

Análisis de Eficiencia del Modelo de Valoración Binominal para los Bonos Globales Ecuatorianos y su Aplicación¹

JUAN PABLO MORENO

Resumen

Se ha utilizado el modelo de árbol binomial “Black-Derman-Toy” para un proceso de tasas de interés a efectos de realizar una valoración ex-post de los bonos Globales ecuatorianos, para compararlos con los precios que se observaron en el mercado. El análisis demuestra que el modelo de valoración es eficiente, puesto que estadísticamente no hay diferencia de valor entre las opciones de compra implícitas en el mercado y los precios hipotéticos originados en el modelo. Consecuentemente, el modelo se puede usar para el diseño de cualquier estrategia de manejo de deuda.

En varias ocasiones, la opción de compra incluida en el bono Global 2012 expiró “in-the-money” y el emisor no ejerció el derecho, aparentemente por la imposibilidad de acceder a fondos líquidos para el efecto, de forma oportuna. Bajo las actuales circunstancias, para el gobierno ecuatoriano es óptimo recomprar los bonos Globales y refinanciarlos. Asumiendo que los precios de mercado a enero 13 de 2006 se mantienen, el Ecuador ganaría aproximadamente USD 95 millones si refinancia los USD 1,250 millones correspondientes al monto total emitido de los bonos Global 2012. El beneficio es mayor a medida que el rendimiento del nuevo bono 2016 disminuya. Por tanto, el Estado enfrenta la posibilidad de aventajarse del valor de la opción ejerciendo su derecho al sustituir un pasivo altamente costoso por otro de menor costo.

Abstract

It has been used the model of binomial tree “Black-Derman-Toy” for a process of interest rates with the purpose of making a conceptual retrospective ex-post valuation of the Ecuadorian Global bonds, to compare them with the prices that were observed on the market. The analysis demonstrates that the model of valuation is efficient, since that statistically there is no difference of value between the options of implicit purchase on the market and the hypothetical prices originated in the model. Consequently, the model can be used for the design of any strategy of debt handling.

In several occasions, the option of purchase included in the Global bond 2012 expired “in-the-money” and the issuer did not exercise the right, apparently for the inability to access to liquid funds for the effect, of opportune form. Under the current circumstances, for the Ecuadorian government it is optimal to repurchase the Global bonds and to refinance them. Assuming that the prices of market of January 13 of 2006 maintained, Ecuador would gain approximately USD 95 millions if it refinances the USD 1,250 million corresponding to the entire emitted amount of the Global bonds 2012. The benefit is greater as the yield of the new bond 2016 decreases. Therefore, the State faces the possibility of getting ahead of the value of the option exercising its right on replacing a highly costly liability with other of minor cost.

¹ El presente documento constituye una actualización a un estudio realizado inicialmente en Abril de 2005 por Juan Pablo Moreno en el programa de Maestría de Ciencias de las Finanzas en The George Washington University.

1. Introducción y breve reseña histórica

Como resultado de la crisis bancaria y financiera ecuatoriana registrada en el año de 1999, el Estado incumplió el pago de sus obligaciones externas privadas comerciales, que para ese entonces estaban constituidas principalmente por los denominados bonos Brady y Eurobonos. Posteriormente, en el año 2000, el país reestructuró estas obligaciones intercambiando los bonos antiguos por los actuales bonos Globales con vencimientos en el 2012 y el 2030. El rendimiento promedio de ambos títulos en los mercados fue de 19.3% en diciembre de 2000 al momento de su colocación.

Los bonos Globales poseen la característica de ser redimibles antes del vencimiento por el emisor; es decir que llevan incrustada una opción de compra y por tanto son bonos “rescatables” (o en inglés “callables”). Después de transcurridos seis años, los rendimientos de estos bonos han disminuido² de forma importante o lo que es equivalente, los precios de mercado han aumentado por la relación inversa que tienen estas dos variables.

Recientemente el gobierno ha iniciado un programa de reestructuración de deuda con la colocación de nuevos bonos en los mercados internacionales, con vencimiento en el 2016 y con características tradicionales (sin opción) comúnmente llamados bonos “bullets”. Uno de los propósitos de la nueva emisión es recomprar los antiguos bonos Globales cuyo costo financiero, del 12% anual es demasiado elevado dadas las condiciones actuales de tasas de interés internacionales. Es importante anotar que esta estrategia de reestructurar el perfil de deudas es frecuente en los mercados financieros y no es única del Ecuador. Por ejemplo, un símil a esta estrategia es que la opta un deudor de un crédito hipotecario cuando desea refinanciar su deuda ante una disminución de las tasas de interés. Adicionalmente, esta iniciativa de recompra la han adoptado, con mucha mayor agresividad y anticipación, la mayoría de países latinoamericanos.

Bajo estos antecedentes, es necesario contar con una metodología de valoración de los bonos Globales para facilitar el diseño de una estrategia apropiada en el proceso de recompra de dichas obligaciones. Los objetivos de este documento son evaluar los beneficios que se pudieran obtener con un refinanciamiento y analizar la eficiencia del “método de árbol binomial de tasas de interés” como una alternativa para valorar los bonos Globales ecuatorianos.

La existencia de los bonos rescatables (con una opción de compra para el emisor) es una práctica común en los mercados internacionales y es ampliamente

² Las razones por las que el rendimiento ha disminuido no son motivo del presente estudio, pero una puede ser un mejor perfil de riesgo del país.

utilizada por corporaciones que atraviesan crisis temporales. Si una empresa necesita endeudarse para financiar su operación pero su costo financiero es demasiado alto porque se la percibe de alto riesgo tiene dos opciones: tomar el endeudamiento a una tasa de interés alta o liquidar. Si elige la primera alternativa con la expectativa de que su perfil de riesgo mejore, y por ende en el futuro las tasas de interés a las que pueda acceder al crédito bajen, normalmente se establecen cláusulas con opciones de recompra o de rescate de dichos títulos. De esta manera, cuando atraviere una mejor situación la empresa puede sustituir sus obligaciones a costos financieros más razonables. De hecho, la posibilidad de refinanciar deudas a tasas de interés más bajas es el principal beneficio de los bonos rescatables o “callables”. El Ecuador ha tenido la oportunidad de aventajarse de esta circunstancia pero lamentablemente no ha sucedido hasta el momento.

2. Metodología

2.1 Bonos Rescatables

Un bono rescatable es un instrumento financiero mixto, pues se compone tanto por un bono tradicional como por una opción de compra del propio bono. Por lo tanto, es un instrumento “derivado” en el cual el emisor puede re-comprar sus obligaciones antes del vencimiento a un determinado precio; por lo general al 100% de su valor nominal. Desde el punto de vista del emisor, un bono rescatable es equivalente a vender un bono sin opción y simultáneamente comprar una opción de compra³ (“call option”) sobre el mismo bono. Este instrumento se asemeja a un crédito normal de tasa fija en el sentido de que el deudor tiene el derecho, pero no la obligación, de prepagar el capital vigente ante un descenso en los tipos de interés para refinanciar a tasas más favorables; característica inexistente en un bono tradicional porque si en el mercado llegase a subir el precio sobre el valor nominal (par), éstos podrían ser recomprados pero con el respectivo premio.⁴

En la Tabla 1 se presentan los valores de un bono rescatable bajo la perspectiva del deudor/emisor ante dos posibles escenarios: precios con descuento o a la par y precios con premio. Usar la perspectiva del emisor implica usar signos negativos para las deudas y consecuentemente las posiciones negativas significan obligaciones. El precio de ejercicio (“strike price”) es el valor de re-compra del

³ El comprador de una opción call tiene el derecho, pero no la obligación, de comprar un activo subyacente a un precio predeterminado en una fecha establecida. El comprador de una opción call genera ganancias cuando el precio del activo subyacente sube.

⁴ Un bono se negocia con premio cuando su precio es superior a su valor par (100%) y con descuento cuando es inferior al valor par. Equivalentemente, un bono se negocia con premio cuando las tasas de interés (rendimientos) de mercado son inferiores a la tasa cupón, y viceversa. Finalmente, un bono se negocia a la par cuando el rendimiento de mercado es igual a la tasa de cupón.

bono. En la presente investigación y para efectos metodológicos, se asumirá que siempre es igual al 100% de su valor nominal, o equivalentemente, a la par.⁵ De la Tabla 1 se puede observar que si el precio de mercado del bono excluyendo la opción (Z) es superior que 100% (es decir, es un bono con premio), el emisor del bono rescatable podría vender nuevos bonos con una tasa cupón más baja y, simultáneamente, re-comprar el bono rescatable pero no a ese mayor precio de mercado, sino al 100%. Por tanto, el beneficio de refinanciar para el emisor es la diferencia entre el precio con premio y el 100%, o el valor de la opción de compra en la fecha de expiración. En otras palabras, el emisor genera una ganancia $C = Z - 100\%$ de la opción de compra. En contraste, si el precio de mercado se negocia al descuento, no haría sentido refinanciar porque aun cuando el deudor podría re-comprar los bonos en el mercado al menor precio Z, vendería nuevos bonos al mismo precio y rendimiento de mercado sin obtener ningún beneficio; es decir, la opción de compra expiraría sin ganancia alguna ($C = 0$). Estos resultados también se presentan a manera de gráfico en la Figura 1.

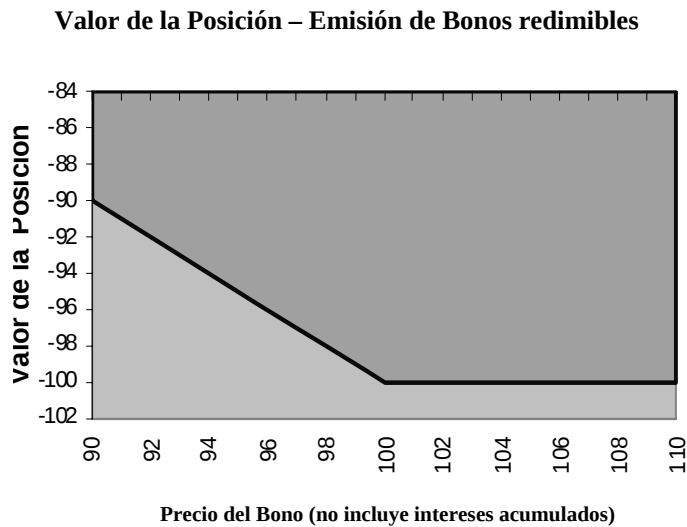
Tabla No. 1

Valor de bonos redimibles en la fecha de redención desde el punto de vista del emisor

	Rango de precios del Bono Rescatable	
	$Z \leq 100$	$Z > 100$
- Z: Bono sin opción	- Z	- Z
Componentes		
+ C: Opción call comprada	0 (no ejecuta opción)	$Z - 100$ (ejecuta opción)
-B: Valor de Bono Rescatable = $- Z + C$	- Z	- 100

⁵ Adicionalmente, no se asumen costos transaccionales.

Figura No. 1



La siguiente ecuación se puede derivar de la Tabla 1:

- $B = -Z + C$, donde

- B es el valor de la obligación rescatable (deuda real del emisor, incluye opción)
- Z es el precio del bono sin opción (lo que debería el emisor sin la opción), y
- + C es el valor que tiene en ese momento la opción de compra (el valor del derecho a ejecutar la opción, que puede ser cero o positivo pero nunca puede ser negativo).

Consecuentemente, si el mercado anticipa esta realidad, el precio del bono rescatable debería siempre ser menor o igual que aquel de un bono sin opción. Adicionalmente, se observa que desde el punto de vista del emisor, el valor de un bono rescatable en la fecha de posible ejecución es el valor mayor que se registre entre $-Z+C$ o -100% ⁶ o como ecuación $-B = \max(-Z+C, -100)$.

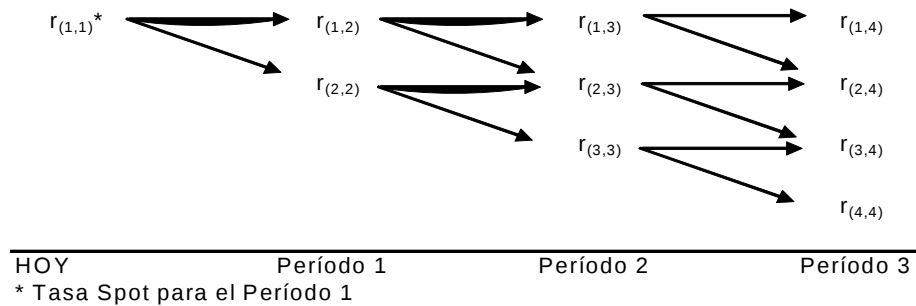
⁶ Desde el punto de vista del inversionista, el valor del bono rescatable es $B = \min(Z, 100)$.

2.2 Árbol binomial de tasas de interés

El modelo planteado en esta investigación es el denominado Black-Derman-Toy para un proceso de tasas de interés. El modelo considera una curva de rendimiento inicial “spot” de tasas de interés y una especificación de volatilidades de tasas de interés para construir un árbol representativo de la evolución de tasas de interés a futuro “forward”. Este asume que en cada punto de decisión del árbol, las tasas de interés forward pueden tomar dos valores: un valor superior y uno inferior con igual probabilidad de ocurrencia de 0.5. La Figura 2 muestra un ejemplo de un árbol binomial de tasas de interés para un periodo de tres años, donde r es la tasa de interés y sus subíndices indican el periodo y el valor, inferior o superior.

Figura No. 2

Ejemplo de Árbol Binomial de Tasas de Interés para un período de 3 años



Adicionalmente, las siguientes relaciones son necesarias para poder explicar la construcción del árbol binomial de tasas de interés. A manera de ejemplo, estas relaciones se muestran para el periodo 2 de la aludida Figura 2.

1. Si σ es la volatilidad para un periodo, la relación entre las tasas forward están definidas por:

$$r_{(1,2)} = r_{(2,2)} e^{2\sigma} \\ r_{(2,3)} = r_{(3,3)} e^{2\sigma} \text{ y } r_{(1,3)} = r_{(3,3)} e^{4\sigma}$$

2. El valor de un bono sin opción en un punto de inflexión determinado es igual a su valor presente ponderado por la probabilidad de ocurrencia.

$$Z_{(1,1)} = 0.5 ((Z_{(1,2)} + U)/(1 + r_{(1,1)}) + (Z_{(2,2)} + U)/(1 + r_{(1,1)})) \\ Z_{(1,2)} = 0.5 ((Z_{(1,3)} + U)/(1 + r_{(1,2)}) + (Z_{(2,3)} + U)/(1 + r_{(1,2)})) \\ Z_{(2,2)} = 0.5 ((Z_{(2,3)} + U)/(1 + r_{(2,2)}) + (Z_{(3,3)} + U)/(1 + r_{(2,2)}))$$

Donde Z es el precio del bono sin opción, U es el valor del cupón y r es la tasa de descuento forward que se desea encontrar. Estas tasas son sujeto del proceso iterativo descrito a continuación.

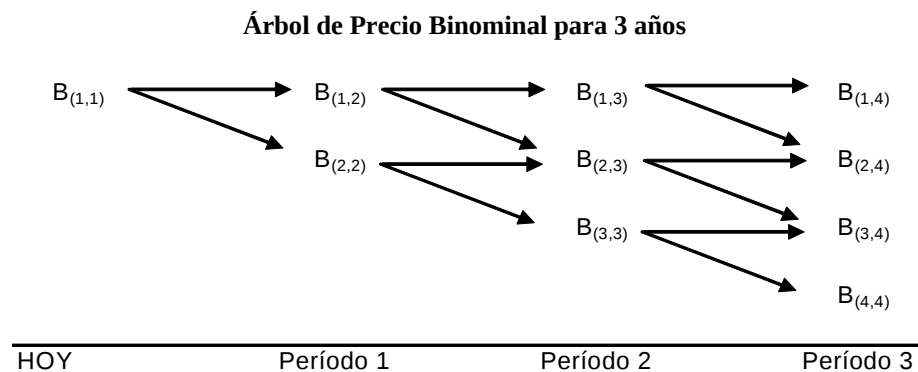
Para obtener cada tasa forward en su correspondiente punto de inflexión inferior, se aplica un proceso iterativo (de prueba y error) para encontrar aquellas tasas forward que sean consistentes con: (i) los supuestos de volatilidad, (ii) que el valor del bono sin opción sea igual al precio de mercado u observado descontado a tasas spot y (iii), si aplica, los dos valores posibles de tasas forward encontradas en periodos anteriores.⁷

En la medida que el número de periodos se incrementa, el procedimiento se hace cada vez más complicado, por lo que se hace necesario un proceso computacional para el efecto.

2.3 El Precio de bonos redimibles usando el método binomial

Una vez que se ha construido el árbol binomial de tasas de interés forward, el precio de un bono rescatable se obtiene a través de un proceso recursivo. Conociendo los precios y fechas de ejecución, los pagos de cupón y el vencimiento, se puede calcular el precio descontando los flujos de caja, “empezando por los últimos flujos de caja y dirigiéndose paso a paso hacia los primeros” conforme lo sugieren Martellini, Priaulet y Priaulet (2003). La Figura 3 ejemplifica el resultado.

Figura No. 3



⁷ Este requisito solo no aplica para el último flujo de caja.

Usando la misma notación de la Sección 2.2, se aplican las siguientes formulas de forma recursivas para encontrar el precio $B_{(1,1)}$ de un bono rescatable⁸ con 3 periodos por vencer y bajo el supuesto de que tendrían un posible rescate a la par en el periodo 1 y 2.

Valoración para último flujo de caja (tercer flujo de caja):

$$\text{Período 2: } B_{(1,3)} = 0.5 ((B_{(1,4)} + U)/(1 + r_{(1,3)}) + (B_{(2,4)} + U)/(1 + r_{(1,3)}))$$

$$\text{Período 2: } B_{(2,3)} = 0.5 ((B_{(2,4)} + U)/(1 + r_{(2,3)}) + (B_{(3,4)} + U)/(1 + r_{(2,3)}))$$

$$\text{Período 2: } B_{(3,3)} = 0.5 ((B_{(3,4)} + U)/(1 + r_{(3,3)}) + (B_{(4,4)} + U)/(1 + r_{(3,3)}))$$

Valoración para penúltimo flujo de caja (segundo flujo de caja):

$$\text{Período 1: } B_{(1,2)} = 0.5 ((\min(B_{(1,3)}, 100) + U) / (1 + r_{(1,2)}) + (\min(B_{(2,3)}, 100) + U) / (1 + r_{(1,2)}))$$

$$\text{Período 1: } B_{(2,2)} = 0.5 ((\min(B_{(2,3)}, 100) + U) / (1 + r_{(2,2)}) + (\min(B_{(3,3)}, 100) + U) / (1 + r_{(2,2)}))$$

Valoración para primer flujo de caja:

$$\text{Período 0: } B_{(1,1)} = 0.5 ((\min(B_{(1,2)}, 100) + U) / (1 + r_{(1,1)}) + (\min(B_{(2,2)}, 100) + U) / (1 + r_{(1,1)}))$$

Finalmente, el valor de la opción de compra se calcula usando la ecuación indicada en la Sección 2.1. Por lo tanto, el precio de la opción es igual a la diferencia entre el precio de un bono sin opción y el de un bono rescatable; en otras palabras:

$$C = Z_{(1,1)} - B_{(1,1)}$$

2.4 Modelo computacional

Para otorgar utilidad práctica a este marco conceptual, se pretende tomar información histórica de los precios de mercado de los bonos Globales ecuatorianos, para compararlos con aquellos resultantes del método binomial de tasas de interés. Se utilizó el lenguaje de programación Matlab para calcular precios hipotéticos históricos provenientes del método binomial.

⁸ El precio incluye intereses acumulados cuando la fecha de valoración no es igual a la fecha de pago de cupón. Por lo tanto, dicho precio es comúnmente llamado "precio sucio".

3. Bonos Globales Ecuatorianos

3.1 Bonos Globales

El Ecuador tiene dos bonos Globales, uno que vence en el año 2012 y el otro en el año 2030. Este estudio se concentra en los bonos Globales 2012. No obstante, un análisis similar se puede realizar para el bono de más largo plazo.

Las principales características de los bonos globales 2012 son las siguientes:

Monto de emisión:	Hasta US 1,250,000,000
Vencimiento:	Noviembre 15, 2012
Cupón:	12% anual (convención ISMA 30/360)
Fechas de pago de cupón:	Mayo 15 y noviembre 15
Opción de compra:	Ecuador puede rescatar, total o parcialmente, los bonos al 100% en las fechas de pago de cupón.

3.2 Fuente de Datos

En la medida que no existe una curva de rendimientos completa (para todos los plazos) para obligaciones ecuatorianas en los mercados internacionales, una aproximación de la curva spot puede obtenerse sumando el índice EMBI⁹ de Bonos del Ecuador en Mercados Emergentes con la curva de rendimientos del tesoro americano. La firma J.P.Morgan calcula el EMBI del Ecuador de manera diaria. La fuente de información es el sistema de información financiera bloomberg. Para el caso del mes de diciembre de 2005 y enero de 2006, se uso adicionalmente el rendimiento observado en el mercado para el nuevo bono emitido a inicios de dicho mes. De esta manera, en diciembre de 2005 y enero de 2006 se logró comparar el precio de mercado con el método binomial usando el rendimiento calculado mediante el EMBI y el rendimiento observado para un bono sin opción (bullet) del mismo emisor.

Para el análisis se utilizó una muestra mensual empezando el 15 de noviembre de 2000 hasta el 13 de enero de 2006. Para calcular las volatilidades, una base de datos con frecuencia diaria se utilizó a partir de enero de 2000 hasta enero de 2006. Las volatilidades de los tipos de interés se calcularon para todos los vencimientos y

⁹ El índice EMBI de un país representa el riesgo de crédito representado por el margen (spread) sobre la curva spot de bonos del tesoro de Estados Unidos.

usando la desviación estándar del logaritmo de los rendimientos relativos diarios para un periodo de 40 días. Las volatilidades se transformaron reflejando el período de los pagos de cupón, que son de seis meses.

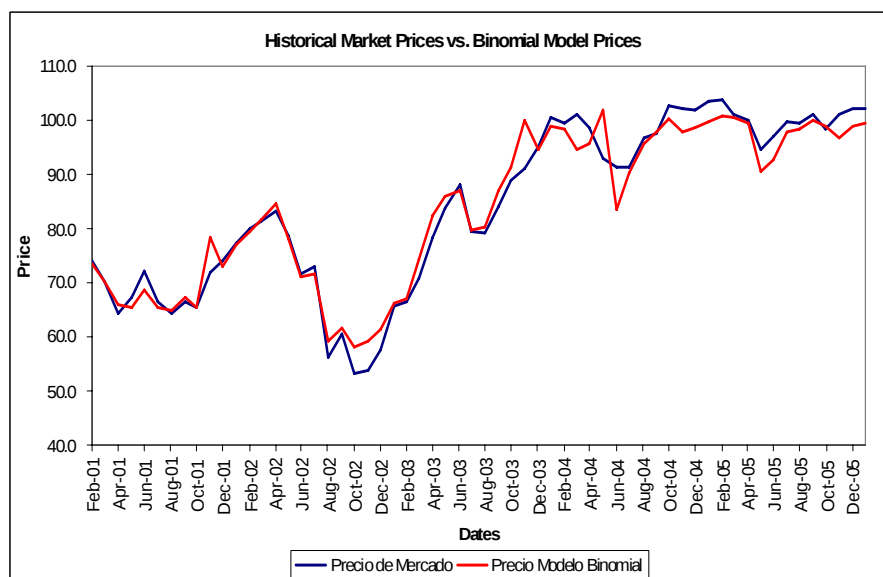
4. Análisis

4.1 Eficiencia del Modelo de Árbol Binomial de Tasas de Interés

La Tabla 2 y el Gráfico 1 muestran los resultados del modelo del árbol binomial de tasas de interés¹⁰ y los correspondientes precios de mercado. Un detalle completo se puede encontrar en el anexo 1, incluyendo el árbol para el precio calculado en el mes de enero de 2006.

Gráfico No. 1

Evolución de Modelo Binominal vs. Precios de Mercado



¹⁰ Los precios no incluyen intereses acumulados.

Tabla No. 2

Resultados de Modelo Binominal vs. Precios de Mercado

	Precios		Diferencia (A) - (B)		Precios		Diferencia (A) - (B)
	Binomial (A)	Mercado (B)			Binomial (A)	Mercado (B)	
15-Nov-00	65.5	68.0	(2.4)	15-Jul-03	79.8	79.2	0.6
15-Dec-00	62.8	65.3	(2.5)	14-Aug-03	80.2	78.8	1.4
16-Jan-01	67.8	69.9	(2.2)	15-Sep-03	87.2	83.8	3.4
15-Feb-01	73.5	73.8	(0.3)	15-Oct-03	91.4	88.5	2.9
15-Mar-01	70.3	70.0	0.3	14-Nov-03	100.1	90.7	9.3
16-Apr-01	66.0	64.0	2.0	15-Dec-03	94.7	94.9	(0.2)
15-May-01	65.3	67.0	(1.8)	15-Jan-04	98.7	100.4	(1.8)
15-Jun-01	68.8	72.0	(3.2)	17-Feb-04	98.3	99.3	(0.9)
16-Jul-01	65.5	66.4	(0.8)	15-Mar-04	94.5	101.0	(6.5)
15-Aug-01	64.8	64.2	0.6	15-Apr-04	95.6	98.3	(2.7)
17-Sep-01	67.2	66.0	1.2	14-May-04	101.8	92.6	9.2
15-Oct-01	65.4	65.1	0.3	15-Jun-04	83.4	90.9	(7.5)
14-Nov-01	78.3	71.8	6.5	15-Jul-04	90.2	91.1	(0.8)
14-Dec-01	73.2	73.7	(0.6)	16-Aug-04	95.6	96.3	(0.6)
15-Jan-02	77.0	76.8	0.2	15-Sep-04	97.8	97.3	0.5
15-Feb-02	79.2	79.6	(0.4)	15-Oct-04	100.2	102.4	(2.2)
15-Mar-02	81.8	81.0	0.8	15-Nov-04	97.7	101.9	(4.2)
15-Apr-02	84.4	83.0	1.4	15-Dec-04	98.5	101.7	(3.2)
15-May-02	78.0	78.5	(0.5)	14-Jan-05	99.7	103.5	(3.8)
14-Jun-02	71.2	71.3	(0.0)	15-Feb-05	100.7	103.4	(2.7)
15-Jul-02	71.5	72.7	(1.1)	15-Mar-05	100.4	101.0	(0.6)
15-Aug-02	59.2	56.0	3.2	15-Apr-05	99.5	99.5	(0.0)
16-Sep-02	61.7	60.3	1.4	16-May-05	90.6	94.2	(3.6)
15-Oct-02	58.1	52.9	5.1	15-Jun-05	92.7	96.9	(4.2)
15-Nov-02	59.2	53.5	5.7	15-Jul-05	97.8	99.5	(1.7)
17-Dec-02	61.4	57.3	4.2	15-Aug-05	98.4	99.4	(0.9)
15-Jan-03	66.0	65.4	0.6	15-Sep-05	99.8	100.9	(1.1)
14-Feb-03	67.1	66.3	0.8	14-Oct-05	99.0	98.1	0.8
14-Mar-03	74.3	70.6	3.8	15-Nov-05	96.9	100.8	(3.9)
15-Apr-03	82.4	78.3	4.1	15-Dec-05	99.0	102.2	(3.2)
15-May-03	85.9	83.7	2.2	13-Jan-06	99.3	102.2	(2.9)
16-Jun-03	87.0	87.8	(0.7)				
				Promedio	82.8	82.9	(0.1)
				Std. Dev.	14.4	15.5	3.2

Para analizar la eficiencia del modelo se emplearon los dos pasos siguientes: i) encontrar el valor de la opción de compra incluida en el precio, tanto en el mercado como en el modelo binomial, y ii) hacer un test estadístico de la hipótesis nula de que el precio de ambas opciones son iguales. Si el modelo es eficiente, la diferencia de valor de las opciones debería ser cero, por lo tanto, la siguiente hipótesis estadística fue empleada:

Datos Estadísticos

a = precio promedio de opción call incluida en el precio de mercado $a = 3.60$
 b = precio promedio de opción call incluida en el precio con modelo binomial $b = 3.76$
 u = diferencia promedio de opciones call $u = 0.17$
 $\sigma = 3.10$
 σ = desviación estándar de u

Prueba de Hipótesis

$H_0 : \hat{u} = 0$

$H_1 : \hat{u} \neq 0$

Resultados

$t = (\hat{u} - u) / (\sigma / d^{1/2})$

$t = -0.43$

$|t_{\text{critico}} \alpha=5\%| = 2.0$

Los resultados muestran que la hipótesis nula no fue rechazada. Por lo tanto, el modelo es eficiente porque la diferencia de valor de las opciones no es estadísticamente diferente de cero a un nivel de significancia del 5%.

4.2 Precios de bono global 2012 calculados con el rendimiento del nuevo bono 2016

Una alternativa adecuada consiste en construir el árbol binomial de tasas de interés con el “spread” observado en el rendimiento del nuevo bono 2016 en lugar de emplear el índice EMBI del Ecuador. Los resultados indican que el valor de la opción, bajo esta alternativa, es superior a aquellas derivadas del precio de mercado y del modelo binomial con el índice EMBI del Ecuador. Correspondientemente, los precios del bono Global 2012 en el mercado son superiores a la valoración con el método binomial. Actualmente, los resultados confirman que la opción de compra tiene valor y que actualmente al Ecuador le resulta óptimo ejercer la opción y refinanciar los Bonos Globales. Adicionalmente, es fundamental indicar que el valor de la opción de compra aumenta cada vez más a medida que el rendimiento del nuevo bono 2016 baja y por lo tanto, reasegura beneficios de refinanciamiento para el Ecuador. A continuación, en la Tabla 3 se presentan los resultados.

Precios Bono Global 2012 y Opción Call

	Binomial con EMBI		Binomial con spread Nuevo Global 2016		Mercado	
	Precio Bono Redimible	Precio Opción Call	Precio Bono Redimible	Precio Opción Call	Precio Bono Redimible	Precio Opción Call ⁽¹⁾
15-Dec-05	99.0	6.9	99.9	8.6	102.2	6.3
13-Jan-06	99.3	6.8	100.3	9.5	102.2	7.6

⁽¹⁾ Precio de Opción = Precio Bono sin Opción (calculado con spread Nuevo Global 2016) - Precio de Mercado Bono Redimible

Esto podría sugerir que la colocación de los nuevos bonos ha permitido que muchos inversionistas que estaban dispuestos a recibir del Ecuador un menor retorno y que no querían correr el riesgo de que se ejecute la opción de compra por parte del país, ahora lo pueden hacer comprando los nuevos títulos, lo que podría romper la barrera que en virtud de esta razón existía par que el riesgo país siga reduciéndose.

4.3 Poca liquidez en el mercado y situación actual

Observando los precios históricos de los bonos global 2012, se puede ver que en cinco meses los precios de la serie del modelo binomial se negociaron sobre la par; en dos ocasiones en fechas de ejecución. Por otra parte, en doce meses los precios de mercado se negociaban sobre la par; dos de ellos en fechas de ejecución. Tal como la teoría y la práctica indican, en un mercado eficiente y líquido, el emisor de una obligación rescatable que se está negociando sobre el precio de ejercicio siempre debería rescatar dichos títulos valores para emitir nuevos bonos con cupones más bajos. Hasta el momento, la experiencia ecuatoriana muestra que el emisor no ha utilizado eficientemente esta opción.

El emisor ha estado pagando, con cupones altos, por un derecho que no lo ha ejercido. La consecuencia ha sido que el tenedor de la opción de compra, es decir el Estado ha perdido el valor intrínseco de una opción no-ejercida que expiró “in-the-money”. Esta situación se podría explicar por el hecho de que los países que hacen frente a dificultades financieras encuentran problemas para volver a los mercados internacionales y para levantar fondos nuevos. Por lo tanto, la experiencia ecuatoriana ha demostrado la complejidad de ejercitar una opción de compra contenida en una obligación rescatable después de un haber incumplido sus obligaciones. No obstante, en el mes de diciembre de 2005 el Ecuador regreso exitosamente a los mercados internacionales emitiendo obligaciones con menor costo financiero que de los bonos Global 2012 y reconfirmando el beneficio de

ejercer la opción contenida en dichos bonos. Frente a esta situación, actualmente existe la oportunidad de ejercer la opción contenida en dichos bonos.

4.4 Beneficios Económicos para el Ecuador

Una vez que se ha determinado que es óptimo refinanciar los bonos Global 2012, el siguiente paso es determinar cual podría ser el beneficio económico para el Ecuador. Asumiendo que los precios de mercado a enero 13 de 2006 se mantienen, el Ecuador ganaría aproximadamente USD 95 millones si refinancia los USD 1,250 millones correspondientes al monto total emitido de los bonos Global 2012. El beneficio se obtuvo multiplicando el valor de mercado de la opción de compra por el valor nominal de la emisión; es decir 0,076 por USD 1,250 millones.

5. Conclusiones

Un bono rescatable es un instrumento financiero mixto, pues se compone tanto por un bono tradicional como por una opción de compra del propio bono. Por lo tanto, es un instrumento “derivado” en el cuál el emisor puede re-comprar sus obligaciones antes del vencimiento a un determinado precio.

Luego del “default” de la deuda externa ecuatoriana se produjo la renegociación de los bonos Brady y Eurobonos del país, optando por emitir bonos Globales que tienen la particularidad de ser rescatables. La estrategia en ese momento aparentemente fue la de regularizar la situación con los acreedores externos pero dada la elevada tasa de interés a la que se podía negociar, se incluyó una cláusula que le otorga al emisor el derecho de recomprar los bonos a su valor nominal en caso de que las tasas de interés (rendimiento de mercado de los bonos) empiecen a bajar por debajo de la tasa de los cupones de interés.

En el presente estudio, los bonos Globales ecuatorianos fueron valorados con el modelo binomial de árbol de tasas interés denominado Black-Derman-Toy para un proceso de tasas de interés. Para analizar la eficiencia del modelo como una herramienta adecuada de valoración se procedió a encontrar el valor de la opción de compra incluida en el precio, tanto en el mercado como en el modelo teórico y con dichos resultados se procedió a hacer un test estadístico para probar que el precio de ambas opciones es igual. De esta forma se llegó a la conclusión de que el modelo es eficiente, puesto que la diferencia de valor de las opciones de compra entre aquellas implícitas en el mercado y en el modelo no son estadísticamente diferentes de cero.

Una vez que se llegó a la conclusión anotada se puede aseverar que el modelo se puede usar para el diseño de cualquier estrategia de manejo de deuda.

Se observó en el estudio que en varias ocasiones, la opción de compra incluida en el bono Global 2012 expiró “in-the-money”, es decir en la zona en la que existía un beneficio por su ejecución pero el emisor no ejerció el derecho, aparentemente por una incapacidad de acceder a fondos líquidos para el efecto, de forma oportuna.

Bajo las actuales circunstancias, para el gobierno ecuatoriano es óptimo recomprar los bonos Globales y refinanciarlos. Asumiendo que los precios de mercado a enero 13 de 2006 se mantienen, el Ecuador ganaría aproximadamente USD 95 millones si refinancia los USD 1,250 millones correspondientes al monto total emitido de los bonos Global 2012. El beneficio es mayor a medida que el rendimiento del nuevo bono 2016 disminuye. Por tanto, el Estado enfrenta la posibilidad de aventajarse del valor de la opción ejerciendo su derecho al sustituir un pasivo altamente costoso por otro de menor costo.

Bibliografía

Bloomberg.

Fabozzi, F.J. (2001), *The Handbook of Fixed Income Securities*. New York, N.Y.: McGraw-Hill.

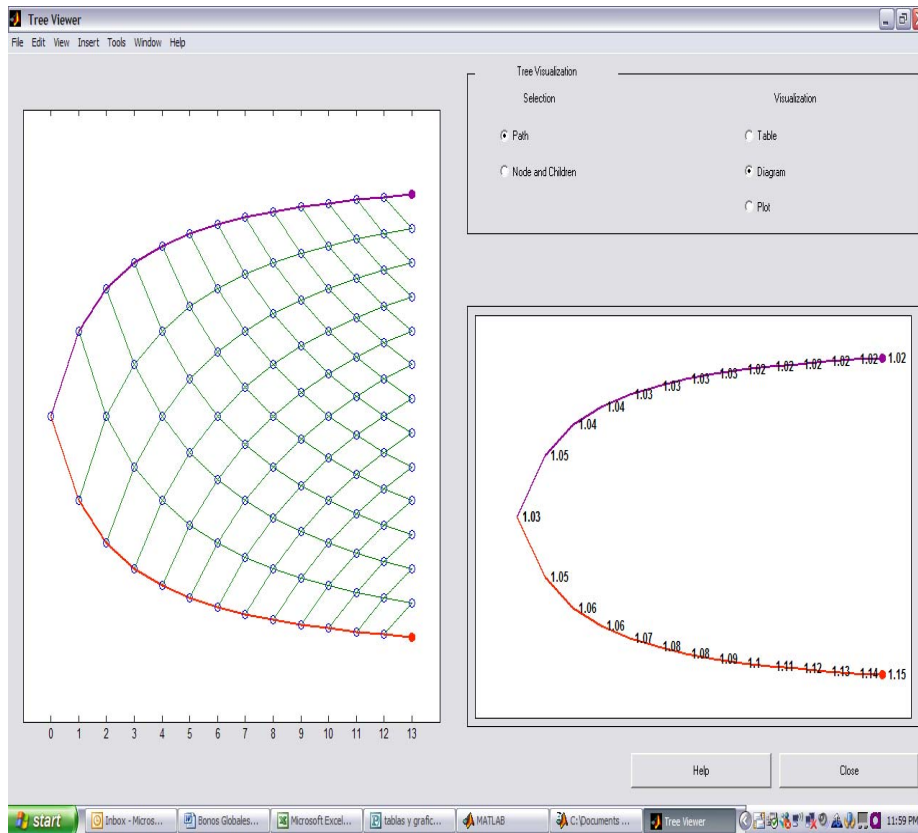
Hull, J.C. (2003), *Options, Futures and Other Derivatives*. Upper Saddle River, N.J. Prentice-Hall, Inc.

Martellini, L., Priaulet, P., Priaulet, S. (2003), *Fixed-Income Securities — Valuation, Risk Management and Portfolio Strategies*. West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd.

<http://www.mathworks.com/>

Anexo No. 1

DATE	Bono	Precio	Rendimiento	Opción Call	Binomial Model	
	Sin Opción				Precio	Opción Call
15-Nov-00	67.0	68.0	18.8	-	65.5	1.5
15-Dec-00	63.5	65.3	19.7	-	62.8	0.8
16-Jan-01	69.0	69.9	18.3	-	67.8	1.3
15-Feb-01	74.0	73.8	17.3	0.2	73.5	0.6
15-Mar-01	70.4	70.0	18.3	0.3	70.3	0.0
16-Apr-01	66.0	64.0	20.2	2.0	66.0	0.0
15-May-01	68.7	67.0	19.3	1.6	65.3	3.4
15-Jun-01	71.3	72.0	17.9	-	68.8	2.5
16-Jul-01	66.3	66.4	19.5	-	65.5	0.8
15-Aug-01	65.1	64.2	20.2	1.0	64.8	0.4
17-Sep-01	67.4	66.0	19.7	1.4	67.2	0.2
15-Oct-01	65.4	65.1	20.0	0.3	65.4	0.0
14-Nov-01	78.3	71.8	18.0	6.5	78.3	-
14-Dec-01	74.6	73.7	17.5	0.9	73.2	1.4
15-Jan-02	78.2	76.8	16.7	1.3	77.0	1.2
15-Feb-02	80.1	79.6	16.1	0.5	79.2	0.9
15-Mar-02	82.2	81.0	15.8	1.2	81.8	0.4
15-Apr-02	84.5	83.0	15.3	1.5	84.4	0.1
15-May-02	80.5	78.5	16.4	2.1	78.0	2.5
14-Jun-02	74.2	71.3	18.3	2.9	71.2	2.9
15-Jul-02	77.9	72.7	17.9	5.2	71.5	6.4
15-Aug-02	64.4	56.0	23.6	8.5	59.2	5.2
16-Sep-02	63.9	60.3	22.0	3.6	61.7	2.2
15-Oct-02	58.1	52.9	25.1	5.2	58.1	0.0
15-Nov-02	63.8	53.5	24.9	10.3	59.2	4.6
17-Dec-02	66.1	57.3	23.3	8.8	61.4	4.7
15-Jan-03	70.7	65.4	20.3	5.3	66.0	4.7
14-Feb-03	70.5	66.3	20.1	4.2	67.1	3.4
14-Mar-03	74.4	70.6	18.8	3.9	74.3	0.1
15-Apr-03	82.4	78.3	16.7	4.2	82.4	0.0
15-May-03	88.9	83.7	15.4	5.2	85.9	3.0
16-Jun-03	92.1	87.8	14.4	4.3	87.0	5.1
15-Jul-03	83.7	79.2	16.5	4.5	79.8	3.9
14-Aug-03	82.9	78.8	16.6	4.1	80.2	2.7
15-Sep-03	88.6	83.8	15.4	4.8	87.2	1.4
15-Oct-03	91.8	88.5	14.4	3.3	91.4	0.3
14-Nov-03	100.1	90.7	13.9	9.3	100.1	-
15-Dec-03	98.8	94.9	13.0	3.9	94.7	4.1
15-Jan-04	107.3	100.4	11.9	6.9	98.7	8.7
17-Feb-04	106.1	99.3	12.2	6.9	98.3	7.8
15-Mar-04	108.1	101.0	11.8	7.1	94.5	13.6
15-Apr-04	103.5	98.3	12.4	5.2	95.6	7.9
14-May-04	101.8	92.6	13.5	9.2	101.8	-
15-Jun-04	95.4	90.9	13.9	4.4	83.4	11.9
15-Jul-04	93.8	91.1	13.9	2.7	90.2	3.6
16-Aug-04	99.5	96.3	12.8	3.3	95.6	3.9
15-Sep-04	101.2	97.3	12.6	4.0	97.8	3.5
15-Oct-04	106.7	102.4	11.6	4.3	100.2	6.5
15-Nov-04	106.2	101.9	11.6	4.2	97.7	8.5
15-Dec-04	104.6	101.7	11.7	3.0	98.5	6.1
14-Jan-05	105.9	103.5	11.3	2.4	99.7	6.2
15-Feb-05	109.0	103.4	11.4	5.6	100.7	8.3
15-Mar-05	106.8	101.0	11.795	5.8	100.4	6.4
15-Apr-05	103.4	99.5	12.143	3.8	99.5	3.9
16-May-05	98.8	94.2	13.298	4.6	90.6	8.2
15-Jun-05	101.1	96.9	12.67	4.1	92.7	8.4
15-Jul-05	103.4	99.5	12.117	3.9	97.8	5.6
15-Aug-05	104.0	99.4	12.155	4.6	98.4	5.5
15-Sep-05	105.0	100.9	11.815	4.2	99.8	5.3
14-Oct-05	102.9	98.1	12.427	4.8	99.0	4.0
15-Nov-05	104.1	100.8	11.841	3.3	96.9	7.2
15-Dec-05	105.9	102.2	11.54	3.7	99.0	6.9
13-Jan-06	106.2	102.2	11.531	4.0	99.3	6.8

Árbol de tasas de interés para Bono redimible en Enero 2006 (precio sucio)

Precio del Bono Global 2012 calculado usando el método binomial

[illegible]