



BANCO CENTRAL DE BOLIVIA

**Gerencia de Operaciones Internacionales
Subgerencia de Reservas
Departamento de Negociaciones de Inversión**

Instrumentos derivados para cobertura de tipos de cambio y tasas de interés de las reservas internacionales del Banco Central de Bolivia

Cecilia A. Terán Morales*

Nota técnica No. 9

Revisado por: Walter Erik Guzman Tordoya

Diciembre de 2015

* El presente documento no necesariamente refleja la visión del BCB y de sus autoridades. Sus conclusiones y/u omisiones son de exclusiva responsabilidad de la autora.

Resumen

Como parte del proceso de diversificación, las reservas internacionales del Banco Central se encuentran invertidas en diferentes monedas y en diferentes plazos de inversión. Con el objetivo de reducir el riesgo de mercado generado por el nuevo contexto económico internacional se propone la revisión de instrumentos financieros derivados que permitan delimitar los riesgos a los cuales las reservas internacionales se encuentran expuestas. Es por ello que el presente documento tiene el objetivo de revisar la cobertura de riesgo cambiario y riesgo de tasa de interés para una posible aplicación en los portafolios de inversión.

Palabras Clave: *Reservas internacionales, Banco Central, instrumentos financieros derivados, riesgo cambiario, riesgo de tasas de interés*

Hedging of exchange rates and interest rates in international reserves of the Central Bank of Bolivia

Abstract

As part of the diversification process, the International Reserves of the Central Bank are invested at different currencies and at different tranches; with the objective of reducing the market risk generated because of the new economic context, we have reviewed derivative instruments that can help us to limit that risk to which Bank reserves are exposed. In that sense this document will review the hedges of currency and interest rate risks for a possible application in the investment portfolios.

Keywords: *International reserves, Central Bank, derivative instruments, currency risk, interest rate risk*

I. Introducción

De acuerdo a la política de inversión del Banco Central de Bolivia (BCB), la diversificación de las reservas internacionales es un aspecto muy importante al momento de tomar decisiones de inversión. Los portafolios del BCB se encuentran invertidos en diferentes monedas, mercados y plazos de inversión, con una estructura adecuada establecida mediante una estrategia que toma en cuenta criterios internacionales que delimitan la composición de monedas y su riesgo de tipo de cambio así como también los plazos de inversión y su riesgo de tasas de interés.

El presente documento hace una breve introducción a los factores de riesgo a los cuáles se encuentra expuesto un portafolio de inversión, describiendo luego los instrumentos derivados que permiten la cobertura de los mismos, finalizando con ejemplos de una posible aplicación de los instrumentos en los portafolios de inversión del BCB.

II. Definición de factores de riesgo dentro de un portafolio de inversión

Dentro de la administración de portafolios de inversión es necesario entender el riesgo al cual un portafolio está expuesto; de esta forma es posible tener una idea respecto a los retornos que se podrían esperar del portafolio por las estrategias de inversión empleadas.

Para definir el riesgo y entenderlo, es necesario usar los factores de riesgo. Éstos permitirán entender la relación riesgo-retorno de cada una de las estrategias que se planea realizar dentro de un portafolio.

Se puede decir entonces que *“el retorno es proporcional al retorno de algunos factores y la exposición de un título a estos factores”* (Bhansali 2011, p. 3); entonces el retorno de un título i es definido como:

$$r_i = \alpha_i + \sum_{j=1, N} \beta_{ij} f_j + \varepsilon_i$$

donde N definido por $f_{j, \dots, N}$ son los retornos de las variables fundamentales que se las denomina factores. Dichos factores podrían influenciar el precio de un título, asumiendo que la esperanza $E(\varepsilon_i) = 0$ y que los factores se mueven de forma ortogonal al término de error.

Entonces si suponemos que la media del retorno de un título es \bar{r}_i , el exceso de retorno es $r_i - \bar{r}_i$ y puede ser escrito en términos del exceso generado por las exposiciones a los factores asumidos:

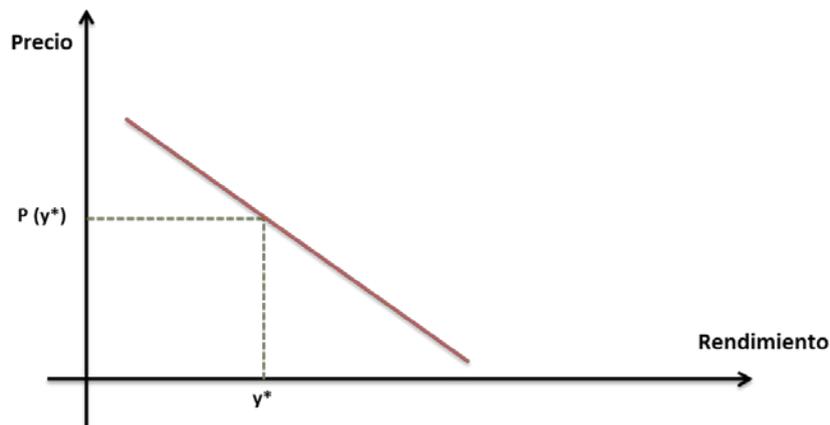
$$r_e = r_i - \bar{r}_i = \sum_i^N \beta_{ij} (f_j - \bar{f}_j) + \varepsilon_i$$

Para que los factores estén completos, la ecuación se mantendrá para todos los activos. En este sentido es relevante identificar y profundizar los factores importantes para el manejo de un portafolio de renta fija. Dado que el exceso de retornos de un título es proporcional al exceso de retorno de un factor, el riesgo de ese factor también es proporcional al riesgo que tendrá el título dentro de un portafolio.

II.1. Duración

Es la medida que nos permite medir la sensibilidad del precio de los títulos del portafolio en relación a movimiento de las tasas de interés. En el Gráfico 1, la duración se representa como la pendiente de la curva que indica la relación entre el precio y el rendimiento de un título.

Gráfico 1: EJEMPLO RELACIÓN PRECIO Y RENDIMIENTO (DURACIÓN)



Fuente: Elaboración propia

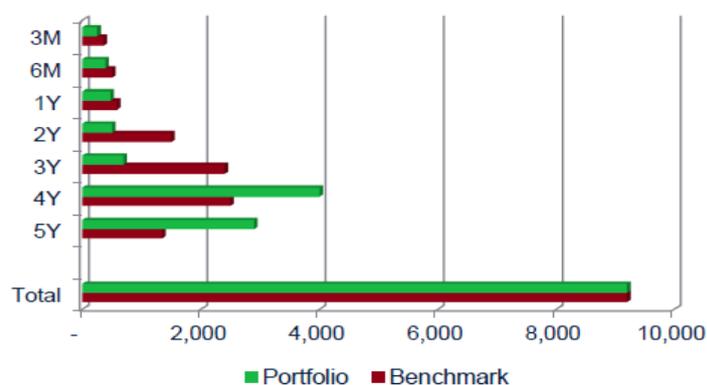
Cuando un inversionista decide incrementar la duración del portafolio respecto al comparador referencial, éste se está exponiendo al riesgo de no poder modificar sus posiciones en caso de que existan mejores alternativas de rendimiento por un incremento de tasas en el futuro. El inversionista toma esta decisión debido a que tiene la perspectiva de que las tasas de interés se mantendrán iguales o en el mejor de los casos disminuirán. En este sentido el inversionista decide comprometer su dinero por mayor tiempo con el objetivo de mejorar sus rendimientos en términos de tasa.

Entre otras medidas adicionales que se pueden derivar de la duración se encuentra la duración de curva y los *key rate durations*. La primera, además de medir el impacto de los movimientos paralelos de la curva de rendimiento, permite medir los cambios en la pendiente de la curva de rendimiento que provoquen empinamientos o aplanamientos

y determinar cómo estos movimientos afectan el desempeño del portafolio. Y los segundos permiten medir los movimientos en puntos específicos de la curva de rendimiento y de esta forma medir el impacto de forma individual a movimientos de la curva de rendimiento que no son paralelos.

Estas medidas son importantes ya que si bien un portafolio puede ser neutral en duración, uno puede tener exposición a tramos y puntos específicos de la curva como se ve en el siguiente gráfico:

Gráfico 2: EJEMPLO DE DESVIACIONES DE UN PORTAFOLIO Y SU BENCHMARK



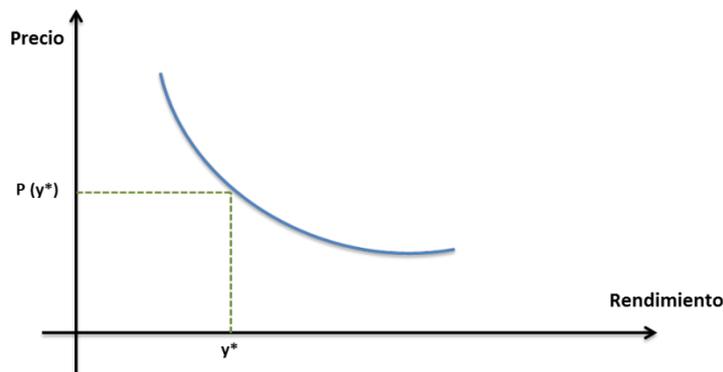
Fuente: Elaboración propia

En esta situación, los movimientos en la curva de rendimiento, como ser empinamiento, aplanamiento o movimientos paralelos, generarán un rendimiento del portafolio diferente al del comparador referencial.

II.2. Convexidad

Otra medida que nos permite evaluar el impacto de los movimientos de la curva sobre los títulos de un portafolio es la convexidad. Ésta mide la relación no lineal entre el precio y el rendimiento; esto quiere decir que mide la curvatura y puede ser utilizada para tener una relación de los movimientos de la curva más cercana a la realidad.

Gráfico 3: EJEMPLO RELACIÓN PRECIO Y RENDIMIENTO (CONVEXIDAD)



Fuente: Elaboración propia

Para medir la convexidad de un portafolio, primero se debe medir la convexidad de cada título. Esta puede verse incrementada cuando el portafolio provee pagos a través de un largo periodo de tiempo y es menor cuando el pago está concentrado en un punto particular del tiempo.

II.3. Duración de margen

Son los cambios porcentuales en el portafolio por un cambio en el diferencial de un bono distinto al del comparador referencial. Estos cambios no son referidos a cambios en la forma ni en los niveles de la curva de rendimiento. Para poder realizar el cálculo se debe computar el Spread Ajustado por la Opción - OAS (*Option-Adjusted Spread*) de cada bono, mantener la curva de rendimiento fija, desplazar el OAS y recalcular el precio.

Cuando se analizan bonos con tasa de interés flotante vale la pena resaltar que la duración y la duración de curva son pequeñas; sin embargo, la duración de margen es equivalente a la madurez del bono.

II.4. Riesgo Crediticio

Un factor que se tiene que tomar en cuenta al momento de realizar inversiones en títulos distintos a los del *benchmark* es el riesgo crediticio que conllevan esos títulos. Esto quiere decir que existe la probabilidad que el emisor no llegue a cumplir el pago de los intereses o principal debido a factores externos o internos. Para poder determinar la probabilidad de que esto suceda existen agencias calificadoras de riesgo que se encargan de evaluar la capacidad de pago de cada emisor. Si bien cada agencia tiene una metodología para evaluar el riesgo, todas asignan una probabilidad

en base a una escala de medición creada para poder comparar el riesgo entre distintos emisores frente a un evento inesperado de riesgo¹.

Debido a lo anteriormente expuesto, el precio de un título diferente al comparador referencial está influenciado de forma directa e indirecta por los factores específicos de riesgo que tiene el emisor del título.

II.5. Tipo de cambio

Un último factor de riesgo que debe ser considerado dentro de un portafolio global es el riesgo de tipo de cambio. Este puede ser definido como el ratio del precio de una moneda respecto a otra. Como este valor cambia de minuto a minuto dentro de los mercados financieros, estos cambios son considerados un riesgo debido a que modifican el valor de un título si este tiene que ser vendido y cambiado a su moneda origen.

III. Cobertura

Una vez expuestos los factores de riesgo a los cuales se enfrenta un portafolio, es decisión del administrador de portafolios utilizar instrumentos para reducir el riesgo al cual se está expuesto con el objetivo de prevenir pérdidas por incertidumbre. Esta medida de reducir el riesgo se denomina cobertura.

III.1. Cobertura de los riesgos del portafolio

Como fue mencionado con anterioridad, un portafolio en el mercado de renta fija se encuentra principalmente expuesto a riesgo de tasas de interés y riesgo de tipo de cambio. Para poder reducir estos riesgos se puede utilizar instrumentos derivados.

Los instrumentos derivados pueden ser definidos como instrumentos financieros donde su valor depende del valor de otro instrumento (Marroni y Perdomo, 2013). Es por ello que el precio de un derivado es determinado por las fluctuaciones en el precio del activo subyacente. Este instrumento puede ser constituido de forma privada entre dos partes o de forma pública negociándose a través de una cámara de compensación. Entre los instrumentos más comunes podemos encontrar contratos *forward*, futuros, *swaps* y opciones.

Los instrumentos derivados públicos que son negociados a través de una cámara de compensación tienen la característica de ser estandarizados. Por otro lado, los

¹ Eventos de riesgo incluyen bancarrota, incumpliendo de pago y otros que afecten de forma negativa la capacidad de pago del emisor.

instrumentos derivados privados son negociados de forma bilateral (Over the Counter)².

Una característica importante de los instrumentos derivados es que permiten tomar posiciones apalancadas sobre el activo subyacente; esto significa que el monto que puede ser ganado o perdido en una transacción puede exceder el monto que será intercambiado cuando la transacción empiece (Marroni y Perdomo, 2013).

III.1.1. Instrumentos derivados para cobertura de riesgo

III.1.1.1. Forwards

Un contrato *forward* es un acuerdo entre dos partes para vender o comprar un activo en una fecha futura específica y a un precio acordado. Es diferente a una transacción *spot* o *al contado* donde la compra o venta se hace de forma inmediata. La parte que compra el activo se dice que asume una posición larga; mientras que la parte que vende el activo asume una posición corta. El precio acordado se denomina 'precio de entrega' o 'precio *forward*'. Usualmente el precio de entrega es igual al precio *forward* implícito cuando el contrato es acordado, y estos contratos son negociados en el mercado OTC.

Como cualquier contrato OTC, los forwards tienen riesgo crediticio. Una forma de mitigarlo es la colateralización, en la que se hace un ajuste del precio de acuerdo al movimiento del mismo en el mercado, similar al proceso de cálculo de margen que se utiliza en los contratos futuros. En este proceso, las dos partes se realizan pagos regulares entre ellos para que ninguno tenga una deuda sustancial con el otro.

El uso de *forward* para la cobertura tiene por objetivo fijar un precio y proteger a la empresa de cambios bruscos en el precio de un bien durante un determinado tiempo. Los pagos para este tipo de transacciones están dados por:

$$\text{Pago posición larga} = \text{Spot} - K$$

$$\text{Pago posición corta} = K - \text{Spot}$$

donde k es el precio de entrega o precio *forward*, que es el precio acordado entre dos partes en el momento de la transacción para ser entregado en un futuro. La diferencia entre el precio *spot* y el precio *forward* se denomina *premio*, si el precio *forward* es mayor al *spot*, o 'descuento' en caso que sea menor.

² Un OTC es un contrato bilateral entre dos partes en el cual se acuerdan los términos económicos de una transacción, como se ve en el caso de un *forward* o un *swap*.

III.1.1.2. Futuros

Los contratos futuros son instrumentos derivados negociados dentro de una cámara de compensación, la cual estandariza el precio de entrega, el monto y la cantidad de un activo para una fecha futura. Las partes deben cumplir los términos del contrato en la fecha de entrega y la cámara de compensación es la que enfrenta todo el riesgo crediticio. Este instrumento puede ser utilizado para la cobertura, inversión y especulación.

El precio acordado al momento de la transacción se denomina el 'precio futuro' y la entrega del título se realizará en la fecha de entrega determinada por la cámara de compensación. Cada contrato tendrá un ciclo de posibles entregas. Asimismo, la cámara determina la forma en la que se realizará la entrega. Algunos contratos futuros requieren una entrega física del activo. Otros, denominados "*cash settled*" son contratos en los que a vencimiento se realizan transferencias monetarias entre la cámara de compensación y el inversionista que reflejan ganancias o pérdidas de la transacción para cada una de las contrapartes participantes; es decir, no existe el intercambio del activo.

La parte que acuerda comprar el activo subyacente en una fecha predeterminada en el futuro, se dice que maneja una 'posición larga'; por otra parte la que se compromete a realizar la entrega del activo se dice que mantiene una 'posición corta'.

Para prevenir el riesgo crediticio para la cámara, ésta establece mecanismos de llamadas de "margen", que consisten en realizar pagos diarios que corresponden a la variación del valor de los contratos; es decir, implícitamente se ejecutan las pérdidas y ganancias de los contratos de forma diaria. Además, al inicio del contrato se solicita un monto inicial para cubrir las variaciones del valor del contrato llamado margen inicial, cuyo monto difiere para cada tipo de activo y está calculado en base a la volatilidad esperada del activo subyacente; así, este margen inicial se constituye en un "colchón" para las variaciones iniciales.

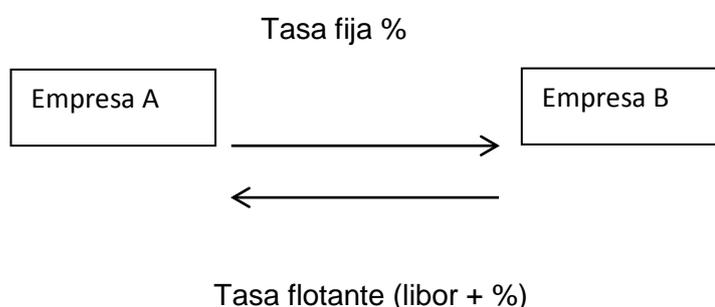
Para cancelar una operación, los inversionistas deben realizar la posición opuesta del mismo contrato. Cuando la fecha de entrega se aproxima, muchos contratos con entrega física son cerrados de esta forma a fin de evitar entregar el activo subyacente. En caso de que exista la entrega física, el vendedor deberá entregar el activo subyacente a la cámara, la cual entregará el activo al comprador. En los contratos futuros "*cash settle*" que son mantenidos hasta la fecha de entrega, se realiza la transferencia de fondos entre el comprador y el vendedor a través del margen.

III.1.1.3. Swaps

Los *swaps* son contratos que involucran un intercambio de flujos monetarios o un intercambio de efectivo por un bien durante un periodo específico de tiempo.

El *swap* más común en el mercado de renta fija es el contrato denominado “*plain vanilla*” de tasas de interés, en el que una empresa acuerda intercambiar flujos iguales al pago de intereses de un préstamo, a una tasa fija de un principal por un tiempo determinado, a cambio de recibir flujos de tasas de interés flotante para el mismo periodo de tiempo, tasa que en general está ligada a la tasa LIBOR. En este sentido, un contrato *swap* puede ser definido como un contrato que permite intercambiar flujos específicos en una fecha acordada y entre dos partes.

Diagrama 1: FLUJO DE UN SWAP



Fuente: Elaboración propia

Para realizar un *swap* es necesario realizar la firma de un contrato de confirmación dentro del cual se señalan las condiciones del contrato. El borrador de esta confirmación es facilitada por la entidad *International Swaps and Derivatives Association* (ISDA) la cual provee al mercado contratos marco tipo, donde se detallan las cláusulas definidas dentro de un contrato.

III.1.1.4. Opciones

Existen dos tipos de contratos: las opciones *call* y las opciones *put* y pueden ser negociados mediante una cámara de compensación como también entre dos partes (Over the Counter).

La opción *call* da el derecho al tenedor del contrato a comprar el activo subyacente en una fecha específica a un precio determinado. La opción *put* da el derecho a vender el activo subyacente en una fecha específica a un precio determinado.

El precio en el contrato es denominado precio *strike*; la fecha en el contrato es la fecha de expiración o la fecha de madurez. Existen opciones americanas y europeas: las americanas son las que pueden ser ejercidas en cualquier momento antes de la fecha

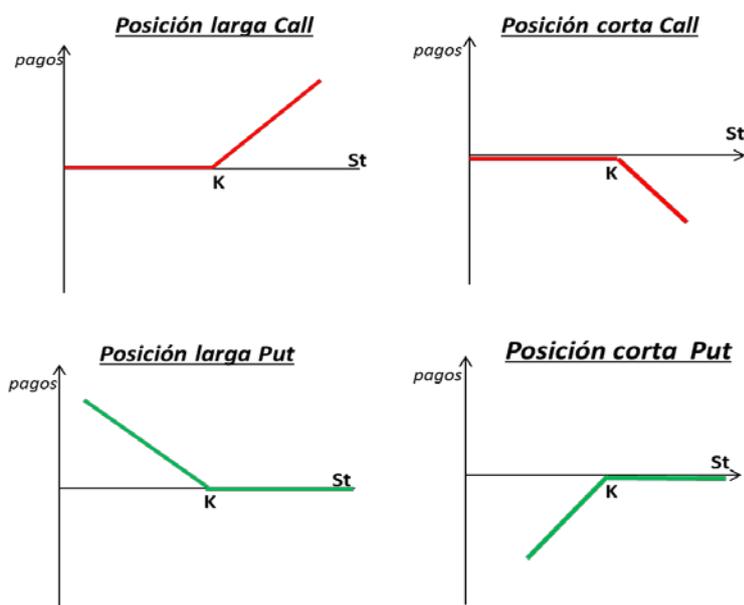
de expiración; las europeas por otra parte, solo pueden ser ejercidas en la fecha de expiración.

Es importante resaltar que estos contratos dan la opción de comprar o vender el activo, pero no la obligación de hacerlo; esta es una diferencia importante cuando se realiza una comparación con los contratos *forward* o futuros, donde el que realiza el contrato está obligado a comprar o vender el activo subyacente. Esta diferencia muestra que los contratos de opción proveen al inversionista un seguro, ya que los protege de escenarios adversos en los movimientos de los precios en el futuro pero les permite además beneficiarse de los movimientos favorables a un costo llamado *prima*.

Existen dos lados para cada contrato de opción. Un lado es el inversionista que decidió tomar la posición larga, que es el comprador de la opción; y el otro es el inversionista que decidió tomar la posición corta, quien es el que vendió el contrato de opción. El vendedor de la opción recibe efectivo en un principio pero su resultado dependerá del comportamiento de los precios a maduración del contrato.

Existen cuatro posiciones dentro de los contratos de opción:

Gráfico 4: POSICIONES PARA OPCIONES



Fuente: Extraído de Hull (2012), p. 198

donde:

K: precio *strike*

St: precio final del activo

Así, los pagos al final del período están dados por:

- Opción Call

Posición larga en un contrato el pago es: $\text{Max} (S_t - K, 0)$

Esto demuestra que la opción será ejercida cuando $S_t > K$ y no será ejercida cuando $S_t \leq K$

Posición corta en un contrato *call* el pago es: $-\text{Max} (S_t - K, 0) = \text{min} (K - S_t, 0)$

- Opción Put

Posición larga el pago es: $\text{Max} (K - S_t, 0)$

Posición corta el pago es: $-\text{Max} (K - S_t, 0) = \text{min} (S_t - K, 0)$

III.1.2. Cobertura de riesgo de tasas de interés

Para poder realizar la cobertura de tasas de interés se puede utilizar los contratos futuros con el objetivo de prevenir que el portafolio se vea afectado por los movimientos en la curva de rendimientos. Una cobertura perfecta es aquella que elimina por completo el riesgo. El uso de contratos futuros permite acercarse a este objetivo. Cuando un inversionista opta por cubrir una posición el objetivo es tomar la posición que neutralice el riesgo al cual se encuentra expuesto.

Para ello es primordial saber qué contrato utilizar para neutralizar los factores de riesgo que se quieren mitigar. Es por ello que a continuación se describirá los dos tipos de contratos que permiten realizar la cobertura de tasas de interés.

III.1.2.1. Futuros de tesoros

a) Principales características

Los contratos futuros de Tesoros son contratos donde el vendedor debe entregar en el futuro al comprador un monto acordado de un bono del Tesoro americano de una canasta de bonos entregables, durante un periodo específico de tiempo por un precio acordado.

Cada contrato se basa en la canasta de bonos entregables que están emitidos a diferentes precios y diferentes características. Sin embargo, el espacio de madurez es similar y está especificado para cada contrato. Cada contrato tiene un tamaño que define el monto a la par del bono o la nota del Tesoro, y en el que se especifica una tasa ficticia de 6% para la entrega. De esta forma la especificación permanece constante.

La cámara de compensación regula el monto mínimo de cambio el cual es denominado "tick". El tamaño de cada *tick* para el contrato es de 1/32 de un punto.

Cada contrato tiene 4 letras que lo identifican, las dos primeras muestran el tipo de contrato. En lo que respecta a contratos futuros de bonos del Tesoro americano se tiene 5 tipos de contratos:

- TU para contratos futuros de 2 años
- FV para contratos futuros de 5 años
- TY para contratos futuros de 10 años
- US Para contratos futuros de 30 años
- WN contratos futuros denominados ultra

El tercer carácter del código de un futuro de bonos del tesoro americano denota el mes de vencimiento, por ejemplo H= Marzo; M= Junio; U= Septiembre y Z= Diciembre.

El cuarto y último carácter denota el año por ejemplo 2016 es representada por 6.

En el siguiente cuadro se muestra las principales características de cada uno de los contratos que son negociados en la cámara de compensaciones:

Tabla 1: CARACTERÍSTICAS DE LOS CONTRATOS FUTUROS DE BONOS DEL TESORO AMERICANO

Títulos	Ultra	Bonos	Nota de 10 años	Nota de 5 años	Nota de 2 años
Cupón factor de conversión	6%				
Tamaño	USD 100.000 valor par			USD 200.000 valor par	
Especificación de la canasta	Bonos del Tesoro americano con al menos 25 años de madurez	Bonos del Tesoro americano con una madurez de al menos 15 años, si estos son redimibles antes de su vencimiento y se encuentran vigentes en el primer plazo de redención.	Emitidos por el Tesoro americano con al menos 6 ½ años de madurez pero no mayores a 10 años.	Emitidos por el Tesoro americano con una madurez original no mayor a 5 años y 3 meses y una madurez restante no menor a 4 años y 3 meses.	Emitidos por el Tesoro americano con una madurez original de no más de 5 años y 3 meses del primer día del mes de entrega, y una madurez restante de no menos de 1 año y 9 meses del primer día del mes de entrega pero no mayor a 2 años del último día del mes de entrega.

Tabla 1: CARACTERÍSTICAS DE LOS CONTRATOS FUTUROS DE BONOS DEL TESORO AMERICANO (Cont.)

Títulos	Ultra	Bonos	Nota de 10 años	Nota de 5 años	Nota de 2 años
Cupón factor de conversión	6%				
Precio	Puntos(USD1000) y 32nd de un punto	Puntos(USD1000) and 32nd de un punto	Puntos(USD1000) y ½ de 32nd de un punto		Puntos y ¼ de 32da de un punto
Tamaño del tick	USD 31.25	USD 31.25	USD 15.625	USD 7.8125	USD 15.625
Meses de entrega	Marzo, junio, septiembre y diciembre				
Ultimo día de negociación	7mo día laboral precedente al último día del mes de entrega			Ultimo día laboral del mes calendario	
Ultimo día de entrega	Ultimo día laboral del mes de entrega			Tercer día laboral seguido del último día de negociación	

Fuente: Elaboración propia con información de cuadro Burghardt et al. (1994), p. 4.

Con la amplia gama de bonos disponibles para la entrega, la cámara de compensaciones utiliza factores de conversión en el proceso de selección para así tratar de igualar los bonos dentro de la canasta de bonos elegibles; esto quiere decir que hace que los bonos sean indiferentes para el comprador del contrato futuro en términos del precio del bono a la entrega. El factor de conversión es el precio aproximado en decimales con el cual el bono sería negociado a una tasa de 6% a madurez.

Cada factor de conversión es único para cada bono y para cada mes de entrega. Para los bonos que tienen un cupón por encima de 6% el factor de conversión va disminuyendo cada mes y refleja su conversión a la par cuando se acerca a su fecha de madurez. De forma similar, el factor de conversión de cada contrato de bonos que presentan un cupón menor a 6% se incrementa a medida que se acerca a su valor a la par.

Los factores de conversión son constantes durante el ciclo de entrega y son utilizados para calcular el precio de entrega del bono a ser entregado. Si el cupón es mayor a 6% el factor de conversión es mayor a 1, caso contrario si el cupón es menor a 6% el factor es menor a 1. A pesar de que el objetivo del factor de conversión es equiparar

los bonos, algunos bonos son más rentables al momento de entrega que otros. Es por esta razón que para la entrega de un bono se busca el CTD-*Cheapest To Deliver* (el bono más barato para la entrega). Para poder entender este término es necesario saber cómo la posición corta paga al momento de entrega.

El precio futuro de entrega es el precio de la posición larga que se paga en la posición corta al momento de entrega:

$$\text{Precio de entrega} = \text{precio futuro} * CF + \text{Intereses acumulados}$$

donde *CF* es el factor de conversión.

La tasa interna de retorno o IRR por sus siglas en inglés (*Internal Rate of Return*) es el retorno teórico que se ganaría si uno compra el *bono* y vende el futuro del bono en contraposición, y posteriormente hace entrega del bono en el futuro. Si no existen pagos de cupón antes de la fecha de entrega la fórmula es:

$$IRR = \left(\frac{\text{precio de entrega} - \text{precio de compra}}{\text{precio de compra}} \right) * \left(\frac{360}{n} \right)$$

n= número de días para la entrega

El IRR representa una tasa de interés de corto plazo que la posición corta tratará de maximizar. El bono que tenga el nivel de IRR más alto es el que se denomina CTD (Burghardt et al. 1994).

Los que tienen la posición corta en el contrato futuro son los que deciden cuando realizar la entrega del bono dentro del mes de entrega; cuando la pendiente de la curva de rendimiento es positiva es mejor realizar la entrega en el último día hábil, ya que una curva positiva significa un *carry* positivo³. Por otra parte si la curva de rendimiento tiene una pendiente negativa es mejor realizar la entrega lo antes posible debido a que se tiene un *carry* negativo⁴.

Otro término importante que debe ser tomado en cuenta es el "*Net Basis*" que es definido como el *basis* neto de *carry*:

$$\text{Basis} = S - F * CF$$

S= precio *spot*

F= precio *forward*

³ Cuando se tiene un *carry* positivo se incrementa la ganancia por amortización de cupón

⁴ Cuando se tiene un *carry* negativo se disminuyen las ganancias por amortización de pagos de cupón.

CF= precio en el futuro

Dentro de los futuros de tesoros, existe una opción implícita dado que el que tiene que realizar la entrega del título puede elegir qué bono entregar. Sin embargo es convencional la entrega del bono que cumple la característica CTD, es decir el bono más barato; así mismo, el que entrega el bono tiene la opción de elegir el día de entrega cumpliendo plazos estándares que dictamina la cámara de compensación.

Un dato de importancia que permite seleccionar el bono que cumple la característica como CTD es el *Net basis*. El *Net basis* es el valor de entrega de la opción y es calculado como sigue a continuación:

$$Net\ Basis = Basis - Carry$$

$$Net\ Basis = (Actual\ Repo - Implied\ Repo\ Rate) * \frac{\# \text{ dias para la entrega}}{360}$$

Ejemplo:

Gráfico 5: EJEMPLO BLOOMBERG DE CANASTA DE FUTUROS DE 5 AÑOS

Adjust Value	Price Source	Conven Yield	Conver Factor	Gro/Bas (32nds)	Implied Repo%	Actual Repo%	Net/Bas (32nds)
1) T 1 ³ / ₈ 02/29/20	100-12 ³ / ₄ BGN	1.281	0.8317	6.547	0.401	0.272	-0.886
2) T 1 ³ / ₈ 03/31/20	100-08 ¹ / ₄ BGN	1.315	0.8287	13.612	-0.634	0.272	6.225
3) T 1 ³ / ₈ 04/30/20	100-06 ¹ / ₄ BGN	1.330	0.8258	22.791	-1.967	0.272	15.365
4) T 1 ¹ / ₂ 05/31/20	100-26 ¹ / ₄ BGN	1.316	0.8276	35.852	-3.724	0.272	27.637
5) T 1 ⁵ / ₈ 06/30/20	101-07 ¹ / ₄ BGN	1.354	0.8297	40.757	-4.292	0.272	31.762
6) T 1 ⁵ / ₈ 07/31/20	101-06 ¹ / ₄ BGN	1.366	0.8269	50.551	-5.707	0.272	41.563
7) T 1 ³ / ₈ 08/31/20	100-02 ³ / ₄ BGN	1.357	0.8141	64.394	-8.026	0.272	56.956
8) T 1 ³ / ₈ 09/30/20	99-30 ³ / ₈ BGN	1.386	0.8113	70.813	-8.991	0.272	63.421

Fuente: Bloomberg

$$Net\ Basis = (0,207 - 0,401) \frac{77}{360}$$

$$= -0.0276 \text{ ó } -0.886 \text{ (en 32avos)}$$

b) Uso para cobertura de riesgo de tasas de interés

Para eliminar el riesgo de posiciones largas la primera opción es vender esa posición. Sin embargo, no siempre se puede liquidar una posición larga de forma inmediata por una serie de razones como el bajo nivel de liquidez o que la posición sea beneficiosa para el portafolio entre otras. En este sentido existen alternativas para poder disminuir el riesgo sin necesidad de realizar la venta de títulos dentro del portafolio.

Para ello es de mucha importancia el uso de futuros, y en este caso el uso de futuros de tesoros. Con el objetivo de entender los mecanismos de cobertura es muy importante tener claro ciertas definiciones como la del “ratio de cobertura” que es el ratio que nos permite encontrar la posición en títulos futuros que igualen o anulen los cambios de los puntos básicos por movimientos en la tasa de interés.

$$\begin{aligned}
 &\text{Para un cambio en las tasas de interés} \\
 &\quad \# \text{ De contratos futuros vendidos} \\
 &\quad * \\
 &\quad \text{Cambio en el valor de un contrato futuro} \\
 &\quad = \\
 &\quad \text{Cambio en el valor de un portafolio de bonos}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{Número de futuros vendidos para la cobertura=} \\
 &\quad \frac{\text{Cambio en el valor de un portafolio de bonos}}{\text{cambio en el valor de un contrato futuro}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{Número de futuros vendidos=} \\
 &\quad \frac{\text{DV01 del portafolio}}{\text{DV01 del futuro}}
 \end{aligned}$$

donde el DV01 es el cambio del precio en dólares por el cambio en 1 punto básico en el rendimiento.

Uso de duración modificada

$$\begin{aligned}
 &\text{Número de futuros vendidos=} \\
 &\quad \frac{\text{Duración del Portafolio} * \text{valor de mercado del Portafolio}}{\text{Duración del futuro} * \left(\frac{\text{precio futuro}}{100}\right) * \text{monto par del contrato}}
 \end{aligned}$$

Por ejemplo, si se tiene un portafolio con un *benchmark* de bonos del Tesoro de 0-5 años, con una desviación de USD 31,400 DV01 en relación al *benchmark* y se plantea traer esta posición larga a una posición neutral utilizando futuros de Tesoro de 5 años, entonces, se debe vender el contrato asumiendo que cada contrato tiene un DV01 de USD 51.

$$\text{Número de contratos para la cobertura} = \frac{\text{DV01 port.}}{\text{DV01 fut}} = \frac{31.400}{51} = 616$$

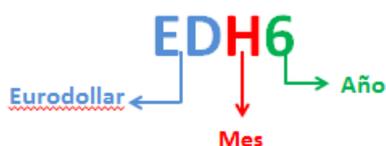
III.1.2.2. Futuros de eurodólar

a) Principales características

Los futuros de eurodólar se basan en depósitos a plazo fijo denominados en dólares en bancos fuera de los EE.UU. o en sucursales de bancos localizadas en EE.UU. Son instrumentos que no son negociados a descuento y las tasas de interés para estos depósitos son tasas dentro del mercado monetario, cotizados en puntos percentiles y fracciones de percentil (Galen 2003). La tasa de interés de estos depósitos se calculan con el convenio ACT/360.

Los contratos futuros de eurodólar son instrumentos que utilizan como subyacente depósitos eurodollar a plazo de 3 meses que tienen inicio en algún momento en el futuro. Son negociados en un ciclo trimestral y tienen fecha de expiración en los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre; si bien existen contratos fuera del ciclo regular mencionado anteriormente, estos contratos son menos líquidos ya que no existen volúmenes de transacción debido a que son generados de forma particular. Un contrato representa a un depósito con un nominal de USD 1.000.000. El precio es cotizado en términos de IMM⁵ (100.00 – tasa de interés en términos anuales para 360 días). El tamaño de un *tick* para cada contrato es de 0,01 (1 punto básico), el valor de un *tick* es de USD 25 que va en línea con los cambios en el valor de un instrumento de 90 días de USD 1.000.000.

Cada contrato está identificado por el mes y el año. Es por ello que la cámara de compensación ha creado un código para representarlo.



Para identificar los meses de cada contrato, la cámara de compensación ha señalado una letra por mes.

⁵ International Monetary Market por sus siglas en ingles.

TABLA 2: CÓDIGOS DE VENCIMIENTOS DE CONTRATOS EURODOLLAR

Mes	Símbolo
Enero	F
Febrero	G
Marzo	H
Abril	J
Mayo	K
Junio	M
Julio	N
Agosto	Q
Septiembre	U
Octubre	V
Noviembre	X
Diciembre	Z

Para identificarlos de mejor forma, el mercado de forma creativa ha establecido grupos de contratos, asignando a cada grupo un color llamado *pack*; cada cuatro contratos de un mismo color simbolizan un año; esta asignación de colores permite al mercado describir tramos específicos de la curva.

TABLA 3: CÓDIGOS DE PACKS DE CONTRATOS EURODOLLAR

Código para PACK de contratos Euro dollar		
AÑO	COLOR	Contrato genérico
1	Blanco	ED1,ED2,ED3,ED4
2	Rojo	ED5,ED6,ED7,ED8
3	Verde	ED9,ED19,ED11,ED12
4	Azul	ED13,ED14,ED15,ED16
5	Dorado	ED17,ED18,ED19,ED20
6	Morado	ED21,ED22,ED23,ED24
7	Naranja	ED25,ED26,ED27,ED28
8	Rosado	ED29,ED30,ED31,ED32
9	Plata	ED33,ED34,ED35,ED36
10	Cobre	ED37,ED38,ED39,ED40

En relación a la liquidación, los contratos eurodollar son contratos que se liquidan en efectivo. Por lo tanto no es necesario identificar un CTD como los futuros de bonos. Para ello, al momento de la liquidación, el precio final está ligado al precio *spot* de la LIBOR a 3 meses. Por ello el precio final es definido como 100 menos la tasa de interés de liquidación establecida por la Asociación de Banqueros Británicos de Tasas de Interés de Liquidación (BBAISR por sus siglas en inglés) para un depósito eurodólar de 3 meses⁶, redondeado al 1/10.000 más cercano en puntos porcentuales, el segundo día hábil que precede el tercer miércoles del mes de contrato.

b) Uso para cobertura de riesgo de tasas de interés con eurodollar

La cobertura con futuros de eurodollar representa la transformación de una tasa flotante en una tasa fija o viceversa. En el primer caso, cuando se transforma una tasa flotante a una tasa fija, lo que se hace es asegurar los flujos futuros a una tasa determinada. En el segundo caso, cuando se simula transformar una tasa fija a una tasa flotante, lo que realmente se hace es fijar el valor presente de las posiciones, que significa proteger el valor presente de cambios en las tasas de interés.

Cuando uno cobertura flujos futuros, el valor presente de tu posición cambiará con el nivel de las tasas de interés, pero si se cobertura el valor presente de la posición, los flujos futuros cambiarán con el nivel de tasas de interés. Entonces uno puede cubrir flujos futuros o valor presente pero no se puede cubrir los dos al mismo tiempo.

Por tanto, el mecanismo de cobertura funciona de la misma manera, esto es, buscar el número de contratos futuros que cambie de valor por un cambio en la tasa de interés del subyacente y este sea igual a cualquier cambio en el valor de lo que se intenta cubrir. Cuando se habla de contratos futuros de eurodólar se debe aislar el efecto del cambio del subyacente a 3 meses de un contrato futuro en particular del que queremos cubrir. Entonces de ahí se divide este valor por el cambio en el valor de un contrato de eurodólar.

Si el cambio en el valor de la posición es un valor presente, el ratio de cobertura (*hedge ratio*) puede ser escrito como:

$$\text{hedge ratio} = \frac{\text{cambio en el valor presente de la posición}}{USD 25}$$

⁶ Para calcular la tasa BBAISR la Asociación de banqueros selecciona 16 bancos referentes, con mayor participación en el mercado de eurodollar, y esta Asociación solicita una tasa en la cual ellos pueden prestar dólares americanos entre bancos. Las cotizaciones son ordenadas y los dos cuartiles medios son promediados para seleccionar una tasa final.

Este ratio de cobertura es utilizado mayormente para títulos con *spread* crediticio diferente de bonos del Tesoro americano. El uso de futuros de eurodólar permite simular los movimientos en este mercado, que son diferentes a los movimientos de los títulos del Tesoro americano, haciendo de esta cobertura una alternativa más cercana a una cobertura perfecta.

III.1.3. Cobertura de tipo de cambio

Así como existen coberturas para el riesgo de movimientos en las tasas de interés, el mercado ha desarrollado herramientas que permiten la cobertura de tipos de cambio.

III.1.3.1. Forwards y futuros de monedas

a. Principales características

Un contrato *forward* y un contrato *futuro* de moneda permiten la entrega futura de un importe de una moneda. En el caso de un contrato futuro, este es estándar en términos de cantidad, tiempo, lugar y tipo de cambio fijado. El contrato *forward* es similar, con una diferencia en la estandarización de los contratos, ya que estos son negociados entre dos partes y pueden variar de acuerdo a las necesidades de las partes.

En el caso de los contratos futuros, se especifica el tamaño del contrato, vale decir el monto nominal, el valor de 1 punto, el valor de *tick*. Por otra parte se debe mencionar la fecha de expiración del contrato, el último día de negociación, la fecha de notificación de entrega y la fecha de entrega. Como en el caso de los futuros de tasas de interés, muy pocos son los contratos con liquidación física. En su mayoría, son compensaciones de las posiciones originales que van en línea con el movimiento en el tipo de cambio de la moneda subyacente.

Al igual que en los contratos futuros de tasas de interés, se utiliza una notación similar donde las primeras dos letras identifican el tipo de contrato, la tercera letra indica el mes de vencimiento y el último número el año.

Los meses establecidos para vencimiento son similares a los meses para los contratos futuros de tasas de interés y están regidos por: H= Marzo; M= Junio; U= Septiembre; Z= Diciembre

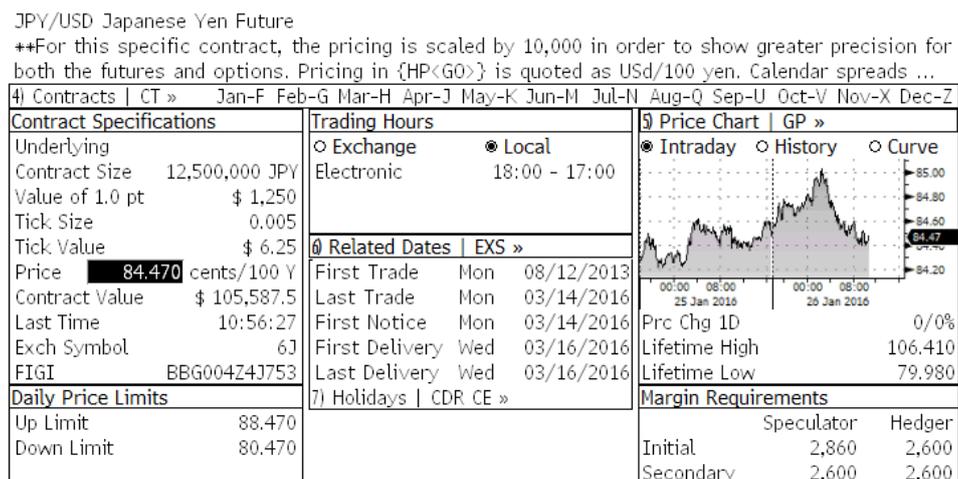
b. Uso para cobertura de tipo de cambio

Usualmente las empresas que tienen deudas o compromisos en monedas distintas a las locales son los que utilizan este tipo de contratos. El objetivo es fijar el tipo de cambio para que este no tenga efectos negativos sobre sus flujos futuros por variaciones en el tipo de cambio. De la misma forma, inversionistas utilizan estos

instrumentos derivados para proteger el valor inicial de su capital cuando realizan inversiones en diferentes mercados y diferentes monedas. Algunos de estos inversionistas también buscan generar retornos por los movimientos del tipo de cambio y utilizan este tipo de instrumentos de forma especulativa cuando tienen una perspectiva relacionada a la dirección de la moneda.

Por ejemplo, un empresario que tiene que realizar el pago de un préstamo en yenes en tres meses para no verse afectado por las fluctuaciones decide comprar un contrato futuro de esta moneda.

Gráfico 6: EJEMPLO BLOOMBERG DESCRIPCIÓN FUTURO JPY/USD



Fuente: Bloomberg

El contrato futuro de yenes tiene un valor nominal de 12.500.000 yenes y esto significa que en el mes que finalice el contrato este tendrá un valor de:

$$valor\ contrato = 12.500.000 \frac{USD}{JPY} * tipo\ de\ cambio\ final$$

De esta forma el empresario elimina el riesgo de la incertidumbre sobre el tipo de cambio del USD/JPY, ya que él al finalizar el contrato entregará el monto de dólares establecido al inicio del contrato y recibirá los yenes que necesita para cubrir su obligación.

c. Opciones de monedas

Como se mencionó anteriormente las opciones dan el derecho pero no la obligación de comprar o vender una cantidad específica de moneda a un precio de ejercicio *strike*, determinado antes de la expiración del contrato.

La compra de una opción *call* es una estrategia en la cual el inversionista tiene la expectativa que la moneda se va a apreciar y por ende generar una ganancia debido a esta apreciación. Este tipo de estrategias tiene una pérdida limitada que se atribuye al

precio de la opción. Si el tipo de cambio está por encima del precio *strike* la opción se considera "*in the money*" y si el tipo de opción es americana, entonces el tenedor puede ejecutar la opción, y se generaría una ganancia. Si por el otro lado, el precio está por debajo del precio *strike*, el tenedor de la opción americana no ejecuta el contrato y la pérdida se limita solo al precio de la prima.

La compra de una opción *put* es en esencia una estrategia con la expectativa de que la moneda se depreciará. Si el mercado muestra una depreciación por debajo del tipo de cambio *strike*, la opción *put* es "*in the money*" y el tenedor podrá ejercerla y generar una ganancia. Si por el otro lado, el tipo de cambio está por encima del *strike*, la pérdida se limita al precio de la prima.

En ambos casos, la pérdida es limitada para el comprador de la opción, sin embargo en el caso del vendedor de las opciones la pérdida es ilimitada, ya que si las opciones se encuentran "*in the money*" el vendedor se encuentra forzado a comprar o vender una moneda a un precio diferente, generando pérdidas para el vendedor (Labuszewski et al. 2010).

IV. Aplicación a los portafolios del BCB

Dentro de la administración de las reservas internacionales, el BCB ha considerado aspectos relacionados con la determinación del horizonte de inversión y el nivel de tolerancia de riesgo que se puede aceptar para las inversiones.

Dentro de las principales decisiones adoptadas en relación al riesgo en los portafolios de las reservas, se ha establecido una estructura estratégica en base a criterios internacionales. Esta estructura estratégica ha delimitado la composición de monedas que pueden formar parte de las reservas, así como también el plazo de inversión que debe considerar cada tramo de inversión. En este sentido, las reservas se encuentran expuestas a riesgos de tipo de cambio y riesgos de tasas de interés.

En el caso del portafolio global de inversión se tienen inversiones en euros, dólares canadienses, dólares australianos y renminbis. A continuación se presenta una aplicación de instrumentos derivados para la cobertura de una posible depreciación de la moneda:

IV.1. Ejemplo de cobertura de riesgo cambiario

En el supuesto que se quiera realizar la cobertura de las monedas que forman parte del portafolio global, se debe tomar en cuenta la perspectiva que se tiene sobre las monedas. Por ejemplo, en el caso hipotético de una canasta de monedas similares a las que componen las reservas se tiene las siguientes perspectivas para el año 2016:

TABLA 4: PROYECCIONES DE TIPOS DE CAMBIO

		Actual	Máximo	Mínimo	Promedio
ORO	usd*1OTF	1252	1500	950	1203
EUR	usd*1EUR	1,167	1.33	1.05	1.16
CAD	cad*1USD	11,922	1.31	1.07	1.18
AUD	usd*1AUD	0,8221	0.92	0.7	0.79
CNY	cny*1USD	61,991	6.3	5.98	6.14

a) Cobertura con contratos forward o futuros

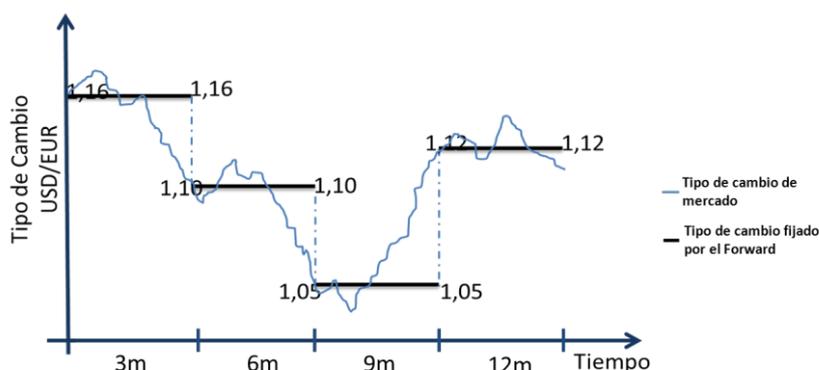
Para realizar la cobertura de una canasta de monedas, se puede realizar a través de contratos futuros o contratos *forward*, dependiendo de la cantidad que se desea cubrir y del tiempo. En este ejemplo, se pretende cubrir el valor del total del portafolio global con un horizonte de un año, considerando la tasa *forward* de mercado y determinar si las condiciones ameritan realizar la cobertura del portafolio.

TABLA 5: ESCENARIOS PARA LA COBERTURA CON FORWARDS

	Valor en Moneda origen/onoz (en millones)	Precio forward 1yr	Proyecciones Precios		Ganancia/Perdida del forward en millones de USD
EUR	1,156.14	1.1685	Máximo	1.33	-186.72
			Medio	1.16	9.83
			Mínimo	1.05	137
CAD	360.81	1.204	Máximo	1.31	24.25
			Medio	1.18	-6.1
			Mínimo	1.07	-37.53
AUD	371.54	0.8026	Máximo	1.31	-43.62
			Medio	0.79	4.68
			Mínimo	1.07	38.12
CNY	3,572.13	6.2952	Máximo	6.30	0.43
			Medio	6.14	-14.34
			Mínimo	5.98	-29.91

Como se puede observar en el cuadro anterior, en muchos de los casos el BCB dejaría de generar ganancias por la cobertura. Es importante resaltar que las coberturas son temporales y son efectivas el tiempo que dure el contrato. Una vez terminado el periodo de cobertura, se debe realizar otra cobertura que comienza a partir del nuevo tipo de cambio.

Gráfico 6: EJEMPLO COBERTURA EURO EN EL TIEMPO



b) Cobertura con Opciones

Para realizar la cobertura con opciones, se debería comprar una opción del tipo *put*, que da derecho pero no la obligación de vender una moneda a un tipo de cambio - precio determinado. Para establecer el precio de la prima, la cámara de compensación utiliza el precio *strike* y la volatilidad de la moneda.

Si se desea realizar la cobertura al portafolio oro frente a la caída del precio, hasta el 31 de diciembre del 2015, se debe comprar en el mercado una opción *put* con las siguientes características:

Precio *strike*: USD 1.220

Maduración: 31 de diciembre 2015

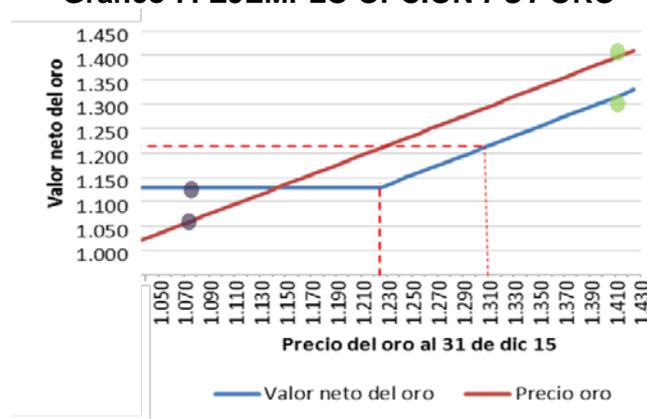
Monto a cubrir: 1.366.822 onzas (42,5 toneladas)

Precio de la opción *put*: USD 81 por onza (6,6% del precio de una onza)

Costo de la opción *put*: USD 110 millones

Por lo tanto, el costo de proteger el precio de USD 1.220 por onza troy de las reservas de oro es de USD 110 millones.

Gráfico 7: EJEMPLO OPCIÓN PUT ORO



Fuente: Elaboración propia

Si al 31 de diciembre de 2015 el precio del oro en el mercado se sitúa en USD **1.410**, no se ejerce la opción, por lo que la estrategia pierde la prima pagada de USD 110 millones correspondiente al pago de la prima.

Si al 31 de diciembre de 2015 el precio del oro en el mercado se sitúa en USD **1.070**, se ejerce la opción. Al final de la operación se realiza una ganancia por ejercer la opción de USD 205 millones.

c) Ventajas y desventajas de la cobertura de riesgo cambiario

Tabla 6: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA COBERTURA CON PUTS Y FUTUROS/FORWARDS

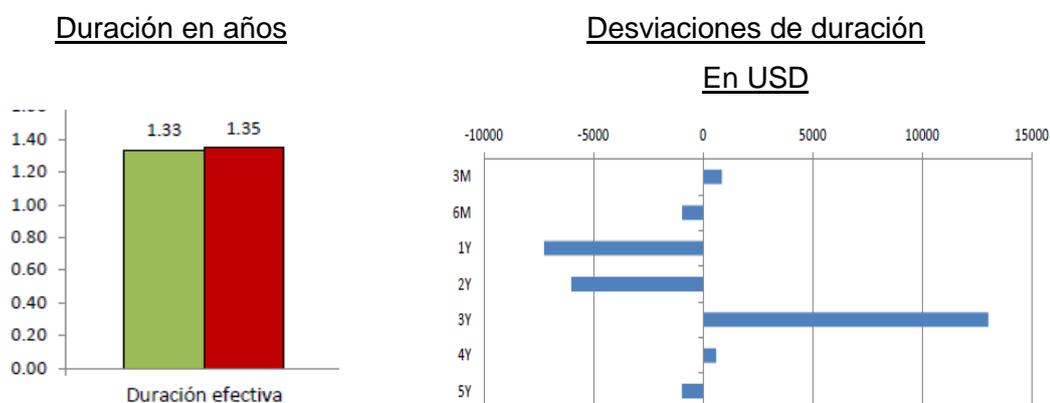
Instrumento	Ventajas	Desventajas
Opciones put	Protección frente a caída de precios manteniendo el potencial de ganancias en caso de apreciación.	El elevado costo de las primas a ser contabilizado como gasto al inicio de la operación (es necesario que sea presupuestado)
Futuros/Forwards	-Se elimina el riesgo de tipo de cambio.	-Se renuncia a las ganancias si se dan apreciaciones en lugar de depreciaciones. Este costo puede ser muy elevado. -Es efectivo solo por el período del contrato. Una vez finalizado, al entrar en uno nuevo, los valores se ajustan a los nuevos precios de mercado.

IV.2. Ejemplo de cobertura de riesgo de tasas de interés

Considerando un portafolio de mediano plazo con exposición a riesgo de tasas de interés, como el portafolio de Mediano Plazo de 0-3 años administrado por el BCB y tomando en cuenta un escenario en la que el FED determinó incrementar la tasa de referencia y en la que el portafolio mantenía una duración similar a la de su comparador referencial. Con el objetivo de no verse afectado por la subida de tasas se

podría decidir disminuir la duración del portafolio utilizando futuros del Tesoro americano para estar 2 meses de riesgo por debajo del *benchmark*.

Gráfico 8: DURACIÓN PORTAFOLIO ANTES DE IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIA



Fuente: Elaboración propia

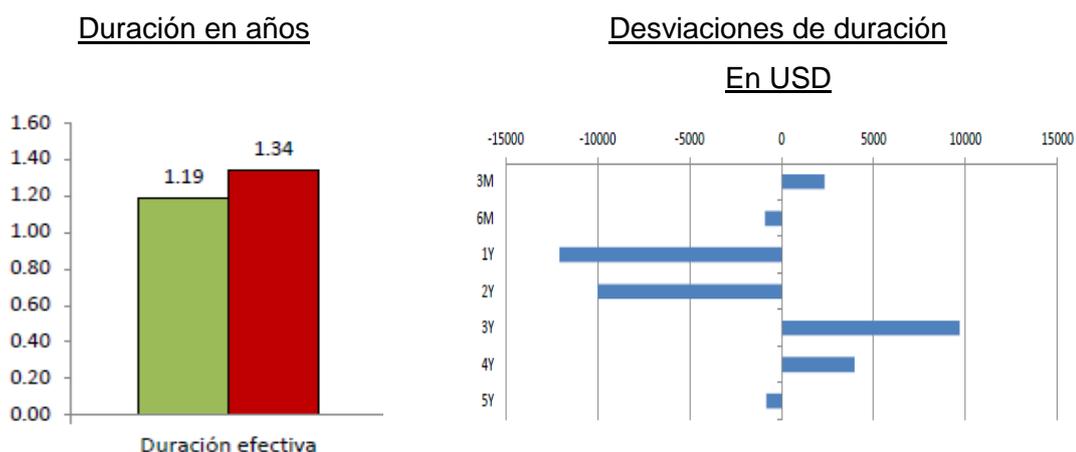
Para ello es necesario calcular el número necesario de contratos que debería venderse y establecer una posición corta.

Utilizando la fórmula:

$$\# \text{ de contrato} = \left(\frac{\text{Duración objetivo} - \text{duración del portafolio}}{\text{Duración del portafolio}} \right) * \frac{PV01 \text{ port}}{PV01 \text{ CTD}}$$

Una vez realizada la venta del número de contratos, el portafolio queda de la siguiente forma:

Gráfico 9: DURACIÓN DE PORTAFOLIO CON IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIA



Fuente: Elaboración propia

De esta manera, la utilización de futuros de tasas de interés permite al BCB efectuar estrategias que reduzcan el riesgo de tasas de interés de forma eficiente.

V. Conclusiones

Para administrar portafolios de inversión uno debe entender los riesgos a los cuales el portafolio se encuentra expuesto. Para ello el riesgo se puede descomponer en factores.

Entre los principales factores de riesgo que se encuentra expuesto un portafolio se puede mencionar a la duración, convexidad, duración margen, riesgo crediticio y riesgo cambiario. La exposición a estos factores permite al administrador de portafolios generar un retorno por encima del comparador referencial, si las decisiones de inversión son las adecuadas.

Existen circunstancias en las cuales el administrador de portafolios puede decidir disminuir el riesgo de un portafolio debido a la incertidumbre que presenta en ese momento el mercado. Para ello existen instrumentos financieros que permiten limitar la exposición a ciertos factores y de esta forma reducir el riesgo.

Estos instrumentos financieros son denominados instrumentos derivados, ya que el desempeño de los mismos depende de otros activos financieros. Los instrumentos financieros más utilizados para limitar algunos factores de riesgo son: contratos futuros, contratos *forward*.

Los contratos futuros y los contratos *forward* son similares, con la diferencia de que los contratos futuros son negociados a través de la cámara de compensación y por ello se encuentran estandarizados. Los contratos *forward* son más flexibles en términos de monto, plazo y otras características ya que son negociados de forma privada (OTC).

Las reservas internacionales del BCB se encuentran expuestas principalmente al riesgo de tasas de interés y riesgo de tipo de cambio. Para limitar el riesgo de tasas de interés se puede hacer uso de los contratos futuros del Tesoro americano o eurodólar.

En el caso de riesgo cambiario, se puede utilizar contratos *forward* y opciones *put*, realizar un contrato *forward* implica asumir riesgos adicionales, ya que si el mercado muestra un desempeño contrario a lo esperado se pueden presentar pérdidas. Por otro lado, utilizar contratos de opciones es costoso ya que implican el pago de la prima en efectivo que en caso de una alta volatilidad puede ser considerablemente alto.

Referencias bibliográficas

BHANSALI, V. (2011). *Bond Portfolio Investing and Risk Management*, McGraw-Hill, United States

BURGHARDT, G., T. BELTON, M. LANE, J. PAPA (1994). *The Treasury Bond Basis: An In-depth Analysis for Hedgers, Speculators, and Arbitrageurs*, Second edition, Probus Publishing Company, United States

BURGHARDT, G. (2003). *The Eurodollar Futures and Options Handbook*", McGraw-Hill, United States

HULL, J. (2012). *Options Futures and Other Derivatives*", Eighth edition, Prentice Hall, United States

LABUSZEWSKI, J., J. NYHOFF, R. CO, P. PETERSON (2010). *The CME Group Risk Management Handbook. Products and Applications*, Chicago Mercantile Exchange, Inc., John Wiley & Sons, Inc., United States

MARRONI, L. and I. PERDOMO (2013). *Pricing and Hedging Financial Derivatives: A Guide for Practitioners*, The Wiley Finance Series, John Wiley & Sons, United States