

# RIESGO DE MERCADO DE LA DEUDA SOBERANA URUGUAYA NOMINADA EN DÓLARES AMERICANOS

Matías Pego<sup>1</sup>; Emiliano Neme<sup>2</sup>

## RESUMEN

Este trabajo tuvo por objeto el estudio del riesgo de mercado de la deuda soberana nacional de Uruguay, emitida en dólares americanos, utilizando como subrogante del mismo, el Value at Risk o Valor en Riesgo (VaR). La metodología utilizada fue la de RiskMetrics desarrollada por J.P. Morgan.

Dentro de las principales conclusiones del trabajo cabe destacar:

- Al 31-03-2015 el VaR para un período de diez días fue 3,15% del valor de la deuda soberana emitida en dólares, nivel que se considera bajo.
- Se comprobó que la metodología RiskMetrics resultó consistente con la información empírica recopilada posteriormente. Si bien la metodología propone un factor de decaimiento de 0,94, un factor de 0,97 demostró tener una mejor bondad de ajuste.
- Al mismo tiempo y como consecuencia de la estimación necesaria de las correlaciones entre las tasas para los distintos nodos de la Curva de Tasas Spot, se pudo concluir que los desplazamientos de la Curva distan bastante de ser paralelos.

*Palabras clave:* Valor en Riesgo; Deuda Soberana; Tasa de Interés; Riskmetrics

<sup>1</sup> Docente en Unión Informática, InstitutoCEE e Instituto PIEMCE

<sup>2</sup> Auxiliar Contable en Ottonello Hnos. S.A.

## 1. Introducción

El presente trabajo procura ahondar en el análisis del riesgo de la deuda soberana en dólares americanos utilizando para ello la herramienta del Valor en Riesgo (VaR), siendo esta una metodología que ya se está utilizando en nuestro medio para la medición del riesgo de mercado de diferentes carteras de instrumentos financieros. En este caso se enfocó en el análisis de la deuda soberana uruguaya emitida en dólares americanos con la finalidad de evaluar las máximas pérdidas que podría tener un portafolio que contenga la totalidad de los bonos globales emitidos por el gobierno. En el presente trabajo nos referiremos al mismo como “cartera global” o “portafolio global”.

Dado los pocos estudios sobre el tema que hayan empleado la metodología a aplicar en el ámbito local, se procedió a realizar un exhaustivo análisis de información empírica a los efectos de procurar la validación del modelo utilizado para el cálculo del VaR de la cartera global.

El estudio se realizó al 31 de marzo de 2015, incluyéndose la totalidad de la deuda global nacional circulante emitida en dólares americanos. Sin perjuicio de lo anterior, se analizó el riesgo de la cartera global para el período comprendido entre el 31 de marzo de 2015 y el 21 de agosto de 2015, fecha hasta la cual se recopilaron datos para contrastar el modelo con la información empírica.

El objetivo del trabajo fue medir el nivel de riesgo de la deuda soberana uruguaya representada por bonos globales emitidos en dólares americanos para lo cual se recurrió al indicador del VaR.

Este objetivo hizo necesario realizar una serie de cálculos a destacar:

- 1- Identificar los flujos vinculados a los bonos globales emitidos en dólares uruguayos y agruparlos por plazos de vencimiento (nodos).
- 2- A partir de las series históricas de tasas de interés por nodo obtener volatilidades de las mismas y las correlaciones entre cada par de tasas correspondientes a distintos nodos.
- 3- Calcular el VaR del total de la deuda uruguaya global emitida en dólares mediante la metodología RiskMetrics al 31 de marzo de 2015 y para los siguientes días hasta el 21 de agosto del corriente.
- 4- Testear el modelo utilizado en base a las variaciones posteriores de dicho portafolio durante el período a que refiere el numeral anterior.
- 5- Como complemento a los cálculos anteriores, resultó de interés, efectuar el análisis de la evolución del premio por diversificación de invertir en los bonos de la cartera.

El portafolio que se seleccionó a los efectos de realizar los análisis se compone por los 11 bonos globales emitidos en dólares que se encontraban en circulación al 31 de marzo de 2015.

Dichos bonos tienen vencimientos entre el 2015 y el 2050 con tasas anuales entre 4.125% y 9.25%. El valor de mercado del portafolio al 31/03/2015 es de US\$ 8.734.511.849, como puede visualizarse en el siguiente cuadro.

<sup>1</sup> Docente en Unión Informática, InstitutoCEE e Instituto PIEMCE

<sup>2</sup> Auxiliar Contable en Ottonello Hnos. S.A.

Los instrumentos fueron recopilados según informe de la *Debt Management Unit* del Ministerio de Economía y Finanzas al 31 de marzo de 2015.

Para valuar dichos instrumentos, se utilizaron cotizaciones extraídas de la Plataforma Bloomberg según la Tabla 1.

Tabla 1: Cotizaciones de instrumentos del portafolio

<sup>1</sup> Docente en Unión Informática, InstitutoCEE e Instituto PIEMCE

<sup>2</sup> Auxiliar Contable en Ottonello Hnos. S.A.

<b>TITULO</b>	<b>MONEDA</b>	<b>NOMINAL</b>	<b>COT. 31/03/15</b>	<b>VALOR AL 31/03</b>
URUGUA 8,75% 2015	U.S. Dollar	17.124.767	101,41	17.366.397
URUGUA 7.625 % 2017	U.S. Dollar	12.262.288	110,51	13.550.809
URUGUA 9.25% 2017	U.S. Dollar	50.344.000	115,25	58.021.460
URUGUA 8% 2022	U.S. Dollar	563.703.939	132,11	744.726.185
URUGUA 4.5% 2024	U.S. Dollar	2.000.000.000	108,65	2.173.040.000
URUGUA 6,875% 2025	U.S. Dollar	175.369.620	126,96	222.654.531
URUGUA 7.875% 2027	U.S. Dollar	22.036.000	138,82	30.589.273
URUGUA 7.875 % 2033	U.S. Dollar	840.598.054	142,34	1.196.507.270
URUGUA 7.625 % 2036	U.S. Dollar	1.056.636.806	141,69	1.497.148.690
URUGUA 4.125 % 2045	U.S. Dollar	731.355.423	94,01	687.547.233
URUGUA 5.100 % 2050	U.S. Dollar	2.000.000.000	104,67	2.093.360.000

VALOR CARTERA 31/03/2015

La Duration de Macaulay para este portafolio es de 10,95 años.

A continuación, se presenta el trabajo, el cual se divide en 3 secciones. En la primera sección, se dará breve cuenta de la metodología empleada en función de las circunstancias que se desarrollaron en el transcurso del estudio.

En la sección II se presentarán los resultados obtenidos, los cuales se verán complementados en los respectivos anexos.

Finalmente, en la sección III, se expresarán las conclusiones y hallazgos del trabajo realizado.

<sup>1</sup> Docente en Unión Informática, InstitutoCEE e Instituto PIEMCE

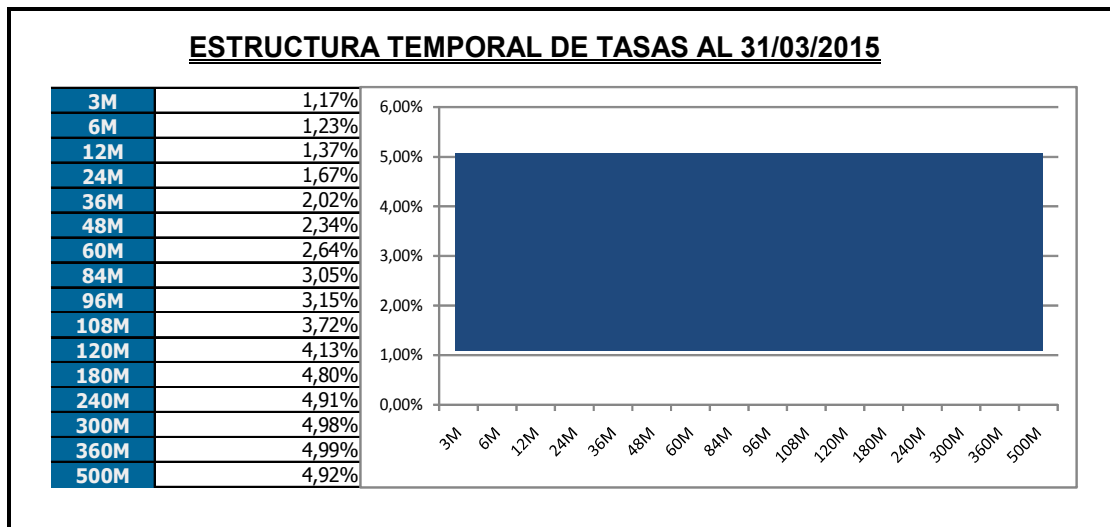
<sup>2</sup> Auxiliar Contable en Ottonello Hnos. S.A.

## 2. Metodología del Estudio

### METODOLOGÍA GENERAL - RISKMETRICS

Para realizar el análisis en el trabajo que se presenta se utilizó la metodología de RiskMetrics para estimar las varianzas y covarianzas de las tasas para los nodos temporales definidos.

La Estructura Temporal de Tasas histórica fue extraída de la Bolsa Electrónica de Valores S.A. (BEVSA). Se expone en el Gráfico 1 la distribución de la Estructura temporal de tasas.



Los nodos temporales se definieron tomando como referencia los nodos de la Spot Rate Curve (CUD) en dólares para Uruguay, elaborada por BEVSA. A estos se les agregó un último nodo con horizonte a 600 meses (50 años).

Puesto que no se cuenta con datos de la tasa spot a 50 años, se realizó la estimación de la misma según sugiere U.S Treasury para el cálculo de tasas forward para largos plazos (mayores a 30 años, y hasta 100 años al vencimiento). Dada la limitada información con que se cuenta para plazos tan largos, se puede aproximar dichas tasas tomando el promedio simple de las tasas de 15 a 30 años.

A los efectos de la aplicación de la metodología Riskmetrics para el cálculo del VaR se utilizó, en un principio, un coeficiente de ajuste exponencial Lambda de 0,94 recomendado por la propia metodología. En función de dicho coeficiente, se recopilaron los datos de las tasas para los últimos 76 días previos a la fecha definida, como también recomienda la metodología.

Posteriormente, se calcularon las matrices de varianzas y covarianzas, y la matriz de correlaciones entre las tasas para cada nodo. Las mismas pueden observarse en el ANEXO 3.

### MAPEO DE FLUJOS

Para realizar el mapeo de los flujos a los nodos se siguió la metodología sugerida por RiskMetrics la cual procura dos objetivos:

- a. Mantener el valor actual del flujo de fondos original del instrumento.
- b. Mantener la sensibilidad de los flujos ante cambios en la tasa de interés.

Para ello, se realiza una interpolación lineal para distribuir el flujo de cada instrumento nodo a nodo. Luego, se realiza la sumatoria de los flujos mapeados para cada nodo, de cada instrumento, y así obtener los flujos mapeados de la cartera.

#### VALIDACIÓN DEL MODELO

Para validar el modelo se efectuó la estimación de los VaRes diarios para los 100 días siguientes a la fecha de cálculo. Ello se realizó siguiendo el Método Recursivo de estimación del VaR, alternativa que suaviza la evolución del VaR respecto a la alternativa de cálculo directo. Sin perjuicio de lo anterior, también se calculó el VaR para los días siguientes, recogiendo los desplazamientos que efectivamente experimentó la Estructura Temporal de Tasas, con el objetivo de evaluar los beneficios de la diversificación

Una vez obtenidas las estimaciones, se procedió a calcular la variación del valor de la cartera y compararla con el VaR estimado para cada día.

### **3. Resultados obtenidos**

#### Value at Risk al 31 de marzo de 2015

A los efectos de realizar el cálculo del VaR se utilizó el factor de decaimiento (Lambda) de 0,94 como propone la metodología RiskMetrics, para un intervalo de confianza del 99% y un horizonte temporal de diez días. El cálculo se hizo al 31 de marzo de 2015:

**VaR = 3,15% (USD 276.702.526)**

La lectura a darle al valor anterior es la de que existe una probabilidad de 1% de que la cartera en cuestión experimente en un período de diez días una pérdida igual o mayor a ese valor. Otra forma de expresar lo mismo, es que, en promedio, para 100 períodos de 10 días, teóricamente, en un solo período el portafolio pudiera tener una pérdida igual o mayor a dicho importe. Se considera que el nivel de riesgo de la cartera es bajo para el valor del VaR hallado.

El beneficio por diversificación de la cartera ascendió al 1,43% de su importe (USD 129.296.799), Sin ese beneficio el VaR hubiera ascendido al 4,58% (USD 401.999.325) como puede observarse en el ANEXO 1. A este último importe se lo conoce como el VaR No Diversificado<sup>1</sup>.

Para el testeo de la metodología, y como consecuencia del número de observaciones posteriores al 31 de marzo, en lugar de considerar un VaR para un horizonte temporal de 10

1

El VaR no diversificado es el que surge de sumar los VaRes para cada importe de flujo correspondiente a cada nodo de la estructura temporal de tasas.

días se consideraron VaRes diarios. De esa forma se realizó el testeo contrastando con los datos empíricos observados para los 100 días siguientes al 31 de marzo de 2015 constatándose que solamente un día la pérdida de valor del portafolio fue superior al VaR estimado para ese día. Esto ocurrió el 1° de mayo de 2015 (Anexo 2) lo que puede observarse en el Gráfico 2:

Gráfico 2: Representación de la variación del valor del portafolio y el VaR para los 100 días siguientes al 31 de marzo de 2015

### Análisis de escenarios del VaR al 31-03-2015

Asimismo, se presenta en el siguiente cuadro, un resumen del análisis del Valor en Riesgo a la fecha definida. Por un lado se calculó el VaR para distintos horizontes temporales (1, 10, 20 y 30 días) y por otro se varió la exigencia del intervalo de confianza (90%, 95% y 99%). Cabe recordar que el factor de decaimiento utilizado para realizar los cálculos fue 0,94.

Tabla 2: VaR para distintos horizontes temporales e Intervalos de Confianza

VaR POR HORIZON TES TEMPORA LES	IC 90%	IC 95%	IC 99%
	1 DIA	0,57%	0,73%
10 DIAS	1,77%	2,26%	3,15%
20 DIAS	2,48%	3,15%	4,38%
30 DIAS	3,01%	3,82%	5,30%

Se puede observar que en la medida que se aumenta el nivel de significación del intervalo de confianza, el VaR como porcentaje de la posición aumenta. De acuerdo a la aversión al riesgo de cada inversor, se definirá el nivel de confianza deseado, y en función de ello, el porcentaje de pérdida máxima que pronostica el modelo para el horizonte temporal definido.

En cuanto a los horizontes temporales, estos se definieron en función del tiempo que le demandaría al gestor de la cartera deshacer posiciones o contratar las coberturas necesarias para ponerle un punto final a las pérdidas.

Viendo estos resultados desde otro punto de vista podemos darle al inversor, estadísticamente hablando, un valor mínimo estimado de su portafolio dentro de un horizonte temporal con un determinado intervalo de confianza, lo que se resume en la Tabla 3.

Tabla 3: Valor estimado de la cartera para diferentes horizontes temporales

VALOR ESTIMADO DE LA CARTERA			
	IC 90%	IC 95%	IC 99%
1 DIA	99,43% (USD miles 8.827.470)	99,27% (USD miles 8.813.301)	98,97% (USD miles 8.786.881)
10 DIAS	98,23% (USD miles 8.720.944)	97,74% (USD miles 8.677.700)	96,85% (USD miles 8.598.038)
20 DIAS	97,52% (USD miles 8.658.124)	96,85% (USD miles 8.598.287)	95,62% (USD miles 8.488.840)
30 DIAS	96,99% (USD miles 8.610.823)	96,18% (USD miles 8.538.752)	94,70% (USD miles 8.407.642)

VALOR CARTERA 31-03-2015	USD miles 8.877.915
-----------------------------	---------------------

Se puede visualizar, a modo de ejemplo, que si trabajamos con un VaR a 30 días para un intervalo de confianza del 95%, se puede deducir que el valor mínimo esperado de la cartera, porcentualmente hablando, para un horizonte de 30 días es del 96.18% (USD miles 8.538.752) con un nivel de confianza del 95%. Dicho de otra forma, tiene un 5% de probabilidad de caer por debajo de ese valor.

#### Premio por Diversificar

En lo que refiere a los resultados obtenidos, como se expresó anteriormente, surge un premio por diversificar. El mismo no responde a una diversidad en cuanto a variedad de instrumentos (puesto que la cartera está compuesta por instrumentos de similar naturaleza, presumiblemente sujetos a similares efectos por variaciones de mercado), si no que se da por invertir en instrumentos con diversidad de vencimientos, cuyos flujos, a su vez, se dan en diferentes períodos abarcando un amplio espectro temporal en la estructura temporal de tasas. Esto permite obtener beneficios generados por las correlaciones existentes entre las tasas correspondientes a diferentes nodos de la Estructura Temporal de Tasas.

Considerados los nodos individualmente, se obtiene el VaR No Diversificado mencionado, el cual asciende a USD 130.553.314, concluyendo que dicha diferencia entre la sumatoria del VaR para cada nodo, y el VaR para el portafolio, se corresponde con el premio por la “diversificación temporal” del portafolio.

Se presenta a modo de ejemplo el cuadro de correlaciones entre los nodos más cercanos a cero. Ello demuestra que, efectivamente, los nodos de corto y largo plazo se encuentran prácticamente incorrelacionados. En algunos casos existe una correlación negativa entre las tasas para diferentes nodos, provocando esto que las pérdidas o ganancias, que puedan obtenerse por una variación en las tasas para un nodo, conlleven un efecto opuesto en otros nodos temporales (Anexo 3). A modo de ejemplo, se presenta la Tabla 4 resumiendo las 5 correlaciones más cercanas a cero:

Tabla 4: Resumen de nodos más incorrelacionados

NODO 1	NODO 2	CORRELACIÓN
--------	--------	-------------



3 AÑOS	30 AÑOS	- 0,0039313172
0,5 AÑOS	20 AÑOS	- 0,0084041731
1 AÑO	20 AÑOS	- 0,0188219949
0,25 AÑOS	5 AÑOS	0,0220761822
9 AÑOS	15 AÑOS	0,0253771215

Esta baja correlación evidencia los posibles beneficios por diversificación de invertir en bonos de corto y largo plazo.

#### Evolución del Premio por Diversificar

Tanto la evolución del VaR sin diversificar, diversificado y del Premio por Diversificación presentados a continuación (Tabla 5 y Gráfico 3), fueron calculados de forma directa (en lugar de la estimación por método recursivo que plantea la metodología).

Tabla 5: Descomposición del VaR al 99% con horizonte de 1 día

	VaR	VaR %	%
VaR Sin Diversificar	USD 130.553.314	1,49%	100%
VaR Diversificado	USD 89.997.456	1,03%	69%
Premio por Diversificar	USD 40.555.857	0,46%	31%

Gráfico 3: Descomposición del VaR al 99% con horizonte de 1 día

Como punto de partida del análisis del premio por diversificación se concluyó que, al 31-03-2015 para un VaR diario al 99%, el premio por diversificar representa el 0,46% del total de la cartera. La magnitud de este resultado puede visualizarse al analizar las correlaciones existentes entre las tasas para distintos nodos, observándose una relación de independencia entre algunos de ellos. Si analizamos las proporciones dentro del propio cálculo del VaR se concluye que la diversificación de plazos de los flujos de los bonos reduce el VaR en un 31%, aproximadamente.

Estos resultados son de interés al momento de tomar decisiones en cuanto a cómo diversificar los flujos de fondos provenientes de la inversión en el conjunto de instrumentos comprendidos dentro de la cartera conformada para nuestro análisis.

#### Evolución del VaR en sus tres aperturas

Se procedió a realizar un análisis dinámico del peso del componente “Premio por diversificación” dentro del VaR calculado (visto de otra forma como la “ganancia” por diversificación). Para el período analizado (01-04-2015 al 21-08-2015) se puede observar que desde el 01-04-2015 al 09-06-2015 el porcentaje de premio por diversificar se mantiene en torno al 30%. Sin embargo a partir del 10-06-2015 sufre una caída provocada por la evolución

de las tasas alcanzando el 20%; finalmente, y a partir de esa caída, comienza un continuo, y lento ascenso, hasta que al final del período analizado realiza un salto brusco (con sentido contrario del mencionado para el mes de junio) y se coloca en valores cercanos al 60%.

Esta evolución es un reflejo indirecto de como varían las correlaciones de los nodos de la estructura de tasas. Si el porcentaje del premio por diversificar toma porcentajes bajos podemos intuir una cierta mayor correlación positiva entre los nodos, la que se acentuará cuanto más cerca del 0% esté el premio por diversificar. En cambio si el porcentaje del premio por diversificar toma valores porcentuales altos tendremos nodos con correlaciones cada vez más pequeñas entre sí.

Esto se puede visualizar en el Gráfico 4.

Gráfico 4: Evolución del VaR en sus tres aperturas entre el 31-03-2015 y 21-08-2015

El análisis de esta evolución resultó de interés dado que, tanto la variación, como la magnitud del VaR, se encuentran condicionadas por la estructura temporal de tasas.

En este gráfico se observa la evolución del VaR sin Diversificación (azul), Premio por Diversificación (rojo), VaR Diversificado (verde). Como se mencionó, se procuró realizar un estudio de la evolución de estas variables ya no mediante una estimación recursiva, si no, en cuanto a su evolución real.

Podemos considerar el gráfico en tres secciones diferentes. Una primera sección hasta el 10 de junio, fecha hasta la cual, el Premio por diversificación permanece relativamente constante, acompañando en la dirección del VaR (en este caso, en leve caída, y posterior alza hacia mediados de junio). A partir del 10 de junio y hasta 11 de agosto, se observa una caída del VaR, sin embargo, el Premio permanece relativamente constante en el entorno del 0,25% del valor del portafolio. Como ya se mencionó, y se ampliará en un apartado siguiente, en este período se ve un aumento de la proporción que representa el premio en el VaR (tanto diversificado, como sin diversificar).

Finalmente, a partir del 12 de agosto, se observa un aumento del Premio por diversificación de una magnitud tal, que dicho premio supera el VaR Diversificado final. Asimismo, se observa que el mayor riesgo que reportan los flujos para los nodos individualmente, es diversificable en su totalidad, provocando a pesar de dicho aumento, una caída en el VaR Diversificado.

Se puede ver como a lo largo de casi todo el período analizado, la curva del premio por diversificar responde a movimientos suavizados pero en igual sentido que las curvas de VaR. La excepción de este comportamiento, se da en torno al 10 de junio donde se observaron movimientos no paralelos en la estructura temporal de tasas. Ello provocó que si bien el VaR del portafolio aumentó, hubo una caída en el Premio por diversificación resultante.

#### Validación del Modelo

A los efectos de validar el modelo utilizado, se utilizó el VaR diario por requerirse de un horizonte temporal más corto al momento de verificar el poder predictivo del mismo.

En base a ello, y una vez calculado el VaR diario al 31 de marzo de 2015, se procedió a realizar la validación del modelo utilizando el Método Recursivo. Para ello, se calculó para el período 01/04 al 21/08 (100 observaciones):

- el valor de mercado del portafolio y su variación diaria;
- estimación del VaR acorde al método recursivo.

Luego, se procedió a comparar día a día, la variación en el valor del portafolio con el VaR estimado de forma de comprobar que las observaciones que suponen pérdidas mayores al VaR estimado para el mismo día, son consistentes con el nivel de significación definido.

En la Tabla 6 se presenta un resumen de las observaciones que superaron el VaR estimado para cada día en el período bajo análisis para un coeficiente de decaimiento de 0,94,

Tabla 6: Observaciones que superaron el VaR entre el 31-03-2015 y el 21-08-2015

<b>INTERVALO DE CONFIANZA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>ERRORES</b>
<b>80%</b>	19	-1
<b>81%</b>	19	0
<b>82%</b>	18	0
<b>83%</b>	17	0
<b>84%</b>	16	0
<b>85%</b>	15	0
<b>86%</b>	15	1
<b>87%</b>	14	1
<b>88%</b>	14	2
<b>89%</b>	14	3
<b>90%</b>	14	4
<b>91%</b>	13	4
<b>92%</b>	13	5
<b>93%</b>	13	6
<b>94%</b>	11	5
<b>95%</b>	8	3
<b>96%</b>	8	4
<b>97%</b>	5	2
<b>98%</b>	4	2
<b>99%</b>	1	0
<b>Promedio</b>		

En la primera columna se puede observar que para un intervalo de confianza al 99% (nivel de significación definido a priori) resultó una única observación con pérdidas mayores al VaR estimado para cada día.

En la tercera columna del cuadro se puede observar los errores de predicción del modelo. En promedio, considerando los 20 intervalos de confianza para los que se realizaron los cálculos, el modelo tiene un error de predicción promedio de 2,05 (positivo) valores en un

intervalo. Ello determina que el modelo predice, en promedio, dos días con pérdidas mayores que el VaR para ese día por encima de las que se verificarán en realidad.

Cabe mencionar que para un intervalo del 80% el modelo predijo una pérdida más que las verificadas posteriormente, siendo solamente 19 días en los cuales el portafolio tuvo pérdidas mayores al VaR para cada día testeado.

En el siguiente gráfico se presentan los resultados para dichos intervalos.

#### Gráfico 5: Comparación entre VaR teórico y predicción para un factor Lambda de 0,94

Se puede observar que para niveles de significación entre 80% y 87% el modelo predijo de forma más que satisfactoria las pérdidas del portafolio.

Para los niveles siguientes de significación, se constataron más observaciones con pérdidas del portafolio que superaron los niveles de VaR que las que teóricamente estimaba el modelo.

Sin embargo, para un nivel de significación al 99%, el modelo tuvo un ajuste perfecto para predecir las pérdidas que se verificaron.

### Factor de Decaimiento

La importancia del factor de decaimiento radica en que, en función de su valor, se define la cantidad de observaciones anteriores que se deben tomar para armar el modelo de acuerdo a la metodología RiskMetrics. Tanto más alto este ponderador, serán necesarias una mayor cantidad de observaciones históricas, condicionando a su vez la cantidad de cálculos necesarios para llegar al cuadro de correlaciones. En el presente trabajo, se partió con 76 observaciones para un coeficiente de 0.94, llegando a 154 observaciones para poder trabajar con coeficientes de 0,99 para la estimación del método recursivo.

Como se mencionó anteriormente, el factor de decaimiento de 0,94 utilizado, responde a la recomendación de la metodología RiskMetrics. Dado el escaso estudio de la temática a nivel local, se procuró realizar un análisis a los efectos de determinar qué factor de decaimiento (Lambda) ajusta mejor a nuestro caso de estudio.

Cabe destacar que la metodología utilizada para el testeo del factor de ponderación fue similar a la realizada para efectuar los cálculos del VaR para un factor de 0,94. Dicha modelización fue realizada para cada factor Lambda testeado, y para cada intervalo de confianza definido. En función de ello, se hizo variar el ponderador (conjuntamente con la cantidad de datos requeridos para una buena estimación, como se mencionó) obteniendo así 160 VaRes al 31-03-2015. Mediante el método recursivo, se procedió de forma similar a como se había hecho con un factor de 0,94 para estimar los errores que predecía cada variante. El método recursivo produce un suavizamiento en la evolución del VaR que lo hace más recomendable para el testeo de la metodología. La Tabla 7 resume este análisis.

Tabla 7: Resumen de errores de predicción como porcentaje de errores reales sobre teóricos

<b>Intervalo de Confianza</b>	<b>R E S U M E N D E T E S T E O D E V A L I D A C I Ó</b>
-----------------------------------	--

	N D E M O D E L O								
	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	Promedio
<b>80%</b>	5%	0%	5%	5%	10%	15%	10%	0%	<b>6%</b>
<b>81%</b>	5%	0%	0%	0%	11%	11%	11%	0%	<b>5%</b>
<b>82%</b>	6%	0%	0%	6%	6%	6%	6%	0%	<b>3%</b>
<b>83%</b>	0%	6%	0%	6%	6%	6%	0%	6%	<b>4%</b>
<b>84%</b>	6%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	<b>2%</b>
<b>85%</b>	13%	0%	0%	0%	7%	7%	7%	13%	<b>6%</b>
<b>86%</b>	0%	7%	7%	7%	7%	14%	14%	21%	<b>10%</b>
<b>87%</b>	8%	8%	8%	15%	15%	15%	23%	23%	<b>14%</b>
<b>88%</b>	17%	17%	17%	17%	17%	25%	25%	33%	<b>21%</b>
<b>89%</b>	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	36%	<b>28%</b>
<b>90%</b>	40%	40%	40%	40%	40%	30%	20%	50%	<b>38%</b>
<b>91%</b>	44%	44%	44%	44%	33%	33%	33%	44%	<b>40%</b>
<b>92%</b>	63%	63%	63%	63%	50%	25%	13%	38%	<b>47%</b>
<b>93%</b>	86%	86%	86%	57%	43%	29%	29%	57%	<b>59%</b>
<b>94%</b>	117%	117%	83%	67%	67%	50%	50%	67%	<b>77%</b>
<b>95%</b>	100%	100%	60%	60%	40%	20%	60%	80%	<b>65%</b>
<b>96%</b>	100%	100%	100%	50%	50%	50%	50%	125%	<b>78%</b>
<b>97%</b>	100%	67%	67%	100%	100%	100%	100%	133%	<b>96%</b>
<b>98%</b>	50%	50%	100%	100%	100%	100%	100%	200%	<b>100%</b>
<b>99%</b>	100%	0%	0%	0%	0%	0%	200%	300%	<b>75%</b>
<b>Promedio Simple</b>	<b>44%</b>	<b>37%</b>	<b>35%</b>	<b>33%</b>	<b>31%</b>	<b>28%</b>	<b>39%</b>	<b>62%</b>	

De acuerdo al análisis realizado, resulta que el factor de decaimiento que mejor ajusta a nuestro caso de estudio (en función de los datos recopilados) es 0,97. Como se puede observar en el cuadro, dicho factor es el que, en promedio, predice menores errores al momento de aplicar el modelo. Al mismo tiempo, para intervalos de confianza del 95% produce un error del 20% y para un intervalo del 99% el error es de 0%, siendo estos los mejores resultados para todos los factores de decaimiento testeados en estos dos horizontes temporales los cuales son los más usuales para el cálculo del VaR.

Dado un promedio de errores para los diferentes factores de decaimiento, se puede concluir que los factores de decaimiento que peor ajustan el modelo son 0,99, 0,92, 0,98 y 0,93. Si bien el factor 0,94 (recomendado por la Metodología RiskMetrics) no es el que mejor ajusta el modelo, se encuentra en torno al promedio de errores. Se expone en el Gráfico 6 los resultados para el factor Lambda 0,97 que mejor ajustó el modelo.

Gráfico 6: Resumen de VaR teórico y predictivo para un factor Lambda 0,97

En el cuadro se puede observar que para los 20 intervalos de confianza con los que se trabajó, en ningún caso se superan 3 errores en la predicción que nos da el modelo. A los efectos de definir el Lambda que mejor ajustaba la metodología, se procuró aquel factor que en promedio, brindaba menores errores de estimación. En este caso, el factor de 0,97 resulta en un error promedio de 1,25 observaciones para los intervalos de confianza.

El Gráfico 7 procura contextualizar los resultados de esta sección respecto al objetivo general del trabajo realizado. De esta forma, se puede apreciar las variaciones del valor del portafolio que superan el VaR para cada intervalo de confianza con un Lambda de 0,97.

Gráfico 7: Variación en el valor del portafolio respecto al VaR para varios intervalos de confianza.

#### Ampliación de Resultados

A los efectos de profundizar en las bondades de la metodología Riskmetrics para la medición del riesgo de la cartera global, se consideró oportuno analizar la distribución del número de errores para las 160 combinaciones formadas por los 20 intervalos de confianza para los 8 factores lambda definidos. Surge, así, el Gráfico 8 que resume los números de desvíos en las predicciones:

Gráfico 8: Distribución del número de errores en la predicción del VaR

Como se observa en el gráfico, el número de errores (días con diferencia de VaR respecto al teórico) se concentran en torno a la media de 1,9875. Esta distribución de los errores concentra el 81,875% de los datos en el entorno de un desvío estándar (1,968462) respecto a la media.

## **4. Conclusiones**

1. El VaR al 99% con un factor de decaimiento de 0.94 para 10 días es 3.15% del valor del portafolio, un porcentaje bajo que permite a la masa de inversores observar que está invirtiendo en instrumentos de bajo riesgo. Al tomar como portafolio de estudio la totalidad de bonos globales en Dólares Americanos emitidos por el Estado uruguayo podemos concluir que cualquier cartera que contenga instrumentos de deuda uruguayaya con pesos relativos similares a los de la cartera considerada para este análisis presentará un riesgo bajo.
2. Se pudo concluir que la metodología RiskMetrics es válida para analizar el riesgo de la deuda global uruguayaya emitida en Dólares Americanos, teniendo un ajuste perfecto

cuando se trabajó en un intervalo de confianza del 99% para un VaR diario y el lambda recomendado por la Metodología.

Al realizarse la verificación y contrastación del modelo, se concluyó que el factor de decaimiento que mejor ajusta a la cartera definida es 0.97. Se llegó a esta conclusión dado que para intervalos de confianza entre 80% y 99% éste es el factor de decaimiento que presenta, en promedio, menos observaciones fuera de los intervalos de confianza. Asimismo, demostró tener el mejor ajuste para los intervalos de confianza más frecuentes; el de 95% y el de 99%.

3. Al observar la matriz de correlaciones, se concluyó que se presenta un premio por diversificar importante cuando el inversor coloca su capital en bonos con distintos plazos, y por ende con flujos distribuidos entre los diferentes nodos de la Estructura Temporal de Tasas. Esto se debe a la baja correlación que se encontró entre ellos; más aún al comparar los nodos de corto plazo con los de mediano y largo plazo.

Esto permitió concluir que los movimientos de las curvas distan bastante de ser paralelos.



## **Bibliografía**

- Banco Central de Chile (2002): “Value at Risk: Teoría y Aplicaciones”, *Working Papers N° 136*.
- Duffie, D., PAN, J. (1997): “An Overview of Value at Risk”
- Fernández, Daniel (2002): “Aplicación de la Metodología Riskmetrics de J.P. Morgan para el Análisis del Valor en Riesgo de los Fondos de Inversión autorizados para su oferta pública en el país. 1er semestre del 2002”, *Trabajo Monográfico CC.EE*.
- Forner, C. (2011): Apuntes de Ingeniería Financiera
- J.P.Morgan/Reuters (1996): RiskMetrics™ - Technical Document
- Jorion, P. (2007): Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk
- Rockafellar, R., Uryasev, S. (2002): “Conditional value-at-risk for general loss distributions”, *Journal of Banking & Finance N° 26*

A continuación se presenta el cuadro resumen del mapeo de los flujos de fondos a los nodos, y cálculo del VaR para ellos. En el mismo se puede visualizar el cálculo del VaR no diversificado, llegándose de esta forma, al premio por diversificación. Cabe recordar que el mismo fue calculado para un factor de decaimiento de 0,94 al 31 de marzo de 2015, para los 11 bonos globales emitidos en dólares que se encontraban en circulación a la fecha.

ANEXO 1.a – Cálculo del VaR para un horizonte de 10 días al 99% para el 31 de marzo de 2015 con Lambda 0,94

Nodo	Tasas Zero Coupon	MC F	Volat diarias calc según RM	V. Ef.	VaR 99% 10 Día/s		tasa para z	Valor con VAR	USD	
					%	V esp del portaf				
0	0,00%	- 134. 857. 984		-134.857.984	0,0000%	-134.857.984		-134.857.984	0,00	0,0000%
0,25	1,17%	139. 422. 144	0,0818%	139.014.861	0,6016%	139.060.055,	1,7718 %	138.874.262	185.793,26	0,002%
0,5	1,23%	184. 213. 536	0,0793%	183.085.106	0,5837%	183.147.615	1,8126 %	182.643.512	504.103,14	0,006%
1	1,37%	380. 773. 632	0,0776%	375.580.210	0,5710%	375.723.511	1,9443 %	373.643.424	2.080.087,14	0,024%
2	1,67%	486. 161. 216	0,0736%	470.190.668	0,5414%	470.408.848	2,2115 %	465.412.943	4.995.904,58	0,057%
3	2,02%	432. 024. 064	0,0725%	406.574.543	0,5330%	406.803.170	2,5568 %	400.409.865	6.393.305,00	0,073%
4	2,34%	426. 873. 792	0,0450%	388.788.852	0,3312%	389.041.247	2,6675 %	383.956.353	5.084.894,81	0,058%
5	2,64%	850. 231.	0,0453%	745.018.147	0,3333%	745.565.108	2,9753 %	733.309.316	12.255.791,98	0,140%

		424								
		1.29								
		0.85								
		9.64								
7	<b>3,05%</b>	8	0,0638%	1.042.570.596	0,4691%	1.043.454.752	3,5208%	1.009.881.261	33.573.490,85	0,382%
		1.16								
		5.25								
		3.37								
8	<b>3,15%</b>	6	0,0713%	905.390.038	0,5242%	906.183.633	3,6783%	869.094.466	37.089.167,64	0,422%
		1.04								
		6.51								
		9.10								
9	<b>3,72%</b>	4	0,0554%	748.778.189	0,4076%	749.552.285	4,1274%	722.636.345	26.915.939,28	0,306%
		1.23								
		5.93								
		8.30								
10	<b>4,13%</b>	4	0,0729%	817.454.890	0,5365%	818.394.117	4,6704%	775.757.696	42.636.421,44	0,486%
		1.83								
		7.87								
		6.86								
15	<b>4,80%</b>	4	0,0648%	894.859.127	0,4770%	896.052.571	5,2750%	834.289.330	61.763.240,24	0,703%
		2.32								
		2.26								
		8.67								
20	<b>4,91%</b>	2	0,0421%	869.518.720	0,3096%	870.705.891	5,2214%	818.499.658	52.206.232,99	0,595%
		812.								
		686.								
		144								
25	<b>4,98%</b>		0,0539%	233.970.488	0,3965%	234.294.410	5,3771%	212.205.133	22.089.277,71	0,252%
		2.83								
		8.81								
		9.84								
30	<b>4,99%</b>	0	0,0652%	635.710.770	0,4794%	636.592.193	5,4674%	551.392.820	85.199.373,36	0,970%
		702.								
		727.								
		680								
50	<b>4,92%</b>		0,0442%	60.049.514	0,3255%	60.131.631	5,2451%	51.105.329	9.026.302,05	0,103%
				<b>8.781.696.735</b>		<b>8.790.253.053,44</b>		<b>8.388.253.727,98</b>	<b>401.999.325</b>	<b>4,578%</b>

---

<b>Duration</b>	<b>10,95</b>
-----------------	--------------

---

<b>VaR No Diversificado</b>	<b>125.296.799</b>
<b>VaR Diversificado</b>	<b>276.702.526</b>

ANEXO 1.b – Cálculo del VaR para un horizonte de 1 día al 99% para el 31 de marzo de 2015 con Lambda 0,94

Nodo	Tasas zero cupón	MCF	Volatilidades diarias según RM	V. Ef.	VaR 99% 1 día		tasa para z	USD		
					%	V esp del portaf				
0	<b>0,00%</b>	134.857.984		-134.857.984	0,000000%	-134.857.984		-134.857.984	0,00	0,00000%
0,25	<b>1,17%</b>	139.422.144	0,08178%	139.014.861	0,190252%	139.019.379	1,360452%	138.954.008	65.371,89	0,00007%
0,5	<b>1,23%</b>	184.213.536	0,07934%	183.085.106	0,184574%	183.091.356	1,413474%	182.923.403	167.953,55	0,0019%
1	<b>1,37%</b>	380.773.632	0,07762%	375.580.210	0,180573%	375.594.538	1,553873%	374.918.808	675.729,41	0,0077%
2	<b>1,67%</b>	486.161.216	0,07359%	470.190.668	0,171198%	470.212.481	1,841298%	468.607.472	1.605.009,24	0,0183%
3	<b>2,02%</b>	432.024.064	0,07245%	406.574.543	0,168537%	406.597.400	2,192337%	404.548.682	2.048.717,88	0,0233%
4	<b>2,34%</b>	426.873.792	0,04502%	388.788.852	0,104739%	388.814.085	2,441039%	387.189.666	1.624.418,90	0,0185%
5	<b>2,64%</b>	850.231.424	0,04531%	745.018.147	0,105414%	745.072.825	2,747414%	741.158.260	3.914.564,86	0,0446%
7	<b>3,05%</b>	1.290.859.648	0,06376%	1.042.570.596	0,148332%	1.042.658.978	3,200032%	1.031.893.085	10.765.893,22	0,1226%
8	<b>3,15%</b>	1.165.253.376	0,07126%	905.390.038	0,165766%	905.469.367	3,319866%	893.545.092	11.924.274,14	0,1358%
9	<b>3,72%</b>	1.046.519.104	0,05541%	748.778.189	0,128892%	748.855.563	3,848692%	740.221.500	8.634.062,94	0,0983%
10	<b>4,13%</b>	1.235.938.304	0,07293%	817.454.890	0,169665%	817.548.764	4,303565%	803.798.605	13.750.158,74	0,1566%
15	<b>4,80%</b>	1.837.876.864	0,06484%	894.859.127	0,150843%	894.978.400	4,948843%	874.959.201	20.019.198,60	0,2280%
20	<b>4,91%</b>	2.322.268.672	0,04208%	869.518.720	0,097900%	869.637.364	5,009700%	852.777.834	16.859.529,53	0,1920%
25	<b>4,98%</b>	812.686.144	0,05390%	233.970.488	0,125397%	234.002.860	5,105997%	226.781.616	7.221.244,09	0,0822%
30	<b>4,99%</b>	2.838.819.840	0,06516%	635.710.770	0,151594%	635.798.857	5,139594%	607.534.027	28.264.829,79	0,3219%
50	<b>4,92%</b>	702.727.680	0,04424%	60.049.514	0,102924%	60.057.720	5,022524%	57.045.363	3.012.356,79	0,0343%

		8.781.696.735	8.782.551.953		8.651.998.639	130.553.314	1,4867%
				VaR No Diversificado	40.555.858		
Duration		10,95		VaR Diversificado			

ANEXO 2 – ESTIMACIÓN DEL VALUE AT RISK POR MÉTODO RECURSIVO 01-04-2015 AL 21-08-2015

FECHA	Valor Portafolio	Variación Diaria	VaR - RM	Conteo	VaR porcentual	Desviación Estándar	Varianza	DS - RM
21/08/2015	8.155.926.945,66	(24.725.614,20)	62.280.272,53	-	0,761%	26.771.693,62	710.401.524.293.253,00	26.653.358,59
20/08/2015	8.180.652.559,86	(44.540.326,62)	70.600.586,35	-	0,858%	30.348.249,78	952.900.997.550.907,00	30.869.094,54
19/08/2015	8.225.192.886,48	(14.052.044,72)	71.453.133,80	-	0,867%	30.714.724,39	921.016.264.633.358,00	30.348.249,78
18/08/2015	8.239.244.931,20	(25.140.352,07)	71.816.883,08	-	0,869%	30.871.085,05	943.394.294.647.442,00	30.714.724,39
17/08/2015	8.264.385.283,27	35.724.118,01	71.439.274,61	-	0,868%	30.708.766,91	953.023.892.353.352,00	30.871.085,05
14/08/2015	8.228.661.165,26	(6.890.270,13)	72.480.796,84	-	0,880%	31.156.473,91	943.028.365.069.032,00	30.708.766,91
13/08/2015	8.235.551.435,38	1.982.537,38	73.588.629,32	-	0,894%	31.632.684,92	970.725.866.387.469,00	31.156.473,91
12/08/2015	8.233.568.898,01	16.710.165,38	74.404.519,37	-	0,906%	31.983.402,05	1.000.626.755.416.580,00	31.632.684,92
11/08/2015	8.216.858.732,63	8.258.789,30	75.470.746,24	-	0,919%	32.441.728,55	1.022.938.006.814.510,00	31.983.402,05
10/08/2015	8.208.599.943,33	(39.976.609,29)	74.863.217,73	-	0,908%	32.180.577,36	1.052.465.751.333.200,00	32.441.728,55
07/08/2015	8.248.576.552,62	17.519.486,78	75.673.394,76	-	0,919%	32.528.838,70	1.035.589.559.408.820,00	32.180.577,36
06/08/2015	8.231.057.065,84	900.844,36	76.833.807,25	-	0,934%	33.027.651,67	1.058.125.347.320.260,00	32.528.838,70
05/08/2015	8.230.156.221,48	5.982.248,84	77.974.510,93	-	0,948%	33.517.992,64	1.090.825.774.951.770,00	33.027.651,67
04/08/2015	8.224.173.972,64	(43.996.268,41)	77.097.841,43	-	0,932%	33.141.148,96	1.123.455.830.840.680,00	33.517.992,64
03/08/2015	8.268.170.241,05	(8.563.466,87)	78.202.559,12	-	0,945%	33.616.021,06	1.098.335.754.447.350,00	33.141.148,96
31/07/2015	8.276.733.707,92	8.155.620,73	79.332.532,72	-	0,959%	34.101.749,62	1.130.036.871.651.730,00	33.616.021,06
30/07/2015	8.268.578.087,19	47.201.621,14	78.200.910,00	-	0,951%	33.615.312,17	1.162.929.326.977.250,00	34.101.749,62
29/07/2015	8.221.376.466,05	17.213.884,45	79.088.056,77	-	0,964%	33.996.659,59	1.129.989.212.189.880,00	33.615.312,17
28/07/2015	8.204.162.581,60	3.038.250,14	80.292.134,22	-	0,979%	34.514.242,31	1.155.772.863.562.240,00	33.996.659,59
27/07/2015	8.201.124.331,46	(27.725.400,93)	80.731.344,40	-	0,981%	34.703.040,46	1.191.232.922.314.150,00	34.514.242,31
24/07/2015	8.228.849.732,40	(24.674.559,45)	81.346.285,54	-	0,986%	34.967.378,03	1.204.301.017.119.310,00	34.703.040,46
23/07/2015	8.253.524.291,85	(20.435.986,94)	82.170.385,96	-	0,993%	35.321.624,46	1.222.717.526.386.620,00	34.967.378,03
22/07/2015	8.273.960.278,79	7.580.364,81	83.373.726,93	-	1,009%	35.838.890,59	1.247.617.154.144.390,00	35.321.624,46
21/07/2015	8.266.379.913,98	(4.898.114,60)	84.629.472,29	-	1,023%	36.378.683,19	1.284.426.078.582.830,00	35.838.890,59
20/07/2015	8.271.278.028,58	(7.303.126,55)	85.876.248,61	-	1,037%	36.914.620,36	1.323.408.590.498.000,00	36.378.683,19



17/07/2015	8.278.581.155,13	8.295.227,01	87.128.049,93	-	1,054%	37.452.717,59	1.362.689.196.674.760,00	36.914.620,36
16/07/2015	8.270.285.928,12	14.129.737,51	88.276.058,49	-	1,069%	37.946.198,62	1.402.706.054.575.680,00	37.452.717,59
15/07/2015	8.256.156.190,61	(27.126.220,14)	88.941.050,67	-	1,074%	38.232.051,04	1.439.913.989.807.900,00	37.946.198,62
14/07/2015	8.283.282.410,75	17.785.510,44	90.012.330,59	-	1,089%	38.692.549,64	1.461.689.727.041.250,00	38.232.051,04
13/07/2015	8.265.496.900,31	3.500.984,00	91.382.450,37	-	1,106%	39.281.507,03	1.497.113.397.516.490,00	38.692.549,64
10/07/2015	8.261.995.916,31	(26.067.612,67)	92.169.875,95	-	1,112%	39.619.988,47	1.543.036.794.688.330,00	39.281.507,03
09/07/2015	8.288.063.528,98	(28.948.594,84)	92.831.893,15	-	1,116%	39.904.562,07	1.569.743.486.372.110,00	39.619.988,47
08/07/2015	8.317.012.123,82	6.448.060,84	94.219.583,38	-	1,134%	40.501.072,27	1.592.374.074.305.810,00	39.904.562,07
07/07/2015	8.310.564.062,99	41.601.451,03	94.139.302,63	-	1,138%	40.466.562,92	1.640.336.855.308.890,00	40.501.072,27
06/07/2015	8.268.962.611,96	19.440.917,30	95.252.489,50	-	1,155%	40.945.075,57	1.637.542.714.919.840,00	40.466.562,92
02/07/2015	8.249.521.694,65	23.983.971,52	96.215.201,72	-	1,170%	41.358.905,43	1.676.499.213.353.450,00	40.945.075,57
01/07/2015	8.225.537.723,13	(13.152.082,87)	97.543.439,96	-	1,184%	41.929.859,69	1.710.559.058.409.440,00	41.358.905,43
30/06/2015	8.238.689.806,00	33.121.162,16	98.109.004,10	-	1,196%	42.172.972,15	1.758.113.133.912.490,00	41.929.859,69
29/06/2015	8.205.568.643,84	14.310.709,93	99.442.396,87	-	1,214%	42.746.142,13	1.778.559.579.813.020,00	42.172.972,15
26/06/2015	8.191.257.933,90	(56.680.267,99)	98.269.533,44	-	1,191%	42.241.977,02	1.827.232.667.266.810,00	42.746.142,13
25/06/2015	8.247.938.201,89	(33.096.242,00)	98.854.583,51	-	1,194%	42.493.465,67	1.784.384.622.577.680,00	42.241.977,02
24/06/2015	8.281.034.443,89	6.904.215,75	100.331.869,03	-	1,213%	43.128.489,14	1.805.694.624.277.760,00	42.493.465,67
23/06/2015	8.274.130.228,14	(2.057.761,19)	101.868.099,79	-	1,231%	43.788.850,72	1.860.066.575.696.850,00	43.128.489,14
22/06/2015	8.276.187.989,33	8.089.696,06	103.378.419,08	-	1,250%	44.438.074,05	1.917.463.447.694.600,00	43.788.850,72
19/06/2015	8.268.098.293,27	10.532.639,46	104.876.393,79	-	1,270%	45.081.990,94	1.974.742.424.975.310,00	44.438.074,05
18/06/2015	8.257.565.653,81	85.126.704,94	100.629.616,42	-	1,231%	43.256.478,34	2.032.385.907.377.500,00	45.081.990,94
17/06/2015	8.172.438.948,87	(3.097.416,70)	102.166.036,53	-	1,250%	43.916.921,31	1.871.122.918.087.570,00	43.256.478,34
16/06/2015	8.175.536.365,57	(30.979.203,53)	102.956.718,83	-	1,233%	44.256.802,68	1.928.695.977.712.890,00	43.916.921,31
15/06/2015	8.349.307.256,10	(27.785.162,69)	103.916.818,44	-	1,240%	44.669.509,49	1.958.664.583.682.570,00	44.256.802,68
12/06/2015	8.377.092.418,78	13.573.409,92	105.365.309,26	-	1,260%	45.292.155,33	1.995.365.078.058.220,00	44.669.509,49
11/06/2015	8.363.519.008,87	69.009.496,56	103.189.619,91	-	1,244%	44.356.917,15	2.051.379.334.385.610,00	45.292.155,33
10/06/2015	8.294.509.512,31	(94.465.958,70)	97.384.639,31	-	1,161%	41.861.597,91	1.967.536.098.889.770,00	44.356.917,15
09/06/2015	8.388.975.471,00	(78.907.070,99)	93.460.843,70	-	1,104%	40.174.921,71	1.752.393.379.698.540,00	41.861.597,91
08/06/2015	8.467.882.541,99	(64.071.467,13)	91.202.898,77	-	1,069%	39.204.325,28	1.614.024.334.164.170,00	40.174.921,71
05/06/2015	8.531.954.009,12	(36.990.878,03)	91.357.527,08	-	1,066%	39.270.793,55	1.536.979.120.779.180,00	39.204.325,28

04/06/2015	8.568.944.887,15	21.804.561,89	92.329.569,92	-	1,080%	39.688.634,25	1.542.195.225.842.120,00	39.270.793,55
03/06/2015	8.547.140.325,26	(85.525.878,48)	86.971.744,85	-	1,007%	37.385.528,55	1.575.187.688.935.220,00	39.688.634,25
02/06/2015	8.632.666.203,74	6.913.052,88	88.261.124,53	-	1,023%	37.939.779,14	1.397.677.744.604.620,00	37.385.528,55
01/06/2015	8.625.753.150,85	(59.987.647,16)	86.189.566,60	-	0,992%	37.049.302,71	1.439.426.840.824.020,00	37.939.779,14
29/05/2015	8.685.740.798,01	14.865.851,14	87.300.651,15	-	1,007%	37.526.911,66	1.372.650.831.399.110,00	37.049.302,71
28/05/2015	8.670.874.946,87	(23.206.384,59)	88.130.460,03	-	1,014%	37.883.611,91	1.408.269.098.445.220,00	37.526.911,66
27/05/2015	8.694.081.331,46	(19.865.351,24)	89.113.079,76	-	1,023%	38.305.999,18	1.435.168.051.410.430,00	37.883.611,91
26/05/2015	8.713.946.682,71	15.470.891,23	90.258.969,47	-	1,038%	38.798.569,41	1.467.349.573.204.200,00	38.305.999,18
22/05/2015	8.698.475.791,48	1.646.913,41	91.641.621,60	-	1,054%	39.392.913,94	1.505.328.988.600.020,00	38.798.569,41
21/05/2015	8.696.828.878,07	56.434.611,72	90.137.936,40	-	1,043%	38.746.542,34	1.551.801.668.955.660,00	39.392.913,94
20/05/2015	8.640.394.266,36	(16.105.883,13)	91.283.699,05	-	1,055%	39.239.057,96	1.501.294.543.266.820,00	38.746.542,34
19/05/2015	8.656.500.149,49	(18.238.919,72)	92.383.693,29	-	1,065%	39.711.899,63	1.539.703.669.196.980,00	39.239.057,96
18/05/2015	8.674.739.069,21	(12.600.026,37)	93.659.676,25	-	1,078%	40.260.391,53	1.577.034.972.602.640,00	39.711.899,63
15/05/2015	8.687.339.095,58	64.500.662,32	91.362.403,27	-	1,060%	39.272.889,62	1.620.899.126.463.150,00	40.260.391,53
14/05/2015	8.622.838.433,26	24.247.251,26	92.232.530,04	-	1,073%	39.646.920,85	1.542.359.859.052.130,00	39.272.889,62
13/05/2015	8.598.591.182,00	8.864.713,90	93.577.692,99	-	1,089%	40.225.150,34	1.571.878.333.238.950,00	39.646.920,85
12/05/2015	8.589.726.468,09	(44.089.192,64)	93.285.871,32	-	1,080%	40.099.708,37	1.618.062.720.268.950,00	40.225.150,34
11/05/2015	8.633.815.660,74	(82.331.546,46)	88.525.846,11	-	1,016%	38.053.571,91	1.607.986.611.367.660,00	40.099.708,37
08/05/2015	8.716.147.207,20	57.752.921,50	86.723.285,85	-	1,002%	37.278.726,37	1.448.074.335.136.470,00	38.053.571,91
07/05/2015	8.658.394.285,70	(5.517.975,59)	88.025.212,29	-	1,016%	37.838.370,29	1.389.703.440.086.800,00	37.278.726,37
06/05/2015	8.663.912.261,29	(44.567.521,82)	87.496.417,99	-	1,005%	37.611.063,66	1.431.742.266.440.240,00	37.838.370,29
05/05/2015	8.708.479.783,12	(2.532.914,60)	88.833.108,52	-	1,020%	38.185.651,22	1.414.592.109.688.050,00	37.611.063,66
04/05/2015	8.711.012.697,71	61.261.045,64	86.644.252,29	-	1,002%	37.244.753,14	1.458.143.958.760.260,00	38.185.651,22
01/05/2015	8.649.751.652,08	(103.833.630,36)	77.037.872,57	1	0,880%	33.115.370,85	1.387.171.636.474.060,00	37.244.753,14
30/04/2015	8.753.585.282,43	(53.109.500,34)	75.141.701,45	-	0,853%	32.300.285,91	1.096.627.786.273.900,00	33.115.370,85
29/04/2015	8.806.694.782,77	(43.697.320,27)	74.170.756,60	-	0,838%	31.882.917,18	1.043.308.469.569.710,00	32.300.285,91
28/04/2015	8.850.392.103,05	(1.391.036,76)	75.306.842,94	-	0,851%	32.371.273,35	1.016.520.407.830.590,00	31.882.917,18
27/04/2015	8.851.783.139,80	11.287.454,24	76.322.938,81	-	0,863%	32.808.050,62	1.047.899.338.487.600,00	32.371.273,35
24/04/2015	8.840.495.685,56	883.605,69	77.493.360,05	-	0,877%	33.311.165,93	1.076.368.185.353.000,00	32.808.050,62
23/04/2015	8.839.612.079,87	20.027.608,64	78.254.795,95	-	0,887%	33.638.475,50	1.109.633.775.858.320,00	33.311.165,93

22/04/2015	8.819.584.471,24	15.514.199,70	79.201.786,92	-	0,900%	34.045.547,45	1.131.547.033.635.810,00	33.638.475,50
21/04/2015	8.804.070.271,54	21.647.490,47	79.928.062,97	-	0,910%	34.357.743,25	1.159.099.300.894.660,00	34.045.547,45
20/04/2015	8.782.422.781,07	22.378.771,14	80.636.548,86	-	0,921%	34.662.291,81	1.180.454.521.224.130,00	34.357.743,25
17/04/2015	8.760.044.009,93	(63.640.926,73)	77.623.733,19	-	0,880%	33.367.207,91	1.201.474.473.496.460,00	34.662.291,81
16/04/2015	8.823.684.936,66	(18.599.880,93)	78.446.749,31	-	0,887%	33.720.988,24	1.113.370.563.760.260,00	33.367.207,91
15/04/2015	8.842.284.817,59	(4.619.415,84)	79.628.181,98	-	0,900%	34.228.836,91	1.137.105.048.083.510,00	33.720.988,24
14/04/2015	8.846.904.233,43	4.916.978,44	80.825.139,73	-	0,914%	34.743.359,17	1.171.613.276.291.560,00	34.228.836,91
13/04/2015	8.841.987.254,99	(10.898.556,94)	81.944.277,68	-	0,926%	35.224.429,93	1.207.101.006.166.890,00	34.743.359,17
10/04/2015	8.852.885.811,93	(1.349.383,30)	83.199.976,58	-	0,940%	35.764.202,55	1.240.760.463.780.420,00	35.224.429,93
09/04/2015	8.854.235.195,23	(29.780.714,27)	83.593.538,56	-	0,941%	35.933.378,45	1.279.078.184.248.870,00	35.764.202,55
08/04/2015	8.884.015.909,50	(24.298.364,27)	84.292.216,98	-	0,946%	36.233.711,18	1.291.207.686.581.100,00	35.933.378,45
07/04/2015	8.908.314.273,76	(24.644.228,26)	84.989.825,78	-	0,951%	36.533.584,13	1.312.881.826.182.020,00	36.233.711,18
06/04/2015	8.932.958.502,02	24.826.465,71	85.694.261,74	-	0,962%	36.836.391,80	1.334.702.769.680.980,00	36.533.584,13
02/04/2015	8.908.132.036,31	4.105.721,23	86.993.124,83	-	0,977%	37.394.718,91	1.356.919.760.500.850,00	36.836.391,80
01/04/2015	8.904.026.315,08	42.074.385,54	86.634.621,71	-	0,978%	37.240.613,36	1.398.365.002.162.110,00	37.394.718,91
<b>31/03/2015</b>	<b>8.861.951.929,55</b>	<b>6.006.075,54</b>						

ANEXO 3 – Matriz de Correlación entre tasas para los nodos temporales al 31-03-2015

NODOS	0,25	0,5	1	2	3	4	5	7	8	9	10	15	20	25	30	50
0,25	1,0000	0,9867	0,9445	0,8590	0,7878	0,4925	0,0221	(0,3685)	(0,4160)	(0,3165)	(0,1008)	0,2011	(0,0404)	(0,2434)	(0,1918)	(0,0800)
0,5	0,9867	1,0000	0,9426	0,8426	0,7774	0,4887	0,0332	(0,3568)	(0,4058)	(0,3050)	(0,0937)	0,2205	(0,0084)	(0,2200)	(0,1742)	(0,0517)
1	0,9445	0,9426	1,0000	0,9152	0,8707	0,5677	0,0700	(0,3853)	(0,4495)	(0,3351)	(0,1003)	0,2049	(0,0188)	(0,2260)	(0,1802)	(0,0639)
2	0,8590	0,8426	0,9152	1,0000	0,9816	0,7566	0,2674	(0,2416)	(0,3318)	(0,2202)	(0,0357)	0,1915	0,0519	(0,1090)	(0,0626)	0,0268
3	0,7878	0,7774	0,8707	0,9816	1,0000	0,8015	0,3268	(0,1966)	(0,2937)	(0,1923)	(0,0258)	0,1989	0,0985	(0,0478)	(0,0039)	0,0808
4	0,4925	0,4887	0,5677	0,7566	0,8015	1,0000	0,8101	0,4127	0,3155	0,2117	0,0605	0,1735	0,3786	0,3553	0,3478	0,3900
5	0,0221	0,0332	0,0700	0,2674	0,3268	0,8101	1,0000	0,8516	0,7888	0,5636	0,1694	0,0647	0,5019	0,6079	0,5566	0,5328
7	(0,3685)	(0,3568)	(0,3853)	(0,2416)	(0,1966)	0,4127	0,8516	1,0000	0,9909	0,7025	0,2009	(0,0507)	0,4645	0,6616	0,5950	0,5118
8	(0,4160)	(0,4058)	(0,4495)	(0,3318)	(0,2937)	0,3155	0,7888	0,9909	1,0000	0,7002	0,1921	(0,0796)	0,4349	0,6420	0,5799	0,4826
9	(0,3165)	(0,3050)	(0,3351)	(0,2202)	(0,1923)	0,2117	0,5636	0,7025	0,7002	1,0000	0,8332	0,0254	0,5194	0,6575	0,6132	0,5584
10	(0,1008)	(0,0937)	(0,1003)	(0,0357)	(0,0258)	0,0605	0,1694	0,2009	0,1921	0,8332	1,0000	0,0943	0,3768	0,4061	0,3968	0,3939
15	0,2011	0,2205	0,2049	0,1915	0,1989	0,1735				0,0254	0,0943	1,0000		0,0853		0,5314

							0,0647	(0,0507)	(0,0796)				0,6295		(0,0359)	
<b>20</b>	(0,0404)	(0,0084)	(0,0188)	0,0519	0,0985	0,3786	0,5019	0,4645	0,4349	0,5194	0,3768	0,6295	1,0000	0,8111	0,7184	0,9809
<b>25</b>	(0,2434)	(0,2200)	(0,2260)	(0,1090)	(0,0478)	0,3553	0,6079	0,6616	0,6420	0,6575	0,4061	0,0853	0,8111	1,0000	0,9693	0,8849
<b>30</b>	(0,1918)	(0,1742)	(0,1802)	(0,0626)	(0,0039)	0,3478	0,5566	0,5950	0,5799	0,6132	0,3968	(0,0359)	0,7184	0,9693	1,0000	0,8201
<b>50</b>	(0,0800)	(0,0517)	(0,0639)	0,0268	0,0808	0,3900	0,5328	0,5118	0,4826	0,5584	0,3939	0,5314	0,9809	0,8849	0,8201	1,0000