un individuo consciente está expuesto a una proposición si este asigna importancia a si es cierto o no; por tanto, el condicional sí es esencial para la definición, ya que es posible estar expuesto a una proposición sin conocerla o considerarla. En líneas generales, estamos expuestos a aquello que tiene corolarios materiales para nosotros. En este orden de aclaratorias, Holton sugiere que el riesgo implica dos componentes esenciales: exposición e incertidumbre. Por tanto, el riesgo puede entenderse como la exposición a una proposición incierta.

De esta forma, una vez exploradas las distintas acepciones del término riesgo, cabe hacer una descripción de la fundamentación económica que subyace en el mismo, la cual parte de la microeconomía y su argumentación utilitarista de la selección o toma de decisiones de los agentes económicos.

I.2 Preferencias y Aversión al Riesgo

I.2.1 Teoría de la Utilidad Esperada

Esta teoría analiza la demanda de activos financieros, y plantea que los agentes en una economía toman sus decisiones de inversión en función de aquella que le reporte máxima utilidad esperada, de modo que en condiciones de incertidumbre, una opción de inversión “x” es preferida que una opción “y” si y solo si la utilidad esperada que genera la primera opción es mayor que la que genera la segunda (Ruiz, Jiménez y Torres, 2000):

$$E[U(x)] > E[U(y)] \quad (1.1)$$

Se entiende por utilidad esperada, a la esperanza matemática de la función de utilidad del inversor, lo cual en términos discretos puede expresarse como la sumatoria de los distintos niveles de utilidad generados por los resultados posibles de los activos financieros, multiplicado por la probabilidad de que tales resultados ocurran:

$$E[U(x)] = \sum_i [U(x_i) p_i] \quad (1.2)$$

De igual modo, en términos continuos:

$$E[U(x)] = \int_{-\infty}^{\infty} U(x) f(x) dx \quad (1.3)$$

Las distintas alternativas de inversión quedan definidas como variables aleatorias, donde cada activo cuenta con su propio flujo de pagos, dividendos y/o valor de realización.

1.2.2 Axiomas de Von Neumann-Morgenstern

La teoría de la utilidad esperada estipula que ante dos alternativas de inversión bajo incertidumbre, el inversionista optará por la que genere mayor utilidad esperada. Sin embargo, para que ello se cumpla, se requieren una serie de supuestos relativos a la racionalidad y consistencia del inversionista, conocidos como axiomas de utilidad cardinal bajo incertidumbre, formulados por Johannes Von Neumann y Oskar Morgenstern (Ruiz, *et. al.* 2000):

Axioma de comparabilidad: los inversionistas siempre podrán establecer preferencias entre dos alternativas (x e y) de inversión, de modo que pueden convenir si x es preferido a y ($x \succ y$); o si y es preferido a x ($x \prec y$); o que es indiferente entre ambas alternativas ($x \sim y$).

Axioma de transitividad o consistencia: la relación de preferencia de los inversionistas entre dos alternativas es transitiva, es decir, es consistente, de manera que si el inversionista decide que la opción x es preferida a y , y a su vez, y es preferida a z , entonces x es preferida a z :

$$x \succ y \wedge y \succ z \Rightarrow x \succ z \quad (1.4)$$

Axioma de sustitución o independencia: la relación de preferencia entre dos alternativas se mantiene, aunque dichas preferencias pasen a formar parte de un conjunto de alternativas, es decir, de una combinación lineal de alguna de esas alternativas con una tercera alternativa:

$$\begin{aligned}
& x, y, z \in S \quad a \in (0,1] \\
& x \succ y \rightarrow ax + (1-a)z \succ ay + (1-a)z \quad (1.5) \\
& x \sim y \rightarrow ax + (1-a)z \sim ay + (1-a)z
\end{aligned}$$

Axioma de continuidad o mensurabilidad: para todo $x, y, z \in S$, si $x \succ y \succ z$, existen dos niveles de probabilidad $a, b \in (0,1)$ tales que:

$$ax + (1-a)z \succ y \succ bx + (1-b)z \quad (1.6)$$

Es decir, siempre existe un nivel de probabilidad único para la presentación de la opción más preferida, que hace indiferente al inversionista entre una opción intermedia y una combinación aleatoria de la opción mas preferida, con probabilidad a de que se presente, y la opción menos preferida, con probabilidad $(1 - a)$.

Axioma de ordenación: siguiendo al axioma anterior, siempre es posible determinar el nivel de probabilidad único a que hace a un inversionista indiferente entre una opción de preferencia intermedia y una combinación lineal de las opciones más y menos preferidas. Si para dos opciones intermedias, y y u se fijan estas probabilidades, a y b , respectivamente, tenemos que si a es mayor que b , entonces la opción y es preferida por el inversionista frente a la opción u , de modo que:

$$\begin{aligned}
& \forall x, y, u, z \in S, \exists a, b \in (0,1) \\
& x \succ y \succ z \wedge x \succ u \succ z \\
& y \sim ax + (1-a)z \wedge u \sim bx + (1-b)z \quad (1.7) \\
& \text{si } a > b \Rightarrow y \succ u \\
& \text{si } a < b \Rightarrow y \prec u
\end{aligned}$$

Si el anterior axioma permitía obtener un índice de utilidad cardinal, el presente axioma de ordenación hace posible clasificar las distintas opciones de inversión por su nivel de preferencia. En términos matemáticos, el axioma de ordenación permite trasladar el análisis de una relación de preferencia puramente cualitativo, a una relación de orden y, por tanto, cuantitativo, donde se pueden usar funciones matemáticas para representar las preferencias de los inversionistas, funciones de utilidad cardinal que nos permitan determinar el conjunto de activos financieros que maximicen la utilidad esperada del inversionista.

I.2.3 Aversión al Riesgo

Desde una perspectiva teórica, la decisión de un agente ante el dilema de invertir en x , con la incertidumbre respecto al resultado asociada, o recibir de manera cierta y sin riesgo, su valor esperado $E(x)$, nos permitirá calificar al individuo en términos de su actitud frente al riesgo (Ruiz, *et. al.* 2000). Así, si el inversionista prefiere el valor esperado del activo frente a sí mismo, diremos que es averso al riesgo; si por el contrario, prefiere invertir en el activo con riesgo antes que recibir su valor esperado, diremos que el individuo es propenso al riesgo; y por último, si el individuo es indiferente entre el propio activo financiero o su valor esperado, diremos que se trata de un individuo neutral al riesgo.

Si $E(x) \succ x \rightarrow$ Averso al riesgo

Si $E(x) \prec x \rightarrow$ Propenso al riesgo

Si $E(x) \sim x \rightarrow$ Neutral al riesgo

Siguiendo la relación entre las preferencias del inversionista y su función de utilidad, se pueden redefinir las actitudes frente al riesgo. En este sentido, diremos que un inversionista es averso al riesgo si el valor de la

función de utilidad para un nivel de riqueza cierta igual al valor esperado del activo financiero es mayor que la utilidad esperada del propio activo. En sentido inverso, si la utilidad del valor esperado del activo financiero es menor que la utilidad esperada de dicho activo, nos encontraremos ante un inversionista propenso al riesgo. Y por último, la igualdad de ambos valores supondrá la neutralidad ante el riesgo.

Si $U[E(x)] > E[U(x)] \rightarrow$ Averso al riesgo

Si $U[E(x)] < E[U(x)] \rightarrow$ Propenso al riesgo

Si $U[E(x)] = E[U(x)] \rightarrow$ Neutral al riesgo

I.3 Tipos de Riesgos Financieros

Uno de los principales objetivos de las instituciones financieras en cualquier economía es incrementar los beneficios o retornos de sus accionistas. Sin embargo, tal objetivo no es logrado sin asumir una diversidad de riesgos en alguna magnitud. Por ello, cabe citar los tipos de riesgos a los que estas instituciones se enfrentan.

Existen múltiples clasificaciones del riesgo sugerida por la literatura especializada en esta materia. No obstante, nos resulta propicio seguir la clasificación de acuerdo a la naturaleza de las pérdidas sugerida por Soler *et. al.* (2000):

1) Riesgo de Mercado

Se refiere a la posibilidad de pérdidas debido a movimientos adversos en variables de mercado tales como tasas de interés, tipo de cambio, precios, entre otros; que determinan el valor de las inversiones.

2) Riesgo de Crédito

Está vinculado a posibles pérdidas debidas a incumplimientos de las obligaciones financieras, es decir, se incurre cuando los flujos de caja pactados puedan no ser pagados por completo (*default*).

3) Riesgo de Liquidez

Es el riesgo de que se materialicen repentinos y masivos retiros de fondos de la institución financiera, lo cual le dificulta honrar sus obligaciones y le conduce a liquidar activos en un período de tiempo corto a precios más bajos del mercado.

4) Riesgo de Negocio

Este tipo de riesgo esta asociado a disminuciones en el volumen y/o margen del negocio de las instituciones financieras.

5) Riesgo Operacional

Deriva de pérdidas resultantes por procesos internos ineficientes o inadecuados, bien causados por personas, o por sistemas o eventos externos.

6) Riesgo Legal

Esta relacionado a la inhabilidad legal de la institución financiera para ejercer sus derechos, o a la ausencia de mecanismos para hacer cumplir las leyes y normativas producto de un marco e instituciones regulatorias ineficientes.

Hoy en día, las instituciones financieras conjuntamente con el resto de los agentes que conforman los mercados financieros están expuestas a

todos los riesgos antes citados. Sin embargo, la constante expansión de los instrumentos relacionados a tasas de interés, lo cual ha generado una mayor profundización y especialización en las opciones de inversión, concibió la necesidad de poner especial atención a la medición, administración y cobertura del riesgo de tasa de interés.

Por ésta razón nos interesa hacer énfasis en el riesgo de tasa de interés en tanto que constituye también un factor a ser considerado en el mercado financiero doméstico, en vista de que prevalecen los instrumentos de renta fija como opción de inversión. De esta manera, pasaremos a considerar algunas definiciones y nociones generales relativas a las tasas de interés, su origen y el riesgo contenido en las mismas.

II. Tasas de Interés y Riesgo de Tasa de Interés

II.1 Definiciones básicas

Siguiendo a Cruz (2001), entendemos por interés al beneficio o ganancia que percibe un inversionista por postergar el uso de una determinada cantidad de dinero a un determinado plazo, para recibir en el futuro la cantidad de dinero inicial, más una cantidad adicional.

Tal beneficio o ganancia resulta ser una decisión particular de cada inversionista sujeta a las oportunidades, limitaciones y/o preferencias que cada cual tenga. De este modo, cada inversionista procurará obtener un interés diferente asociado a criterios tanto subjetivos como objetivos, que responden a una mayor o menor aversión al riesgo, simetrías de información, entre otros aspectos; esto hace que dicho interés sea distinto en cada unidad de tiempo.

Es así como los individuos en sus decisiones de inversión, asignan especial atención a la tasa de interés, entendida como una medición del beneficio o ganancia, expresado en porcentajes. En términos económicos, la tasa de interés representa el costo de oportunidad del dinero, o bien el precio pagado a aquel que renuncia temporalmente al uso de una determinada cantidad de sus recursos monetarios.

En este sentido, antes de abordar el riesgo asociado a las tasas de interés, pasaremos a considerar las teorías que argumentan el origen de los niveles de las mismas.

II.2 Teorías de las tasas de interés

Existen tres teorías que explican la determinación de los niveles de la tasa de interés:

II.2.1 Teoría de Fisher: enfoque clásico

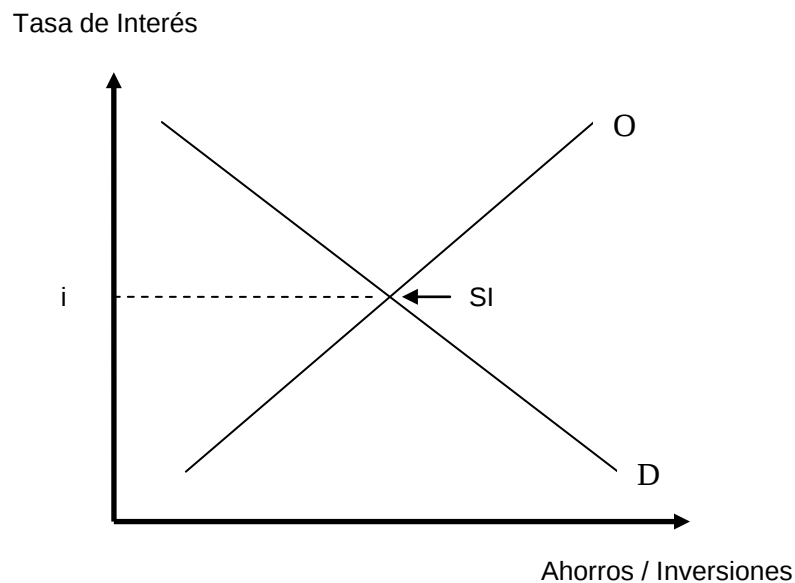
Irwing Fisher en 1930 analizó las tasas de interés en la economía, cuestionando ¿Por qué ahorran los individuos y por qué otros se endeudan? De este modo, la teoría supone que los agentes en esta economía solo consumen y ahorran su ingreso actual. En lo referente al mercado de préstamos, supone que las tasas no contemplan primas por riesgo de incumplimiento.

Bajo estos supuestos, el ahorro se presenta como una alternativa entre consumo futuro y actual de bienes y/o servicios. El ahorro implica mayor capacidad para consumir en un tiempo futuro, cuya decisión se basa fundamentalmente en la tasa marginal de preferencia intertemporal, que no es más que la razón entre intercambiar consumo actual por consumo futuro. Aunado a ello, el ingreso también es un factor importante en la decisión, en tanto que un mayor ingreso hoy, podría permitir un mayor ahorro. Por último, el ahorro se ve afectado por la tasa de interés sobre los préstamos o la recompensa por ahorrar, debido a que una mayor tasa genera mayores incentivos al ahorro por cuanto implica mejores retornos. Por su parte, las empresas invertirán usando el capital prestado, dependiendo también de la tasa de interés, y lo harán hasta un nivel tal que la productividad marginal del capital exceda o al menos iguale a la tasa de interés.

Siguiendo esto, obtenemos una curva de oferta de préstamos (O), en base a la relación positiva entre tasa y propensión al ahorro de los

individuos; y una curva de demanda de préstamos (D) en función de la relación negativa entre tasa y decisiones de inversión (y por ende endeudamiento de las empresas).

Figura 2.1 Oferta y Demanda de préstamos



La tasa interés de equilibrio en esta economía (i), resulta de la interacción de la oferta y la demanda de préstamos. Así, la teoría de Fisher sugiere también que en el largo plazo el nivel de la tasa de interés y la cantidad de inversión estará en función de la propensión de los individuos al ahorro y del nivel tecnológico de la economía.

II.2.2 Teoría de los fondos susceptibles a concederse en préstamo

La teoría proporcionada por Fisher, enmarcada en una argumentación clásica de interacción entre oferta y demanda, no toma en cuenta algunas consideraciones prácticas dentro del escenario económico financiero, como por ejemplo, la creación de dinero por parte del gobierno y su demanda de recursos monetarios, así como tampoco considera otras alternativas de

inversión con la que cuentan los individuos. Así, al introducir tales elementos surge esta nueva teoría, la cual sostiene que el nivel de tasas de interés está en función de dos fuerzas: la primera de ellas gira en torno a la demanda de fondos del gobierno, empresas e individuos, quienes desempeñan diversas actividades dentro de la economía. En este sentido, dicha demanda se relaciona negativamente con los niveles de las tasas de interés, es decir, manteniendo todo lo demás constante (*ceteris paribus*), incrementos en las tasas de interés encarecen la obtención de fondos.

La segunda fuerza a considerar en la determinación de los niveles de las tasas de interés está vinculada a la oferta de tales fondos por parte de estos mismos agentes, incluyendo ahora los bancos. Así, la oferta está directamente relacionada al nivel de las tasas de interés, por ende, *ceteris paribus*, incrementos en las tasas incentivan el ahorro y la concesión de préstamos por parte de los bancos.

En este contexto, el nivel de equilibrio de las tasas de interés será aquel en el que todos los agentes cuenten con los fondos que requieren, invirtiendo y ahorrando a su vez la cantidad que desean.

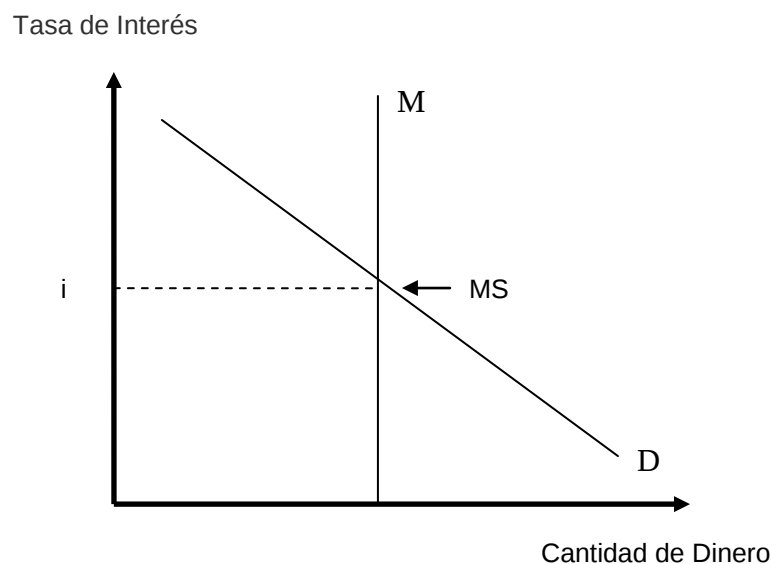
II.2.3 Teoría de la preferencia de liquidez

Esta teoría, también conocida como teoría monetarista, fue desarrollada por John Maynard Keynes (1936), quien analizó el nivel de equilibrio de la tasa de interés como resultado de la interacción de la oferta de dinero y la demanda agregada del mismo. De este modo, supone que los agentes cuentan con dos elementos para la acumulación de riqueza: dinero y bonos. El primero, que para Keynes representa el efectivo y los depósitos, es un activo que devenga poco o ningún interés, pero cuenta con mucha liquidez de modo que puede ser usado inmediatamente. Por su parte, los

bonos contemplan instrumentos que devengan intereses en horizontes de largo plazo y cuentan con menos liquidez, al mismo tiempo que implican cierto riesgo en tanto que su precio está inversamente relacionado al tipo de interés. Cabe destacar, que el riesgo de incumplimiento no está contemplado.

Los agentes en esta economía poseen un stock de dinero por diversas razones, y aun cuando este no devenga intereses por sí mismo, la demanda es una función negativa (D), ya que a bajos niveles de la tasa de interés, el costo de oportunidad del mismo es relativamente bajo. Sin embargo a niveles altos, los agentes prefieren tener bonos ya que el costo de oportunidad del dinero se incrementaría. Por su parte, la oferta de dinero (M), para Keynes, depende únicamente del banco central, por tanto se presenta como una línea vertical.

Figura 2.2 Oferta y Demanda de dinero



La tasa de interés de equilibrio surge entonces en el punto en el que la oferta de dinero iguale a la demanda, y puede variar ante cambios en alguna de las variables que afecten a estas curvas. Desde el punto de vista de la

demanda, destacan dos variables: el ingreso y el nivel de precios. Incrementos del ingreso, *ceteris paribus*, desplazan la curva de demanda hacia la derecha, por tanto eleva la tasa de interés de equilibrio. Un cambio en la inflación esperada también desplaza la curva de demanda hacia la derecha, ya que los agentes procurarían mantener su cantidad de dinero real.

La curva de oferta, dados los supuestos de Keynes, solo puede sufrir cambios si el banco central así lo dispone. Así, un aumento de la oferta de dinero, desplazando su curva hacia la derecha, se traduce en una reducción del nivel de la tasa de interés. Por el contrario, una reducción en la oferta conduce a incrementos en el nivel de la misma.

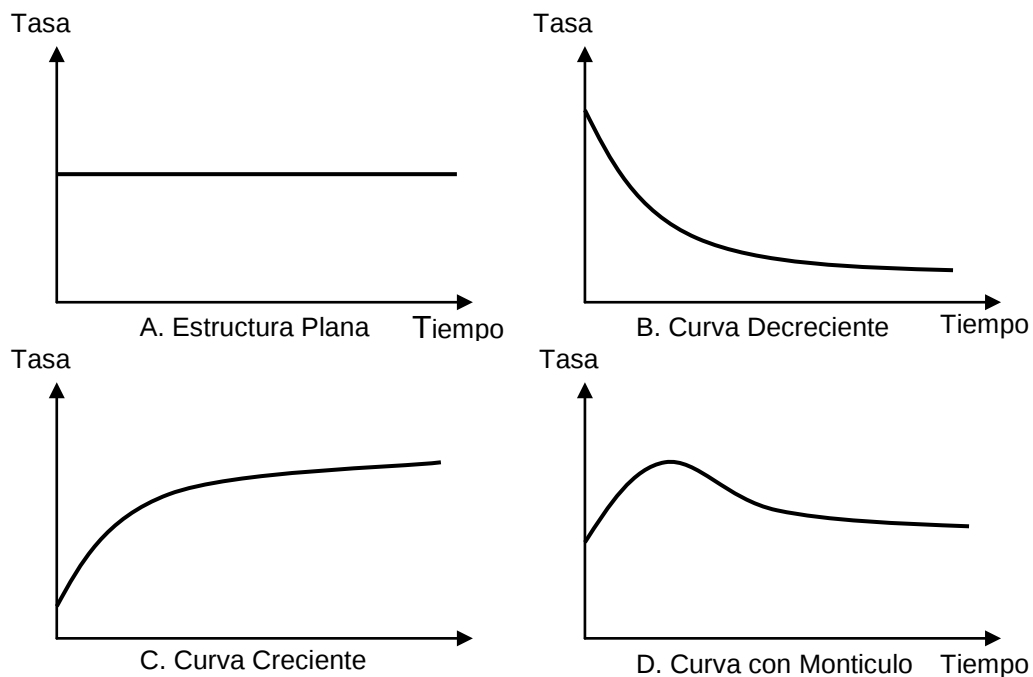
II.3 Estructura Temporal de las Tasas de Interés

Según Mascareñas (2002), la estructura temporal de las tasas de interés muestra la relación entre el tiempo al vencimiento de diversos títulos de renta fija y su rendimiento a lo largo de dicho plazo, siempre que todos ellos tengan el mismo grado de riesgo. Esta también es conocida como curva de rendimiento o *yield curve*. Por su parte, el rendimiento al vencimiento o *yield to maturity*, se define como la tasa anual media de retorno que un inversionista obtiene si mantiene los títulos en su poder hasta el vencimiento, siempre y cuando reciba todos los flujos estipulados en la emisión.

La curva de rendimientos se representa gráficamente mediante una serie de puntos en el tiempo, donde cada uno de estos puntos muestra el rendimiento hasta su vencimiento y el plazo de tiempo hasta el mismo. Esta puede tener diversas formas, tal como se aprecia en la Figura 2.3; sin embargo, comúnmente se presenta de forma creciente (C), reflejando que

los rendimientos de largo plazo son mayores. Ello se explica porque los inversionistas esperan un mayor rendimiento en cuanto comprometan sus recursos monetarios por un mayor tiempo, o bien a que el mercado en general tiene expectativas de una tendencia alcista en los niveles de las tasas de interés. Por el contrario, se evidencia una curva de rendimiento decreciente (B), si el mercado espera una reducción de los tipos de interés.

Figura 2.3 Tipos de curvas de rendimiento



También pueden apreciarse curvas de rendimiento planas (A), indicando que los tipos de interés son los mismos independientemente del plazo al vencimiento; o curvas con montículos, lo cual es señal de que ciertos plazos intermedios son relativamente más costosos o baratos, de acuerdo al caso, lo cual puede ser resultado de circunstancias económicas particulares o imperfecciones técnicas del mercado.

Para la adecuada construcción de la curva de rendimientos, se deben utilizar aquellas emisiones de títulos de renta fija que sean más líquidas, es decir, que sean ampliamente negociadas en el mercado secundario, debido a que representarán un mejor reflejo de los rendimientos que la dinámica del mercado asigna a un plazo en particular (Mascareñas, 2002).

II.4 Teorías Explicativas de la Estructura Temporal de las Tasas de Interés

Desde hace más de medio siglo, se han evidenciado diversos desarrollos de teorías y explicaciones relativas a la formación de la estructura temporal de las tasas de interés.

En este sentido, hoy día existen distintos marcos conceptuales, los cuales, siguiendo a Mascareñas (2002), podemos clasificar en:

- 1. Teoría pura de las expectativas.*
- 2. Teoría de la preferencia por la liquidez.*
- 3. Teoría o modelo de la segmentación de mercados.*
- 4. Teoría del hábitat preferido.*

II.4.1 Teoría pura de las expectativas

El origen de esta teoría en un marco de economía financiera, se atribuye a la obra de Lutz (1940), según la cual la curva de rendimientos está determinada únicamente por las expectativas que tiene el mercado relativas al tipo de interés en el futuro. Las hipótesis en las cuales se basan los argumentos de Lutz son las siguientes:

1. Los mercados son eficientes, es decir, las nuevas informaciones se reflejan de inmediato en el precio de los activos.
2. Los inversionistas maximizan su beneficio esperado utilizando indistintamente títulos de corto y largo plazo.
3. No existen costos de transacción y hay libertad de movimiento de capitales.
4. Existe certidumbre con respecto a los pagos tanto de cupones como del principal.

De este modo, el rendimiento al vencimiento de un bono de n años (r_n) equivale al promedio de los rendimientos al vencimiento de los bonos de un año durante los próximos n años; por lo cual un inversionista bien podría invertir en un bono, por ejemplo, a tres años, o invertir en un bono a un año, luego reinvertir en otro bono a un año y repetir la inversión para el tercer y último periodo. Así, el rendimiento de cualquiera de las dos modalidades, debe ser el mismo, de forma que al aplicar la media geométrica de los tipos de interés a corto plazo, presentes y futuros, se puede obtener el valor de tipo de interés a largo plazo¹:

$$(1 + {}_0r_n)^n = (1 + {}_0r_1) \times (1 + {}_1r_1) \times (1 + {}_2r_1) \times \cdots \times (1 + {}_{n-1}r_1) \quad (2.1)$$

No obstante, ello se cumple siempre que los inversionistas tengan una clara percepción de los tipos de interés de corto plazo del futuro en el período en cuestión y que el rendimiento de una serie consecutiva de n bonos de un año sea sustituto perfecto de un bono de n años.

En este orden de ideas, la teoría pura de las expectativas sugiere que los tipos de interés derivan del consenso del mercado en función de sus

¹ Se aplica la media geométrica en el caso de que se trate de bonos cero cupón. De lo contrario es necesario la aplicación de la tasa interna de retorno (TIR).

expectativas a futuro. Sin embargo, la crítica principal de estos argumentos es que existe una prima por riesgo asociada (normalmente) a los bonos de mayor plazo, debida al riesgo de tasa de interés, lo cual produce una divergencia entre los rendimientos esperados por el mercado relativo a los bonos de plazos distintos.

Bajo el marco de la estructura temporal de las tasas de interés, dicha prima se conoce como prima por liquidez, y constituye la piedra angular de la siguiente teoría.

II.4.2 Teoría de la preferencia por la liquidez

Si en lugar de situarnos en un mercado eficiente y cierto, nos encontramos en uno con incertidumbre, entonces surge un riesgo; razón por la cual el mercado no percibiría la perfecta sustituibilidad entre un bono de n años y n bonos consecutivos de un año. Es por ello que ante este escenario, aparece la prima por liquidez, como se mencionó anteriormente. Esta prima será la condición para que un inversionista sea indiferente entre tales alternativas de inversión.

Así, la tasa de interés para un determinado plazo estará conformada por dos elementos: el tipo de interés al contado futuro (tal como en la teoría pura de las expectativas) y la prima por riesgo. Esta última aumenta su tamaño a medida que el vencimiento del título es mayor, lo cual trae como corolario una estructura temporal más elevada, si se espera un ascenso de los niveles de la tasa de interés; o por el contrario menos descendente, si se espera una baja de las tasas.

II.4.3 Teoría o modelo de la segmentación de mercados

De acuerdo a esta teoría, formulada por Culbertson en 1957, los mercados de diversos tipos de instrumentos cuentan con cierta segmentación, debido a que en cada uno se negocian determinados instrumentos y sólo algunos agentes tienen acceso, por razones técnicas, legales, entre otras. Por ende, el precio de cada tipo de activo depende de la oferta y demanda del mismo en su propio mercado donde se transa independiente a los demás mercados.

Cabe destacar, que se asume que el mercado está conformado por inversionistas individuales, empresas e instituciones adversas al riesgo. En este sentido, la teoría de la segmentación de mercados sostiene que la supervivencia es la función objetivo a optimizar (Mascareñas, 2002). De este modo, se procura la minimización del riesgo, haciendo el ajuste de activos y pasivos, sin considerar los posibles mejores rendimientos en otros activos con diferente vencimiento.

Esta teoría también argumenta que los prestamistas y prestatarios se confinarán en ciertos segmentos de la curva de rendimientos debido a varios factores: a) regulaciones legales que limitan las inversiones de algunos agentes; b) alto costo de la información, lo cual induce a la especialización dentro de un segmento particular; y c) rígida estructura de pasivos de algunos inversionistas, lo cual le obliga a hacer cobertura con activos de similar vencimiento.

Como consecuencia, la estructura temporal no se representa siguiendo expectativas de mercado ni considerando primas por riesgo; sino por los flujos de capitales de una institución a otra y por el volumen de inversión de las empresas y el resto de los agentes. Debido a ello, se aprecian curvas discontinuas en mercados que se ajustan a esta teoría.

II.4.4 Teoría del hábitat preferido

Esta teoría fue formulada por Franco Modigliani y Richard Sutch en 1966, y sostiene que los inversionistas procuran coincidir la vida de sus activos con la de sus pasivos, lo cual mitiga el riesgo en el que incurren. Ello se debe a que los inversionistas están interesados en poseer un monto de dinero en una fecha particular, sin mayor importancia al medio a través del cual lo obtienen, y considerando que son adversos al riesgo, el encaje de activos y pasivos representa su posición o (hábitat) preferida. No obstante ante la posibilidad de obtener rendimientos extraordinarios sobre activos con plazos distintos, los inversionistas se ajustarían sus posiciones para incluir más de tales activos con rendimiento relativamente mejor.

Tales argumentos resultan ser de difícil interpretación, debido al proceso de equilibrio de los mercados financieros, el cual implica que las inversiones presenten un ajuste continuo, de acuerdo al hábitat que se tome como punto de partida. En este sentido, si existe un evento tal que la oferta y demanda de activos para un horizonte temporal determinado no coinciden, entonces surgirá una recomposición de las inversiones, y para ello, ha de existir una prima que compense la aversión al riesgo.

Cabe destacar, que según los formuladores de ésta teoría no hay razón para establecer que la prima es estrictamente creciente con el tiempo; sino que esta en función del horizonte promedio de inversión. Por consiguiente, ésta teoría sostiene que la estructura de la curva de rendimientos estará determinada por las expectativas futuras de los inversionistas, así como también por las primas de riesgo que los induciría a cambiar su hábitat preferido.

II.5 Riesgo de Tasa de Interés

Las tasas de interés en los mercados financieros varían continuamente, lo cual repercute en los rendimientos, y específicamente en el precio de instrumentos de renta fija (bonos). Cuando los tipos de interés suben, el precio teórico de los bonos baja y cuando los tipos de interés bajan, el precio de los bonos sube, lo cual refleja una relación inversa entre precio y tasa de interés. Dicha relación surge en vista de que la tasa de interés representa matemáticamente el factor de descuento para la valoración y consiguiente determinación del precio de un bono. Aunado a ello, económicamente el inversionista tiene un costo de oportunidad, el cual ha de ser cubierto vía incrementos en los precios, ante la eventual reducción de los rendimientos para mantener así el atractivo del bono como opción de inversión. De este modo, tales oscilaciones provocan pérdidas o ganancias, respectivamente, al tenedor del bono. Este tipo de variaciones es lo que se conoce como riesgo de tasa de interés. La materialización de este riesgo, será mayor cuanto más grande sea el horizonte temporal de la inversión y/o bono, y para compensarlo, se añade una prima al tipo de interés de la emisión (Mascareñas, 2002).

Dicha prima, bajo una estructura temporal normal de los tipos de interés, tiende a aumentar la tasa de las emisiones de largo plazo en comparación a las del corto plazo. Su medición resulta compleja, en función de que varía con el tiempo y con la volatilidad de los tipos de interés. Así, aumenta cuando los intereses son más volátiles, y desciende cuando son más estables.

En este sentido, el riesgo de tasa de interés está vinculado al horizonte temporal de la inversión. Si el inversionista pretende mantener el título hasta el vencimiento, este recibirá la rentabilidad anual efectiva y la respectiva amortización, según esté estipulado en el contrato de emisión. Sin

embargo, si el inversionista pretende deshacerse del título antes del vencimiento, entonces puede encontrarse con una ganancia, si el precio de venta es mayor al precio de compra, o con una pérdida, si el precio de venta es menor al precio de compra. Por consiguiente, a medida que se acerque la fecha de vencimiento del título, su precio de mercado tenderá a su valor par, haciendo que el riesgo de tasa de interés vaya disminuyendo.

II.6 Medición del Riesgo de Tasa de Interés

Ante la necesidad de de cuantificar el riesgo de tasa de interés, han sido propuestas diversas metodologías para tal fin, entre las cuales cabe destacar:

II.6.1 Duración

Este concepto, elaborado por Frederick Macaulay en 1938, se refiere al vencimiento promedio del flujo de pagos de un instrumento de renta fija o bono. De este modo, la duración Macaulay considera el bono como una sucesión de pagos individuales (relativo a los cupones), y calcula la media ponderada de los vencimientos de cada pago individual. Las ponderaciones para cada periodo t son iguales al valor actual de los flujos de caja por período, dividido por el valor actual del bono (precio actual). Matemáticamente se expresa:

$$D = \frac{1}{P_0} \times \sum_{t=1}^n \frac{t \times Q_t}{(1+r)^t} \quad (2.2)$$

Donde P_0 es igual al precio actual de mercado del bono; Q_t es el cupón o flujo de caja del periodo, r es la tasa de rendimiento al vencimiento

(*yield to maturity*); n el número de años al vencimiento, y la duración D viene expresada en unidades de tiempo.

En el caso de bonos cero cupón, la duración coincide con el plazo al vencimiento. Sin embargo, para un bono con cupones, parte de su valor actual se obtiene de los flujos de caja existentes antes del vencimiento, lo cual hace que su duración sea inferior al plazo hasta su vencimiento (Mascareñas, 2002).

II.6.2 Duración Modificada

La duración modificada es empleada como una medida de volatilidad de los bonos, por consiguiente es una medida de sensibilidad ante variaciones de la tasa de interés. En este sentido, entendemos por duración modificada a la variación que se produce en el precio del bono relativo a variaciones del rendimiento al vencimiento.

En términos económicos, la duración modificada no es más que la elasticidad tasa de interés del precio de los bonos. De este modo, representa la primera derivada del precio P_0 relativo al rendimiento (dP_0/dr) dividido por el precio inicial. En otras palabras, es la variación del precio con respecto a la tasa de interés en un punto determinado (tangencia de la recta representativa de la duración modificada en un punto de la curva precio/rendimiento).

Sin embargo, en la práctica, la duración modificada se obtiene gracias a su relación matemática con la duración Macaulay:

$$D^* = \frac{D}{1 + r} \quad (2.3)$$

Donde D es la duración Macaulay; r el rendimiento al vencimiento, y la duración modificada D^* está expresada en porcentaje de variación.

Como se mencionó, el precio de los bonos está inversamente relacionado con las tasas de interés, por consiguiente mientras más grande sea la duración, mayor será el impacto en el precio de los bonos ante variaciones del tipo de interés.

II.6.3 Convexidad

En vista de que la duración modificada representa la variación de la curva precio/rendimiento (análogo al análisis de la pendiente) en un punto determinado, ello sugiere una estimación lineal, en una relación precio/rendimiento que resulta ser no lineal. En este sentido, la duración modificada por sí sola cuenta con un error en la estimación de las variaciones. Así, la duración modificada explica bien las variaciones en el precio debidas a cambios sutiles en las tasas, mas no resulta adecuada para las grandes variaciones.

Por consiguiente, con el objeto de estimar con mayor precisión dicho error, surge el concepto de convexidad, que matemáticamente representa la segunda derivada de la curva precio/rendimiento, y presenta cómo varía la duración modificada cuando se altera la tasa de interés:

$$\frac{\partial^2 P}{\partial r^2} = \frac{1}{(1+r)^2} \times \sum_{t=1}^n \frac{t(t+1)Q_t}{(1+r)^t} \quad (2.4)$$

Donde Q_t es el cupón en el periodo t , n el numero de periodos y r la tasa de interés.

Por ende, siendo la convexidad una medida de ajuste a la duración modificada, la mayor precisión de cambios en el precio ante variaciones de la tasa de interés se logra utilizando la combinación de duración modificada conjuntamente con la convexidad para la misma variación del nivel de la tasa.

II.6.4 M-Absoluta y M-Cuadrada

Las medidas de Duración y Convexidad están enmarcadas en desplazamientos paralelos de la estructura temporal de las tasas de interés, y aún siendo las medidas generalmente usadas, están sujetas a críticas en tanto que los desplazamientos en paralelo a lo largo de toda la curva de rendimientos no son comunes. En este sentido, se han propuesto nuevas alternativas de medición un poco más acopladas al escenario económico y financiero real, en el cual las variaciones también se manifiestan en la pendiente de la curva de rendimientos. Así, surge el modelo M-Absoluta y M-Cuadrada (Nawalkha, Soto & Beliaeva, 2005).

La medida de riesgo M-Absoluta se define como el promedio ponderado de las diferencias en valor absoluto entre el vencimiento de los flujos de caja y el horizonte temporal planificado, donde los ponderadores son el valor presente neto de los flujos de caja, dados como una proporción del precio del bono:

$$M^A = \sum_{t=t}^{t=t_N} |t - H| \times w_t \quad (2.5)$$

Por consiguiente, la M-Absoluta es una medida específica a un horizonte temporal particular.

La diferencia entre Duración y M-Absoluta parte de que la primera sugiere la sensibilidad ante desplazamientos en paralelo de la curva de rendimientos, ignorando el impacto en cambios de la pendiente, curvatura y otras variaciones de orden mayor. Por su parte, la M-Absoluta sugiere de igual forma la sensibilidad ante desplazamientos en paralelo, y reduce el riesgo de inmunización ante cambios de los demás parámetros de la forma de la curva de rendimientos, tales como la pendiente y convexidad o curvatura de la misma. Para ello, selecciona un portafolio con flujos de caja aglomerados alrededor del horizonte temporal planificado. Por ende, la aplicación de una u otra medida va a depender de las expectativas en cuanto a la naturaleza de los cambios en la curva de rendimientos.

Por su parte, la medida M-Cuadrada se define como el promedio ponderado de las diferencias entre el vencimiento de los flujos de caja y el horizonte temporal planificado, al cuadrado; donde los ponderadores son el valor presente neto de los flujos de caja, dados como una proporción del precio del bono:

$$M^2 = \sum_{t=t}^{t=t_N} (t - H)^2 \times w_t \quad (2.6)$$

De igual forma, la M-Cuadrada es una medida específica a un horizonte temporal particular, y mientras menor sea la magnitud de la misma, menor es la exposición al riesgo del portafolio. Así, un portafolio con bonos que tienen flujos de caja aglomerados alrededor de su horizonte planificado tiene una menor M-Cuadrada. Por consiguiente, se desprende que mientras la Convexidad enfatiza la ganancia en el retorno de un portafolio, ante cambios paralelos de la curva de rendimientos, la M-Cuadrada destaca la exposición al riesgo del portafolio ante cambios en la pendiente de la misma.

II.6.5 Modelo de Duración por rendimientos clave

El modelo de Duración por rendimientos clave señala los cambios en la curva de rendimiento como un vector discreto que representa los cambios de los rendimientos cero-cupón claves de diversos vencimientos. De esta manera, el resto de las variaciones en los rendimientos se obtienen de tales valores gracias a la interpolación lineal (Nawalkha, Soto & Beliaeva, 2005).

En este sentido, la Duración por rendimientos clave se define como la sensibilidad del valor de un portafolio a tales rendimientos a lo largo de los distintos puntos de la curva. Así, ligeros cambios en la curva de rendimientos cero-cupón puede representarse como un vector de cambios en algunos rendimientos clave preseleccionados:

$$TSIR\ shift = (\Delta y(t_1), \Delta y(t_2), \dots, \Delta y(t_m)) \quad (2.7)$$

La selección de los rendimientos clave es arbitraria, siendo la convención más usada, aquella en la que se toman los rendimientos de los bonos más líquidos dentro del mercado a ser analizado, sin tomar en cuenta la estructura histórica de la curva de rendimientos.

II.6.6 Modelo de duración por componentes principales

Este modelo evalúa los movimientos de la curva de rendimientos, asumiendo que pueden ser resumidos en algunas variables compuestas. Tales variables se obtienen de la aplicación de la técnica estadística conocida como “Análisis de Componentes Principales” (ACP) a los cambios históricos en la curva de rendimientos (Nawalkha, Soto & Beliaeva, 2005).

El empleo de ésta técnica en los mercados de bonos del tesoro permitió concluir que los componentes principales están resumidos en la altura, pendiente y curvatura de la curva de rendimientos, los cuales resultan suficientes para la explicación de las variaciones en la misma. El primer componente principal representa el desplazamiento paralelo de la curva de rendimientos; el segundo componente representa cambios en la pendiente, y se conoce como el “factor pendiente” o “factor de giro” (*twist factor*), en tanto que hace que las tasas de corto y largo plazo se muevan en direcciones opuestas; y por último, el tercer componente se denomina “factor curvatura”, el cual afecta, valga la redundancia, la curvatura de la curva de rendimientos generando un movimiento mariposa, es decir, provoca desplazamientos de las tasas de corto y largo plazo en la misma dirección, pero las de mediano plazo en la dirección contraria.

En éste sentido, los cambios en los rendimientos pueden ser obtenidos como una suma lineal ponderada de los componentes principales:

$$\Delta y(t_i) \approx l_{ih} \Delta c_h + l_{is} \Delta c_s + l_{ic} \Delta c_c \quad i = 1, \dots, m \quad (2.8)$$

La medida de riesgo por ACP constituye una alternativa de representación de las variaciones de la curva de rendimientos, que implica el análisis del comportamiento histórico de la misma; mediante la identificación de los componentes anteriormente citados, es decir:

$$TSIR \text{ shift} = (\Delta c_1, \Delta c_2, \dots, \Delta c_m) \quad (2.9)$$

Los componentes principales, son una combinación lineal de las variaciones en las tasas de interés:

$$\Delta c_j = \sum_{i=1}^m u_{ji} \Delta y(t_i) \quad j = 1, \dots, m \quad (2.10)$$

Cabe destacar que en la ecuación 2.6 no hay reducción de la dimensión de los datos, en tanto que existen tantos componentes principales, como variaciones de las tasas de interés. No obstante, no todos cuentan con la misma importancia. El primer componente explica el máximo porcentaje del total de la variación de las tasas de interés. El segundo componente explica el máximo porcentaje de la variación total remanente, y así sucesivamente para los siguientes componentes. De este modo, puede afirmarse que las variaciones en la curva de rendimientos pueden ser explicadas por unos pocos componentes, los cuales son construidos empleando la matriz de covarianzas, haciendo contraste entre autovectores y autovalores. Así, el coeficiente del primer componente, viene determinado por el elemento del autovector correspondiente al mayor autovalor; el coeficiente del segundo componente se obtiene del elemento del autovector con el segundo autovalor más alto, y análogamente para el resto de los componentes.

Los componentes con bajos autovalores contribuyen poco en la explicación de las variaciones, razón por la cual pueden ser eliminados sin perder información significativa, lo cual reduce la dimensión de los datos, así como también el ruido de los mismos.

El modelo de duración por componentes principales selecciona los factores o variables antes mencionados en función de su contribución a la variación total de las tasas de interés, y la sensibilidad de un portafolio ante tales factores de riesgo se determina por la duración y convexidad de componentes principales, las cuales son calculadas utilizando la primera y segunda derivada del precio del activo con respecto a cada uno de los tres factores principales:

$$PCD(i) = -\frac{1}{P} \frac{\partial P}{\partial c_i} \quad i = h, s, c \quad (2.11)$$

$$PCC(i, j) = -\frac{1}{P} \frac{\partial^2 P}{\partial c_i \partial c_j} \quad i, j = h, s, c \quad (2.12)$$

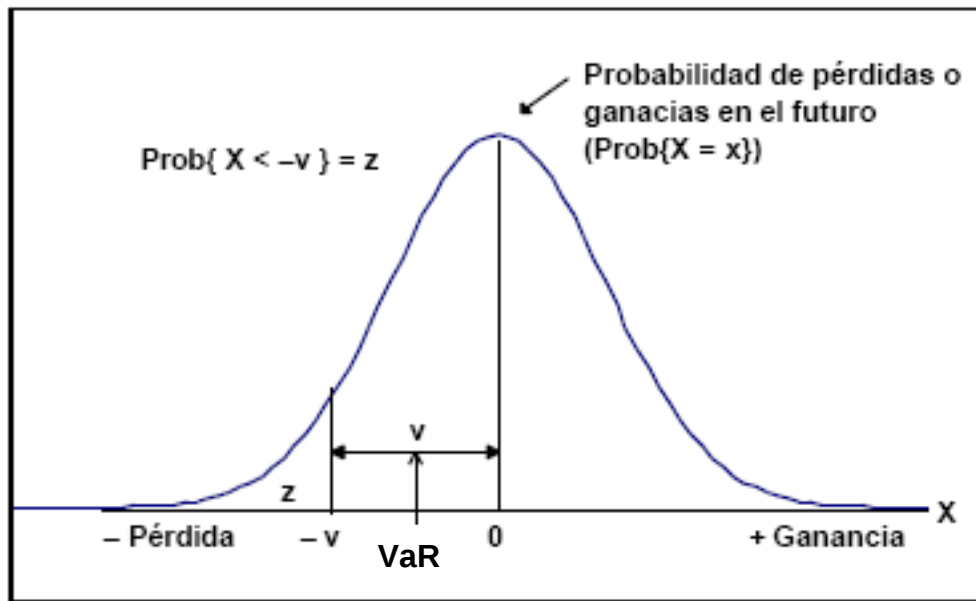
Por consiguiente, se tienen tres medidas de duración y tres medidas de convexidad para describir el riesgo de un activo de renta fija.

II.6.7 *Value at Risk*

Siguiendo a Knop (2004), el *Value at Risk* (VaR) es una medida de riesgo que indica la “máxima pérdida probable de una cartera para un nivel de confianza determinado en un horizonte temporal especificado”.

En este sentido, cabe destacar que la “máxima pérdida probable” esta vinculada a movimientos normales del mercado, por tanto, quedan excluidas las crisis. Aunado a ello, la cuantificación de las pérdidas potenciales se asocia a un nivel de confianza estadístico previamente definido, dentro de un horizonte temporal particular. El nivel de confianza se refiere a la probabilidad de que la materialización de las pérdidas dentro de un portafolio, supere la cifra estimada por el VaR (z en la Figura 4.2), y es predeterminado por el analista. Por ejemplo, un nivel de confianza al 95%, indica que en un 5% de los casos la máxima pérdida puede ser superior al VaR.

Figura 2.4



Por su parte, el horizonte temporal es establecido igualmente por el analista a fines de calcular el VaR, y constituye el período desde el presente hacia el futuro para el cual se desea estimar la máxima pérdida probable (Knop, 2004).

En general este horizonte temporal es asociado al tiempo que se requiere para vender las posiciones dentro del portafolio, o ejecutar estrategias de cobertura de riesgos, por ende, el mayor o menor horizonte va a depender si se tiene un portafolio de *trading* (transacciones de corto plazo) o un portafolio estructurado de largo plazo.

De este modo, es necesario resaltar que el VaR no constituye un sistema de cálculo, sino una metodología que cuenta con diversas vertientes, donde el resultado puede expresarse en unidades monetarias.

Entre las principales corrientes de la metodología VaR destacan:

1) Simulación histórica

Esta modalidad parte de la premisa en que la variación futura de los precios de las variables relevantes del portafolio tendrá un comportamiento similar al experimentado en su evolución histórica, sin que tales variaciones asuman alguna forma funcional en particular y sin asumir correlaciones entre las variables. De este modo, se calcula un vector de ganancias y pérdidas en función del valor de mercado del portafolio, en base a las variaciones de los precios observadas en el pasado (Knop, 2004).

En este sentido, una vez determinados tanto el horizonte temporal, como el nivel de confianza estadístico, se procede a calcular las tasas de variación en las series históricas de la variable consideradas como factores de riesgo, como por ejemplo los rendimientos. Así:

$$\Delta\% = \ln\left(\frac{yield_i}{yield_{i-1}}\right) \quad (2.13)$$

Posteriormente se aplican tales variaciones al valor actual del instrumento, lo cual conduce a la obtención de una serie de escenarios simulados que permite obteniendo así una serie de ganancias y pérdidas simuladas, al cual se asocia el percentil correspondiente al nivel de confianza previamente seleccionado por el analista.

2) VaR paramétrico

Esta vertiente parte del supuesto de normalidad, y se obtiene multiplicando el valor de mercado del instrumento o del portafolio, por la volatilidad de la variable financiera a considerar, y por el número de desviaciones típicas (de acuerdo al nivel de confianza correspondiente a la distribución normal):

$$VaR = VM \times \sigma_p \times Nivel\ de\ Confianza \times \sqrt{n} \quad (2.14)$$

Cabe destacar que esta metodología única es empleada para activos no asociados a riesgo de tasa de interés. En caso de que dicho riesgo este presente, surgen varias consideraciones metodológicas las cuales generan dos subdivisiones:

2.1) VaR paramétrico basado en sensibilidades: esta metodología considera las sensibilidades calculadas en forma numérica, conjuntamente con un vector de volatilidades, lo cual permite obtener un VaR por *bucket* de la variable (Knop, 2004).

2.2) *Riskmetrics*: este enfoque consiste en la descomposición de la curva en vértices estándar (Knop, 2004), a los cuales se asigna un flujo de caja. Dichos vértices coinciden con una serie de plazos al vencimiento predeterminados lo cual facilita el análisis de la evolución de cada instrumento dentro del portafolio. Para ello se hace un “mapeo” o distribución de los flujos a lo largo de los diversos plazos, para luego calcular las volatilidades correspondientes a cada uno, aproximándolas así a la volatilidad precio, las cuales aplicadas al valor actual de todos los flujos, permite la obtención del VaR.

3) VaR por simulación de Montecarlo

Según esta óptica la obtención del VaR implica la simulación de escenarios de la economía en los distintos momentos del tiempo (Knop, 2004). De este modo, se simulan los estatus de las variables que afectan al instrumento o al portafolio, las cuales se denominan factores de riesgo. Por

ende, un escenario particular surge de cambios simulados del grupo de factores de riesgo bajo consideración.

Tales escenarios estarán representados con un valor, que derivan de un proceso de generación de números aleatorios para su posterior análisis. Para ello, se requiere que la dinámica de los factores de riesgo sea representada por modelos de evolución, bajo una distribución de probabilidades en particular.

La diferencia con respecto a la simulación histórica reposa en el modo de obtener los escenarios. La primera genera escenarios en función del comportamiento histórico de los datos (factores de riesgo), suponiendo que la distribución que mejor se ajusta a los datos es aquella indicada por la frecuencia histórica de los mismos. Por ende, para la generación de escenarios se necesita obtener la serie histórica de los factores a considerar.

Por su parte, siguiendo a Knop (2004) los escenarios bajo la simulación de Montecarlo toma en cuenta una distribución de probabilidades dada, donde los escenarios son una muestra pseudos aleatoria dentro de la distribución considerada, la cual va a estar definida por diversos parámetros (tales como la matriz de varianzas y covarianzas, velocidades y tasa de reversión a la media, entre otros)

III. El Sistema Financiero Venezolano

El Sistema Financiero Venezolano está enmarcado en una economía emergente, caracterizada por una considerable volatilidad en sus principales variables y con políticas que están en función de la dependencia económica al sector petrolero principalmente. Tal volatilidad en la mayoría de las variables económicas y financieras, resultan ser un factor relevante en la toma de decisiones de inversión en el mercado doméstico, objeto de nuestro estudio.

En este contexto, los agentes participantes en el mercado financiero local, y en especial la Banca Venezolana, se desenvuelven en un escenario inconstante, sujeto a medidas y/o regulaciones a las cuales han tenido que adaptar sus operaciones. Es por ello que antes de abordar nuestro análisis, resulta pertinente hacer una descripción del escenario financiero en el período bajo nuestra observación.

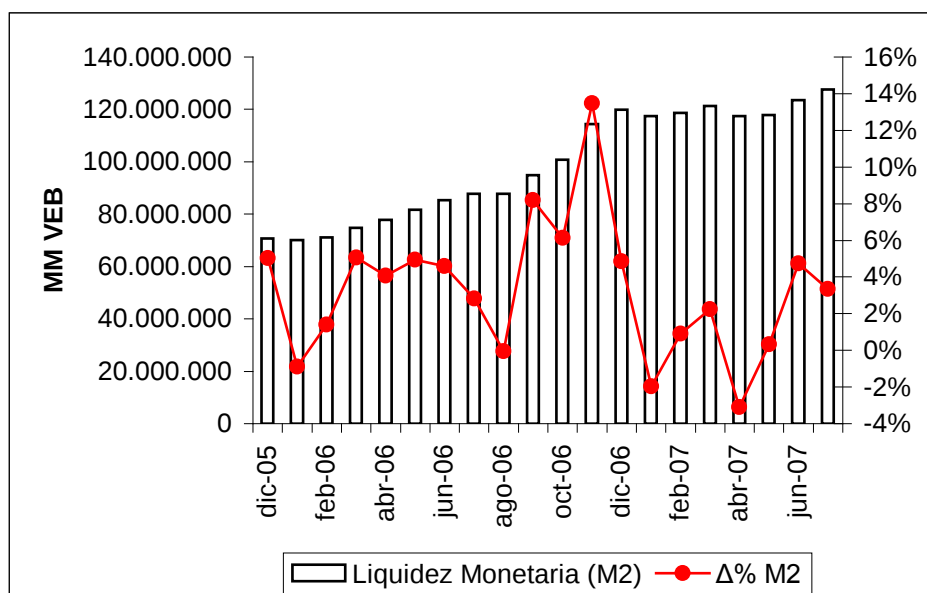
III.1 Comportamiento de los agregados monetarios

Desde el año 2005, el Gobierno Central ha contado con excedentes fiscales producto de una cada vez mayor recaudación tributaria por parte del SENIAT, conjuntamente con el paulatino ascenso de los precios de la Cesta Petrolera Venezolana, lo cual permitió mantener la política fiscal a lo largo del 2006 (año electoral). Aunado a ello, el mantenimiento del control de cambios, implantado desde febrero del año 2003; conjuntamente con el incremento de la demanda de saldos reales y la expansión del crédito, contrarrestaron las medidas de restricción de la liquidez por parte del manejo de la política monetaria del Banco Central de Venezuela (BCV), lo cual se

tradujo en incrementos de la liquidez en manos del público (Mercantil Servicios Financieros, 2006).

Al cierre del año 2005, la liquidez monetaria (M2) se ubicaba en 71 billones de Bolívars, y durante el año 2006, mostró un incremento de 69,35%, cerrando en diciembre del 2006 en 119 billones de Bolívars.

Gráfico 3.1 Liquidez Monetaria y Variación ($\Delta\%$)



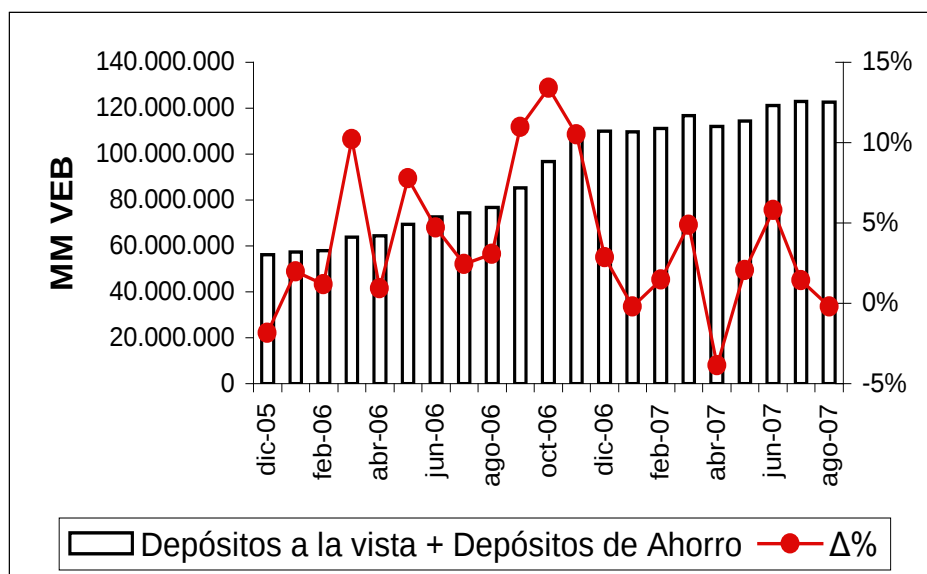
Fuente: BCV; Cálculos Propios

No obstante, tal crecimiento de M2 experimentó una desaceleración durante el año 2007, en vista de la presión que venía ejerciendo la misma en el nivel general de precios, y por consiguiente iba en detrimento de las metas inflacionarias en agenda. De igual forma, la paulatina depreciación del Bolívar con respecto al Dólar en la cotización tipo de cambio permuta, diseminó la necesidad de un control más riguroso de la liquidez por parte del Gobierno y BCV, lo cual se tradujo en una menor expansión fiscal relativa al año anterior; un mayor otorgamiento de divisas por parte de CADIVI, ente regulador y coordinador del control de cambios; nuevas emisiones de deuda

(Bono del Sur II y bonos de PDVSA); y por último, se implantó un nuevo mecanismo de tributación petrolero, todo lo cual en conjunto contribuyó a desacelerar el crecimiento de la liquidez. Como consecuencia de ello, en julio del 2007 ésta variable se ubicó en 128 billones de Bolívares, 6,42% más que al cierre del 2006.

Desde la implementación del control de cambios en el 2003, el comportamiento de la liquidez ha estado vinculado al crecimiento de los Depósitos a la Vista y Depósitos de Ahorros en la Banca Venezolana. Así, como se evidencia en el Gráfico 3.2 en comparación con el 3.1, la liquidez ha tenido un comportamiento análogo a la evolución de estos depósitos. Al cierre del año 2005, ambos depósitos sumaban 56 billones de Bolívares, incrementándose en 95,62% a lo largo del 2006 (cerrando en 110 billones de Bolívares).

Gráfico 3.2 Depósitos a la Vista + Depósitos de Ahorro y Variación ($\Delta\%$)



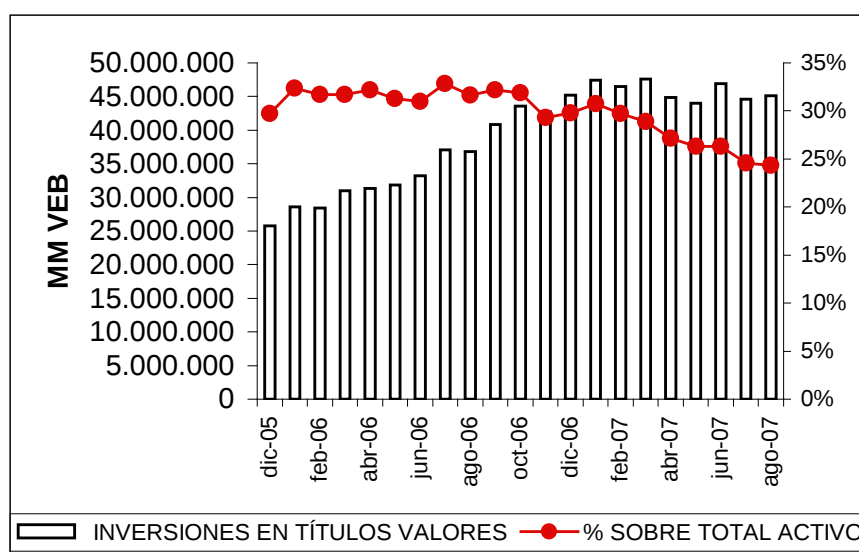
Fuente: SUDEBAN; Cálculos Propios

Posteriormente, este crecimiento tomo un ritmo más lento, de modo que en julio del 2007, dichos depósitos se ubicaban en 123 billones de Bolívares, materializando un incremento de 11,79% con respecto al cierre del año anterior.

III.2 Comportamiento de las inversiones

El escenario local, en función de las opciones de inversión, así como también las medidas y/o regulaciones implementadas a lo largo del período de estudio (reseñadas más adelante en el presente capítulo), acarrearón como corolario significativas variaciones en el tamaño y composición del portafolio de inversiones del Sistema Financiero. Al cierre del año 2005, el total de las inversiones en títulos valores dentro de los balances de las instituciones financieras en el sistema, ascendía a casi 26 billones de Bolívares, experimentando un crecimiento de 75,74% a lo largo del 2006, cerrando en 45,24 billones de Bolívares.

Gráfico 3.3 Inversiones en Títulos Valores y % Sobre Total del Activo

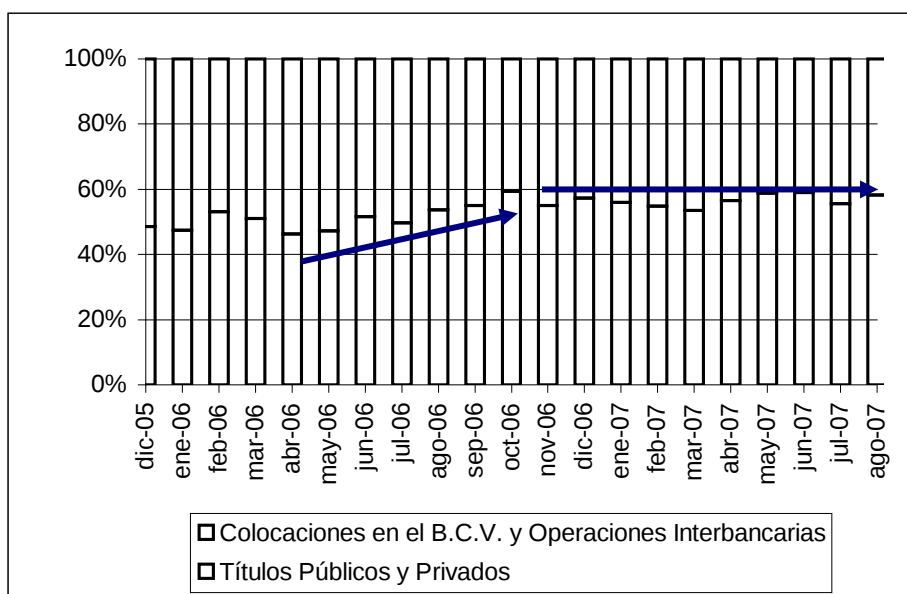


Fuente: SUDEBAN; Cálculos Propios

Tal crecimiento obedece, entre otros factores, a la incorporación de las inversiones cedidas dentro de los balances, las cuales por el lado de los pasivos, se empezaron a incluir entre las captaciones del público, y por el lado de los activos dentro de las inversiones en títulos valores. Aunado a ello, cabe destacar las emisiones de Deuda Pública Nacional (DPN) a lo largo del 2006. Todo ello, provocó un incremento de la cartera de inversiones, a pesar de la reducción de los rendimientos, en comparación a los retornos de la cartera de créditos.

La mencionada reducción en los niveles de rendimientos, responde principalmente a la acrecentada expansión de la liquidez a lo largo de éste período, aunado a la recomposición de los portafolios de inversión a favor de los instrumentos emitidos por la República (Gráfico 3.4), cuyos rendimientos se ubicaban en niveles inferiores en relación a años anteriores.

Gráfico 3.4 Colocaciones vs. Títulos (% Sobre Total Inversiones en Títulos Valores)



Fuente: SUDEBAN y Cálculos Propios

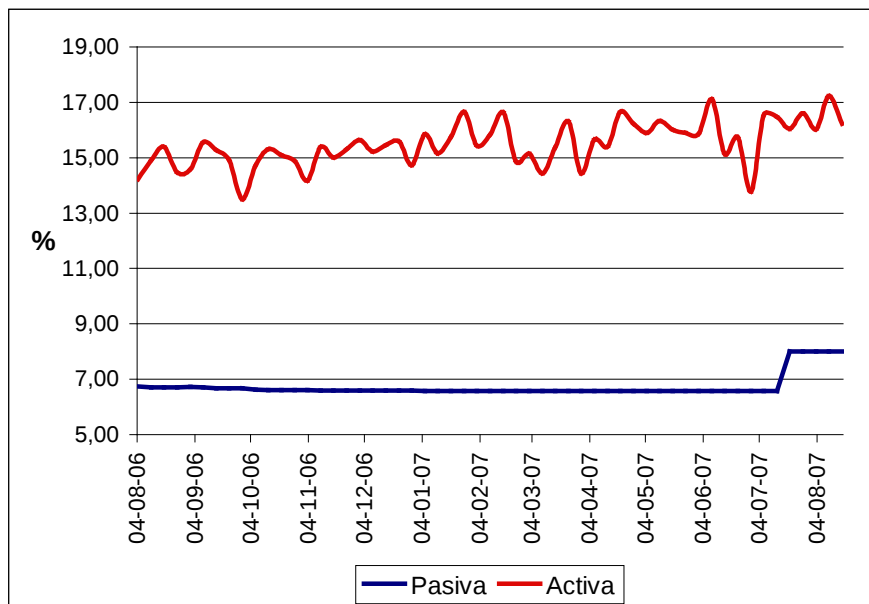
Aún cuando las inversiones en títulos valores mostraron un considerable incremento a lo largo del 2006, tal comportamiento no se replicó durante el año 2007. Al final de julio del mismo año, esta porción del balance descendió a 44,56 billones de Bolívares, materializando un retroceso equivalente a -1,5% con respecto al cierre de diciembre de 2006; con una concentración de 55,6% en Títulos Públicos y Privados, y el 44,4% restante en colocaciones en el BCV y operaciones interbancarias (Gráfico 3.4).

III.3 Nuevas regulaciones al Sistema Financiero Venezolano

De acuerdo a la política de mayor control por parte de las autoridades sobre los mercados financieros, y en general sobre el desenvolvimiento del Sistema; el marco legal que regula las actividades del sector experimentó algunas modificaciones a lo largo del período observado (Mercantil Servicios Financieros, 2007).

Durante el año 2006, se evidenciaron dos modificaciones en los topes máximos y mínimos a las tasas de interés del Sistema Financiero. La primera de ellas se materializó en febrero, cuando el BCV redujo las tasas de las operaciones de mercado abierto (OMA), estableciendo en 10% para el plazo de 28 días, y 9,25% para 14 días. Por su parte, las operaciones de reportos, anticipos y redescuentos mantuvo el nivel en 28,5%. En este sentido, se estableció como piso de la tasa pasiva para los depósitos de ahorro, la tasa de las operaciones de absorción a 28 días menos 350 puntos básicos (pbs), es decir, 6,5%, en tanto que los depósitos mayores a 28 días, no podrían ser inferiores a la tasa de absorción a 28 días (10%). En cuanto a las tasas activas, se mantuvo el nivel de 50 pbs por debajo del 28,5%, es decir 28% (Mercantil Servicios Financieros, 2006).

Gráfico 3.5 Evolución de las tasas de interés Agosto 2006 – Agosto 2007



Fuente: BCV

Posteriormente, en septiembre del mismo año fueron desvinculadas las tasas mínimas para operaciones pasivas de las tasas que aplican para las operaciones de absorción del BCV. Sin embargo, se mantuvo el 10% como mínimo para los depósitos a plazo e inversiones cedidas, sin importar el plazo de la operación, mientras que la tasa para depósitos de ahorro sostuvo el nivel de 6,5%, y el tope de la tasa activa se mantuvo igualmente en 28%.

Aunado a las nuevas medidas relativas a las tasas de interés, las nuevas regulaciones cubrieron de igual forma lo relativo a los niveles de encaje legal. En vista del vertiginoso crecimiento de la liquidez en el Sistema Financiero experimentado a lo largo del 2006, el BCV tuvo una participación aún más activa en el manejo de la política monetaria a través de las OMA's; sin embargo como medida adicional, modificó el nivel de encaje legal en febrero del mismo año. Así, el nuevo nivel fue establecido en 5% un mes

más tarde, con incrementos cada cuatro semanas de 0,5% hasta llegar a un tope equivalente a 15%.

En mayo de 2006 año hubo tres modificaciones importantes que afectaron el balance de la Banca Venezolana, a saber: primero, la Superintendencia de Bancos y Otras Instituciones Financieras (SUDEBAN) aprobó la transferencia con periodicidad trimestral hacia el balance, de los saldos de las inversiones cedidas, empezando las mismas en julio (mes en el que se estableció un encaje marginal equivalente al 30% en función del incremento de las captaciones y estas inversiones cedidas) con un máximo de 20 trimestres (5 años) para finiquitar el proceso de transferencia de estos fondos. Segundo, y en vista de las (para entonces) futuras emisiones de DPN, el directorio del BCV acordó modificar los niveles máximos permitidos relativos a las posiciones en moneda extranjera en relación a los recursos propios de las instituciones dentro del Sistema Financiero. De este modo, dicho límite fue incrementado de 15% a 30%. Y por último, la SUDEBAN modificó el Índice de Solvencia Patrimonial, reduciéndolo de 10% a 8%, restándole del activo total, los títulos valores emitidos por la República.

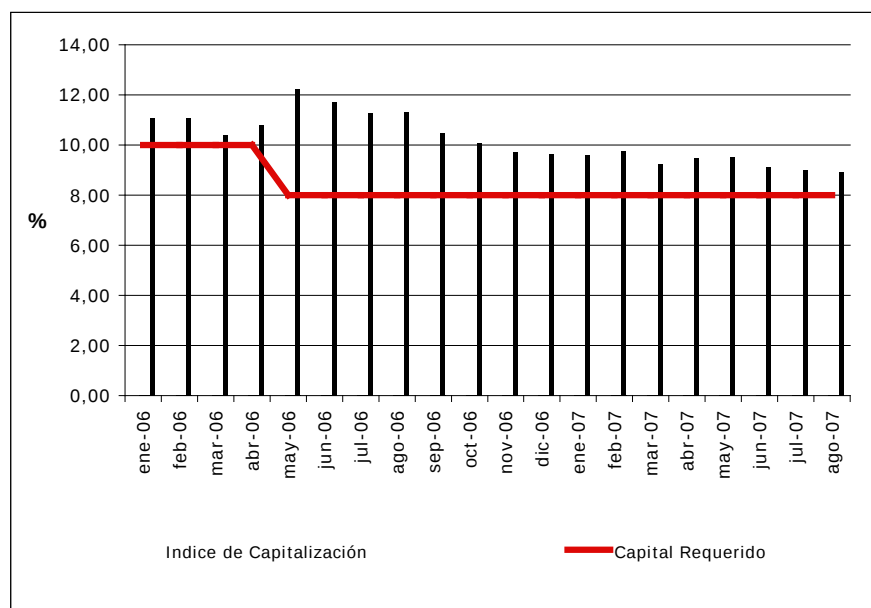
A inicios del año 2007, el BCV exoneró a las instituciones financieras con operaciones sujetas a encaje inferiores a los Bs. 90 millardos, de mantener un encaje mínimo de 30% por el incremental de sus obligaciones netas y el encaje establecido para las inversiones cedidas respecto a su base de reservas, siempre y cuando ambos montos incrementales no superen la cifra antes mencionada. Consecutivamente, en marzo se ajustó la medida al establecer que cuando la suma de las obligaciones netas más las inversiones cedidas que mantenga semanalmente supere los Bs. 90 millardos y, en adición, la base de reservas al 14 de julio de 2006 de las obligaciones netas mas las inversiones cedidas sea igual o inferior a dicha cifra, deberá mantener un encaje mínimo de 15% para las obligaciones netas y para las inversiones cedidas.

Por último, en mayo de 2007, se retomó la discusión relativa a las inversiones cedidas, por lo cual fue modificado el lapso establecido para finiquitar las transferencias de las mismas, a una frecuencia mensual no mayor a 49 meses.

III.4 Índices de Capitalización

Durante el período en observación el Sistema Financiero Venezolano pudo cumplir con comodidad los índices de capitalización requeridos por la SUDEBAN. Destaca en este período la modificación de la metodología y nivel de requerimiento a partir de mayo de 2006. En este sentido, el índice de solvencia patrimonial pasó a ser calculado como el cociente entre el patrimonio más la gestión operativa sobre el total de los activos, sin incluir las inversiones en títulos valores emitidos por la República (DPN), y cuyo nivel pasó de 10% a 8% (Gráfico 3.6). En este sentido, en mayo de 2006 el Sistema Financiero se ubicó 4,41% por encima del nuevo requerimiento.

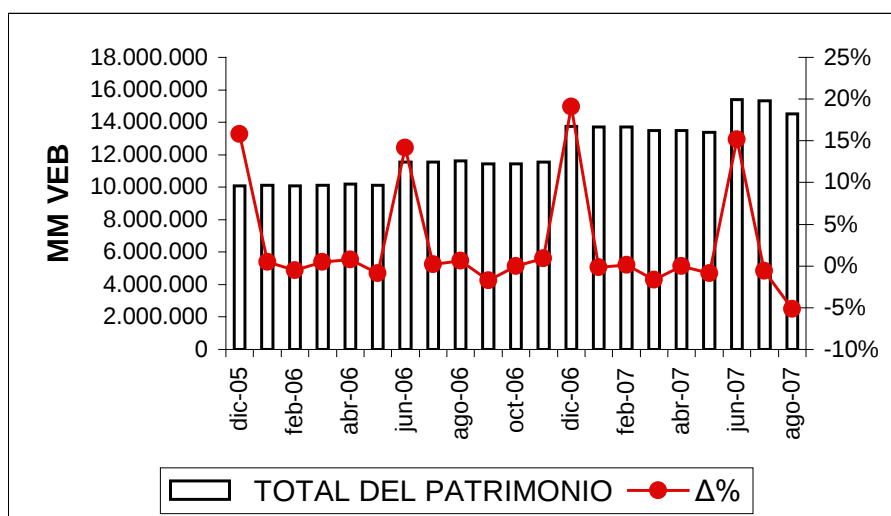
Gráfico 3.6 Evolución del Índice de Capitalización Enero 2006 – Agosto 2007



Fuente: SUDEBAN y Cálculos Propios

Por su parte, el patrimonio más la gestión operativa cerró en junio de 2006 en niveles cercanos a Bs. 12 billones (Gráfico 3.7), con un índice de solvencia patrimonial equivalente a 11,9%.

Gráfico 3.7 Evolución del Patrimonio Diciembre 2005 – Agosto 2007



Fuente: SUDEBAN y Cálculos Propios

En junio 2007, el patrimonio total del Sistema Financiero ascendió a más de Bs. 15 billones, materializando un incremento de 33,53% relativo al mismo mes de 2006. Por su parte la solvencia patrimonial se ubicó en 9,27%, 0,54% menos que al cierre de 2006. No obstante, representa un nivel relativamente holgado, dado el requerimiento equivalente al 8%.

III.5 Endeudamiento Doméstico

Durante el período bajo observación el comportamiento del endeudamiento interno fue mixto. A inicios del 2006 el Gobierno se encontraba relativamente holgado en cuanto a disponibilidad de recursos, por lo cual la emisión de DPN y Letras del Tesoro no alcanzó montos significativos. De este modo, fue en el mes de mayo del mismo año cuando

se reanudaron las emisiones de DPN bajo el formato de bonos TIF (descritos en el siguiente apartado), de los cuales se colocaron casi Bs. 2.000 millardos hasta junio, aunado a adjudicaciones directas que ascendieron a Bs. 300 millardos aproximadamente. Posteriormente en julio se aprobaron Bs. 6.600 millardos con características similares a la emisión previa de TIF.

Luego en octubre de este mismo año, fueron aprobados Bs. 1.720 millardos de Títulos de Interés y Capital Cubiertos (TICC) con vencimiento en el año 2017, como parte de la emisión del Bono del Sur, resultando atractivos al mercado en vista de que estos bonos tienen como característica la cobertura de capital contra eventuales devaluaciones.

Una vez iniciado el 2007 el Gobierno contaba aun con suficientes recursos provenientes de la mayor recaudación tributaria interna conjuntamente con el incremento de los ingresos del sector petrolero (Mercantil Servicios Financieros, 2007), mejorando entonces las amortizaciones de deuda tanto interna como externa. En este contexto, solo se apreciaron dos emisiones de DPN en febrero: la primera de bonos TIF con vencimiento en el año 2012; y la segunda de bonos TICC con vencimiento en el año 2019, como parte del Bono del Sur II. Aunado a ello, no se evidenciaron subastas de Letras del Tesoro hasta inicios de septiembre.

Tabla 3.1 Monto en circulación de DPN al 23-Ago-2007

Títulos	Monto en Circulación (VEB)
VEBONOS	17.761.961.928.227
TIF	8.761.451.810.486
TICC	3.936.325.511.250
Total DPN	30.459.739.249.963

Fuente: Ministerio de Finanzas

De esta manera a finales del mes de agosto, el monto en circulación de DPN ascendió a Bs. 30,45 billones (Tabla 3.1)

III.6 Títulos de Interés Fijo (TIF)

A inicios de mayo del 2006, el Ministerio de Finanzas anunció un esquema final de amortización de la porción restante en circulación de los Bonos Brady (equivalente al 75% aproximadamente), conjuntamente con la amortización de préstamos bilaterales y obligaciones con organismos multilaterales. De este modo, se daría inicio a un proceso de reordenamiento de la deuda interna con una nueva emisión de deuda a partir del mismo mes.

Es así como mediante el Decreto N° 4.463, Gaceta Oficial N° 38.432 del 09/05/2006; se dio inicio a las adjudicaciones de bonos DPN (suspendida desde finales del año 2005) bajo un nuevo esquema denominado Título de Interés Fijo (TIF). Tal como su nombre lo indica, estos bonos son de rendimiento o cupón fijo, el cual fue definido por el Ministerio de Finanzas, a diferencia de los bonos DPN predecesores, los cuales empleaban como tasa referencial la Tasa Activa de Mercado (TAM) con revisiones trimestrales; y de los VEBONOS, cuyos cupones están en función de las Letras del Tesoro con vencimiento a 91 días más 250 pbs. No obstante, la periodicidad de pago del cupón es trimestral, análoga a los VEBONOS; y están sujetos a redención anticipada (rescate antes de la fecha de vencimiento).

En mayo de 2006 fueron emitidos seis (6) de las doce (12) series de TIF que actualmente se encuentran en circulación; abarcando plazos entre los años 2011 y 2015. Posteriormente en julio de ese mismo año, fueron emitidas cinco (5) series más, con plazos de vencimiento entre los años 2016 y 2020; cerrando las emisiones de los mismos en febrero del 2007 con

la última serie emitida hasta los momentos, con vencimiento en diciembre de 2012.

La emisión de estos nuevos bonos de la DPN resultaba oportuna para el Gobierno Central, en tanto que le permitía reorganizar el esquema de pagos de Deuda Interna, distribuyendo los vencimientos a plazos relativamente más largos, contribuyendo en paralelo a la creación de una curva de rendimientos referencial para el mercado de deuda doméstico. No obstante, aún cuando el rendimiento de estos bonos resultaba atractivo dentro del lapso histórico en estudio; la posesión de los mismos dentro de los portafolios de inversión resulta ser una apuesta incierta para la banca en términos de impacto patrimonial, en vista de que su característica principal reposa en un cupón o rendimiento fijo.

Tabla 3.2 Característica Principales de los bonos TIF

Bonos	Fecha		Monto en Circulación (MM VEB)	Cupon Fijo %	Periodicidad
	Emisión	Vencimiento			
TIF032011	08/05/2006	03/03/2011	545.730	9,25	Trimestral
TIF072011	08/05/2006	07/07/2011	574.422	9,38	Trimestral
TIF062012	08/05/2006	28/06/2012	555.390	9,50	Trimestral
TIF052013	08/05/2006	03/05/2013	602.430	9,63	Trimestral
TIF122014	08/05/2006	25/12/2014	652.028	9,75	Trimestral
TIF112015	08/05/2006	13/11/2015	580.250	9,88	Trimestral
TIF102016	17/07/2006	06/10/2016	703.514	9,88	Trimestral
TIF102017	17/07/2006	05/10/2017	1.337.500	9,88	Trimestral
TIF052018	17/07/2006	11/05/2018	645.000	9,88	Trimestral
TIF082019	17/07/2006	02/08/2019	1.282.500	9,88	Trimestral
TIF102020	17/07/2006	15/10/2020	865.000	9,88	Trimestral
TIF122012	13/02/2007	06/12/2012	417.688	9,50	Trimestral
Total			8.761.452		

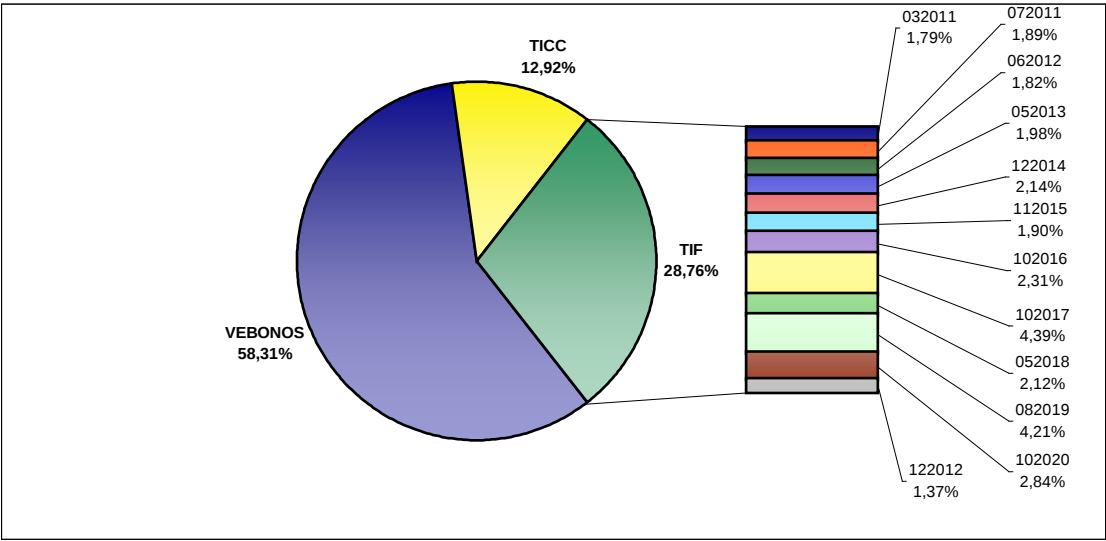
Fuente: Ministerio de Finanzas

En este sentido, en vista del carácter cíclico de la economía venezolana, lo cual a su vez incide en las variables financieras, entre ellas los niveles de las tasas de interés, resulta riesgoso poseer títulos de interés

fijo, en tanto que un incremento de las tasas o rendimientos esperados por los inversionistas no solo conducirían a materializar depreciaciones de estos bonos, sino también podrían perder atractivo y por ende liquidez, al ofrecer un rendimiento invariable en un escenario de tasas eventualmente superiores a los que estos ofrecen. Por consiguiente, la presencia de estos instrumentos dentro de los portafolios de inversión del Sistema Financiero Venezolano requiere especial atención.

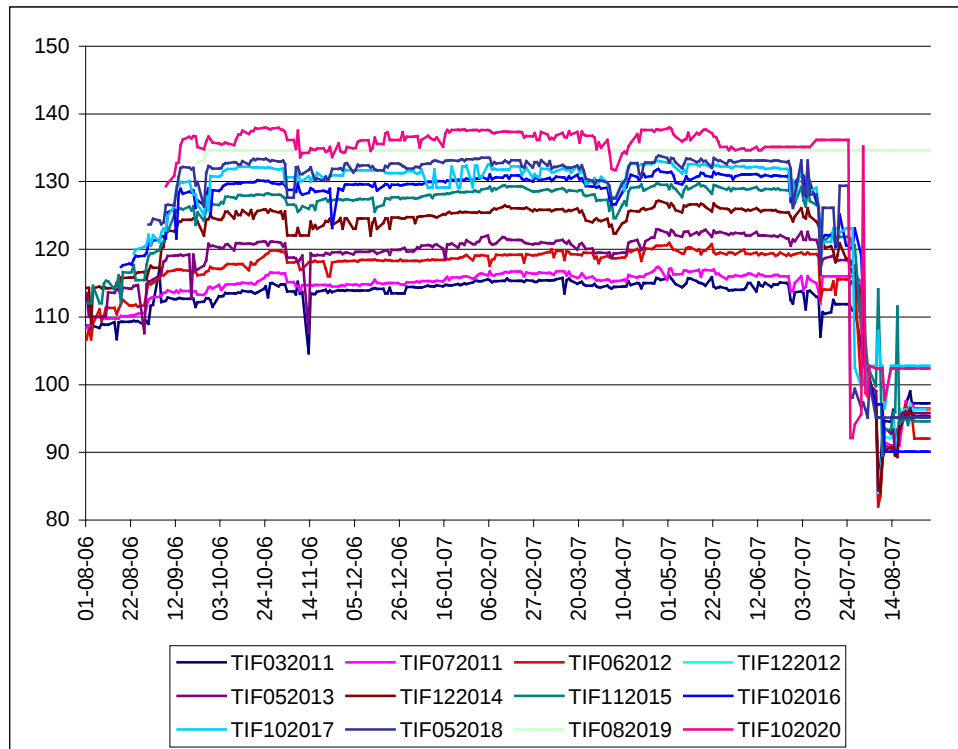
Cabe destacar que al 23 de Agosto del 2007, el total en circulación de los bonos TIF era equivalente a Bs. 8,76 billones, representando un 28,76% del total de la Deuda Interna a la fecha (Gráfico 3.5).

Gráfico 3.8 Proporción de TIF sobre Total DPN al 23-Ago-2007



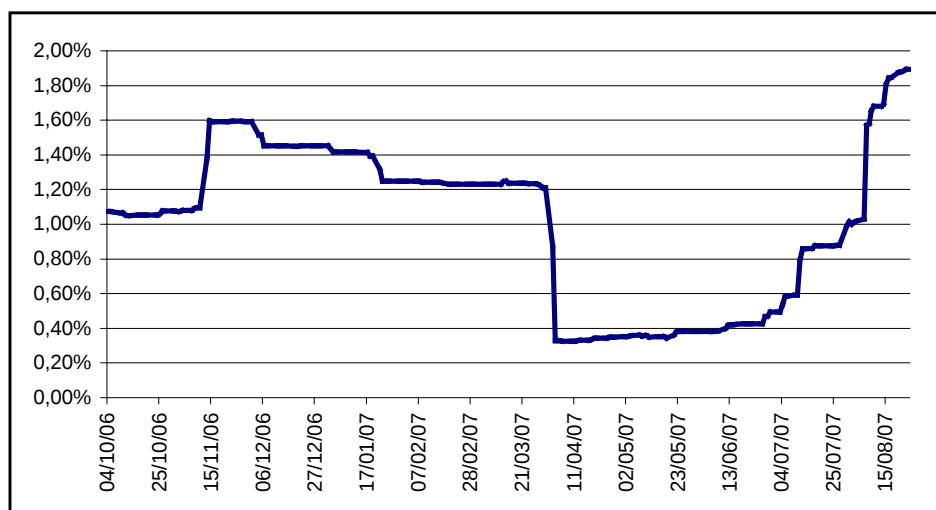
Fuente: Ministerio de Finanzas; Cálculos propios

Gráfico 3.9 Evolución de precios de los bonos TIF (Agosto 2006 – Agosto 2007)



Fuente: Reuters

Gráfico 3.10 Volatilidad precio (100 días) del bono TIF marzo 2011 (Octubre 2006 – Agosto 2007)



Fuente: Reuters

IV. Riesgo de Tasa de Interés de los Bonos TIF

En vista de la continua evolución de los mercados financieros, con especial atención a los mercados de renta fija; surge la necesidad de analizar e interpretar los mecanismos que influyen en la dinámica de las curvas de rendimientos dentro de una economía, en tanto que los niveles de las tasas de interés no sólo indican la rentabilidad de los instrumentos financieros dentro de este mercado, sino también representan el factor de descuento que permite determinar los precios en un momento dado. En este sentido, las variaciones en los niveles de las tasas de interés representan un factor de riesgo para los inversionistas, en tanto que incrementos en tales niveles se traducen en reducción de los precios y por consiguiente, en pérdidas que pudiesen vulnerar el patrimonio de los mismos.

Por esta razón nos vimos motivados a analizar la dinámica de la curva de rendimientos en el Sistema Financiero Venezolano empleando los bonos TIF, en tanto que la diversidad de plazos de vencimientos (de cuatro a trece años) con los que estos cuentan, permite marcar niveles de rendimientos referenciales a corto, mediano y largo plazo. De este modo, describimos la dinámica de la curva de rendimientos de los bonos TIF mediante el procedimiento estadístico conocido como Análisis de Componentes Principales (descrito en detalle más adelante en el presente capítulo), el cual nos pareció ventajoso, en vista de que permite captar la mayor variación de los datos originales, concentrándola en unas pocas variables sintéticas, simplificando así nuestro análisis.

Posteriormente, calculamos el *Value at Risk* (VaR) en base a los resultados obtenidos, estimando así la máxima pérdida potencial para un horizonte temporal de un (1) día, lo cual a su vez nos permitió evaluar el impacto patrimonial en el Sistema Financiero Venezolano.

IV.1 Datos

Los datos analizados contemplan los precios de los bonos TIF (listados en la Tabla 4.1) desde agosto de 2006 hasta agosto de 2007. Dicho período fue seleccionado en vista de que fue a partir del 17 de julio de 2006 cuando se culminó la emisión de once (11) de las doce (12) series de TIF que hoy día circulan en el mercado local. De este modo se tomaron trece (13) meses de precios de todos los bonos TIF del sistema *Reuters*, siendo dichos precios resultado de la metodología *Reuters Composite Americas* (Ver Anexo 1).

Tabla 4.1 Bonos TIF considerados para el análisis
¡Error! Vínculo no válido.

Ulteriormente, en función de los precios y los cupones correspondientes a cada serie, se calcularon los *yield to maturity* para cada fecha. Aunado a ello, se obtuvieron los plazos remanentes (P_R) para cada *yield to maturity*, restando a la fecha de vencimiento (F_V) de cada bono la fecha a la cual correspondía cada precio y/o *yield* (F_i):

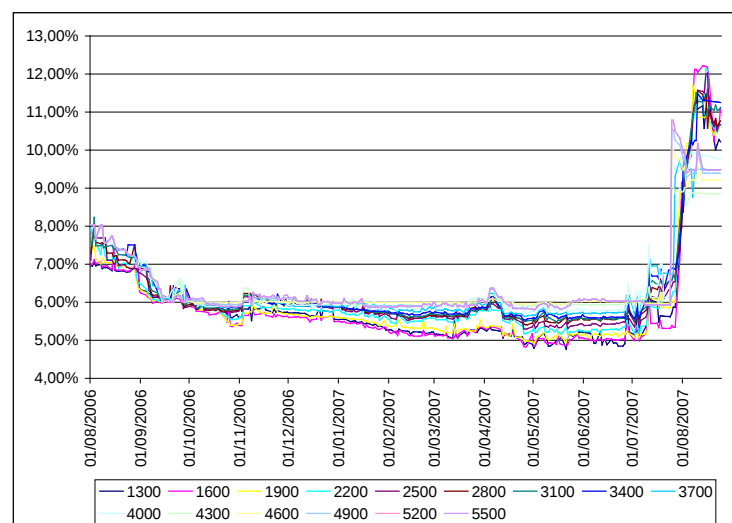
$$P_R = F_V - F_i \quad (4.1)$$

Cabe destacar que éste método de cálculo del plazo remanente, obedece a la convención o base de los bonos TIF, la cual es Actual/360, es decir, meses con días continuos y años en función de 360 días.

Una vez organizados los *yields* referenciales por día dentro del periodo bajo análisis conjuntamente con sus respectivos plazos remanentes, se procedió a la construcción de las curvas de rendimientos diarias, mediante un proceso de interpolación lineal entre las referencias encontradas en cada día. Para efectos de simplificación del análisis, se tomaron en consideración plazos referenciales a partir de 1300 días al

vencimiento, con incrementos sucesivos de 300 días hasta los 5500. Dicha tasa incremental resulta de una aproximación por defecto al promedio de la diferencia de días entre las diversas referencias encontradas para los días de la muestra. De este modo, obtuvimos una matriz de *yields* de 279 días por 15 plazos.

Gráfico 4.1 Rendimientos diarios de los bonos TIF (Agosto 2006 – Agosto 2007)



Fuente: Reuters; Cálculos Propios

Cabe destacar que en el análisis de curvas de rendimiento, se realiza un corte transversal de la serie temporal de rendimientos a los plazos seleccionados, para poder contrastar en una misma fecha los instrumentos de corto plazo, con aquellos de mayor plazo. Así, seleccionando una fecha cualquiera, por ejemplo el 8 de marzo de 2007, haciendo un corte transversal de los datos obtenemos la curva de rendimiento para esa fecha, tal como se muestra en el Gráfico 4.2.

Gráfico 4.2 Curva de Rendimientos al 8 de Marzo del 2007

¡Error! Vínculo no válido.

Fuente: Reuters; Cálculos propios

Ulteriormente en función de la matriz de *yields*, se construyó una matriz de variaciones de los mismos (matriz delta) para ser sometida al Análisis de Componentes Principales en vista de la ventajosa simplificación del análisis que éste brinda; calculando la variación de un (1) día con respecto al inmediato anterior, a partir de los datos del 2 de agosto de 2006:

$$\Delta\% = \ln\left(\frac{yield_i}{yield_{i-1}}\right) \quad (4.2)$$

Una vez obtenida la matriz delta, se procedió al análisis estadístico en dos períodos:

- Desde el 2 de agosto de 2006 hasta el 24 de julio de 2007; y
- Desde el 2 de agosto de 2006 hasta el 24 de agosto de 2007.

Dicha distinción deriva del incremento en los rendimientos evidenciados a partir del mes de julio de 2006, y por ende buscamos contrastar la dinámica de la curva de rendimientos de los bonos TIF, dados los nuevos niveles de rendimientos.

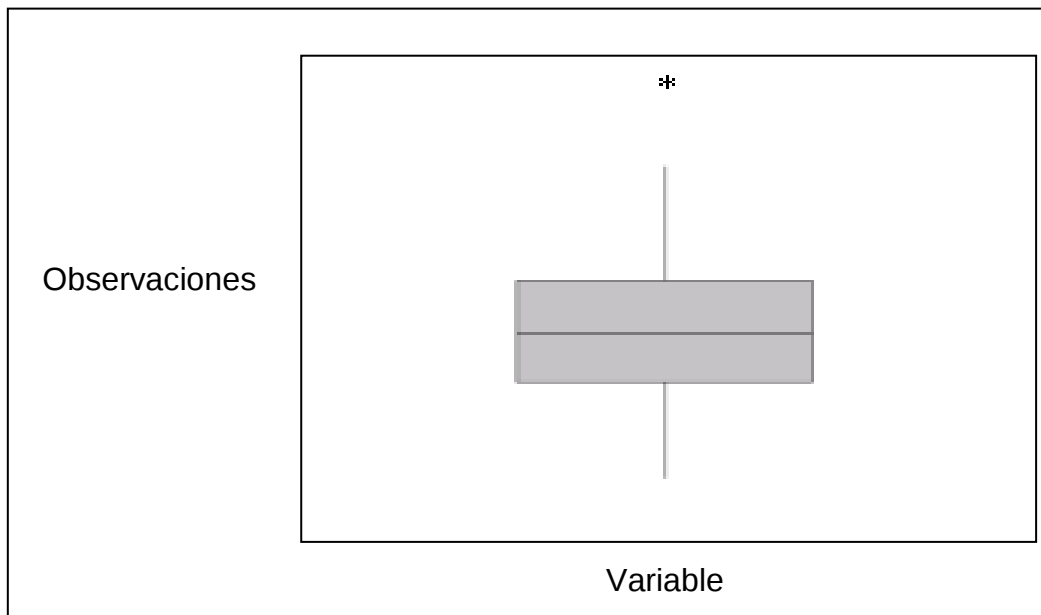
IV.2 Análisis exploratorio

Previo al análisis estadístico seleccionado (ACP), se procedió al análisis exploratorio de los datos recopilados mediante el software estadístico Minitab utilizando el análisis gráfico *boxplot*, también conocido como gráfico de caja y bigotes.

Siguiendo a Pérez (2004), esta herramienta permite analizar la simetría de los datos y detectar valores atípicos (*outliers*), mediante la división de los datos en diversas áreas, compuesta por una caja central

(Figura 4.1) que engloba al 50% de los datos, con una línea horizontal en el centro que representa la mediana. Por su parte los límites superiores e inferiores de la caja representan los cuartiles Q3 (donde el 75% de los datos son iguales o inferiores a este valor) y Q1 (donde el 25% de los datos son iguales o inferiores a este valor) respectivamente.

Figura 4.1 Gráfico *boxplot* para una variable

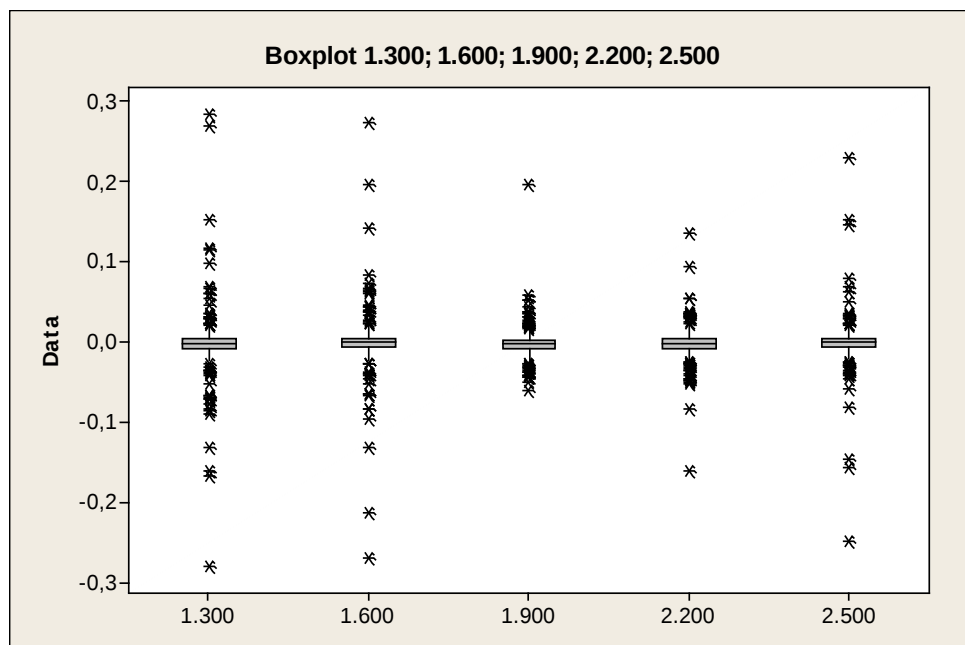


Por su parte, las líneas verticales tanto superior como la inferior representan los bigotes. El bigote inferior contempla valores desde el primer cuartil (Q1) hasta un límite dado por $Q1 - 1,5 \cdot (Q3 - Q1)$; mientras que el bigote superior abarca valores desde el tercer cuartil hasta un límite dado por $Q1 + 1,5 \cdot (Q3 - Q1)$.

En este sentido, el gráfico considera valores atípicos (*outliers*), los cuales se pueden ubicar por encima o por debajo de los bigotes, identificándolos como puntos alineados con la línea vertical central.

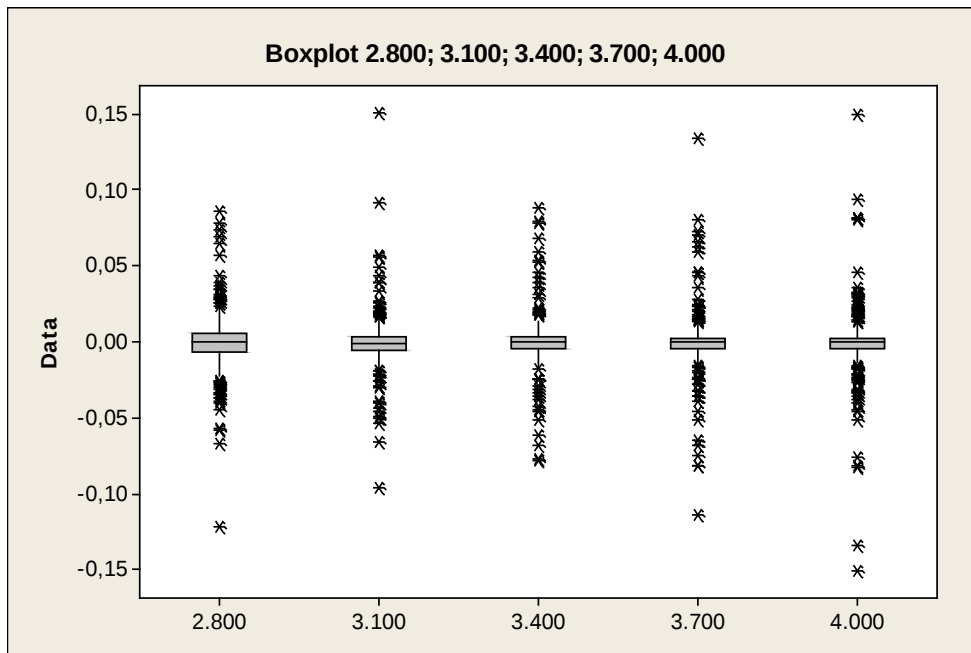
Aplicando el análisis gráfico múltiple en nuestros datos (Gráficos 4.3 al 4.5), encontramos que a lo largo de las observaciones de variaciones de los *yields* hasta el 24 de agosto de 2007, existen *outliers* producto de variaciones atípicas de los *yields* a lo largo del período bajo nuestra observación, lo cual puede derivar de dinámicas irregulares dentro del mercado de renta fija local para varios de los días en cuestión.

Gráfico 4.3 Boxplot para los plazos 1300, 1600, 1900, 2200 y 2500



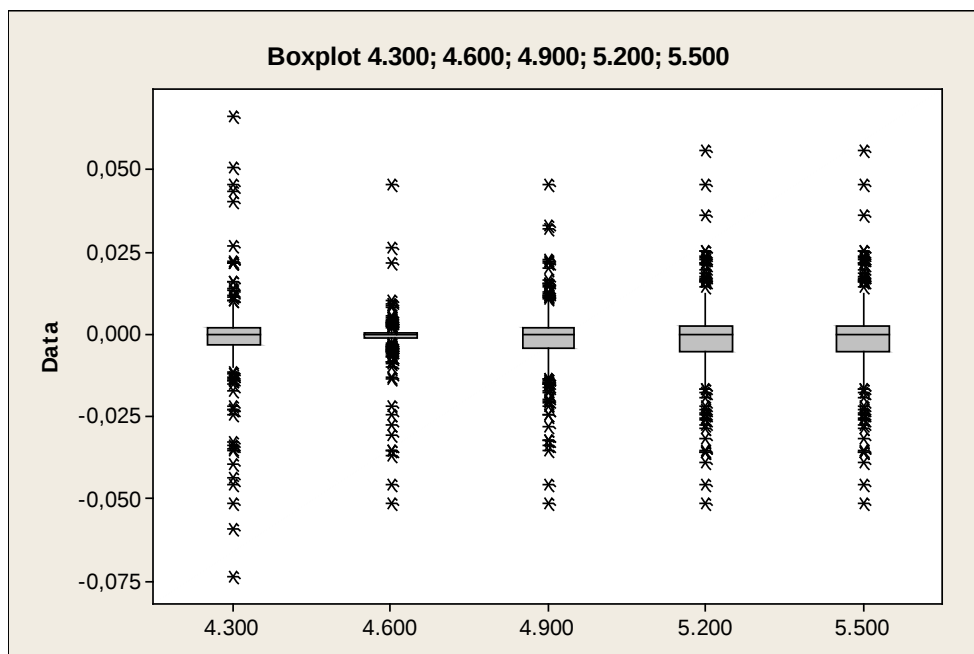
Fuente: Cálculos Propios

Gráfico 4.4 Boxplot para los plazos 2800, 3100, 3400, 3700 y 4000



Fuente: Cálculos Propios

Gráfico 4.5 Boxplot para los plazos 4300, 4600, 4900, 5200, 5500



Fuente: Cálculos Propios

IV.3 Análisis de Componentes Principales

Según Pérez (2004), el análisis de componentes principales (ACP) constituye una técnica de análisis estadístico multivariante, que contempla un método de reducción de la dimensión de la muestra, empleado cuando se dispone de un numero elevado de variables con datos cuantitativos a través de la combinación lineal de los mismos, obteniendo así nuevas variables denominadas componentes principales o factores, mediante los cuales se puede hacer un análisis más simplificado del fenómeno o problema estudiado.

De este modo, el objeto del ACP es la reducción de la dimensión original de un conjunto de variables (originales interrelacionadas), en un nuevo conjunto producto de una combinación lineal de las mismas (componentes principales), que permita una simplificación del análisis abarcando la máxima variación de las variables originales. Cabe destacar que la extracción de tales componentes se efectúa sobre variables con la misma escala o variables tipificadas.

Así, el ACP suele aplicarse a una muestra de n observaciones de p variables cuantitativas ($X_1, X_2, \dots, X_p$) inicialmente correlacionadas, las cuales permitirán obtener un numero $k \leq p$ de nuevas variables ($Z_1, Z_2, \dots, Z_p$) resultado de la combinación lineal de las variables iniciales, de modo que sus varianzas sean máximas, garantizando así una mayor capacidad explicativa. Siguiendo a Pérez (2004), las variables originales se pueden expresar matricialmente como:

$$\begin{bmatrix} Z_{11} \\ Z_{12} \\ \dots \\ Z_{1n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{21} & \dots & X_{p1} \\ X_{12} & X_{22} & \dots & X_{p2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{1n} & X_{2n} & \dots & X_{pn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{11} \\ u_{12} \\ \dots \\ u_{1p} \end{bmatrix} \quad (4.3)$$

A partir de la cual se pretende encontrar una combinación lineal:

$$Z_{1i} = u_{11}X_{1i} + u_{12}X_{2i} + \dots + u_{1p}X_{pi}$$

Abreviando:

$$Z_1 = u_1'X \quad (4.5)$$

Donde la media de Z_1 es cero, es decir: $E(Z_1) = E(Xu_1) = E(X)u_1 = 0$

La varianza de Z_1 viene dada por:

$$\text{var}(Z_1) = u_1'Vu_1 \quad (4.6)$$

De este modo, la primera componente (al igual que el resto), se obtiene de manera tal que su varianza sea máxima, sujeta a la restricción de que los pesos (u_{1j}) al cuadrado sea igual a la unidad (variable de ponderaciones normalizada).

En este sentido, se quiere encontrar Z_1 maximizando $\text{var}(Z_1) = u_1'Vu_1$ sujeta a la restricción:

$$\sum_{j=1}^p u_{1j}^2 = u_1'u_1 = 1 \quad (4.7)$$

Así, aplicando el multiplicador de Lagrange:

$$L = u_1'Vu_1 - \lambda(u_1'u_1 - 1) \quad (4.8)$$

Y derivando respecto a u_1 e igualando a cero, obtenemos:

$$(4.9)$$

$$\frac{\partial L}{\partial u_1} = 2Vu_1 - 2\lambda u_1 = 0$$

Lo que equivale a:

$$(V - \lambda I)u_1 = 0 \quad (4.10)$$

Al resolver la ecuación $|V - \lambda I| = 0$ se obtienen n raíces (λ) las cuales pueden ser ordenadas de mayor a menor. Por ende tomando (λ_1) como el valor mayor propio V y tomando u_1 como su vector propio asociado normalizado, tenemos entonces definido el vector de ponderaciones que se aplica a las variables iniciales para obtener la primera componente principal.

IV.4 Selección de las componentes principales

Empleando el programa Minitab, aplicamos la metodología ACP a los datos (matriz delta de *yields*), de acuerdo a las segmentaciones anteriormente referidas:

IV.4.1 ACP hasta el 24 de julio de 2007

Utilizando la matriz de variaciones de *yields* hasta esta fecha, se elaboró el ACP, tomando en consideración las primeras quince (15) componentes, producto de la combinación lineal de las variaciones diarias de los diversos *yields* a los plazos seleccionados. Tal consideración resultó de un proceso de iteraciones, hasta determinar el componente hasta el cual se acumuló el 100% de la variabilidad de los datos originales (Tabla 4.2).

Tabla 4.2 Componentes al 24 de julio de 2007

24/07/2007		
Componente Principal	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
1	52,40%	52,40%
2	15,00%	67,40%
3	11,20%	78,60%
4	5,00%	83,60%
5	3,70%	87,30%
6	3,20%	90,50%
7	3,00%	93,50%
8	2,30%	95,80%
9	1,70%	97,50%
10	1,10%	98,60%
11	1,00%	99,60%
12	0,20%	99,80%
13	0,10%	99,900%
14	0,07%	99,967%
15	0,03%	100,000%

Fuente: Cálculos propios

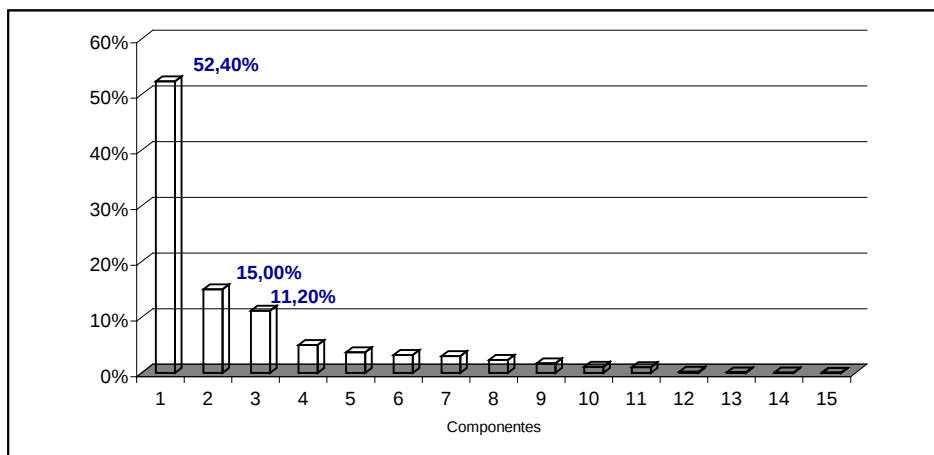
La selección de las componentes a considerar se hizo de acuerdo al criterio del promedio, el cual consiste en retener aquellos componentes, cuya varianza exceda al promedio de las variaciones (Uriel, 1995):

$$\lambda_h > \bar{\lambda} = \frac{\sum_{j=1}^p \lambda_j}{p} \quad (4.11)$$

Donde p es el número de componentes hasta el cual se alcanza el 100% de la variación de las variables originales. Así:

$$\lambda_h > \bar{\lambda} = \frac{100\%}{15} = 6,67\% \quad (4.12)$$

Gráfico 4.6 Porcentaje de explicación de las variaciones por componentes



Fuente: Cálculos propios

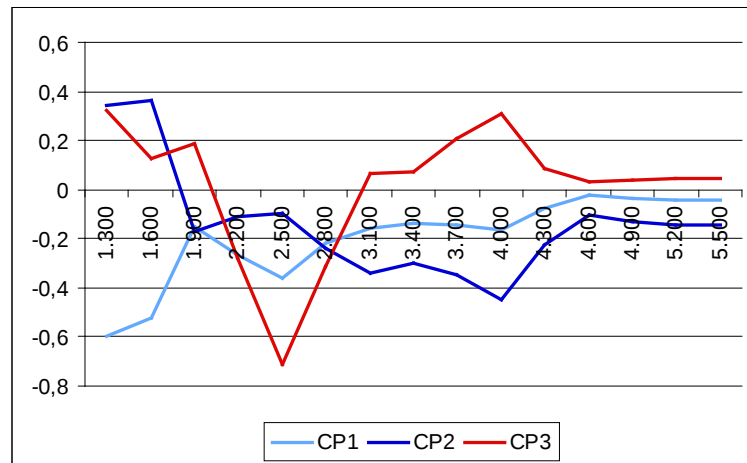
De este modo, confirmando con los resultados obtenidos (Tabla 4.2), se retuvieron las primeras tres (3) componentes, las cuales en conjunto, acumulan el 78,6% de las variaciones de los yields hasta el 24 de julio de 2007.

Tabla 4.3 Coeficiente de los tres factores como función de los plazos

Plazo	24/07/2007		
	CP1	CP2	CP3
1.300	-0,596	0,343	0,322
1.600	-0,523	0,362	0,124
1.900	-0,151	-0,17	0,189
2.200	-0,263	-0,108	-0,282
2.500	-0,361	-0,096	-0,711
2.800	-0,219	-0,239	-0,311
3.100	-0,156	-0,34	0,068
3.400	-0,135	-0,299	0,071
3.700	-0,143	-0,35	0,211
4.000	-0,163	-0,445	0,307
4.300	-0,079	-0,224	0,089
4.600	-0,021	-0,106	0,03
4.900	-0,034	-0,132	0,041
5.200	-0,042	-0,141	0,046
5.500	-0,042	-0,141	0,046

Fuente: Cálculos propios

Gráfico 4.7 Coeficiente de los tres factores como función de los plazos



Fuente: Cálculos propios

IV.4.1 ACP hasta el 24 de agosto de 2007

Análogamente, replicamos el análisis para los datos hasta el 24 de agosto de 2007. De esta forma se obtuvieron igualmente los valores de los primeros quince (15) componentes, los cuales acumularon el 100% de la variación de las variables originales, coincidiendo el número de componentes con el análisis previo (Tabla 4.3).

El método de selección de las componentes a retener indica igualmente:

$$\lambda_h > \bar{\lambda} = \frac{100\%}{15} = 6,67\% \quad (4.13)$$

Tabla 4.4 Componentes al 24 de agosto de 2007

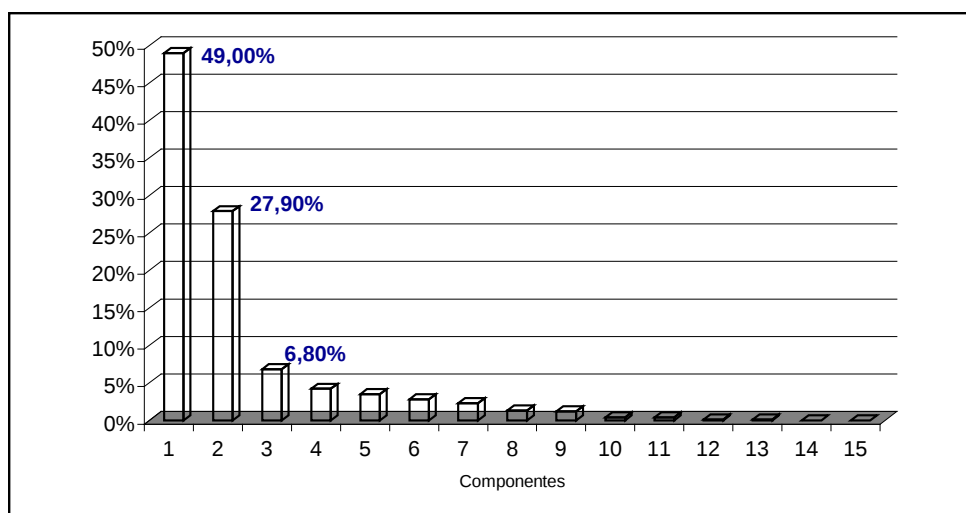
24/08/2007

Componente Principal	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
1	49,00 %	49,00 %
2	27,90 %	76,90 %
3	6,80 %	83,70 %
4	4,20 %	87,90 %
5	3,50 %	91,40 %
6	2,80 %	94,20 %
7	2,30 %	96,50 %
8	1,30 %	97,80 %
9	1,20 %	99,00 %
10	0,40 %	99,40 %
11	0,40 %	99,80 %
12	0,10 %	99,90 %
13	0,10 %	99,998 %
14	0,00 %	99,999 %
15	0,00 %	100,000 %

Fuente: Cálculos propios

De este modo, se retuvieron de igual forma las primeras tres (3) componentes, las cuales en conjunto contemplan el 83,7% del total de las variaciones experimentadas por las variables originales.

Gráfico 4.8 Porcentaje de explicación de las variaciones por componentes



Fuente: Cálculos propios

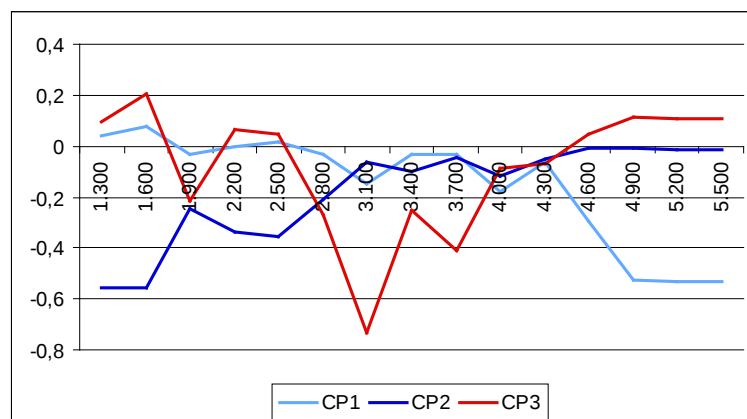
Por su parte, los coeficientes de los componentes para los diversos plazos son:

Tabla 4.5 Coeficiente de los tres factores como función de los plazos

Plazo	24/08/2007		
	CP1	CP2	CP3
1.300	0,041	-0,557	0,096
1.600	0,08	-0,558	0,207
1.900	-0,031	-0,247	-0,216
2.200	-0,001	-0,34	0,064
2.500	0,016	-0,357	0,046
2.800	-0,035	-0,207	-0,269
3.100	-0,149	-0,061	-0,735
3.400	-0,034	-0,102	-0,254
3.700	-0,031	-0,045	-0,409
4.000	-0,181	-0,117	-0,09
4.300	-0,06	-0,048	-0,066
4.600	-0,294	-0,006	0,044
4.900	-0,528	-0,009	0,111
5.200	-0,531	-0,013	0,11
5.500	-0,531	-0,013	0,11

Fuente: Cálculos propios

Gráfico 4.9 Coeficiente de los tres factores como función de los plazos



Fuente: Cálculos propios

IV.5 Análisis de los resultados ACP

Los resultados obtenidos para ambas fechas, luego de aplicar el ACP son similares, tomando en cuenta la importancia relativa de los primeros tres (3) componentes, en vista de que acumulan el 78,6% y 83,7% respectivamente, del total de los cambios de las variables originales (*delta yields*).

Investigaciones similares previas tales como Svensson y Pavlidis (2003) para instrumentos de renta fija en Suecia, y Ramaswamy (2001) para un grupo de bonos americanos, alemanes, ingleses y japoneses; encuentran similares resultados, en los que los dos (2) primeras componentes explican la mayor proporción del total de las variaciones en tales curvas de rendimientos. Aunado a ello, encuentran que el tercer componente también cuenta con un efecto sobre la dinámica de la curva de rendimientos por lo cual, a pesar de que en sus estudios su importancia es menor, es tomado en consideración.

En este sentido, la interpretación financiera de los resultados reflejados por estos componentes resulta una tarea compleja. No obstante, Bertocchi & Zenios (2000) ofrecen una distinción de las mismas, indicando que los tres factores permiten representar la dinámica de la curva de rendimientos, caracterizando el nivel o altura, la pendiente y la convexidad de la misma.

Bajo esta premisa, el primer componente principal, entendido como el componente de nivel o altura en cuanto a la dinámica respecta, indica la magnitud del desplazamiento paralelo para los diversos plazos. Por consiguiente a efectos de nuestro estudio, los plazos más cortos para el análisis hasta el 24 de julio de 2007 parecen ser más sensibles a los

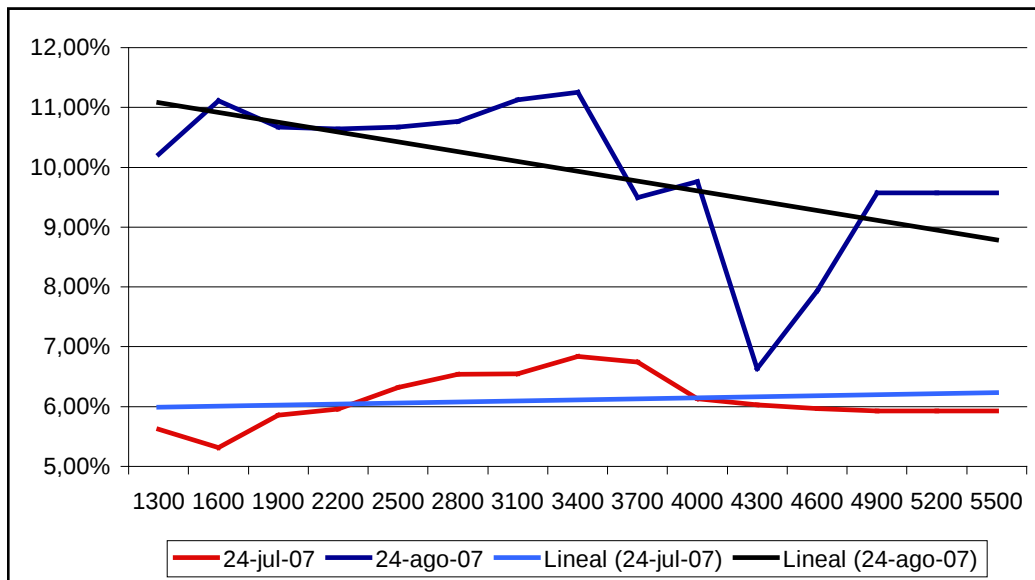
desplazamientos de este tipo. No obstante esta situación se revierte para el 24 de agosto de 2007.

Por su parte el segundo componente, representa la pendiente de la curva, y distingue los bonos de corto plazo de aquellos de mayor plazo, caracterizando así comportamientos contrarios en el 15% y 27,9% de los cambios experimentados, para el 24 de julio de 2007 y 24 de agosto del mismo año (respectivamente).

Por último el tercer componente, el cual según Bertocchi & Zenios (2000) hace referencia a la convexidad o curvatura, explicando el 11,2% y 6,8% para las fechas en observación, presentó un cambio de signo en los valores para cada plazo, indicando así una reversión de la convexidad de la curva de rendimientos.

Esta interpretación de los resultados del ACP puede evaluarse conjuntamente con la interpretación gráfica de las curvas de rendimiento a las fechas seleccionadas:

Gráfico 4.10 Curvas de rendimientos: 24 de julio de 2007 vs. 24 de agosto de 2007



Fuente: Cálculos propios

Contrastando ambas curvas, y representando una línea de tendencia lineal, apreciamos el cambio en la estructura de la curva de rendimientos, lo cual parece ser consistente con las variaciones reflejadas por el ACP a ambas fechas.

IV.6 VaR por ACP

Para cuantificar el riesgo de tasa de interés implícito en los bonos TIF, empleamos la metodología *Value at Risk* (VaR). Dentro de las diversas vertientes con las que cuenta la metodología VaR, nos pareció apropiada la aproximación paramétrica basada en medidas de sensibilidad.

Dicha metodología consiste en el cálculo de la máxima pérdida potencial a un horizonte e intervalo de confianza predeterminado, calculando la sensibilidad de los instrumentos financieros, a través de los movimientos o

variaciones de las variables financieras a considerar, obtenidas del comportamiento histórico (Knop, 2004). Posteriormente, una vez determinado la matriz de sensibilidades y el vector correspondiente de volatilidades, se puede obtener entonces el VaR por tramos o *buckets* de la variable (plazos de los rendimientos, en nuestro estudio).

En este orden de ideas, fue necesario establecer los parámetros para tal fin. Así, elegimos un horizonte temporal equivalente a un (1) día con un nivel de confianza equivalente a dos (2) desviaciones estándar (98%), para el cálculo del VaR para el 24 de julio de 2007 y 24 de agosto de 2007.

El factor relevante para el cálculo de la sensibilidad, reside en la variación de los rendimientos a lo largo del período bajo nuestra observación, la cual esta resumida en el ACP previamente analizado. Dicha sensibilidad viene determinada por la duración por componentes principales, la cual según Nawalkha, Soto & Beliaeva (2005) se expresa como:

$$PCD(i) = -\frac{1}{P} \frac{\partial P}{\partial c_i} \quad i = h, s, c \quad (4.14)$$

Donde h , s y c corresponden a los componentes 1, 2 y 3 respectivamente. Luego, para el cálculo de la sensibilidad vía duración por componentes principales:

$$\frac{\Delta P}{P}(PCD) = \sum_{i=h,s,c} PCD(i) \times \Delta c_i \quad (4.15)$$

En donde cada componente principal contribuye a la variación del activo, con el cuadrado de su duración (Nawalkha, Soto & Beliaeva, 2005):

$$\sigma_y^2 = \sum_{j=h,s,c} PCD(i)^2 \quad (4.16)$$

De este modo, despejando, se obtiene la volatilidad (sensibilidad) de los retornos:

$$\sigma_y = \sqrt{\sum_{j=h,s,c} PCD(i)^2} \quad (4.17)$$

Por su parte, el VaR paramétrico proviene de:

$$VaR = VM \times \sigma_p \times Nivel\ de\ Confianza \times \sqrt{n} \quad (4.18)$$

Donde, VM es el valor de mercado del bono; σ_p es la volatilidad precio y n es el horizonte temporal seleccionado.

Sin embargo, en vista de que estamos en presencia de riesgo de tasa de interés, y por consiguiente contamos con volatilidad *yield* (a partir de la duración por componentes principales) y no volatilidad precio, entonces (4.18) tal equivale a:

$$VaR = VM \times (\sigma_y \times YTM \times D^*) \times Nivel\ de\ Confianza \times \sqrt{n} \quad (4.19)$$

Donde σ_y la volatilidad *yield*; YTM es el rendimiento al vencimiento, y D^* es la duración modificada.

Recordando (4.17), entonces (4.19) es igual a:

$$VaR = VM \times \left(\sqrt{\sum_{j=h,s,c} PCD(i)^2} \times YTM \times D^* \right) \times Nivel\ de\ Confianza \times \sqrt{n} \quad (4.20)$$

De este modo, los datos utilizados para el cálculo del VaR mediante esta relación matemática se detallan en las tablas a continuación:

Tabla 4.6 Valores bonos TIF al 24 de julio del 2007

	Precio	Yield	Plazo	Cupón
TIF032011	111,90	5,5845%	1318	9,250%
TIF072011	116,00	4,8975%	1444	9,375%
TIF062012	115,50	5,8553%	1801	9,500%
TIF052013	118,35	5,8553%	2110	9,625%
TIF122014	118,55	6,5703%	2711	9,750%
TIF112015	121,75	6,4674%	3034	9,875%
TIF102016	120,50	6,8522%	3362	9,875%
TIF102017	123,00	6,7379%	3726	9,875%
TIF052018	129,25	6,1494%	3944	9,875%
TIF082019	132,63	6,0389%	4392	9,875%
TIF102020	136,00	5,9284%	4832	9,875%

Fuente: Reuters; Cálculos Propios

Tabla 4.7 Valores bonos TIF al 24 de agosto del 2007

	Precio	Yield	Plazo	Cupón
TIF032011	97,25	10,1882%	1287	9,250%
TIF072011	96,50	10,4853%	1413	9,375%
TIF062012	92,00	11,6848%	1770	9,500%
TIF122012	96,25	10,4318%	1931	9,500%
TIF052013	95,75	10,6284%	2079	9,625%
TIF122014	95,25	10,6913%	2680	9,750%
TIF112015	94,50	10,8958%	3003	9,875%
TIF102016	90,00	11,6699%	3331	9,875%
TIF102017	102,65	9,4639%	3695	9,875%
TIF052018	95,00	10,6628%	3913	9,875%
TIF082019	98,63	10,1171%	4361	9,875%
TIF102020	102,25	9,5714%	4801	9,875%

Fuente: Reuters; Cálculos Propios

Tabla 4.8 Duración modificada

Título	Duracion* (%)	
	24/07/2007	24/07/2007
TIF032011	3,1076	3,0475
TIF072011	3,3691	3,2856
TIF062012	4,0232	3,9031
TIF052013	4,5642	4,4268
TIF122014	5,4821	5,2796
TIF112015	5,9486	5,6547
TIF102016	6,3569	5,9445
TIF102017	6,8340	6,5736
TIF052018	7,1890	6,6281
TIF082019	7,7440	7,1089
TIF102020	8,2634	7,5758

Fuente: Cálculos Propios

Tabla 4.9 Resumen Volatilidades

Título	24/07/2007	24/08/2007
	Volatilidad	Volatilidad
TIF032011	0,01%	0,02%
TIF072011	0,01%	0,02%
TIF062012	0,01%	0,02%
TIF052013	0,02%	0,03%
TIF122014	0,03%	0,05%
TIF112015	0,04%	0,07%
TIF102016	0,05%	0,06%
TIF102017	0,05%	0,06%
TIF052018	0,06%	0,09%
TIF082019	0,06%	0,08%
TIF102020	0,06%	0,16%

Fuente: Cálculos Propios

En función de tales valores, y tomando en cuenta el horizonte de un (1) día, con un nivel de confianza equivalente a dos (2) desviaciones estándar, obtuvimos el VaR paramétrico considerando la dinámica de la curva de rendimientos mediante el ACP.

**Tabla 4.10 VaR como proporción del monto en circulación
(*outstanding*) de los bonos TIF**

Título	Outstanding (MM VEB)	24/07/2007	24/08/2007	Δ% VaR
		VaR %	VaR %	
TIF032011	545.730	0,03%	0,03%	8,9%
TIF072011	574.422	0,03%	0,04%	21,1%
TIF062012	555.390	0,03%	0,04%	52,7%
TIF052013	602.430	0,05%	0,06%	16,6%
TIF122014	652.028	0,08%	0,09%	3,9%
TIF112015	580.250	0,09%	0,14%	55,2%
TIF102016	703.514	0,11%	0,11%	2,9%
TIF102017	1.337.500	0,13%	0,13%	-4,9%
TIF052018	645.000	0,15%	0,16%	6,9%
TIF082019	1.282.500	0,15%	0,16%	7,0%
TIF102020	865.000	0,16%	0,32%	102,9%

Fuente: Cálculos Propios

Tabla 4.10 VaR (MM VEB)

Título	24/07/2007	24/08/2007	Δ% VaR
	VaR (MM VEB)	VaR (MM VEB)	
TIF032011	155	169	8,9%
TIF072011	176	214	21,1%
TIF062012	160	245	52,7%
TIF052013	287	335	16,6%
TIF122014	539	559	3,9%
TIF112015	529	821	55,2%
TIF102016	764	787	2,9%
TIF102017	1.782	1.694	-4,9%
TIF052018	991	1.059	6,9%
TIF082019	1.946	2.082	7,0%
TIF102020	1.378	2.796	102,9%
Total	8.709	10.762	

Fuente: Cálculos Propios

Ante los presentes resultados, llama la atención la diversidad de efectos presentes en los diversos tramos en cuanto a variación del VaR respecta. No obstante, dichas divergencias pueden estar en función de la mayor o menor liquidez de los bonos, donde la dinámica de los precios (para

determinar el valor de mercado a una fecha dada) pudieran contrarrestar el efecto del incremento de la volatilidad.

Aunado a ello, el incremento del VaR entre las fechas seleccionadas, resulta relativamente bajo, por lo cual podemos inferir que el modelo podría no recopilar eventos *stress*, sino que incorpora en la variabilidad captada las condiciones normales de mercado, lo cual constituye una debilidad, en vista de que no refleja la verdadera vulnerabilidad en el valor de los activos dentro de los portafolios de inversión (valor de los TIF a efectos de nuestro estudio).

IV.7 Vulnerabilidad de la solvencia patrimonial

En base a los resultados obtenidos en el cálculo del VaR del *outstanding* de bonos TIF en el Sistema Financiero Venezolano, pasamos a considerar el impacto en el patrimonio, en caso de que eventualmente se materializase la máxima pérdida potencial.

**Tabla 4.11 Vulnerabilidad patrimonial del Sistema Financiero:
(Patrimonio + Gestión Operativa) / Activo Total**

MM VEB	jul-07	ago-07
Patrimonio	14.620.389	14.527.430
Gestion Operativa	338.361	337.856
Activo Total	163.446.244	163.419.607
Solvencia Patrimonial	9,1521%	9,0964%
VaR	8.709	10.762
Patrimonio - VaR	14.611.680	14.516.668
Nueva Solvencia Patrimonial	9,1468%	9,0898%
Δ%	-0,0582%	-0,0724%

Fuente: SUDEBAN; Cálculos Propios

De esta forma, tal como se aprecia en la Tabla 4.11, en caso de efectuarse las pérdidas señaladas por el VaR, calculado al 24 de julio y 24 de agosto de 2007, los índices de solvencia patrimonial sufrirían un descenso de 5,82 y 7,24 puntos básicos (pbs) respectivamente.

No obstante, replicando el análisis únicamente para los ocho (8) principales bancos (Banesco, Mercantil, Venezuela, Provincial, Occidental de Descuento, Bancaribe, Exterior y Fondo Común), quienes en conjunto concentran el 61,51% del total de los activos del sistema, encontramos que el impacto en el índice de suficiencia patrimonial (calculado en base al patrimonio mas la gestión operativa, dividido entre el activo total) resulta mayor que el calculado para el sistema en conjunto.

**Tabla 4.12 Vulnerabilidad patrimonial de los ocho Principales Bancos:
(Patrimonio + Gestión Operativa) / Activo Total**

MM VEB	jul-07	ago-07
Patrimonio	8.422.018	8.395.046
Gestion Operativa	246.832	238.997
Activo Total	99.900.678	100.511.372
Solvencia Patrimonial	8,6775%	8,5901%
VaR	8.709	10.762
Patrimonio - VaR	8.413.309	8.384.284
Nueva Solvencia Patrimonial	8,6688%	8,5794%
Δ%	-0,1005%	-0,1247%

Fuente: SUDEBAN; Cálculos Propios

De este modo, tal como se aprecia en la Tabla 4.12, el impacto negativo en la suficiencia patrimonial para los principales bancos equivale a 10 pbs y 12 pbs para julio y agosto de 2006 respectivamente.

Cabe resaltar, que en función de las nuevas regulaciones relativas a la inclusión de las inversiones cedidas dentro del balance de las instituciones financieras, resulta oportuno revisar los índices de suficiencia patrimonial, incluyendo dichas inversiones, a las fechas objeto de nuestro estudio.

Por consiguiente, tal como apreciamos en la Tabla 4.13, si consideramos las inversiones cedidas dentro de los balances, se reduce el margen de diferencia con respecto al mínimo requerido por la SUDEBAN (8%). Por ende, al considerar el efecto del VaR sobre el patrimonio, apreciamos la misma variación experimentada en los cálculos anteriores.

**Tabla 4.13 Vulnerabilidad patrimonial del Sistema Financiero:
(Patrimonio + Gestión Operativa) / (Activo Total + Inversiones Cedidas)**

MM VEB	jul-07	ago-07
Patrimonio	14.620.389	14.527.430
Gestión Operativa	338.361	337.856
Activo Total + Inversiones Cedidas	184.887.850	183.554.254
Solvencia Patrimonial	8,0907%	8,0986%
VaR	8.709	10.762
Patrimonio - VaR	14.611.680	14.516.668
Nueva Solvencia Patrimonial	8,0860%	8,0927%
Δ%	-0,0582%	-0,0724%

Fuente: SUDEBAN; Cálculos Propios

Análogamente, replicando el análisis para los ocho principales bancos, encontramos que al incluir las inversiones cedidas, la suficiencia patrimonial se ubica por debajo de los niveles requeridos, y las variaciones producto del impacto del VaR sobre el patrimonio conduce a la misma magnitud (Tabla 4.14).

**Tabla 4.14 Vulnerabilidad patrimonial de los ocho Principales Bancos:
(Patrimonio + Gestión Operativa) / (Activo Total + Inversiones Cedidas)**

MM VEB	jul-07	Ago-07
Patrimonio	8.422.018	8.395.046
Gestión Operativa	246.832	238.997
Activo Total + Inversiones Cedidas	114.281.918	114.041.118
Solvencia Patrimonial	7,5855%	7,5710%
VaR	8.709	10.762
Patrimonio - VaR	8.413.309	8.384.284
Nueva Solvencia Patrimonial	7,5779%	7,5616%
Δ%	-0,1005%	-0,1247%

En vista de los resultados encontrados al evaluar el efecto de las pérdidas potenciales sobre los índices patrimoniales del Sistema Financiero Venezolano, así como también de las ocho principales instituciones de la Banca Venezolana, podemos inferir que el riesgo de tasa de interés vinculado a los rendimientos de los bonos TIF en el mercado domestico, tienen poco impacto sobre los índices de suficiencia patrimonial.

IV. Conclusiones

Los resultados posteriores al análisis de las variaciones de la curva de rendimientos referencial de los bonos TIF, mediante el uso de la técnica estadística conocida como Análisis de Componentes Principales (ACP), resultan satisfactorios, en tanto que coinciden con los hallazgos de otras investigaciones, en lo relativo a la determinación de los factores que caracterizan la dinámica de la curva de rendimientos. No obstante, el nivel de explicación acumulado por los componentes o factores encontrados, resulta menor que en otros trabajos de investigación.

Ello sugiere que la dinámica de los rendimientos en el mercado financiero doméstico, esta caracterizado de igual forma por otros elementos no identificados en el presente estudio. A pesar de ello, se ratificó la capacidad de reducción o simplificación de las variables originales brindada por el ACP, lo cual facilitó el análisis y la revelación de los determinantes (en una proporción aceptable) de las variaciones de la curva de rendimientos, concentrados esencialmente en los desplazamientos en paralelo, cambios en la pendiente, así como también en la convexidad o curvatura de la misma. En este sentido, se logro esbozar un comportamiento inverso entre los bonos de corto plazo, en comparación a los de mayor plazo.

Cabe destacar, que la presencia de los bonos TIF dentro del mercado financiero doméstico resulta ventajosa en vista de que sirve de referencia para la construcción de una curva de rendimientos local. No obstante, las características de estos bonos implican poseer dentro de los portafolios de inversión obligaciones de la República con cupones fijos, lo cual podría resultar poco ventajoso, en vista de que el escenario económico y financiero esta caracterizado por cambios frecuentes en las magnitudes de las principales variables.

Aunado a ello, el análisis de sensibilidad por esta metodología resulta una poderosa herramienta en tanto que recoge el comportamiento histórico de las variables relevantes a considerar, lo cual puede ser una base para modelar comportamientos futuros de la curva de rendimientos, bien por regresiones o simulaciones aleatorias de escenarios.

De igual forma, la combinación del análisis de sensibilidad como herramienta para el cálculo de *Value at Risk* (VaR), resulta importante en vista del auge de la cuantificación de la visión riesgo-rendimiento en la toma de decisiones de inversión. Sin embargo, de acuerdo a nuestros resultados, el modelo de análisis pareciera cubrir parcialmente eventos con variaciones significativas, tal como la experimentada entre el 24 de julio y 24 de agosto de 2007, lo cual constituye una debilidad en vista de que pudiera subestimar la vulnerabilidad del valor de los activos dentro de los portafolios de inversión (valor de los TIF en nuestro caso) y por consiguiente, pudiera estarse subestimando también la vulnerabilidad patrimonial de los inversionistas e instituciones financieras.

Es por ello que bajo la combinación de todos estos elementos analíticos, resultaría provechoso conjugar el estudio de la dinámica de la curva de rendimientos del mercado doméstico, empleando un modelo que capture los eventos *stress* de los factores de mercado, con la evolución de los ciclos económicos, de modo que la interpretación de las relaciones permita revelar y cuantificar acertadamente la mayor variación posible, al mismo tiempo que permita proyectar con mayor precisión, los niveles futuros de las tasas de interés.

VI. Bibliografía

Bertocchi, R. & Zenios, S. (2000). "Risk factor analysis and portfolio immunization in the corporate bond market". Working Paper, The Wharton Financial Institutions Center.

Castellano, A. (2001). "Influencia del entorno sobre el riesgo asociado a la Banca Universal Venezolana". *Revista de Gerencia Venezolana*. Vol. 6, No. 16, pp. 593-613.

Cruz, J. (2001). *Lógicas y dialécticas en las decisiones de inversión*. Bogota: 3R Editores.

De Lara, A. (2007). *Medición y control de riesgos financieros*. (3^{ra} ed). México: Editorial Limusa.

Dewatripont, M. & Tirole, J. (1994). *The prudential regulation of banks*. Cambridge: The MIT Press.

Diccionario de la Lengua Española (2006). Real Academia Española.
<http://www.rae.es/>

Dowd, K. (2005). *Measuring market risk*. (2^{da} ed). Chichester, Inglaterra: John Wiley & Sons.

Fabozzi, F. (2005). *The handbook of fixed income securities*. (7^{ma} ed). New York, NY: McGraw-Hill.

Fabozzi, F. (2005). *Fixed income mathematics*. (4^{ta} ed). New York, NY: McGraw-Hill.

- Fabozzi, F., Modigliani, F. & Ferri, M. (1996). *Mercados e instituciones financieras*. México: Prentice Hall.
- Ferruz, L., Portillo, M. & Sarto, J. (2001). *Dirección Financiera del Riesgo de Interés*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Freixas, X. & Rochet, J. (1997). *Economía Bancaria*. Barcelona, España: Antoni Bosch Editor / Banco Bilbao Vizcaya.
- Holton, G. (2004). "Defining risk". *Financial Analysts Journal*. CFA Institute, Vol. 60, No. 6, pp. 19-25.
- Hubbard, G. (2000). *Money, the financial system and the economy*. New York, NY: Addison-Wesley.
- Knop, R., Ordovas, R. & Vidal, J. (2004). *Medición de riesgos de mercado y crédito*. Barcelona, España: Ariel Economía.
- Orlandoni, G. (2004). *Análisis integral de riesgo en la banca comercial y entidades financieras*. Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad de los Andes, Mérida.
- Marín, J. & Rubio G. (2001). *Economía financiera*. Barcelona, España: Antoni Bosch Editor.
- Marino, J. (2002). "Administración de riesgos financieros: Un requisito necesario en la actualidad para ser competitivo". *Anales de la Universidad Metropolitana*, Vol. 2, No. 1. pp. 87-97.

- Mascareñas, J. (2002). *Gestión de activos financieros de renta fija*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Mercantil Servicios Financieros (2006). *Informe Banca Comercial y Universal Primer Semestre 2006*. Gerencia de Investigación Económica. Caracas
- Mercantil Servicios Financieros (2007). *Informe Banca Comercial y Universal Segundo Semestre 2006*. Gerencia de Investigación Económica. Caracas
- Mercantil Servicios Financieros (2007). *Informe Banca Comercial y Universal Primer Semestre 2007*. Gerencia de Investigación Económica. Caracas
- Nawalkha, S., Soto, G. & Beliaeva, N. (2005). *Interest Rate Risk Modeling*. New Jersey, NY: Wiley Finance.
- Pérez, C. (2004). *Técnicas de análisis multivariante de datos*. Madrid: Pearson – Prentice Hall.
- Ramasamy, S. (2001). "Fixed income portfolio management: Risk modelling, portfolio construction and performance attribution". BIS Banking Paper, Issue 6.
- Ruiz, G., Jiménez, J. & Torres, J. (2000). *La gestión del riesgo financiero*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Saunders, A. & Cornett, M. (2006). *Financial institutions management: A risk management approach*. (5th Edition). New York, NY: McGraw-Hill/Irwin.

Soler, J., Staking, K., Ayuso, A., Beato, P., Botin, E., Escrig, M. *et al.* (2000). *Financial Risk Management: A practical approach for emerging markets*. Washington, D.C. : Inter-American Development Bank.

Svensson, J. & Pavlidis, P. (2003). "Principal component analysis".

Uriel, E. (1995). *Análisis de datos: Series temporales y análisis multivariante*. Madrid: Editorial AC.

VII. Anexos

VII.1 Metodología Reuters Composite Ameritas

The Reuters Composite is regionally based. The region of the world from where the contribution is made generates the composite. Below are the three Reuters Composite prices.

Price Source	Description	Contributor Sources
CPL	Composite Europe – London	Europe, Middle Eastern and Africa
CPT	Composite Asia – Tokyo	Australia and Asia
CPN	Composite Americas – New York	North, Central, and South America

The methodology is as follows:

1. The composite price calculation will depend on the number of contributors per issue.

Price Source	Methodology
0	No composite price will be price available.
1	The bid and ask composite will be the bid and ask from the contributor.
2	The bid and ask composite values will be the average from the contributors bid and ask quotes.
3	The Composite will be calculated using the following method: 1. Average all bid and all ask to create an arithmetic bid and ask mean. 2. Determine which contributor's bid and ask is farthest from the calculated mean and exclude those contributors from the Reuters composite 3. The bid and ask composite will be the average bid and ask from the remaining two contributors
4 or more	The composites will be calculated using the following method: 1. The highest and the lowest bid and ask values are deleted. 2. The remaining bid and ask values are averaged to produce the Reuters Composite.

2. The composite will exclude a source on an individual bond basis or exclude a contributor source from the calculation due to quality or

different contributor price conventions. For example, Convertible bonds can be priced in nominal or percentage terms.

3. The composite price is rounded to two decimal digits.
4. "Mixed Contributed Values" will be converted to price type quotations. These bonds contain quotations are expressed as yields and prices. The bid and ask yields will be converted to prices.
5. "Consistent Contributed Values" will be processed with the received quotation: price, yield or discount.
6. The Reuters Composite will continue to be regionally based: Europe, Americas and Asia.