

## Valor en Riesgo y Correlaciones entre Plazos de la Curva de Rendimientos de la Deuda Pública Interna Venezolana: Un Estudio Para el Periodo 2013-2018

*Omar Campos Paredes*  
*Luis Morales La Paz*  
*Álvaro Quintero Martínez*  
Universidad Católica Andrés Bello

### Resumen

Estimar el Valor en Riesgo (VaR) para los títulos de la deuda pública interna venezolana incorporando las correlaciones entre plazos de las curvas de rendimiento y utilizando el cálculo del Valor en Riesgo por el método de Simulación de Monte Carlo, incorporando las correlaciones de los plazos de la curva de rendimiento al vencimiento a través de la Factorización de Cholesky. La Factorización de Cholesky se efectuó a través de la matriz de varianza-covarianza que se obtuvo a partir de los rendimientos por cada tipo de título en estudio para un periodo en específico.

Los resultados muestran que la metodología Monte Carlo tradicional subestima la medición del riesgo de mercado, y que existe correlación entre los plazos de las curvas de rendimiento para los títulos de renta fija del mercado venezolano. Cuando se toman en cuenta dichas correlaciones, se puede estimar la máxima pérdida potencial con mayor efectividad que con los métodos tradicionales, evitando subestimar el VaR y poseer un panorama más claro al momento de evaluar el VaR para un título o portafolio.

**Palabras clave:** Valor en Riesgo, matriz de correlaciones, Monte Carlo, factorización de Cholesky.

## **Valor en Riesgo y Correlaciones entre Plazos de la Curva de Rendimientos de la Deuda Pública Interna Venezolana: Un Estudio Para el Periodo 2013-2018**

Omar Campos Paredes  
Luis Morales La Paz  
Álvaro Quintero Martínez

Universidad Católica Andrés Bello

### **Introducción**

La valoración de riesgo de mercado ha tomado una importancia alta hoy en día, ya que la volatilidad de ciertos títulos valores ha estado en constante crecimiento y para esto se han ideado y desarrollado metodologías de riesgo que nos ayudan a evaluar eventuales pérdidas en ciertos periodos, como lo es la metodología del Value at Risk (VaR por sus siglas en inglés) o Valor en Riesgo.

La metodología VaR es una de las más utilizadas actualmente por la mayoría de entidades financieras en el mundo para el cálculo del riesgo de títulos valores. Esta mide la máxima pérdida potencial que se puede dar en un horizonte de tiempo definido, dada una probabilidad de pérdida (Jorion, 2003). Este es un concepto sencillo e intuitivo de fácil interpretación, lo que lo hace tan popular actualmente.

Como explica Alonso (2005), algunas aplicaciones del Valor en Riesgo implican la suposición de una distribución estadística normal, una varianza constante en los rendimientos de los títulos a ser evaluados, pero también está el supuesto de que la varianza se esté actualizando periodo tras periodo para un análisis variable.

Entre los países emergentes, Venezuela es un gran emisor de deuda interna, la cual ha aumentado así la cantidad de títulos que se pueden conseguir en el sistema financiero venezolano, los cuales van desde Bonos de la Deuda Pública Nacional, Letras del Tesoro, entre otros. Para efectos de este estudio, utilizaremos títulos valores de renta fija del mercado venezolano y haremos referencia a estos en la curva de rendimientos de moneda local.

El mercado de capitales es una de las principales fuentes de fondos que posee el Sector Público consolidado para el financiamiento de sus gastos corriente o de capital, a través de la emisión de títulos valores de renta fija. En el período 2013-2018, en el mercado venezolano existen diferentes fuentes de

referencia de precios, pero no hay una curva de rendimiento referencial para estos títulos valores. Esto de alguna manera obligó a los actores de mercado a diseñar metodologías específicas para la valoración de sus portafolios de inversión, lo que a su vez trae como consecuencia que en ocasiones se presenten divergencias acerca del valor de mercado de algunos títulos valores; estas divergencias se han acentuado por la poca información disponible en el mercado.

Debido a esto, se observó que existen correlaciones entre las variables de la curva de rendimientos, por lo que para efectos de este estudio se trabajará con el método de Simulación de Monte Carlo y la Factorización de Cholesky, incorporando correlaciones de plazos en la curva de rendimientos. El objetivo de este trabajo es estimar el Valor en Riesgo (VaR) para los títulos de la deuda pública interna venezolana incorporando las correlaciones entre plazos de las curvas de rendimiento.

## 1. Curva de Rendimientos (Yield Curve) y Estructura Temporal de las Tasas de Interés (ETTI)

Según Martelline, Priaulet, & Priaulet (2003) la curva de rendimientos, conocida también como la estructura a plazo de las tasas de interés, es la manera de representar las tasas de interés de los títulos de renta fija y los vencimientos de bonos de deuda con la misma calificación crediticia para un momento determinado. Estas se pueden dar ya sea en corto, mediano o largo plazo.

La curva de rendimientos posee una gran importancia en cuanto a análisis se refiere, ya que esta puede afectar la toma de decisiones, ya sea de grandes agentes económicos o inversionistas de menor categoría. Generalmente los participantes de los mercados financieros suelen construir curvas de rendimientos a partir de la observación de los precios y rendimientos del mercado, con el fin de observar y analizar dicho comportamiento de los títulos en sus respectivos mercados para así generar expectativas referentes a estos.

Según Chirinos y Moreno (2011) es una de las herramientas principales utilizadas para la predicción de los efectos de las distintas variables sobre la curva de rendimientos, ya que esta mide la relación existente entre los retornos de los títulos libres de riesgo que difieren en su periodo de vencimiento.

Kozicky (1997; citado en Chirinos & Moreno, 2011, p. 4) propone tres hipótesis en cuanto al *yield spread*:

- El diferencial de rendimiento refleja la postura de la política monetaria, la cual a su vez está basada en las expectativas del comportamiento futuro de las tasas de interés. Por tanto, las tasas de interés de largo plazo son estimadores insesgados de las tasas de interés esperadas.
- El diferencial de rendimiento proporciona información con relación a las condiciones del mercado de crédito.
- Este diferencial es un indicador de la tasa de inflación futura.

## 2. Valor en Riesgo (VaR)

De Lara (2009) nos dice que “El valor en riesgo es una medida estadística de riesgo de mercado que estima la pérdida máxima que podría registrar un portafolio en un intervalo de tiempo y con cierto nivel de probabilidad o confianza”.

Para Jorion (2003), el VaR funciona para una serie de propósitos como:

- Presentación de información: la utilidad de este radica en la evaluación de riesgos a los cuales se pueden incurrir en las operaciones de mercado e inversiones; por lo que el VaR da información sobre los riesgos financieros de una entidad en términos no técnicos.
- Asignación de recursos: los recursos de capital son limitados, por lo que una determinación de límites de posición genera una asignación más eficiente de estos recursos; por lo que el VaR otorga una herramienta con la cual comparar las actividades más riesgosas en los distintos mercados.
- Evaluación de desempeño: usualmente el VaR se utiliza como medida de ajuste para el desempeño a través del riesgo. Esta función es crucial para entornos donde se tiende a tomar mayor riesgo del que se suele acarrear.

El Valor en Riesgo presenta una herramienta muy útil y con diversos usos a la hora de medir varios tipos de riesgo. Esto no quiere decir que sea la única medida de riesgo presente en la actualidad, pero sí una de las más acertadas y utilizadas por Instituciones Financieras y No Financieras, Reguladores, Inversionistas, entre otros.

Según Johnson (2002), para estimar el Valor en Riesgo para un activo se utiliza la siguiente ecuación:

$$VaR = \alpha \cdot \sqrt{\sigma^2 \cdot \Delta t} \quad (1)$$

Donde:

- $\alpha$  = área de pérdida de retornos
- $\sigma^2$  = varianza de los retornos
- $\Delta t$  = horizonte temporal

En el caso del cálculo del VaR por el método no paramétrico de simulación de Monte Carlo, De Lara (2009) afirma que, la simulación Monte Carlo se basa en crear escenarios ya sean de rendimientos o precios de un activo en particular a través de la generación de números aleatorios. Según Johnson (2001), esta es una de las metodologías más sofisticadas e intensivas, ya que trabaja con simulaciones computarizadas que generan múltiples muestreos aleatorios, que a través de análisis estadísticos ayuda a calcular e interpretar los resultados obtenidos en las simulaciones. Jorion (2003) afirma “El análisis Monte Carlo es, por mucho, el método más poderoso para cuantificar el valor en riesgo. Puede considerar un amplio rango de riesgos, incluyendo el riesgo de precio no-lineal, el riesgo de volatilidad e incluso el riesgo de modelo”.

Según Mascareñas (2008), los pasos a seguir para implementar el Método de Simulación de Monte Carlo son:

1. Se deben utilizar variaciones pasadas de los factores de riesgo para así generar una ecuación que permita modelar a través de un análisis de regresión.
2. El modelo debe poder simular el comportamiento de los factores de riesgo para futuros períodos. Así que dicho modelo debería estar en condiciones de poder estimar el valor futuro de los factores de riesgo repetida varias veces para establecer una distribución de la probabilidad.
3. Cada valor que se genere en cada simulación tiene una probabilidad de ocurrencia asignada en base a su distribución aleatoria.

### 3. Factorización de Cholesky

Esta factorización se utiliza en el cálculo del VaR por Simulación de Monte Carlo para simular sistemas con variables múltiples correlacionadas. Para su construcción se utiliza una matriz de Varianza-Covarianza de los rendimientos simulados a fin de correlacionar dichos rendimientos. El cálculo de la

matriz de Cholesky se aplica sobre el cálculo de Valor en Riesgo (VaR) por Simulación Monte Carlo a fin de anexar el impacto de la correlación de los rendimientos simulados en el actual modelo.

Dada una matriz  $A$  simétrica y positiva definida puede ser factorizada de manera eficiente por medio de una matriz triangular inferior y una matriz triangular superior. Para una matriz no singular la descomposición LU nos lleva a considerar una descomposición de tal tipo  $A = LU$ ; dadas las condiciones de  $A$ , simétrica y definida positiva, no es necesario efectuar pivoteo, por lo que ésta factorización se hace eficientemente y en un número de operaciones la mitad de LU tomando la forma, donde  $L$  (la cual podemos "verla" como la raíz cuadrada de  $A$ ) es una matriz triangular inferior donde los elementos de la diagonal son positivos.

Para encontrar la factorización  $A = LL^T$ , bastaría ver la forma de  $L$  y observar las ecuaciones que el producto derecho nos conduce al igualar elementos:

$$\begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} l_{11} & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{n1} & \cdots & l_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} l_{11} & \cdots & l_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & l_{nn} \end{pmatrix} \quad (2)$$

así obtendríamos que:

$$\begin{aligned} a_{11} &= l_{11}^2 \\ a_{21} &= l_{21}l_{11} \\ a_{22} &= l_{21}^2 + l_{22}^2 \\ a_{32} &= l_{31}l_{21} + l_{32}l_{22} \quad l_{32} = (a_{32} - l_{31}l_{21}) / l_{22}, \end{aligned} \quad (3)$$

Y de manera más general, para  $i = 1, \dots, n$  y  $j = i + 1, \dots, n$

$$L_{j,j} = \sqrt{A_{j,j} - \sum_{k=1}^{j-1} L_{j,k}^2} \quad \text{Para los elementos de la diagonal principal} \quad (4)$$

$$L_{i,j} = \frac{1}{L_{j,j}} (A_{i,j} - \sum_{k=1}^{j-1} L_{i,k}L_{j,k}) \quad \text{Para los elementos del triángulo inferior} \quad (5)$$

Ahora bien, ya que  $A$  es simétrica y definida positiva, podemos asegurar que los elementos sobre la diagonal de  $L$  son positivos y los restantes elementos reales.

Una variante de la factorización de Cholesky es de la forma donde  $RTR$  es una matriz triangular superior, en algunas aplicaciones se desea ver la matriz en esa forma y no de otra. Para aplicar la Factorización de Cholesky se debe tener una matriz  $A$ , la cual debe ser simétrica real, puede descomponerse en sus factores de Cholesky  $R=TT'$ , donde  $T$  es una matriz triangular menor con ceros en las esquinas superiores derechas.

#### **4. Estimación de las Correlaciones entre Plazos de la Curva de Rendimientos de la Deuda Pública Interna Venezolana**

En este capítulo se presentará la estimación de las correlaciones que se obtuvieron a través de los rendimientos obtenidos de la curva de rendimientos para los VEBONOS, TIF y Letras del Tesoro, sucesivamente se verifica si la matriz de varianza-covarianza para cada tipo de instrumento cumple con los criterios para aplicar la Factorización de Cholesky. Al obtener la matriz que genera la Factorización de Cholesky se procede a calcular el valor de las correlaciones entre plazos, y partiendo de esto se procede a ajustar el Valor en Riesgo para la Simulación de Monte Carlo.

Luego de haber hecho la Simulación de Monte Carlo, se procedió a contrastar los resultados del impacto de las correlaciones entre plazos de la curva de rendimientos y comprobar cómo afecta al Valor en Riesgo.

Por ende, el desarrollo de este capítulo se hará de la siguiente manera:

1. Estimación de la matriz de varianza-covarianza para los VEBONOS, TIF y Letras del Tesoro, a partir de sus rendimientos.
2. Verificar si dichas matrices de correlación cumplen con los criterios de la Factorización de Cholesky.
3. Efectuar la Factorización de Cholesky.
4. Calcular el coeficiente de correlación e indexar a la fórmula de Valor en Riesgo.
5. Ejecutar la Simulación de Monte Carlo.
6. Comparar los resultados obtenidos.

Para la estimación de las correlaciones entre plazos de la curva de rendimientos se utilizaron los rendimientos de los VEBONOS, los TIF y las Letras del Tesoro, en un período que comprende desde enero del 2013 hasta diciembre del 2018. Se evaluaron un total de 25 VEBONOS, 21 TIF y 8 Letras del

Tesoro, utilizando sus referencias diarias. Para el cálculo del Valor en Riesgo a través de la Simulación Monte Carlo, las fechas de cálculo fueron los viernes de cada semana y los cierres de mes para todo el periodo de estudio.

Con los datos obtenidos de la Oficina Nacional de Créditos Públicos, se puede afirmar que:

Para el año 2013 se realizan adjudicaciones de deuda pública nacional a través de Letras del Tesoro, TIF y VEBONO por cantidades correspondientes a Bs. 47.660,51 MM (miles de millones) Bs. 52.278,96 MM y Bs. 80.650,00 MM, respectivamente.

Continuamos haciendo referencia a como fue distribuida esta captación de dinero por parte del gobierno central. Los TIF y VEBONOS conjuntamente sumaron un total de Bs. 133.028,96 MM a los cuales se les dio el siguiente uso:

- 31,02% pensiones, 24,84% servicio de la deuda, 18,00% refinanciamiento de la deuda, 15,03% para la gestión fiscal, 7,52% destinado a misión vivienda, 2,02% prestaciones sociales y 1,17% a proyectos locales.

Se puede observar que, este año el gobierno utilizó aproximadamente el 50% del financiamiento en transferencias directas e indirectas, es decir, gasto fiscal. Una de las razones fundamentales es que este año fue año electoral y la mayoría de los gobiernos utilizan las fechas electorales para hacer gasto fiscal que en el corto plazo para dar ilusiones de una mejora económica.

Para el año 2014 la dinámica de la emisión de deuda pública nacional tuvo una variación significativa, las emisiones de Letras del Tesoro fueron por un valor de Bs. 35.921,23 MM un -24% con relación al año anterior, para los TIF y los VEBONOS también ocurrió lo mismo, se redujeron las emisiones de deuda en un -49,54%. Los bonos de interés fijos (TIF) fueron emitidos por un valor de Bs. 27.147,24 MM y un -48,17% que los VEBONOS quienes fueron emitidos por una cantidad de Bs. 39.968,92 MM en un -50,44%, la sumatoria de TIF y VEBONOS es de Bs. 67.116,17 MM.

Este financiamiento fue utilizado en un 47,45% para servicios de la deuda y en 41,72% en gasto fiscal, el resto fue usado para refinanciamiento de la deuda (7,11%) y un 3,72% para proyectos locales. Aunque no se exprese textualmente como en el año anterior, gran parte del gasto fiscal de este año fue hecho en misión vivienda.

Continuamos con el año 2015 donde se emitieron Letras del Tesoro por Bs, 49.766,90 MM, que representa un aumento 38,54% con relación al año 2014, Los TIF emitidos llegaron a la suma de Bs. 49.400,00 MM, esto equivale a un incremento de 81,97%. Para los VEBONOS la cantidad emitida fue por

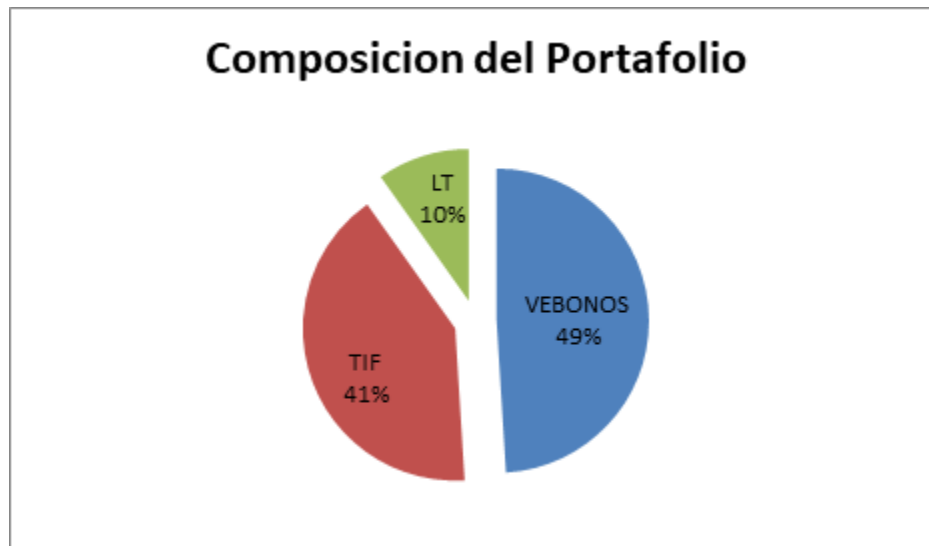


Bs. 34.000,00 MM, siendo esta una reducción de -14,93%. Estos recursos fueron orientados en más de un 90% a servicios de deuda y al refinanciamiento de la misma.

El año 2016 se emitieron Letras del Tesoro por 64.255,38 MM, tanto TIFS como VEBONOS fueron emitidos por una cantidad de Bs.54.000, 00 MM cada uno. En este año al igual que el anterior la mayor parte de los recursos recaudados se usaron en el refinanciamiento de la deuda.

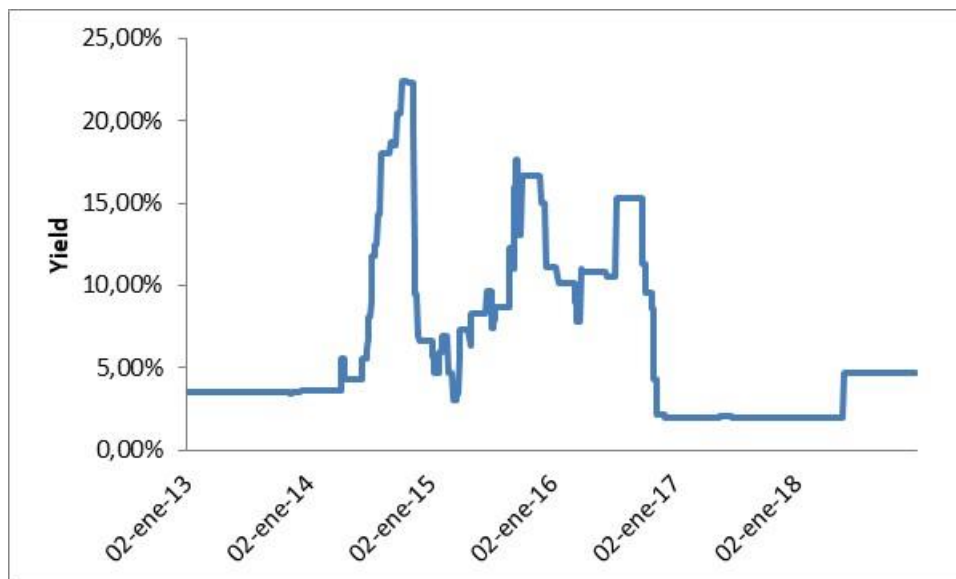
En el año 2017 se sigue realizando la dinámica de los años anteriores, más del 90% de los recursos recaudados en la emisión de deuda pública nacional son dirigidos al refinanciamiento de la deuda. Las Letras del Tesoro fueron calculadas en Bs. 38.778,00 MM, tanto como TIF como VEBONOS fueron emitidos por Bs. 60.000,00 MM cada uno.

Gráfico 1: Composición del Portafolio



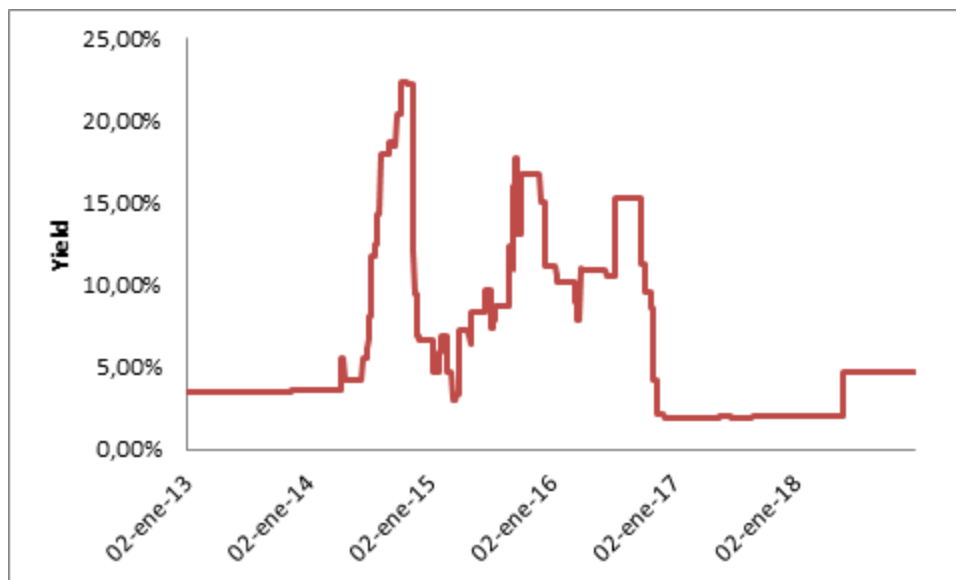
Fuente: Oficina Nacional de Crédito Público

Gráfico 2: Rendimientos promedios Vebonos



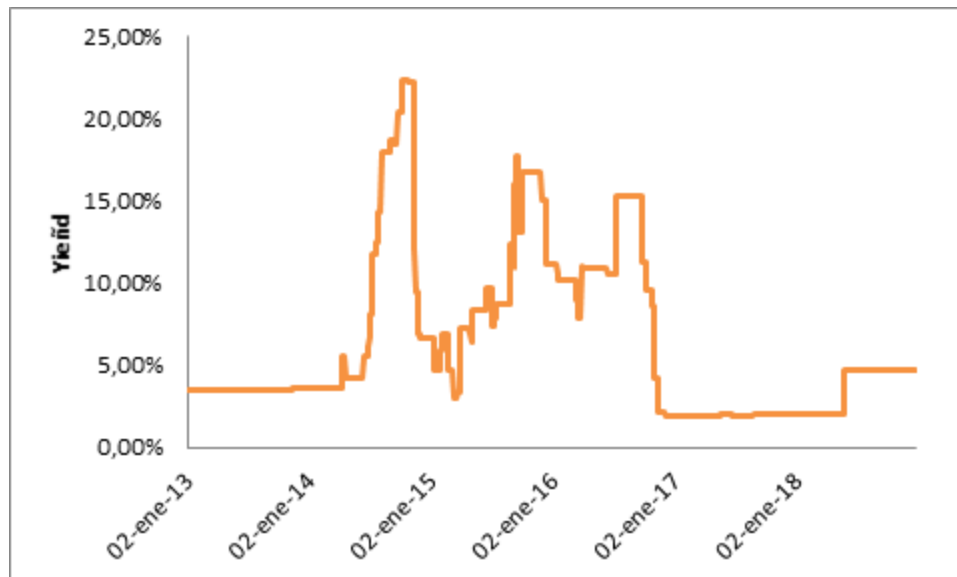
Fuente: BCV

Gráfico 3: Rendimientos promedios TIF



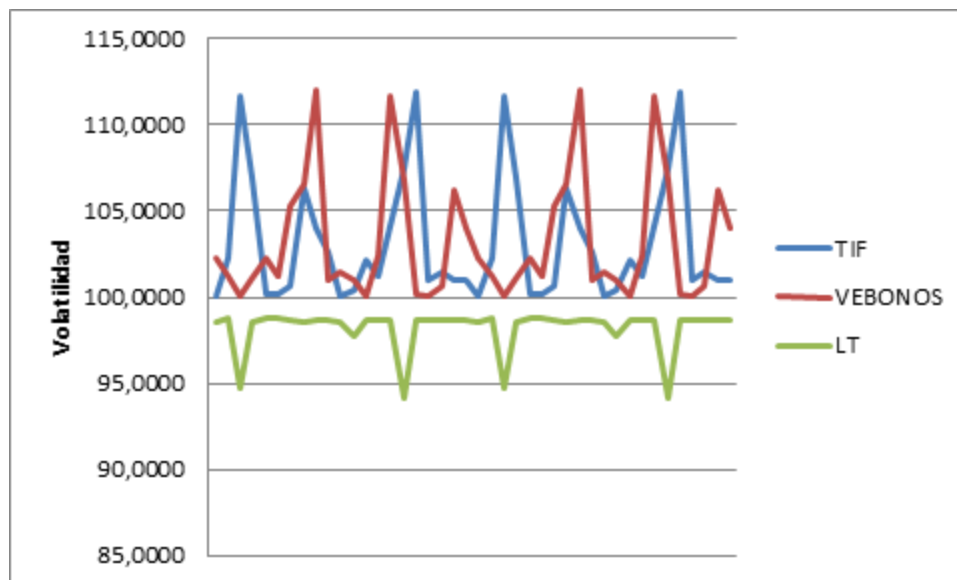
Fuente: BCV

Gráfico 4: Rendimientos promedio de Letras del Tesoro



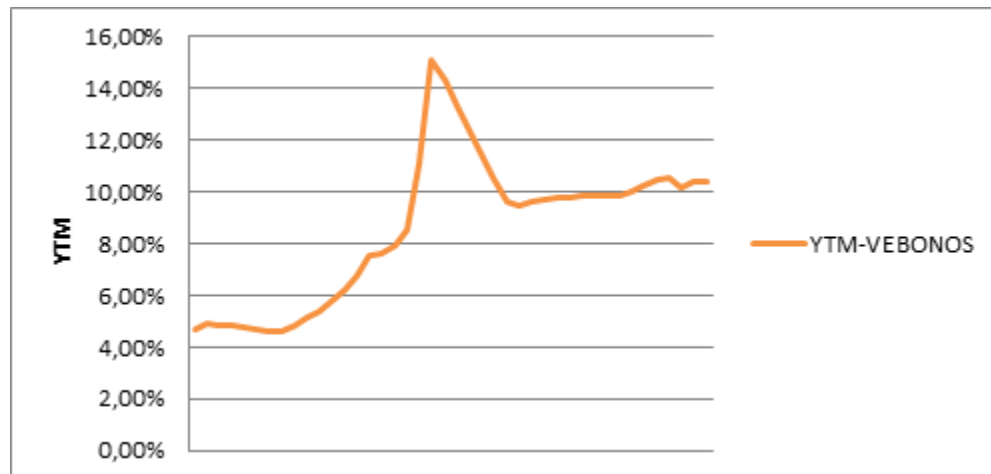
Fuente: BCV

Gráfico 5: Volatilidad por tipo de título



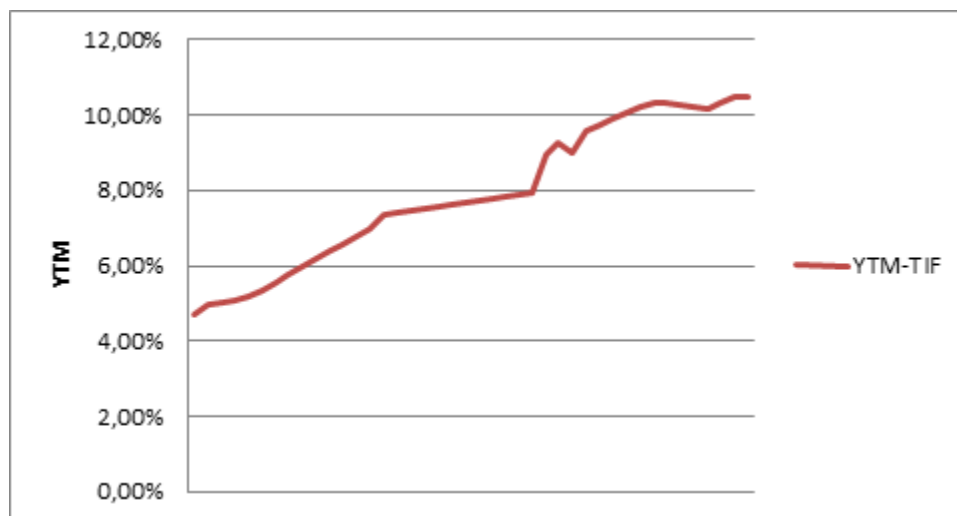
Fuente: Oficina Nacional de Crédito Público

Gráfico 6: Curva de rendimientos VEBONOS



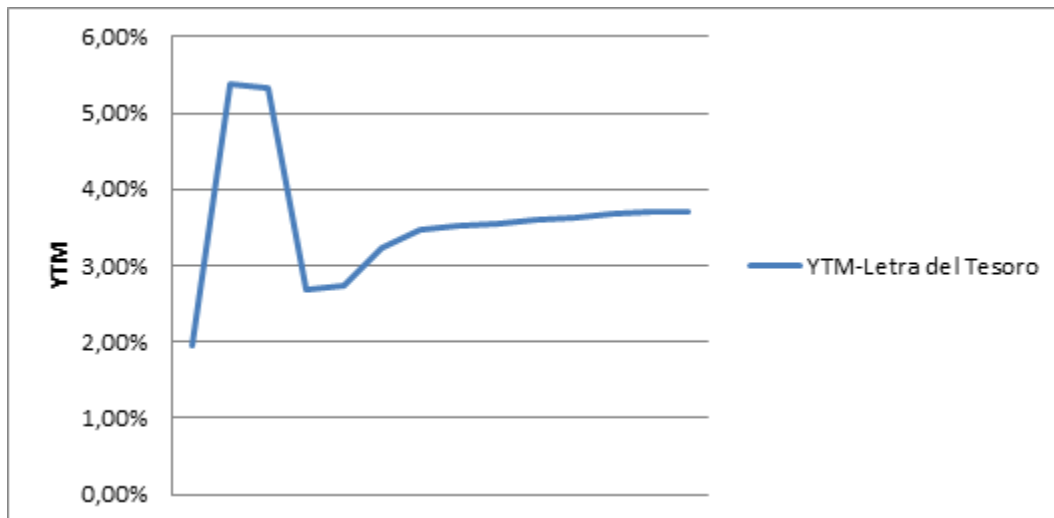
Fuente: BCV y Cálculos Propios.

Gráfico 7: Curva de rendimientos TIF



Fuente: BCV y Cálculos Propios

Gráfico 8: Curva de rendimientos Letras del Tesoro



Fuente: BCV y Cálculos Propios

### 5. Estimación de la matriz de varianza-covarianza

Para obtener la matriz de varianza-covarianza se necesita definir el rango de datos a ser utilizados, en este caso para los VEBONOS y los TIF el rango de datos de los rendimientos para cada uno va desde enero del 2012 hasta diciembre del 2018, con un horizonte temporal que va de 7 a 7500 días, y para las Letras del Tesoro el rango de datos va desde enero del 2015 hasta diciembre del 2018 con un horizonte temporal de 7 a 390, días por su corta duración.

Tabla 1: Matriz de varianza-covarianza Letras del Tesoro

Varianza-Covarianza	Mat Def+ 7	Mat Def+ 30	Mat Def+ 60	Mat Def+ 90	Mat Def+ 120	Mat Def+ 150	Mat Def+ 180	Mat Def+ 210	Mat Def+ 240	Mat Def+ 270	Mat Def+ 300	Mat Def+ 330	Mat Def+ 360	Mat Def+ 390
7	0,000174812	6,84107E-05	7,82408E-05	0,000102991	7,74823E-05	8,76169E-05	9,65242E-05	9,84906E-05	0,000100688	0,000103405	0,000106631	0,000110419	0,000113148	0,000113246
30	6,84107E-05	0,46095E-05	1,75614E-05	3,02076E-05	2,51896E-05	3,60373E-05	4,00963E-05	4,16083E-05	4,31102E-05	4,50436E-05	4,74948E-05	5,02114E-05	5,16882E-05	5,17246E-05
60	7,82408E-05	5,75614E-05	0,01072E-05	4,70732E-05	3,38057E-05	4,69712E-05	5,38697E-05	5,64539E-05	5,9236E-05	6,22663E-05	6,56488E-05	6,95416E-05	7,20229E-05	7,20952E-05
90	0,000102991	3,02076E-05	4,70732E-05	0,17642E-05	5,69253E-05	6,40151E-05	7,16103E-05	7,42236E-05	7,69427E-05	7,98558E-05	8,28804E-05	8,64437E-05	8,88758E-05	8,86698E-05
120	7,74823E-05	2,51896E-05	3,38057E-05	5,69253E-05	0,08387E-05	6,84067E-05	7,68383E-05	8,03465E-05	8,39187E-05	8,76922E-05	9,16063E-05	9,5766E-05	9,80873E-05	9,83562E-05
150	8,76169E-05	3,60373E-05	4,69712E-05	6,40151E-05	6,84067E-05	0,46099E-05	9,71064E-05	0,000101872	0,000106647	0,000111661	0,000116923	0,000122458	0,000125854	0,00012595
180	9,65242E-05	4,00963E-05	5,38697E-05	7,16103E-05	7,68383E-05	9,71064E-05	0,000113034	0,000118809	0,000124521	0,000130503	0,00013676	0,000143319	0,000147441	0,000147569
210	9,84906E-05	4,16083E-05	5,64539E-05	7,42236E-05	8,03465E-05	0,000101872	0,000118809	0,000125338	0,000131787	0,000138511	0,000145516	0,000152827	0,000157339	0,000157331
240	0,000100688	4,31102E-05	5,9236E-05	7,69427E-05	8,39187E-05	0,000106647	0,000124521	0,000131787	0,000138976	0,000146448	0,000154207	0,000162275	0,000167284	0,000167439
270	0,000103405	4,50436E-05	6,22663E-05	7,98558E-05	8,76962E-05	0,000111661	0,000130503	0,000138511	0,000146448	0,000154682	0,00016321	0,000172051	0,000177514	0,000177684
300	0,000106631	4,74948E-05	6,56488E-05	8,28804E-05	9,16083E-05	0,000116923	0,00013676	0,000145516	0,000154267	0,000163221	0,000172521	0,000182147	0,000188073	0,000188258
330	0,000110419	5,02114E-05	6,95416E-05	8,64437E-05	9,5766E-05	0,000122458	0,000143319	0,000152827	0,000162275	0,000172051	0,000182147	0,000192572	0,00019897	0,00019917
360	0,000113148	5,16882E-05	7,20229E-05	8,88758E-05	9,82873E-05	0,000125854	0,000147441	0,000157339	0,000167284	0,000177514	0,000188073	0,00019897	0,00020575	0,000205966
390	0,000113246	5,17246E-05	7,20952E-05	8,86698E-05	9,83562E-05	0,00012595	0,000147569	0,000157531	0,000167439	0,000177684	0,000188258	0,00019917	0,000205966	0,000206154

Fuente: Elaboración propia

Considerando las matrices de varianza-covarianza obtenidas, se procede a verificar si es posible aplicar la Factorización de Cholesky a cada una de las matrices obtenidas. Para esto se tiene que tomar en cuenta que la matriz de varianza-covarianza debe ser definida positiva.

Se realizó la Factorización de Cholesky para poder construir la matriz producto. Para la construcción de la diagonal principal y el triángulo inferior se utilizan las siguientes formulas:

$$L_{j,j} = \sqrt{A_{j,j} - \sum_{k=1}^{j-1} L_{j,k}^2} \quad \text{Para los elementos de la diagonal principal} \quad (6)$$

$$L_{i,j} = \frac{1}{L_{j,j}} (A_{i,j} - \sum_{k=1}^{j-1} L_{i,k} L_{j,k}) \quad \text{Para los elementos del triángulo inferior} \quad (7)$$

Supuestos:

1. Para construir la Matriz de Cholesky se utilizaron los datos de los rendimientos de los VEBONOS, TIF y Letras del Tesoro, que son títulos del mercado de renta fija del mercado venezolano.
2. La periodicidad de los datos que se utilizó para construir la matriz de Varianza-Covarianza de los VEBONOS fue del año 2012 al 2018, ya que esta cumple con la condición de ser una matriz definida positiva.
3. La periodicidad de los datos que se utilizó para construir la matriz de Varianza-Covarianza de los TIF fue del año 2012 al 2018, ya que esta cumple con la condición de ser una matriz definida positiva.
4. La periodicidad de los datos que se utilizó para construir la matriz de Varianza-Covarianza de las Letras del Tesoro fue del año 2015 al 2018, ya que esta cumple con la condición de ser una matriz definida positiva.
5. El horizonte temporal de las matrices va desde los 7 días hasta los 7500 días para los VEBONOS y TIF, mientras que para las Letras del Tesoro solo va desde los 7 días hasta los 390 días por su corta duración.

Tabla 2: Factorización de Cholesky para las Letras del Tesoro

	7	30	90	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390
7	0.047338													
30	0.032274	0.015678												
90	0.019444	0.014717	0.008927											
120	0.010803	0.010318	0.011237	0.00623										
150	0.008477	0.008688	0.008656	0.007787	0.004231									
180	0.004399	0.002508	0.008406	0.005639	0.006803	0.007528								
210	0.004869	0.000606	0.005795	0.004619	0.008228	0.008191	0.003997							
240	0.004123	-0.000096	0.004848	0.003701	0.005711	0.007748	0.005680	0.002042						
270	0.002978	-0.000817	0.004459	0.003278	0.004847	0.007182	0.006729	0.002994	0.001308					
300	0.001951	-0.001652	0.003966	0.002809	0.004011	0.008425	0.007128	0.003575	0.002478	0.001077				
330	0.001058	-0.002555	0.003239	0.002257	0.003288	0.005819	0.006888	0.003889	0.003078	0.001971	0.001167			
360	0.000493	-0.002871	0.002510	0.001911	0.002714	0.005024	0.005978	0.004120	0.003218	0.002102	0.001980	0.001038		
390	0.000580	-0.002785	0.002211	0.001821	0.002301	0.004122	0.005011	0.003709	0.002841	0.001813	0.002208	0.001489	0.002228	
	0.001247	-0.002705	0.001786	0.001209	0.001411	0.002912	0.003789	0.002347	0.001797	0.002038	0.003357	0.001204	0.004632	0.002702

Fuente: Elaboración propia

## 6. Cálculo del Coeficiente de Correlación

En función de las matrices generadas por la Factorización de Cholesky anteriormente, se procedió a calcular el Coeficiente de correlación. Para el cálculo de este primero se debe identificar el bucket en el cual se encuentra el título para luego aplicar la siguiente ecuación:

$$\begin{bmatrix} A_1 \\ \vdots \\ A_n \end{bmatrix}_{m,n} \cdot [B_1]_{n,p} = C_{m,p} \quad (8)$$

Donde:

- $\begin{bmatrix} A_1 \\ \vdots \\ A_n \end{bmatrix}_{m,n}$  = Columna del *Bucket* correspondiente en la Matriz de Cholesky
- $[B_1]_{n,p}$  = *Yield to Maturity* x Volatilidad x Duración Modificada
- $C_{m,p}$  = Escalar 1x1

Esta formulación se aplica a cada uno de los títulos valores a estudiar para calcular su coeficiente de correlación.

## 7. Aplicación del VaR Ajustado por Correlaciones entre Plazos

Luego de obtener el Coeficiente de Correlación para cada título, se procedió a ajustar el VaR incorporando dicho coeficiente para el período analizado. Tomando en cuenta esto, se tomaron los siguientes criterios para el cálculo del VaR:

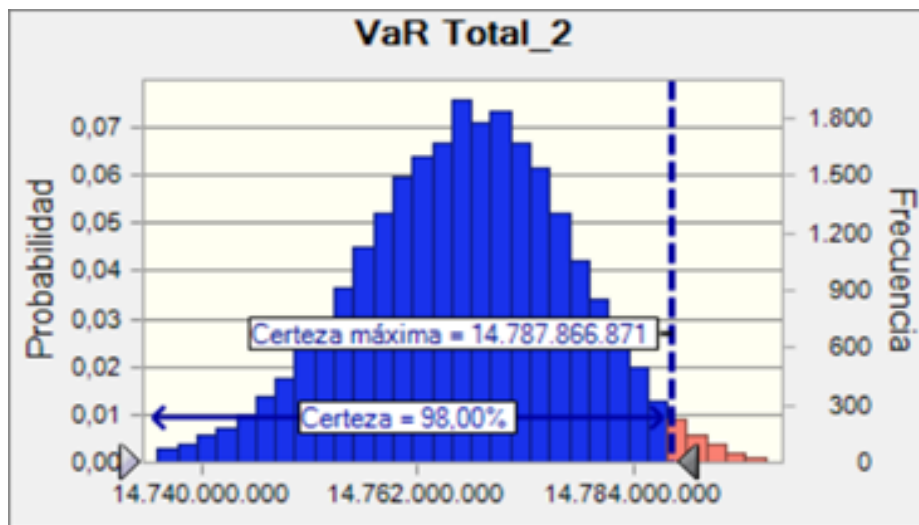
- Se seleccionó una muestra de 54 títulos de renta fija los cuales están divididos en VEBONOS, TIF y Letras del Tesoro.
- Se calculó el Coeficiente de Correlación (escalar) individualmente para así observar el impacto de estos en el cálculo del VaR. (Ver Anexo Tabla 21, 22 y 23)
- Se realizaron las simulaciones por el método de Monte Carlo para luego realizar una comparación de los resultados obtenidos por cada una. (Ver Anexo Tabla 21, 22 y 23)

Tabla 3: Matriz de correlación para los VEBONOS, TIF y LT

	LT	TIF	VEBONOS
LT	1		
TIF	0,998665418	1	
VEBONOS	0,999812949	0,998813593	1

Fuente: Elaboración propia

Figura 1: VaR Monte Carlo Ajustado



Fuente: Elaboración propia



## 8. Análisis de Resultados

Para el período de enero 2013 a diciembre 2018 se puede observar que si existe una correlación entre los distintos plazos de la curva de rendimientos para los títulos de la deuda pública venezolana. Incorporando las correlaciones entre plazos al cálculo del VaR se puede evidenciar tanto semanal como anualmente un aumento en el VaR, debido al impacto que genera el ajuste realizado.

La aplicación del VaR Monte Carlo ajustado presento las siguientes variaciones anuales en el portafolio:

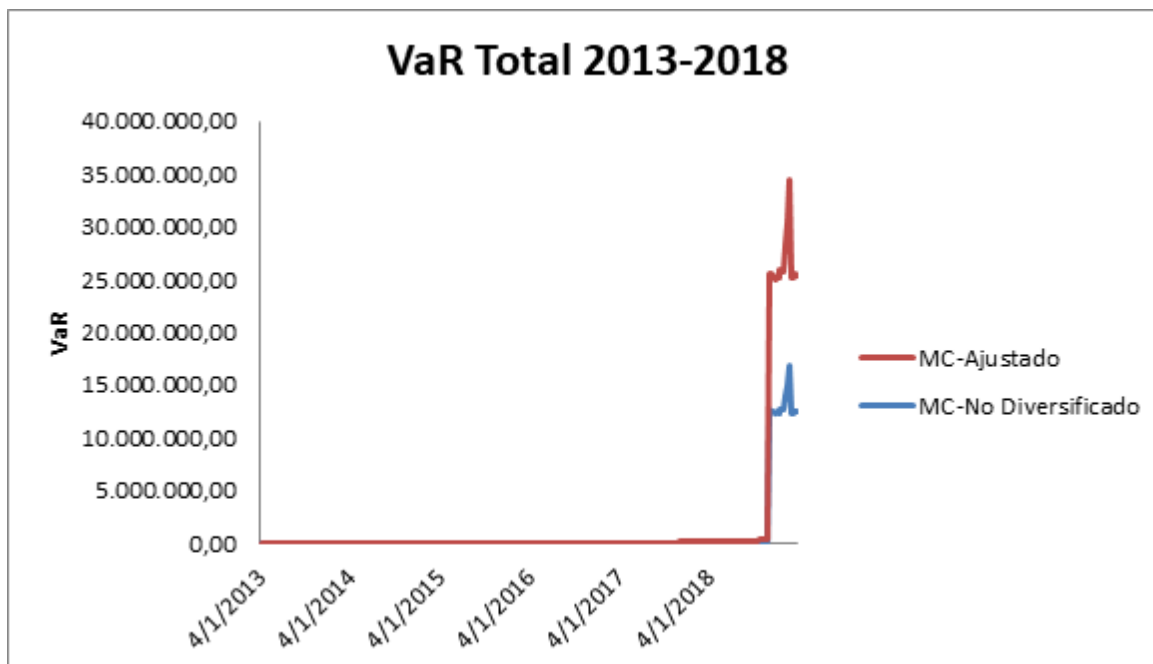
Tabla 4: VaR Monte Carlo y Monte Carlo Ajustado al cierre anual, Comparación

	MC	MC-Ajustado	Variación	Variación Porcentual
28/12/2018	12.480.147,00	12.916.952,15	436.805,15	3,5%
29/12/2017	59.400,51	61.117,19	1.716,67	2,9%
30/12/2016	15.973,94	16.322,17	348,23	2,2%
25/12/2015	6.472,65	6.787,87	315,22	4,9%
26/12/2014	10.014,40	10.145,59	131,19	1,3%
27/12/2013	5.671,97	5.719,61	47,64	0,8%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, el impacto de las correlaciones entre plazos de la curva de rendimiento aumenta el valor máximo de la pérdida. Esto indica que la variación existente entre la Simulación Monte Carlo y la Simulación Monte Carlo Ajustada, es el ajuste necesario.

Grafico 9: VaR Monte Carlo no diversificado vs VaR Monte Carlo Ajustado



Fuente: Elaboración propia

## 9. Conclusiones

Los resultados obtenidos representan un cambio a la metodología de Simulación Monte Carlo ordinaria, ya que no toma en consideración muchos aspectos importantes del mercado. Esto deja en evidencia que la metodología Monte Carlo subestima la medición del riesgo de mercado.

Sin embargo, también se pudo evidenciar que las políticas económicas tomadas durante el período 2013-2018, generan un impacto en la medición del riesgo, ya que durante este periodo hubo sucesos como la hiperinflación y la reconversión monetaria, que afectan el cálculo de la máxima pérdida potencial, mostrando así un aumento exponencial en el VaR en un mercado donde el comportamiento de los títulos valores que se transan en él, demuestran el estado de la economía del país.

Por ende, esto indica que sí existe correlación entre los plazos de las curvas de rendimiento para los títulos de renta fija del mercado venezolano, evidenciando que si tomamos en cuenta dichas correlaciones se puede estimar la máxima pérdida potencial con mayor efectividad que con los métodos tradicionales, evitando subestimar el VaR y poseer un panorama más claro al momento de evaluar el VaR para un título o portafolio.

## Referencias

- Alonso, J. C. (2005). *Introducción al Valor en Riesgo*. Cali: Departamento de Economía. Universidad ICESI.
- Chirinos, A. & Maita, M. (2012). *Estimación paramétrica de la estructura temporal de las tasas de interés (ETTI) y su volatilidad: Infiriendo sus movimientos e interrelaciones*. BCV. Serie Documentos de Trabajo, (136).
- Chirinos, A. Moreno, M. (2011). *Estimación de la Estructura Temporal de las Tasas de Interés: el caso venezolano*. Documento de trabajo N° 119, Banco Central de Venezuela, Caracas.
- Choudhry, M. Fabozzi, F. & Mann, S. (1996). *Measuring and controlling interest rate risk and credit risk*. (1a. ed.) Pennsylvania, USA.
- De Lara, A. (2009). *Medición y Control de riesgos financieros* (3era ed.). México: Editorial Limusa S.A.
- Gutiérrez, L. & Velásquez, G. (2012). *Valoración de títulos valores de renta fija en moneda local en Venezuela: un modelo bajo condiciones de incertidumbre* (Trabajo de Grado de Maestría no publicado). Universidad Metropolitana, Caracas, Venezuela.
- Johnson, C. A (2001). Value At Risk: Teoría y Aplicaciones. *Estudios de Economía*, 210-25).
- Jorion, P. (2003). *Financial Risk Manager Handbook*. Third Edition. New Jersey: Wiley.
- Martelline, L., Priaulet, P., & Priaulet, S. (2003). *Fixed-Income Securities: Valuation, Risk Management and Portfolio Strategies*. Reino Unido.
- Mascareñas, J. (2008). *El Riesgo de Interés*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Oficina Nacional de Crédito Público. (2014). *Emisiones de Deuda Pública Interna: Histórico de Subastas*. Recuperado el 16 de mayo de 2019. <http://www.oncp.gob.ve/index.php/joomla-overview/emisiones-de-deuda-publica/emisiones-de-deuda-publica-interna/historico-subastas.html>
- Soto, C. (2008). *Riesgo de Liquidez en el Sistema Financiero Venezolano: Una aplicación del VaR Ajustado por Liquidez* (Trabajo de Grado de Licenciatura). Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela.

Anexos

1. Matriz de Cholesky para VEBONO 2012-2018 Definida positiva

Varianza-Covarianza	Mat Def+ 7	Mat Def+ 30	Mat Def+ 90	Mat Def+ 90	Mat Def+ 120	Mat Def+ 120	Mat Def+ 200	Mat Def+ 300	Mat Def+ 400	Mat Def+ 500	Mat Def+ 500
7	0,002661149	0,00000000	0,001712002	0,001423399	0,001279053	0,001114503	0,000950633	0,000808709	0,000684702	0,00054702	0,00043503
30	0,00209005	0,001927555	0,001653220	0,001460170	0,001343111	0,001171312	0,000946131	0,000722200	0,000557014	0,000404430	0,000294415
60	0,001712082	0,001683226	0,001558468	0,001400747	0,001240039	0,001085924	0,000907837	0,000700032	0,000500827	0,000344415	0,000244415
90	0,001423399	0,001468176	0,001400747	0,001240039	0,001085924	0,000907837	0,000700032	0,000500827	0,000344415	0,000244415	0,000144415
120	0,001279053	0,001343111	0,001240039	0,001085924	0,000907837	0,000700032	0,000500827	0,000344415	0,000244415	0,000144415	0,000044415
200	0,001114503	0,001171312	0,001085924	0,001000000	0,000822200	0,000644415	0,000466630	0,000288845	0,000111060	0,000033275	0,000011060
300	0,000950633	0,000946131	0,000907837	0,000822200	0,000700032	0,000577865	0,000455698	0,000333531	0,000211364	0,000089199	0,000011364
400	0,000808709	0,000722200	0,000684702	0,000600000	0,000477815	0,000355648	0,000233481	0,000111314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
500	0,000684702	0,000557014	0,000404430	0,000344415	0,000244415	0,000144415	0,000044415	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
700	0,00054702	0,000404430	0,000294415	0,000244415	0,000144415	0,000044415	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
900	0,00043503	0,000344415	0,000244415	0,000144415	0,000044415	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
1000	0,000344415	0,000244415	0,000144415	0,000044415	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
1200	0,000244415	0,000144415	0,000044415	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
1400	0,000144415	0,000044415	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
1600	0,000044415	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
1800	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
2000	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
2200	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
2400	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
2600	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
2800	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
3000	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
3200	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
3400	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
3600	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
3800	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
4000	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
4200	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
4400	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
4600	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
4800	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
5000	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
5200	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
5400	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
5600	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
5800	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
6000	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
6200	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
6400	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
6600	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
6800	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
7000	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
7200	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
7400	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
7600	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
7800	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314
8000	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314	0,000011314

Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+
700	800	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	
0,00032069	0,00020489	0,00016079	0,00014941	0,00016407	0,00013123	0,00014654	0,00016136	0,00016037	0,00014014	0,00012796	
0,00028247	0,00020980	0,00017337	0,00016938	0,00014978	0,00012434	0,00012647	0,00012961	0,00012509	0,00010422	0,00010608	
0,00031341	0,00024364	0,00020977	0,00019278	0,00017101	0,00016283	0,00016086	0,00014634	0,00014101	0,00012623	0,00012604	
0,00039273	0,00027567	0,00024939	0,00023397	0,00020200	0,00018247	0,00016990	0,00017707	0,00017000	0,00016102	0,00016916	
0,00039991	0,00029048	0,00026806	0,00026081	0,00021861	0,00020674	0,00020287	0,00019223	0,00018668	0,00017764	0,00017497	
0,00035116	0,00026436	0,00026293	0,00026807	0,00022126	0,00021026	0,00020737	0,00019649	0,00019014	0,00017910	0,00017690	
0,00033479	0,00027102	0,00026491	0,00026413	0,00021964	0,00021133	0,00020919	0,00019859	0,00019063	0,00017749	0,00017313	
0,00032856	0,00026736	0,00026696	0,00026806	0,00021784	0,00021001	0,00020401	0,00019636	0,00019138	0,00017648	0,00017074	
0,00039659	0,00024973	0,00024372	0,00023749	0,00021797	0,00021293	0,00021001	0,00020046	0,00019106	0,00017461	0,00016883	
0,00038719	0,00024568	0,00024612	0,00024393	0,00022010	0,00021534	0,00021317	0,00020359	0,00019410	0,00017749	0,00017109	
0,00035593	0,00024816	0,00024974	0,00024929	0,00023284	0,00022404	0,00021746	0,00020693	0,00019670	0,00017974	0,00017364	
0,000248126	0,000246531	0,00025293	0,00026496	0,00024061	0,00023261	0,00022439	0,00021043	0,00019916	0,00018104	0,00017417	
0,000249674	0,000252893	0,000263645	0,00026824	0,00026714	0,00026216	0,00025944	0,00024648	0,00023192	0,00021639	0,00020849	
0,000249029	0,000254665	0,000268524	0,000276872	0,00027007	0,000264705	0,00026234	0,00024905	0,00023305	0,00021702	0,00020249	
0,000232643	0,000240519	0,000257514	0,000270979	0,000279281	0,00027487	0,000267016	0,000252689	0,000234744	0,000216442	0,000201742	
0,000224904	0,000232351	0,000250215	0,000264768	0,000278487	0,000287055	0,000279971	0,000265171				

Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+
2000	3000	3000	3200	3400	3600	3800	4000	4200	4400	4500
0.000144395	0.000189002	0.000189002	0.000189256	0.000189248	0.000192171	0.000192475	0.000194159	0.000204355	0.000215249	0.000229079
0.000118125	0.000135813	0.000134758	0.00014337	0.000140454	0.000149471	0.000150507	0.000153723	0.000162943	0.000173371	0.000183235
0.000131903	0.000134625	0.000133391	0.0001405	0.000143275	0.000142592	0.000143955	0.000145537	0.000150005	0.000153309	0.000154443
0.000159217	0.000157945	0.000157305	0.000154595	0.000155455	0.000154313	0.000154931	0.000154953	0.000155515	0.000159051	0.000159051
0.000172959	0.000159749	0.00016001	0.000154055	0.000154995	0.000153755	0.000153804	0.000151959	0.000150732	0.00015217	0.000151025
0.000173013	0.000172035	0.000172079	0.00017021	0.000173143	0.000174535	0.000174527	0.000172825	0.00017192	0.000172545	0.000172392
0.000171575	0.000173049	0.000174493	0.000175412	0.000181347	0.000185753	0.000185214	0.000184755	0.000184101	0.000184505	0.000183957
0.000189571	0.000171574	0.000175445	0.000180255	0.000180125	0.000180392	0.000187059	0.000186545	0.000186395	0.00018621	0.000184543
0.000189521	0.000171343	0.000175941	0.00018224	0.000182307	0.000201035	0.000201213	0.000199518	0.000199554	0.000195555	0.000197543
0.000171735	0.000174135	0.000180073	0.000185214	0.000185343	0.000205322	0.00020482	0.000203024	0.000202544	0.000200043	0.000199399
0.000173745	0.000175852	0.000182075	0.000185955	0.000189132	0.000202855	0.000207471	0.000205552	0.000204731	0.000202655	0.000200655
0.000174057	0.000175959	0.000182223	0.000189752	0.000190721	0.000209001	0.000207534	0.000205722	0.00020464	0.000201954	0.00019993
0.00018721	0.000187545	0.000193729	0.000201193	0.000210145	0.000218545	0.000218594	0.000213675	0.000211975	0.00020837	0.000206802
0.000200415	0.000190575	0.000205305	0.00021242	0.000219749	0.000225754	0.000224033	0.000220233	0.000217542	0.000212912	0.000209543
0.000213774	0.000213537	0.000215545	0.000225017	0.000230297	0.000234275	0.000230659	0.000225745	0.000221455	0.000215452	0.000209412
0.000212251	0.000214724	0.000224444	0.00023544	0.000242405	0.000247555	0.000243321	0.000238071	0.000233544	0.000225577	0.000220259
0.000212952	0.000217935	0.000229423	0.00024201	0.000252155	0.00025993	0.000254523	0.000249317	0.000244734	0.000239144	0.000232154
0.000215514	0.000221302	0.000231555	0.000243413	0.000253753	0.000261554	0.000256552	0.000251002	0.000246432	0.000240955	0.000234232
0.000231145	0.000232959	0.000233952	0.000237575	0.000241534	0.000246952	0.00024159	0.000236359	0.000231097	0.000224251	0.000217154
0.000235119	0.000235352	0.000241077	0.000244457	0.000250795	0.000256854	0.000194435	0.000185337	0.000181055	0.000173015	0.000164545
0.000255	0.000251053	0.0002423	0.000244155	0.000250934	0.000193995	0.000192147	0.000184043	0.000179012	0.000171175	0.000163134
0.000258129	0.000252575	0.000241555	0.00023107	0.000221343	0.000217229	0.00021105	0.000203521	0.000195534	0.000181307	0.000163655
0.000252575	0.000245625	0.000242811	0.000239783	0.000237132	0.000237059	0.00023104	0.000224075	0.000219539	0.000212373	0.000205055
0.000241555	0.000242511	0.000245375	0.000254157	0.000257591	0.00025277	0.000245782	0.000238225	0.000234554	0.000230755	0.000225175
0.00023107	0.000235783	0.000254157	0.00025905	0.000251923	0.000239773	0.000234739	0.000227549	0.000224031	0.000218747	0.00021155
0.000221343	0.0002237132	0.0002258751	0.0002281923	0.0002211491	0.000223597	0.000227305	0.000221955	0.000216057	0.0002114543	0.000205752
0.000217229	0.000223709	0.000225277	0.0002290773	0.000233597	0.000236802	0.000232053	0.0002257923	0.000219557	0.000213355	0.000207155
0.00021105	0.000223104	0.0002256782	0.0002284739	0.000227305	0.0002352053	0.0002399342	0.000234034	0.000227707	0.000221453	0.000215202
0.000203521	0.000224075	0.0002250228	0.0002278549	0.000221998	0.0002357523	0.000235534	0.000235637	0.000235222	0.000235455	0.000235294
0.000198834	0.000219539	0.0002245894	0.0002274801	0.000220657	0.0002358867	0.0002357687	0.000235222	0.0002354011	0.0002352545	0.0002351352
0.000191307	0.000212373	0.0002238785	0.0002257947	0.000214543	0.0002353687	0.0002353643	0.0002355455	0.0002352545	0.0002352734	0.0002351355
0.000183658	0.000205055	0.0002231708	0.0002251188	0.000208782	0.0002348855	0.0002348802	0.0002348802	0.0002348802	0.0002348802	0.0002348802
0.000175814	0.000197541	0.000223441	0.0002254201	0.000202533	0.000234312	0.0002345361	0.0002349759	0.000235458	0.0002353054	0.0002351723
0.000168288	0.000190355	0.000217427	0.000214742	0.000209084	0.000203955	0.000204103	0.0002045567	0.000205325	0.0002051407	0.0002049811
0.000161637	0.000185593	0.000212383	0.000212025	0.000209128	0.0002030579	0.0002034445	0.0002040492	0.00020351705	0.00020357705	0.0002035578
0.000151531	0.000183203	0.000209513	0.000208594	0.000205708	0.0002025575	0.000202968	0.0002033593	0.00020347117	0.00020353529	0.00020352205
0.000150572	0.000181655	0.000207287	0.000205529	0.000201598	0.0002020755	0.0002025137	0.0002033152	0.00020342595	0.00020349294	0.00020358308
0.000151357	0.000180739	0.000205409	0.000205003	0.000204584	0.0002012119	0.0002015598	0.0002023052	0.00020334033	0.00020340889	0.00020350077
0.000152093	0.000175709	0.000201438	0.0002225645	0.000225692	0.000202853	0.00020307204	0.0002031335	0.00020324359	0.00020312	0.00020340373
0.00014014	0.000160209	0.000184431	0.0002011049	0.000204525	0.000201098	0.0002025307	0.0002030154	0.00020313059	0.00020319562	0.00020328881
0.00012591	0.000146673	0.000170533	0.000195917	0.000204008	0.0002075232	0.0002040458	0.0002048882	0.000205759	0.000206015	0.00020615313
0.000125859	0.000145544	0.00016862	0.000195916	0.000203902	0.0002075214	0.00020479434	0.0002055858	0.000206777	0.000207045	0.0002071435





Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+	Mat Def+
5000	5200	5400	5600	5800	6000	6500	7000	7500
0,000140845	0,00017216	0,000209152	0,000225168	0,000216943	0,000198018	0,00015014	0,00014758	0,00014758
0,00014853	0,000170608	0,000197155	0,000205213	0,000194096	0,00017966	0,000141784	0,000139634	0,000139634
0,000151834	0,000165297	0,000182032	0,000183639	0,000169597	0,000156941	0,000126824	0,000125028	0,000125028
0,000148502	0,000153638	0,000160702	0,000156325	0,000139808	0,000127964	0,000103284	0,000101617	0,000101617
0,000140217	0,000141401	0,000143836	0,000136327	0,000117241	0,000104558	8,26854E-05	8,1134E-05	8,1134E-05
0,000131573	0,000132179	0,000133532	0,000126989	0,000108546	9,45337E-05	7,26701E-05	7,14647E-05	7,14649E-05
0,000132955	0,000134417	0,000136611	0,000131921	0,000118005	0,000106156	8,50683E-05	8,41167E-05	8,41169E-05
0,000127563	0,000128783	0,000130703	0,000125723	0,000114574	0,000104746	8,6676E-05	8,59663E-05	8,59664E-05
0,000117701	0,000117925	0,000118626	0,000113428	0,000104683	9,66206E-05	8,14132E-05	8,0939E-05	8,09391E-05
0,000114782	0,000113783	0,000113099	0,000107199	9,9677E-05	9,26107E-05	8,05252E-05	8,03076E-05	8,03076E-05
0,000117631	0,000115208	0,000113529	0,000106697	9,92616E-05	9,21556E-05	8,32606E-05	8,33219E-05	8,33219E-05
0,000126995	0,000123508	0,000121706	0,000114039	0,000105044	9,65208E-05	8,92265E-05	8,91787E-05	8,91786E-05
0,000137941	0,000133984	0,00013237	0,000123967	0,000113202	0,000102972	9,3989E-05	9,38219E-05	9,38218E-05
0,000152061	0,000148921	0,000149285	0,000141893	0,000131226	0,000120606	0,000111369	0,000111139	0,000111138
0,000182572	0,000180737	0,000185546	0,000180509	0,000165527	0,000149596	0,0001321	0,000130965	0,000130964
0,000195384	0,000194834	0,000200624	0,000197378	0,00018379	0,000167934	0,000141334	0,000140085	0,000140085
0,000197023	0,00019664	0,000203069	0,000200087	0,000188274	0,000172371	0,000144339	0,000143045	0,000143045
0,000199188	0,000199025	0,000206088	0,000205388	0,000194245	0,000178476	0,00014914	0,000147821	0,00014782
0,000204448	0,000204535	0,000211886	0,000211841	0,000202237	0,000186966	0,000157727	0,000156433	0,000156433
0,000211304	0,000211466	0,000218812	0,00021869	0,00020921	0,000193665	0,000164963	0,000163712	0,000163712
0,000218113	0,000218048	0,000225051	0,000224634	0,000215221	0,000199413	0,000171333	0,00017013	0,000170129
0,00022107	0,000220774	0,000227388	0,000226737	0,000217527	0,000201611	0,000174317	0,000173166	0,000173166
0,000222166	0,000221611	0,000227782	0,000226916	0,000218032	0,000202208	0,000175852	0,000174762	0,000174761
0,000222945	0,000222207	0,000227985	0,000226962	0,000218502	0,000202863	0,000177566	0,00017654	0,000176539
0,000222546	0,000221728	0,000227178	0,000226075	0,000218151	0,000202812	0,000178717	0,000177762	0,000177761
0,000220662	0,000219849	0,000225031	0,000223908	0,000216621	0,000201679	0,000178911	0,000178032	0,000178031
0,000217876	0,000217011	0,000221649	0,000220229	0,000213187	0,000198367	0,00017693	0,000176462	0,000176462
0,000195884	0,000194739	0,000198835	0,000197018	0,00018977	0,000178827	0,000163331	0,000162336	0,000162336
0,000213836	0,0002127	0,000216846	0,000215209	0,00020894	0,000195545	0,00017283	0,000176356	0,000176356
0,000200759	0,000200037	0,000204226	0,000202265	0,000195579	0,000183974	0,000169405	0,000167694	0,000167694
0,000201807	0,000201512	0,000205937	0,000204304	0,000198001	0,000186417	0,000169512	0,000168887	0,000168886
0,000202461	0,000202797	0,000207846	0,000206875	0,000200903	0,00018912	0,000172426	0,000171872	0,000171872
0,000205144	0,000206721	0,000212628	0,000212371	0,000206883	0,000195133	0,000177105	0,000176628	0,000176628
0,000208245	0,00021162	0,000218585	0,000219121	0,000213867	0,000201897	0,000181916	0,000181347	0,000181347
0,00021162	0,00021832	0,000228526	0,000230585	0,00022575	0,000213634	0,000191201	0,000190541	0,000190541
0,000218585	0,000228526	0,000243642	0,000248008	0,000243311	0,000230692	0,000206754	0,000205811	0,000205811
0,000219121	0,000230585	0,000248008	0,000257361	0,000256291	0,000244575	0,000220519	0,000219438	0,000219438
0,000213867	0,00022575	0,000243311	0,000256291	0,000269816	0,000256985	0,00023533	0,000234674	0,000234674
0,000201897	0,000213634	0,000230692	0,000244575	0,000256985	0,00025632	0,000238976	0,000238364	0,000238364
0,000181916	0,000191201	0,000206754	0,000220519	0,000238976	0,000238976	0,000240973	0,000240641	0,000240641
0,000181347	0,000190541	0,000205811	0,000219438	0,000234674	0,000238364	0,000240641	0,000240977	0,000240977
0,000181347	0,000190541	0,000205811	0,000219438	0,000234674	0,000238364	0,000240641	0,000240977	0,000240977

3. Tabla VEBONO

	Bucket	YTM*Vol*Dmod	Escalar	Valor Nominal	Factor de Confianza	VaR Ajustado
VB0319	90	0,000050866	0,000000496	1.412,00	102,32059%	0,1
VB0419	90	0,000054961	0,000000536	7.380,00	102,85951%	0,8
VB0120	300	0,000030501	0,000000216	6.778,00	109,96266%	0,5
VB0620	500	0,000035144	0,000000169	10.124,00	113,64539%	0,8
VB0121	700	0,000068404	0,000000311	12.768,00	118,23548%	2,1
VB0222	1000	0,000137061	0,000000688	28.955,00	119,51654%	9,5
VB0123	1400	0,000053418	0,000000194	23.641,00	124,88404%	3,2
VB0224	1800	0,000713127	0,000001292	1.840,00	125,85165%	3,3
VB0424	1800	0,000803025	0,000001455	15.091,00	121,06842%	29,4
VB0125	2200	0,029813276	0,000409056	200.013.764,00	100,03938%	12.094.525,5
VB0225	2200	0,030463938	0,000417984	2.440,00	100,96493%	152,2
VB0327	2800	0,016128559	0,000121941	1.340,00	119,52473%	52,1
VB1334	5400	0,001850078	-0,000008828	4.302,00	138,58891%	22,0
VB9334	5400	0,001850078	-0,000008828	1.363,00	138,58891%	7,0
VB0428	3400	0,000811356	-0,000001663	4.406,00	134,41409%	9,6
VB0529	3600	0,002079768	-0,000009115	1.520,00	136,72382%	8,6
VB0331	4400	0,004692262	-0,000023624	2.542,00	138,17456%	32,8
VB0335	5800	0,005846985	-0,000017032	3.330,00	135,48054%	52,6
VB1236	6500	0,006836387	-0,000024714	4.488,00	141,79991%	86,7
VB0632	4800	0,005737206	-0,000031469	15.711,00	131,52189%	235,8
VB0733	5200	0,002407569	-0,000012890	3.409,00	132,33220%	21,6
VB0687	6500	0,007041937	-0,000025458	839,00	130,58587%	15,4
VB0129	3600	0,002056977	-0,000009015	1.000.000,00	129,06008%	5.286,2
VB1030	4200	0,004252780	-0,000020448	850.000,00	107,99963%	7.770,5



4. Tabla TIF

	Bucket	YTM*Vol*Dmod	Escalar	Valor Nominal		Factor de Confianza	VaR Ajustado
TF0419	90	0,000118872	0,000001284	724,00	103,29686%	2	0,179721787
TF0934	5600	0,001208178	0,000007740	10.000,00	129,63558%	2	31,525235218
TF0221	700	0,000284717	0,000000301	4.411,00	119,74400%	2	3,010879340
TF0322	1000	0,000072780	0,000000091	141,00	124,65420%	2	0,025615963
TF0124	1800	0,000009671	0,000000019	4.950,00	136,60940%	2	0,131045547
TF0423	1400	0,000008602	0,000000027	2.166,00	131,40539%	2	0,049118362
TF0528	3400	0,000615294	0,000002108	820,00	148,34889%	2	1,502089891
TF0329	3600	0,000938809	0,000003124	731,00	135,72613%	2	1,869092621
TF0126	2400	0,000012649	0,000000038	832,00	139,57988%	2	0,029467278
TF0328	3200	0,000030964	0,000000105	786,00	147,95322%	2	0,072260853
TF0229	3600	0,000940535	0,000003130	4.313,00	134,77464%	2	10,970720585
TF0230	4000	0,000313505	0,000000896	1.210,00	142,31795%	2	1,082824151
TF0331	4400	0,001434132	0,000003749	1.397,00	137,09327%	2	5,507639909
TF0332	4800	0,002572679	0,000009009	2.054,00	137,76429%	2	14,610692503
TF0232	4800	0,002626773	0,000009198	8.134,00	132,40278%	2	56,776929017
TF1120	600	0,000325184	0,000000634	2.740,00	119,25930%	2	2,129356651
TF0536	6000	0,008892097	0,000034864	4.641,00	128,13191%	2	106,170164721
TF0137	6500	0,006186778	0,000025845	840,00	122,47379%	2	12,782843642
TF0333	5000	0,003357856	0,000013072	5.163,00	130,89767%	2	45,563131562

5. Tabla Letras del Tesoro

	Bucket	YTM*Vol*Dmod	Escalar	Valor Nominal		Factor de Confianza	VaR Ajustado
L90306	60	0,000239333	0,000004654	50.000.000,00	99,07312%	2	24.173
L19619	150	0,000798312	0,000003512	100.000.000,00	97,12491%	2	155.754
L27319	60	0,000342909	0,000006668	200.000.000,00	98,67115%	2	137.973
L30419	90	0,000325987	0,000003522	200.000.000,00	98,67529%	2	130.058
L32019	60	0,000281531	0,000005474	20.000.000,00	98,91279%	2	11.355
L26619	180	0,000837291	0,000003909	45.000,00	96,98731%	2	73
L30119	30	0,00006345	0,000002048	15.000.000,00	99,51074%	2	1.955
L20219	30	0,000100245	0,000003235	12.000.000,00	99,23067%	2	2.464