Valoración de Instrumentos del Vector de Precios

VERSIÓN OCTUBRE 2024
COSTA RICA

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 1
FRECUENCIA DE VALORACIÓN 1
INSUMOS PARA LA VALORACIÓN 1
DATOS DE ENTRADA ACORDE A LA NORMA INTERNACIONAL DE INFORMACIÓN FINANCIERA (NIIF 13) 2
1. INSTRUMENTOS FINANCIEROS 3
1.1 Títulos de Deuda de Emisores Públicos 3
A) Bonos de Estabilización Monetaria (bem0, bem) y Títulos de Propiedad sobre Bonos de Deuda Interna (tp0, tp) 3
B) Títulos de Propiedad sobre Bonos de Deuda Interna en dólares (tp0$, tp$) 5
C) Títulos de Propiedad Tasa Básica (TPTBA) y Bonos de Estabilización Monetaria (bemv) 7
D) Títulos de Propiedad Ajustables en Dólares (TP$A) 10
E) Títulos Denominados en Unidades de Desarrollo (tudes) 12
F) Títulos de Propiedad Deuda Interna Real Ajustable Soberano (tpras) 15
G) Otros Títulos de Deuda de Emisores Públicos 17
1.2 Títulos de Deuda de Emisores Privados y Bancarios 20
1.3 Títulos de Deuda Extranjeros 23
1.4 Títulos Accionarios y Títulos de Participación 24
A) Fondos Cerrados tipo Financiero no Diversificado y Acciones locales. 25
B) Fondos Cerrados tipo No Financiero. 27
C) Fondos de Inversión Abiertos 31
1.5 Títulos Accionarios de Emisores Extranjeros 32
2. CONSTRUCCIÓN DE CURVAS 34
2.1 Curvas Soberana de rendimiento en colones 34
2.2 Curva Soberana de rendimiento en dólares 35
2.3 Curva Soberana Cero en colones 37
2.4 Curva Soberana Cero en dólares 38
2.5 Curva Soberana de rendimiento de tudes 40
2.6 Curva Soberana Cero de tudes 41
2.7 Curvas de Banca Privada y Entidades Financieras no bancarias 42
3. DISTRIBUCIÓN DEL VECTOR DE PRECIOS 45
3.1 Formato de Comunicación del Vector de Precios 45
3.2 Reglas Operativas para resolver Impugnaciones 46
3.3 Retrasos y mecanismos de contingencia para la generación y distribución del Vector 47
A) Retrasos 47
B) Mecanismos de Contingencia 47
4. ANEXOS 49
4.1 Periodo de Composición, Convención de días y Fracciones de año 49
4.2 Métodos de Interpolación 51
A) Interpolación Lineal 51
B) Interpolación Cúbica con estimación lineal de Pendientes 53

C) Uso de tasas equivalentes 58
4.3 “Bootstrapping” 58
4.4 Modelos Financieros 63
A) Bonos cupón cero 63
B) Bonos de tasa fija 66
C) Bonos de tasa flotante 70
D) Bonos con derecho de pago anticipado 75
E) Administración de riesgo modelo 76
4.5 Extrapolación con tasa forward constante 78
4.6 Procedimiento general para el primer día de generación del vector 80
4.7 Índice de representatividad 80
4.8 Defaulted 81
4.9 Instrumentos financieros para los que no exista un mercado activo 82

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la presente metodología consiste en dar a conocer los algoritmos y pautas utilizados para determinar el valor de bienes o activos financieros que se negocian dentro del mercado costarricense, otorgando información imparcial, oportuna y de confianza que pueda servir de referencia a los participantes.

Esta metodología se somete a una revisión anual, que lleva a cabo el área de Valuación en conjunto con el Comité Técnico de Valuación. Asegurando un constante análisis en los modelos y filtros utilizados en la liberación de los reportes diarios, de tal manera que se reflejen las condiciones actuales dentro del mercado.

El procedimiento para la generación del Vector de Precios para usuarios de Costa Rica está cimentado en dos partes. La primera, son los Insumos, que se obtienen en su mayor parte con la información proporcionada por la Bolsa Nacional de Valores, a través de los contratos y ofertas, además de la base de datos con las características de los instrumentos. La segunda parte, es la plataforma tecnológica (RiskWatch-Algorithmics) a partir de la cual los procesos son automatizados y todos los instrumentos cuentan con un modelo teórico, sin embargo, siempre se consideran en primer término los niveles de contratos y ofertas observados en el día de valoración.

FRECUENCIA DE VALORACIÓN

Los días para los cuales se generará el vector de precios, matrices y demás reportes que ofrece Valmer Costa Rica, corresponderá a cada uno de los días bursátiles en los que se cuente con los insumos necesarios que proporciona la Bolsa Nacional de Valores, es decir, las ruedas de negociación utilizadas para la determinación de precio se encuentren en operación. De requerir información para un día fuera de los antes mencionados, el vector, matriz u otro reporte vigente será aquel que se publicó en el día de valoración inmediato anterior y que se encuentre disponible en los medios de distribución de Valmer Costa Rica (por ejemplo: Página web).

Para los días antes mencionados, el horario objetivo de publicación diario del vector preliminar es entre las **14:30 y 15:00 hrs**. Transcurridos 30 minutos de la liberación del preliminar, se publicará el vector definitivo en los medios de distribución con los que cuenta Valmer Costa Rica.

INSUMOS PARA LA VALORACIÓN

El proceso diario comienza con la incorporación de las nuevas emisiones tanto estandarizadas como no estandarizadas en el vector de precios, tomando como base el reporte diario que la BNV envía el día previo a las **17:00 hrs**., con el nombre de “Emisiones Incremental” el cual contiene las características de los nuevos títulos emitidos un día antes de la valuación.

Se incluirá en la toma de información de la Bolsa Nacional de Valores, los nuevos títulos emitidos el día de valoración con corte a las **13:00 hrs** para guardar congruencia con las solicitudes que vengan de ventanilla y no pasen por la BNV. Para las solicitudes de inclusión de instrumentos que se deseen incorporar en el día de valuación por parte de los clientes y no sean previamente reportados por la Bolsa Nacional de Valores, el horario límite de recepción será a las **12:00 hrs** bajo el formato vigente establecido por el área de Valuación.

El proceso continúa con la toma de información de la BNV sobre mercado primario y secundario disponible aproximadamente a las **13:15 hrs.**, la cual es el insumo principal para determinar los movimientos que se han observado en el mercado. Las ruedas de negociación que se tomarán en cuenta para el día de valuación son: LICI, RTNE, COVE, VELP, CORE y cualquier otra que surja posteriormente, siempre y cuando se determine relevante para la asignación de precios, habiendo previa notificación de Valmer Costa Rica. (No se tomarán aquellas ruedas que incluyan operaciones de reporto.) Se aplicarán todos los filtros a la información de acuerdo con los

lineamientos descritos en la metodología, para considerar sólo contratos con un monto mínimo, facial o transado, definido para cada tipo de instrumento y que hayan sido reportadas como ordinarias o como subastas. Un proceso similar se realiza para filtrar la información proveniente de ofertas.

Una vez que la información de ofertas y contratos ha sido procesada, se incorpora sobre la base de datos de instrumentos la información generada para determinar qué criterio de los descritos en la metodología aplica para obtener los niveles de mercado. En primer lugar, se consideran los instrumentos que son la base para la construcción de las curvas soberanas, ya que con éstos se va a dar la referencia a los instrumentos que no registraron operaciones de mercado. Inmediatamente se construyen las curvas, y por su parte las emisiones no transadas reflejarán el movimiento de mercado de los instrumentos que componen las curvas de rendimiento.

A la misma hora del proceso anterior, se procede a actualizar otras variables que afectan el precio de los distintos instrumentos como lo son: los cortes cupón, las amortizaciones, la Tasa Básica, la Tasa Impositiva vigente, la tasa SOFR, la tasa Prime, las udes y demás indicadores. Debido a la transición de tasas de referencia, de presentarse un cese en cualquiera de las IBOR, se procederá a usar como insumo las nuevas tasas de referencia o Fallbacks (en ausencia de la periodicidad requerida) para la determinación de precios.

Con todas las variables actualizadas se aplican las fórmulas de valuación descritas en las metodologías incluyendo el cálculo de precio sucio, intereses corridos, precio limpio, duración y convexidad.

Se realiza un proceso de validación que corrobore que la variación de los precios corresponda en todos los casos al movimiento de las variables que determinan su precio. Posteriormente, se actualizan los títulos de emisores extranjeros a través de alguna de nuestras fuentes internacionales de información (Refinitiv, Markit y Bloomberg) para obtener el valor de sus atributos más recientes a la fecha de valoración.

DATOS DE ENTRADA ACORDE A LA NORMA INTERNACIONAL DE INFORMACIÓN FINANCIERA (NIIF 13)

De acuerdo con las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF 13), los insumos o datos de entrada que serán utilizados para el proceso diario de valoración serán clasificados de la siguiente manera:

Datos de entrada NIIF 13	Criterio de valoración Valmer CR	Descripción
Nivel 1	Primer y segundo criterio	Precios de cierre de Bolsas, contratos u ofertas dentro de mercados activos que no presentan ajustes
Nivel 2	Tercer y subsecuentes criterios	Precios de cotización para Valores o índices semejantes a los instrumentos que se valúen en un mercado activo.
Nivel 3	Tercer y subsecuentes criterios	No disponibles en el mercado y por lo tanto no son observables

Dentro de la presente metodología se puntualizará los diferentes niveles que recibirán los precios de los diversos instrumentos de acuerdo con los tipos de datos entrada antes mencionados.

1. INSTRUMENTOS FINANCIEROS

A continuación, se describe para cada tipo de instrumento el proceso metodológico con el cual Valmer obtiene los niveles del Vector de Precios. Sin embargo, en caso de presentarse situaciones que no se tengan consideradas dentro de estos criterios para obtener los niveles de mercado o se presenten condiciones inusuales en el mismo, el Comité Técnico de Valuación determinará los niveles de valuación manteniéndose apegado a las condiciones propias del mercado. De forma interna, el Comité Técnico de Valuación levantará un acta donde se especifique el motivo por el cual no se aplicó la metodología antes descrita.

1.1 Títulos de Deuda de Emisores Públicos

A) Bonos de Estabilización Monetaria (bem0, bem) y Títulos de Propiedad sobre Bonos de Deuda Interna (tp0, tp)

Características Generales

Emisor	Nemotécnico	Tipo de Instrumento	Cotización	Moneda
Banco Central de Costa Rica (BCCR)	bem0	Bono Cupón Cero	Precio limpio	Colones
Ministerio de Hacienda (G)	tp0	Bono Cupón Cero	Precio limpio	Colones
Banco Central de Costa Rica (BCCR)	bem	Bono de Tasa Fija	Precio limpio	Colones
Ministerio de Hacienda (G)	tp	Bono de Tasa Fija	Precio limpio	Colones

Fuentes de Información

- Mercado primario. Subastas proporcionadas por la Bolsa Nacional de Valores (BNV) a través de la Rueda LICI y demás entidades de gobierno que subasten instrumentos por otros medios. (Subasta de valores estandarizada y ventanilla).

- Mercado secundario. Contratos y Ofertas proporcionados por la Bolsa Nacional de Valores (BNV)

Criterios para obtener los Niveles de Mercado

En todo momento, se privilegia la información de mercado para la obtención de precios y la determinación del valor razonable. A continuación, se muestran los criterios a seguir tomando en consideración las referencias de mercado disponibles para la generación de los precios de valuación.

La aplicación de los criterios tiene un ordenamiento jerárquico de acuerdo con la disponibilidad de la información.

Primer criterio (Contratos). Se utiliza la información de los Contratos siempre y cuando cumpla con las siguientes condiciones:

1. Se excluyen los contratos que son recompras.
2. Se excluyen las operaciones a plazo mayor a 2 días.
3. Se excluyen las operaciones entre una misma entidad o grupo financiero (cruzadas) siempre y cuando el monto de la transacción sea menor al 1% de la emisión.
4. Se utiliza la información de los Contratos siempre y cuando el valor facial de las operaciones sea mayor o igual que 50,000,000 colones.
5. El nivel de mercado de los bonos es igual al Precio Promedio Ponderado (PPP) y se realiza con respecto al valor facial, por lo tanto, se da mayor peso a los contratos con mayor valor facial.

$$PPP_j = \frac{\sum_{i=1}^{K} P_{i,j} \cdot VF_{i,j}}{\sum_{i=1}^{K} VF_{i,j}}$$

Donde:

j	Instrumento j
k	Número de operaciones del instrumento j
$P_{i,j}$	Precio observado en la operación i del instrumento j
$VF_{i,j}$	Valor facial observado en la operación i del instrumento j
PPP_j	Precio promedio ponderado del instrumento j

6. Para los instrumentos fijos que forman parte de la curva no se les coloca prima alguna. Mientras que para los instrumentos que no formen parte de la curva se les coloca la nueva prima de operación.

Los precios que se obtengan bajo el criterio mencionado anteriormente se considerarán de *NIVEL 1* de acuerdo con lo descrito en la Norma Internacional de Información Financiera (NIIF 13).

De no cumplir con las condiciones anteriores, se utiliza el segundo criterio

Segundo criterio (Ofertas). Se utiliza la información de las Ofertas siempre y cuando cumpla con las siguientes condiciones:

1. Se excluyen las ofertas que son operaciones a plazo, recompras o reportos. Tampoco se consideran las ofertas que sean liquidadas en una moneda distinta a la moneda del facial.
2. El valor facial de la postura sea mayor o igual que 50,000,000 colones.
3. Haya permanecido en pantalla por lo menos 5 minutos.
4. Mejore el precio determinado por Valmer el día hábil anterior. Esto es, que el precio de la mejor oferta de compra (el mayor observado en el día de operación) sea mayor al precio del vector del día anterior o que el precio de la mejor oferta de venta (el menor observado en el día de operación) sea menor al precio del vector del día anterior.
5. En el caso de que las operaciones que pasen los filtros anteriores generen una variación significativa con respecto al último precio reportado, estas deberán mantenerse vigentes durante tres días consecutivos para marcar un nuevo nivel de mercado.

Los precios que se obtengan del criterio anterior se considerarán de *NIVEL 1* de acuerdo con lo descrito en la Norma Internacional de Información Financiera (NIIF 13).

De no aplicar este criterio se utiliza el tercero.

Tercer criterio (Arrastre). En caso de que no se cumpla con ninguno de los criterios anteriores, se realizará lo siguiente:

a. Para los instrumentos fijos que tengan prima, el cambio en el precio será la suma de la última prima conocida del instrumento más la curva soberana de rendimiento en colones del día de hoy (t), evitando de esta manera, que sus niveles se rezaguen. Esto se realizará solo para aquellos instrumentos en los que la curva del día de hoy se aleje del rendimiento anterior (respecto a la curva soberana de rendimiento en colones en t-1), para todos los demás este inciso no se aplicará.

b. Para los instrumentos en los que la curva soberana de rendimiento en t se acerque al rendimiento anterior (respecto a la curva soberana de rendimiento en t-1), la prima del instrumento será la diferencia entre la curva en t menos el rendimiento anterior.
En este supuesto para los instrumentos en los que el rendimiento anterior, se encuentre entre la curva en t-1 y la curva en t el rendimiento de este será la curva soberana de rendimiento en t.

c. Para los instrumentos fijos y cero cupón que no tengan prima su rendimiento será igual a la curva soberana de rendimiento en colones, de esta forma se logrará que se muevan conforme se mueve el mercado. Cuando la variación en el precio del instrumento sea mayor o menor a ±3% respectivamente, debido al movimiento de la curva soberana de rendimiento en colones, se calculará una prima de tal manera que el impacto sea suavizado durante los próximos días. Dicha prima se ajustará en un máximo de 20pbs, dependiendo del tipo de instrumento, a partir del día en el que se presente la variación hasta que la misma sea cero, se presente una operación en el instrumento o que exista una nueva variación por curva.

d. Una vez transcurridos 10 días hábiles a partir de la última fecha en que existió un nivel propuesto para los instrumentos fijos se deberá eliminar su prima, esto se realizará moviéndola paulatinamente a cero en un máximo de 20pb, de esta forma conseguimos que el rendimiento sea igual a la curva. Mientras que para los instrumentos cero cupón se deberá mover la prima de la misma forma transcurridos 5 días hábiles a partir de la última fecha en que existió un nivel propuesto.

Para los instrumentos cuyo precio sea determinado por el criterio de arrastre, de acuerdo con la NIIF 13 recibirán el nivel acorde a la siguiente tabla:

Tipo Instrumento	Nivel de precio acorde a la NIIF 13
Cualquier nodo representativo de curva presenta operación de mercado en el día de valuación	Nivel 2
Ningún nodo representativo de curva presenta operación de mercado en el día de valuación	Nivel 3

B) Títulos de Propiedad sobre Bonos de Deuda Interna en dólares (tp0$, tp$)

Características Generales

Emisor	Nemotécnico	Tipo de Instrumento	Cotización	Moneda
Ministerio de Hacienda (G)	tp$	Bono de Tasa Fija	Precio limpio	Dólares
Ministerio de Hacienda (G)	tp0$	Bono Cupón Cero	Precio limpio	Dólares

Fuentes de Información

- Mercado primario. Subastas proporcionadas por la Bolsa Nacional de Valores (BNV) a través de la Rueda LICI y demás entidades de gobierno que subasten instrumentos por otros medios. (Subasta de valores estandarizada y ventanilla).

- Mercado secundario. Contratos y Ofertas proporcionados por la Bolsa Nacional de Valores (BNV)

Criterios para obtener los Niveles de Mercado

En todo momento, se privilegia la información de mercado para la obtención de precios y la determinación del valor razonable. A continuación, se muestran los criterios a seguir tomando en consideración las referencias de mercado disponibles para la generación de los precios de valuación.

La aplicación de los criterios tiene un ordenamiento jerárquico de acuerdo con la disponibilidad de la información.

Primer criterio (Contratos). Se utiliza la información de los Contratos siempre y cuando cumpla con las siguientes condiciones:

1. Se excluyen los contratos que son recompras.
2. Se excluyen las operaciones a plazo mayores a 2 días.
3. Se excluyen las operaciones entre una misma entidad o grupo financiero (cruzadas) siempre y cuando el monto de la transacción sea menor al 1% de la emisión.
4. Se utiliza la información de los Contratos siempre y cuando el valor facial de las operaciones sea mayor o igual que 50,000 dólares.
5. El nivel de mercado de los bonos es igual al Precio Promedio Ponderado (PPP) y se realiza con respecto al valor facial, por lo tanto, se da mayor peso a los contratos con mayor valor facial.

$$PPP_j = \frac{\sum_{i=1}^{K} P_{i,j} \cdot VF_{i,j}}{\sum_{i=1}^{K} VF_{i,j}}$$

Donde:

j	Instrumento j
k	Número de operaciones del instrumento j
$P_{i,j}$	Precio observado en la operación i del instrumento j
$VF_{i,j}$	Valor facial observado en la operación i del instrumento j
PPP_j	Precio promedio ponderado del instrumento j

6. Para los instrumentos fijos que forman parte de la curva no se les coloca prima alguna. Mientras que para los instrumentos que no formen parte de la curva se les coloca la nueva prima de operación.

Los precios que se obtengan bajo el criterio mencionado anteriormente se considerarán de *NIVEL 1* de acuerdo con lo descrito en la Norma Internacional de Información Financiera (NIIF 13).

De no cumplir con las condiciones anteriores, se utiliza el segundo criterio.

Segundo criterio (Ofertas). Se utiliza la información de las Ofertas siempre y cuando cumpla con las siguientes condiciones:

1. Se excluyen las ofertas que son operaciones a plazo, recompras o reportos. Tampoco se consideran las ofertas que sean liquidadas en una moneda distinta a la moneda del facial.
2. El valor facial de la postura sea mayor o igual que 50,000 dólares.
3. Haya permanecido en pantalla por lo menos 5 minutos.
4. Mejore el precio determinado por Valmer el día hábil anterior. Esto es, que el precio de la mejor oferta de compra (el mayor observado en el día de operación) sea mayor al precio del vector del día anterior o que el precio de la mejor oferta de venta (el menor observado en el día de operación) sea menor al precio del vector del día anterior. Si se cumple este último punto, el precio será igual a la oferta más cercana del nivel del día hábil anterior.
5. En el caso de que las operaciones que pasen los filtros anteriores generen una variación significativa con respecto al último precio reportado, estas deberán mantenerse vigentes durante tres días consecutivos para marcar un nuevo nivel de mercado.

Los precios que se obtengan bajo el criterio anterior se considerarán de *NIVEL 1* de acuerdo con lo descrito en la Norma Internacional de Información Financiera (NIIF 13).

De no aplicar este criterio se utiliza el tercero.

Tercer criterio (Arrastre). En el caso de que no se cumpla con ninguno de los criterios anteriores, se realizará lo siguiente:

a. Para los instrumentos fijos que tengan prima, el cambio en el precio será la suma de la última prima conocida del instrumento más la curva soberana de rendimiento en dólares del día de hoy (t), evitando de esta manera, que sus niveles se rezaguen. Esto se realizará solo para aquellos instrumentos en los que la curva del día de hoy se aleje del rendimiento anterior (respecto a la curva soberana de rendimiento en dólares en t-1), para todos los demás este inciso no se aplicará.

b. Para los instrumentos en los que la curva soberana de rendimiento en t se acerque al rendimiento anterior (respecto a la curva soberana de rendimiento en t-1), la prima del instrumento será la diferencia entre la curva en t menos el rendimiento anterior.
En este mismo supuesto para los instrumentos en los que el rendimiento anterior, se encuentre entre la curva en t-1 y la curva en t el rendimiento de este será la curva soberana de rendimiento en t.

c. Para los instrumentos fijos y cero cupón que no tengan prima su rendimiento será igual a la curva soberana de rendimiento en dólares, de esta forma se logrará que se muevan conforme se mueve el mercado.

d. Una vez transcurridos 10 días hábiles a partir de la última fecha en que existió un nivel propuesto para los instrumentos fijos se deberá eliminar su prima, esto se realizará moviéndola paulatinamente a cero en un máximo de 20pb, de esta forma conseguimos que el rendimiento sea igual a la curva. Mientras que para los instrumentos cero cupón se deberá mover la prima de la misma forma transcurridos 5 días hábiles a partir de la última fecha en que existió un nivel propuesto.

Para los instrumentos cuyo precio sea determinado por el criterio de arrastre, de acuerdo con la NIIF 13 recibirán el nivel acorde a la siguiente tabla:

Tipo Instrumento	Nivel de precio acorde a la NIIF 13
Cualquier nodo representativo de curva presenta operación de mercado en el día de valuación	Nivel 2
Ningún nodo representativo de curva presenta operación de mercado en el día de valuación	Nivel 3

C) Títulos de Propiedad Tasa Básica (TPTBA) y Bonos de Estabilización Monetaria (bemv)

Características Generales

Emisor	Nemotécnico	Tipo de Instrumento	Cotización	Cálculo 1er. Cupón	Moneda
Ministerio de Hacienda (G)	TPTBA	Bono de Tasa Fluctuante	Precio limpio	Primer cupón con promedio de tasas	Colones
Ministerio de Hacienda (G)	TPTBA	Bono de Tasa Fluctuante	Precio limpio	Primer cupón con tasa de inicio de cupón	Colones
Banco Central de Costa Rica (BCCR)	bemv	Bono de Tasa Fluctuante	Precio limpio	Primer cupón con tasa de inicio de cupón	Colones

TPTBA con promedio de tasas para el primer cupón:

Para obtener los Niveles de Mercado se contemplan todas las series independientemente del premio de cada emisión, se aplica una prima única para todos los instrumentos tomándose como referencia solo los instrumentos estandarizados que hayan reflejado nivel de mercado por contrato, es decir se calculará la prima del instrumento en base al precio de operación que mejore el precio del día anterior.

Cuando exista más de una referencia, las primas obtenidas por contratos se ponderarán en función del monto de cada contrato. Todos los demás instrumentos que no sean estandarizados reflejarán la prima que establezcan los instrumentos estandarizados. Sin embargo, para el caso en el que un instrumento no estandarizado obtenga un nuevo nivel propuesto ya sea por contrato u oferta, esta nueva prima se colocará solo para el instrumento en cuestión, siempre y cuando mejore el precio del día hábil anterior.

“TPTBA” y bemv:
Para obtener los Niveles de Mercado se aplica para el instrumento la prima del nuevo nivel propuesto, es decir se calculará la prima del instrumento en base al precio de operación que mejore el precio del día anterior.

Fuentes de Información

- Mercado primario. Subastas proporcionadas por la Bolsa Nacional de Valores (BNV) a través de la Rueda LICI y demás entidades de gobierno que subasten instrumentos por otros medios. (Subasta de valores estandarizada y ventanilla).

- Mercado secundario. Contratos y Ofertas proporcionados por la Bolsa Nacional de Valores (BNV)

Criterios para obtener los Niveles de Mercado

En todo momento, se privilegia la información de mercado para la obtención de precios y la determinación del valor razonable. A continuación, se muestran los criterios a seguir tomando en consideración las referencias de mercado disponibles para la generación de los precios de valuación.

La aplicación de los criterios tiene un ordenamiento jerárquico de acuerdo con la disponibilidad de la información.

Primer criterio (Contratos). Se utiliza la información de los Contratos siempre y cuando cumpla con las siguientes condiciones:

1. Se excluyen los contratos que son recompras.
2. Se excluyen las operaciones a plazo mayores a 2 días.
3. Se excluyen las operaciones entre una misma entidad o grupo financiero (cruzadas) siempre y cuando el monto de la transacción sea menor al 1% de la emisión.
4. Se utiliza la información de los Contratos siempre y cuando el valor facial de las operaciones sea mayor o igual que 50,000,000 colones.
5. El nivel de mercado de los bonos es igual al Precio Promedio Ponderado (PPP) y se realiza con respecto al valor facial, por lo tanto, se da mayor peso a los contratos con mayor valor facial.

$$PPP_j = \frac{\sum_{i=1}^{K} P_{ij} \cdot VF_{ij}}{\sum_{i=1}^{K} VF_{ij}}$$

Donde:

j	Instrumento j
k	Número de operaciones del instrumento j
$P_{i,j}$	Precio observado en la operación i del instrumento j
$VF_{i,j}$	Valor facial observado en la operación i del instrumento j
PPP_j	Precio promedio ponderado del instrumento j

Los precios que se obtengan bajo el criterio mencionado anteriormente se considerarán de *NIVEL 1* de acuerdo con lo descrito en la Norma Internacional de Información Financiera (NIIF 13).

De no cumplir con las condiciones anteriores, se utiliza el segundo criterio.

Segundo criterio (Ofertas). Se utiliza la información de las Ofertas siempre y cuando cumpla con las siguientes condiciones:

1. Se excluyen las ofertas que son operaciones a plazo, recompras o reportos. Tampoco se consideran las ofertas que sean liquidadas en una moneda distinta a la moneda del facial.
2. El valor facial de la postura sea mayor o igual que 50,000,000 colones.
3. Haya permanecido en pantalla por lo menos 5 minutos.
4. Mejore el precio determinado por Valmer el día hábil anterior. Esto es, que el precio de la mejor oferta de compra (el mayor observado en el día de operación) sea mayor al precio del vector del día anterior o que el precio de la mejor oferta de venta (el menor observado en el día de operación) sea menor al precio del vector del día anterior. Si se cumple este último punto, el precio será igual a la oferta más cercana del nivel del día hábil anterior.
5. En el caso de que las operaciones que pasen los filtros anteriores generen una variación significativa con respecto al último precio reportado, estas deberán mantenerse vigentes durante tres días consecutivos para marcar un nuevo nivel de mercado.

Los precios que se obtengan bajo el criterio mencionado anteriormente se considerarán de *NIVEL 1* de acuerdo con lo descrito en la Norma Internacional de Información Financiera (NIIF 13).

De no aplicar este criterio se utiliza el tercero.

Tercer criterio. Para el caso de bonos que no cumplan con los filtros de Contratos ni Ofertas al día de valoración, la prima será igual a la reportada por Valmer el día hábil anterior.

Para el caso de los bemv y los “TPTBA” sin promedio de tasas, se tratará de mantener al menos una pendiente plana o positiva es decir cuando un instrumento opere y su prima sea mayor al instrumento inmediato superior en días al vencimiento y si este instrumento no ha presentado operación en los últimos 10 días hábiles se le aplicará la prima del instrumento que presentó el nuevo nivel de mercado.

Para los instrumentos próximos en Días por Vencer a nodos representativos de la familia cuyo precio sea determinado por el criterio de arrastre, de acuerdo con la NIIF 13 recibirán el nivel acorde a la siguiente tabla:

Tipo Instrumento	Nivel de precio acorde a la NIIF 13
Nodo representativo de la familia presenta operación de mercado	Nivel 2
Nodo representativo de la familia no presenta operación de mercado	Nivel 3

Véase modelo financiero en Sección "*4.4 Modelos Financieros"*, inciso *C) Bonos de Tasa Flotante*.

D) Títulos de Propiedad Ajustables en Dólares (TP$A)

Características Generales

Emisor	Nemotécnico	Tipo de Instrumento	Cotización	Moneda
Ministerio de Hacienda (G)	TP$A	Bono de Tasa Fluctuante	Precio limpio	Dólares

Fuentes de Información

- Mercado primario. Subastas proporcionadas por la Bolsa Nacional de Valores (BNV) a través de la Rueda LICI y demás entidades de gobierno que subasten instrumentos por otros medios. (Subasta de valores estandarizada y ventanilla).

- Mercado secundario. Contratos y Ofertas proporcionados por la Bolsa Nacional de Valores (BNV)

Criterios para obtener los Niveles de Mercado

Para el Vector de precios se agrupan los TP$A por días al vencimiento, por lo que los criterios para obtener los Niveles de Mercado contemplan todas las series contenidas en el rango establecido independientemente del premio de cada emisión. Es decir, para las emisiones del mismo rango se establece la misma prima por lo que los contratos se ponderan para todas las emisiones contenidas dentro del respectivo rango. Y en caso de que se consideren posturas, prevalecerá la oferta cuya prima implícita mejore la prima del rango del día anterior.

Los rangos por días al vencimiento están establecidos conforme a un análisis particular del comportamiento de la prima (sobretasa) de todas las series de los G_TP$A, procurando que la amplitud de cada rango contenga al menos dos series que operen regularmente y que el índice de representatividad promedio de los rangos sea uniforme en todos ellos. Los rangos podrán ser actualizados conforme lo requieran las circunstancias de mercado, realizando una revisión por lo menos cada seis meses e informando su modificación a través del *web site* de Valmer Costa Rica y por medio de correo electrónico a clientes y autoridades.

Las consideraciones tomadas en cuenta al momento de la actualización de los rangos son las siguientes:

1. Se aplicará el índice de representatividad a todas las series de los TP$A, con lo cual se identifican las series que tiene mayor liquidez medida en tres ejes: frecuencia de transacción, monto de transacción y presencia en los días de negociación.

2. Se define una amplitud de los rangos por la cual se busca que se logre que cada uno de dichos rangos incluya por lo menos alguna serie que tenga de los mayores índices de representatividad y que proporcionen actualizaciones constantes de las condiciones de mercado.

3. Si cada rango contiene varias series bursátiles, se busca que el índice de representatividad promedio sea uniforme para todos los rangos.

Los rangos establecidos son:

Rangos TP$A	
Límite inferior	Límite superior
1	600
601	800
801	1,200

En todo momento, se privilegia la información de mercado para la obtención de precios y la determinación del valor razonable. A continuación, se muestran los criterios a seguir tomando en consideración las referencias de mercado disponibles para la generación de los precios de valuación.

La aplicación de los criterios tiene un ordenamiento jerárquico de acuerdo con la disponibilidad de la información.

Primer criterio (Contratos). Se utiliza la información de los Contratos siempre y cuando el valor facial de las operaciones sea mayor o igual que 50,000 dólares.

El nivel de mercado (prima) de los bonos de tasa fluctuante es igual a la prima implícita en el Rendimiento Promedio Ponderado (RPP), donde la ponderación se realiza con respecto al valor facial, por lo tanto, se da mayor peso a los contratos con mayor valor facial.

$$RPP_j = \frac{\sum_{i=1}^{K} R_{i,j} \cdot VF_{i,j}}{\sum_{i=1}^{K} VF_{i,j}}$$

Donde:

j	Rango j
k	Número de operaciones para el rango j
$R_{i,j}$	Rendimiento observado en la operación i dentro del rango j
$VF_{i,j}$	Valor facial observado en la operación i dentro del rango j
RPP_j	Rendimiento promedio ponderado del rango j.

La prima implícita se calcula a partir de la siguiente formula:

$$\text{Prima}_j = RPP_j - TLibor_t$$

Donde:

j	Rango j
RPP_j	Rendimiento promedio ponderado del rango j.
$TLibor_t$	Es la tasa libor a 6 meses aplicable a la fecha de operación t. En ausencia de LIBOR, se procederá a utilizar la tasa SOFR o su correspondiente Fallback a la periodicidad necesaria.
Prima_j	Es la prima de mercado para el rango j

Los precios que se obtengan bajo el criterio mencionado anteriormente se considerarán de *NIVEL 1* de acuerdo con lo descrito en la Norma Internacional de Información Financiera (NIIF 13).

De no cumplir con las condiciones anteriores, se utiliza el segundo criterio.

Segundo criterio (Ofertas). Se utiliza la información de las Ofertas siempre y cuando cumpla con las siguientes condiciones:

1. Se excluyen las ofertas que son operaciones a plazo, recompras o reportos. Tampoco se consideran las ofertas que sean liquidadas en una moneda distinta a la moneda del facial.
2. El valor facial de la postura sea mayor o igual que 50,000 dólares.
3. Haya permanecido en pantalla por lo menos 5 minutos.
4. Mejore el precio determinado por Valmer el día hábil anterior. Esto es, que el precio de la mejor oferta de compra (el mayor observado en el día de operación) sea mayor al precio del vector del día anterior o que el precio de la mejor oferta de venta (el menor observado en el día de operación) sea menor al precio del vector del día anterior. Si se cumple este último punto, el precio/rendimiento será igual a la oferta más cercana del nivel del día hábil anterior.
5. En el caso de que las operaciones que pasen los filtros anteriores generen una variación significativa con respecto al último precio reportado, estas deberán mantenerse vigentes durante tres días consecutivos para marcar un nuevo nivel de mercado.

Los precios que se obtengan bajo el criterio mencionado anteriormente se considerarán de *NIVEL 1* de acuerdo con lo descrito en la Norma Internacional de Información Financiera (NIIF 13).

De no aplicar este criterio se utiliza el tercero.

Tercer criterio (Nivel Teórico). Para el caso de bonos que no cumplan con los filtros de Contratos u Ofertas al día de valoración, se calcula el valor teórico con la prima correspondiente de acuerdo con los días al vencimiento dentro de la curva de primas TP$A.

En caso de que algún rango definido no haya presentado alguna observación de mercado en un periodo de dos meses, la prima de estos rangos se sustituirá por la obtenida con el método de corrección de rezagos que consiste en realizar una regresión lineal por mínimos cuadrados de los puntos medios de los rangos que sí tengan referencias de mercado.

Este periodo de rezago puede actualizarse conforme las observaciones de mercado lo requieran, informando a través del *web site* de Valmer Costa Rica y por medio de correo electrónico a autoridades y clientes de su modificación.

Para los instrumentos próximos en Días por Vencer a nodos representativos de la familia cuyo precio sea determinado por el criterio de arrastre, de acuerdo con la NIIF 13 recibirán el nivel acorde a la siguiente tabla:

Tipo Instrumento	Nivel de precio acorde a la NIIF 13
Nodo representativo de la familia presenta operación de mercado	Nivel 2
Nodo representativo de la familia no presenta operación de mercado	Nivel 3

Véase modelo financiero en Sección *4.4 Modelos Financieros, inciso C) Bonos de Tasa Flotante.*

E) Títulos Denominados en Unidades de Desarrollo (tudes)

Características Generales

Emisor	Nemotécnico	Tipo de Instrumento	Cotización	Moneda
Ministerio de Hacienda (G)	tudes	Bono de Tasa Fija	Precio limpio	Ude
Banco Central de Costa Rica (BCCR)	bemud	Bono de Tasa Fija	Precio limpio	Ude

Basado en las características particulares de los tudes y bemud se construyen 2 curvas:

- Curva real soberana yield a partir de las emisiones con mayor liquidez (sección 2.5)
- Curva real soberana cero cupón a partir de las emisiones con mayor liquidez (sección 2.6)

Para efectos de la determinación de la curva de referencia, se toman aquellos papeles que formen parte de la curva en función de los parámetros de representatividad, es decir, un análisis para determinar los instrumentos más bursátiles.

Fuentes de Información

- Mercado primario. Subastas proporcionadas por la Bolsa Nacional de Valores (BNV) a través de la Rueda LICI y demás entidades de gobierno que subasten instrumentos por otros medios. (Subasta de valores estandarizada y ventanilla).

- Mercado secundario. Contratos y Ofertas proporcionados por la Bolsa Nacional de Valores (BNV)

Criterios para obtener los Niveles de Mercado

En todo momento, se privilegia la información de mercado para la obtención de precios y la determinación del valor razonable. A continuación, se muestran los criterios a seguir tomando en consideración las referencias de mercado disponibles para la generación de los precios de valuación.

La aplicación de los criterios tiene un ordenamiento jerárquico de acuerdo con la disponibilidad de la información.

Primer criterio (Contratos). Se utiliza la información de los Contratos siempre y cuando cumpla con las siguientes condiciones:

1. Se excluyen los contratos que son recompras.
2. Se excluyen las operaciones a plazo mayor a 2 días.
3. Se excluyen las operaciones entre una misma entidad o grupo financiero (cruzadas) siempre y cuando el monto de la transacción sea menor al 1% de la emisión.
4. Se utiliza la información de los Contratos siempre y cuando el valor facial de las operaciones sea mayor o igual que 50,000,000 colones expresado en UDES usando el valor de referencia para la fecha del vector.
5. El nivel de mercado de los bonos es igual al Precio Promedio Ponderado (PPP) y se realiza con respecto al valor facial, por lo tanto, se da mayor peso a los contratos con mayor valor facial.

$$PPP_j = \frac{\sum_{i=1}^{K} P_{i,j} \cdot VF_{i,j}}{\sum_{i=1}^{K} VF_{i,j}}$$

Donde:

j	Instrumento j
k	Número de operaciones del instrumento j
$P_{i,j}$	Precio observado en la operación i del instrumento j
$VF_{i,j}$	Valor facial observado en la operación i del instrumento j
PPP_j	Precio promedio ponderado del instrumento j

6. Para los instrumentos que forman parte de la curva no se les coloca prima alguna. Mientras que para los instrumentos que no formen parte de la curva se les coloca la nueva prima de operación.

Los precios que se obtengan bajo el criterio mencionado anteriormente se considerarán de *NIVEL 1* de acuerdo con lo descrito en la Norma Internacional de Información Financiera (NIIF 13).

De no cumplir con las condiciones anteriores, se utiliza el segundo criterio.

Segundo criterio (Ofertas). Se utiliza la información de las Ofertas siempre y cuando cumpla con las siguientes condiciones:

1. Se excluyen las ofertas que son operaciones a plazo, recompras o reportos. Tampoco se consideran las ofertas que sean liquidadas en una moneda distinta a la moneda del facial.
2. El valor facial de la postura sea mayor o igual que el monto equivalente a 50,000,000 expresado en UDES usando el valor de referencia para la fecha del vector.
3. Haya permanecido en pantalla por lo menos 5 minutos.
4. Mejore el precio determinado por Valmer el día hábil anterior. Esto es, que el precio de la mejor oferta de compra (el mayor observado en el día de operación) sea mayor al precio del vector del día anterior o que el precio de la mejor oferta de venta (el menor observado en el día de operación) sea menor al precio del vector del día anterior. Si se cumple este último punto, el precio será igual a la oferta más cercana del nivel del día hábil anterior.
5. En el caso de que las operaciones que pasen los filtros anteriores generen una variación significativa con respecto al último precio reportado, estas deberán mantenerse vigentes durante tres días consecutivos para marcar un nuevo nivel de mercado.

Los precios que se obtengan bajo el criterio mencionado anteriormente se considerarán de *NIVEL 1* de acuerdo con lo descrito en la Norma Internacional de Información Financiera (NIIF 13).

De no aplicar este criterio se utiliza el tercero.

Tercer criterio (Arrastre). En caso de que no se cumpla con ninguno de los criterios anteriores, se realizará lo siguiente:

a. Para los instrumentos fijos que tengan prima, el cambio en el precio será la suma de la última prima conocida del instrumento más la curva soberana de rendimiento en tudes del día de hoy (t), evitando de esta manera, que sus niveles se rezaguen. Esto se realizará solo para aquellos instrumentos en los que la curva del día de hoy se aleje del rendimiento anterior (respecto a la curva soberana de rendimiento en tudes en t-1), para todos los demás este inciso no se aplicará.

b. Para los instrumentos en los que la curva soberana de rendimiento en t se acerque al rendimiento anterior (respecto a la curva soberana de rendimiento en t-1), la prima del instrumento será la diferencia entre la curva en t menos el rendimiento anterior.
En este mismo supuesto para los instrumentos en los que el rendimiento anterior, se encuentre entre la curva en t-1 y la curva en t el rendimiento de este será la curva soberana de rendimiento en t.

c. Para los instrumentos fijos que no tengan prima su rendimiento será igual a la curva soberana de rendimiento en tudes, de esta forma se logrará que se muevan conforme se mueve el mercado.

d. Una vez transcurridos 10 días hábiles a partir de la última fecha en que existió un nivel propuesto se deberá eliminar su prima, esto se realizará moviéndola paulatinamente a cero en un máximo de 20pb, de esta forma conseguimos que el rendimiento sea igual a la curva.

Para los instrumentos cuyo precio sea determinado por el criterio de arrastre, de acuerdo con la NIIF 13 recibirán el nivel acorde a la siguiente tabla:

Tipo Instrumento	Nivel de precio acorde a la NIIF 13
Cualquier nodo representativo de curva presenta operación de mercado en el día de valuación	Nivel 2
Ningún nodo representativo de curva presenta operación de mercado en el día de valuación	Nivel 3

Véase modelo financiero en Sección "*4.4 Modelos Financieros"*, inciso *B) Bonos de Tasa Fija*.

F) Títulos de Propiedad Deuda Interna Real Ajustable Soberano (tpras)

Características Generales

Emisor	Nemotécnico	Tipo de Instrumento	Cotización	Moneda
Ministerio de Hacienda (G)	tpras	Bono de Tasa Fluctuante	Precio limpio	Colones

La tasa de interés bruta será la tasa neta sobre la curva de rendimiento soberana del BCCR en colones asociada a los días al vencimiento calculados entre la fecha de inicio del cupón a la fecha de vencimiento del título, vigente un día hábil antes del inicio de cada periodo de pago de intereses, más el impuesto sobre la renta.

Fuentes de Información

- Mercado primario. Subastas proporcionadas por la Bolsa Nacional de Valores (BNV) a través de la Rueda LICI y demás entidades de gobierno que subasten instrumentos por otros medios. (Subasta de valores estandarizada y ventanilla).

- Mercado secundario. Contratos y Ofertas proporcionados por la Bolsa Nacional de Valores (BNV)

Criterios para obtener los Niveles de Mercado

En todo momento, se privilegia la información de mercado para la obtención de precios y la determinación del valor razonable. A continuación, se muestran los criterios a seguir tomando en consideración las referencias de mercado disponibles para la generación de los precios de valuación.

La aplicación de los criterios tiene un ordenamiento jerárquico de acuerdo con la disponibilidad de la información.

Primer criterio (Contratos). Se utiliza la información de los Contratos siempre y cuando cumpla con las siguientes condiciones:

1. Se excluyen los contratos que son recompras.
2. Se excluyen las operaciones a plazo mayor a 2 días.

3. Se excluyen las operaciones entre una misma entidad o grupo financiero (cruzadas) siempre y cuando el monto de la transacción sea menor al 1% de la emisión.
4. Se utiliza la información de los Contratos siempre y cuando el valor facial de las operaciones sea mayor o igual que 50,000,000 colones.
5. El nivel de mercado de los bonos es igual al Precio Promedio Ponderado (PPP) y se realiza con respecto al valor facial, por lo tanto, se da mayor peso a los contratos con mayor valor facial.

$$PPP_j = \frac{\sum_{i=1}^{K} P_{i,j} \cdot VF_{i,j}}{\sum_{i=1}^{K} VF_{i,j}}$$

Donde:

j	Instrumento j
k	Número de operaciones del instrumento j
$P_{i,j}$	Precio observado en la operación i del instrumento j
$VF_{i,j}$	Valor facial observado en la operación i del instrumento j
PPP_j	Precio promedio ponderado del instrumento j

Los precios que se obtengan bajo el criterio mencionado anteriormente se considerarán de *NIVEL 1* de acuerdo con lo descrito en la Norma Internacional de Información Financiera (NIIF 13).

De no cumplir con las condiciones anteriores, se utiliza el segundo criterio.

Segundo criterio (Ofertas). Se utiliza la información de las Ofertas siempre y cuando cumpla con las siguientes condiciones:

1. Se excluyen las ofertas que son operaciones a plazo, recompras o reportos. Tampoco se consideran las ofertas que sean liquidadas en una moneda distinta a la moneda del facial.
2. El valor facial de la postura sea mayor o igual que el monto equivalente a 50,000,000 colones.
3. Haya permanecido en pantalla por lo menos 5 minutos.
4. Mejore el precio determinado por Valmer el día hábil anterior. Esto es, que el precio de la mejor oferta de compra (el mayor observado en el día de operación) sea mayor al precio del vector del día anterior o que el precio de la mejor oferta de venta (el menor observado en el día de operación) sea menor al precio del vector del día anterior. Si se cumple este último punto, el precio será igual a la oferta más cercana del nivel del día hábil anterior.
5. En el caso de que las operaciones que pasen los filtros anteriores generen una variación significativa con respecto al último precio reportado, estas deberán mantenerse vigentes durante tres días consecutivos para marcar un nuevo nivel de mercado.

Los precios que se obtengan bajo el criterio mencionado anteriormente se considerarán de *NIVEL 1* de acuerdo con lo descrito en la Norma Internacional de Información Financiera (NIIF 13).

De no aplicar este criterio se utiliza el tercero.

Tercer criterio. Para el caso de bonos que no cumplan con los filtros de Contratos ni Ofertas al día de valoración, el precio será igual al reportado por Valmer el día hábil anterior. Por lo tanto, serán considerados como *NIVEL 3* según la NIIF 13.

Cálculo del rendimiento

Una vez determinado el precio de valuación, el rendimiento (Y) implícito se deduce mediante la siguiente fórmula:

$$P = \sum_{i=1}^{K} VPF_i = \sum_{i=1}^{K} \frac{F_i}{\left(1+\frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t,T_i,CD)}}$$

Donde:

VPF_i	Valor Presente del Flujo de Efectivo del cupón **i**.
F_i	Flujo de Efectivo del cupón **i** con la tasa de cupón respectiva.
Y	Yield al vencimiento.
m	Número de veces al año que se compone la Yield.
$TF(t,T_i,CD)$	Fracción de año entre **t** y $\mathbf{T_i}$.

Véase modelo financiero en Sección "*4.4 Modelos Financieros"*, inciso *C) Bonos de Tasa Flotante*.

G) Otros Títulos de Deuda de Emisores Públicos

Características Generales

En esta categoría se encuentran todos los Títulos de Deuda de Emisores Públicos que no están contemplados en las categorías anteriores y que no son bancos.

Cabe destacar que los instrumentos emitidos por otros emisores públicos, aunque tienen emisiones garantizadas por el Estado, no forman parte de la curva soberana y por ello cada instrumento refleja a través de una prima sobre la curva soberana un distinto nivel de riesgo percibido por las características de cada emisión.

De todas las series de este tipo de instrumentos, se ha identificado que existen series con mayor liquidez que otras. Es por esto por lo que para las series con poca liquidez es necesario establecer una prima que además de reflejar el riesgo al plazo de inversión, refleje los movimientos del mercado.

Dado lo anterior procedemos a realizar un seccionamiento de este tipo de instrumentos dividiéndolos por emisor, periodicidad, tipo de instrumento y moneda (a lo que llamamos familias de instrumentos).

Una vez contempladas las diversas familias se agrupan por días al vencimiento por lo que los criterios para obtener los Niveles de Mercado contemplan todas las series de cada familia. Posteriormente se realiza de forma diaria un análisis para determinar cuáles son las series que reflejan los movimientos más actualizados del mercado dando prioridad a las operaciones por Contratos, Ofertas y a las nuevas colocaciones para reflejar por medio de estas los niveles de las series poco líquidas, a través de un análisis detallado.

Fuentes de Información

- Mercado primario. Subastas proporcionadas por la Bolsa Nacional de Valores (BNV) a través de la Rueda LICI y demás entidades de gobierno que subasten instrumentos por otros medios. (Subasta de valores estandarizada y ventanilla).

- Mercado secundario. Contratos y Ofertas proporcionados por la Bolsa Nacional de Valores (BNV)

● Bonos de Deuda Externa: Sistemas de información Refinitiv y Markit. Sin embargo, se utilizará Bloomberg como fuente alterna en caso de no encontrar información en dichos sistemas.

Si no llegara a existir un composite, generic o cierre de las plataformas, se analizará el detalle de contribuidores de cada instrumento y se tomará el promedio del Mid Price.

Criterios para obtener los Niveles de Mercado

En todo momento, se privilegia la información de mercado para la obtención de precios y la determinación del valor razonable. A continuación, se muestran los criterios a seguir tomando en consideración las referencias de mercado disponibles para la generación de los precios de valuación.

La aplicación de los criterios tiene un ordenamiento jerárquico de acuerdo con la disponibilidad de la información.

Primer criterio (Contratos). Se utiliza la información de los Contratos siempre y cuando cumpla con las siguientes condiciones:

1. Se excluyen los contratos que son recompras.
2. Se excluyen las operaciones a plazo mayor a 2 días.
3. Se excluyen las operaciones entre una misma entidad o grupo financiero (cruzadas) siempre y cuando el monto de la transacción sea menor al 1% de la emisión.
4. Se utiliza la información de los Contratos siempre y cuando el valor facial de las operaciones sea mayor o igual que 50,000,000 colones ó 50,000 dólares.
5. El nivel de mercado de los bonos es igual al Precio Promedio Ponderado (PPP). La ponderación se realiza con respecto al valor facial, por lo tanto, se da mayor peso a los contratos con mayor valor facial.

$$PPP_j = \frac{\sum_{i=1}^{K} P_{i,j} \cdot VF_{i,j}}{\sum_{i=1}^{K} VF_{i,j}}$$

Donde:

j	Instrumento j
k	Número de operaciones del instrumento j
$P_{i,j}$	Precio observado en la operación i del instrumento j
$VF_{i,j}$	Valor facial observado en la operación i del instrumento j
PPP_j	Precio promedio ponderado del instrumento j

Los precios que se obtengan bajo el criterio mencionado anteriormente se considerarán de *NIVEL 1* de acuerdo con lo descrito en la Norma Internacional de Información Financiera (NIIF 13).

De no cumplir con las condiciones anteriores, se utiliza el segundo criterio.
Segundo criterio (Ofertas). Se utiliza la información de las Ofertas siempre y cuando cumpla con las siguientes condiciones:

1. Se excluyen las ofertas que son operaciones a plazo, recompras o reportos. Tampoco se consideran las ofertas que sean liquidadas en una moneda distinta a la moneda del facial.

2. El valor facial de la postura sea mayor o igual que 50,000,000 colones ó 50,000 dólares.
3. Haya permanecido en pantalla por lo menos 5 minutos.
4. Mejore el precio determinado por Valmer el día hábil anterior. Esto es, que el precio de la mejor oferta de compra (el mayor observado en el día de operación) sea mayor al precio del vector del día anterior o que el precio de la mejor oferta de venta (el menor observado en el día de operación) sea menor al precio del vector del día anterior. Si se cumple este último punto, el precio será igual a la oferta más cercana del nivel del día hábil anterior.
5. En el caso de que las operaciones que pasen los filtros anteriores generen una variación significativa con respecto al último precio reportado, estas deberán mantenerse vigentes durante tres días consecutivos para marcar un nuevo nivel de mercado.

Los precios que se obtengan bajo el criterio mencionado anteriormente se considerarán de *NIVEL 1* de acuerdo con lo descrito en la Norma Internacional de Información Financiera (NIIF 13).

De no aplicar este criterio se utiliza el tercero.

Tercer criterio (Nivel Teórico). Para el caso de bonos que no cumplan con los filtros de Contratos ni Ofertas al día de valoración, se calcula el valor teórico con la prima correspondiente a la última operación observada dependiendo del tipo de instrumento:

Bonos cero cupón

El valor teórico del instrumento será con la prima correspondiente a la última operación observada, la cual se mantiene fija hasta que exista una nueva operación. Por lo tanto, serán considerados como *NIVEL 3* según la NIIF 13.

Bonos de tasa fija

La prima de los instrumentos que no tengan niveles de mercado se ajustará dependiendo el nivel de los instrumentos que si reflejen estos movimientos ya sea por contrato, oferta o colocaciones. (Descrito en este apartado en la sección de Características Generales)

Ya habiendo definido las series más representativas, se realizará una interpolación lineal entre estas para calcular la prima de las series menos representativas.

En dado caso de no contar con 2 series representativas en la parte corta o larga de la familia procederemos a colocarles al menos la prima del instrumento representativo más cercano en plazo sin embargo se llevará a cabo un análisis para poder determinar los niveles con los métodos Tasa Equivalente, Forward Constante, Extrapolación, etc. dependiendo el plazo del instrumento.

Para los instrumentos próximos en Días por Vencer a nodos representativos de la familia cuyo precio sea determinado por el criterio de arrastre, de acuerdo con la NIIF 13 recibirán el nivel acorde a la siguiente tabla:

Tipo Instrumento	Nivel de precio acorde a la NIIF 13
Nodo representativo de la familia presenta operación de mercado	Nivel 2
Nodo representativo de la familia no presenta operación de mercado	Nivel 3

Bonos de tasa flotante

Para estos bonos se tratará de mantener al menos una pendiente plana o positiva es decir cuando un instrumento opere y su prima sea mayor al instrumento inmediato superior en días al vencimiento y si este instrumento no ha presentado operación en los últimos 10 días hábiles se le aplicará la prima del instrumento que presentó el nuevo nivel de mercado.

Tipo de Instrumento	Tasa
Bono cupón cero	Nivel asociado a los días por vencer de la Curva Soberana Cero
Bono de Tasa Fija	Nivel asociado a los días por vencer de la Curva Soberana de rendimientos
Bono de Tasa Fluctuante	Tasa de Referencia

Para los instrumentos próximos en Días por Vencer a nodos representativos de la familia cuyo precio sea determinado por el criterio de arrastre, de acuerdo con la NIIF 13 recibirán el nivel acorde a la siguiente tabla:

Tipo Instrumento	Nivel de precio acorde a la NIIF 13
Nodo representativo de la familia presenta operación de mercado	Nivel 2
Nodo representativo de la familia no presenta operación de mercado	Nivel 3

Véase modelo financiero en Sección "*4.4 Modelos Financieros"*, inciso *A) Bonos Cupón Cero, B) Bonos de Tasa Fija* y *C) Bonos de Tasa Flotante*.

1.2 Títulos de Deuda de Emisores Privados y Bancarios

Características Generales

En esta categoría se encuentran todos los bonos cero cupón, bonos de tasa fija y bonos de tasa variable estandarizados y no estandarizados registrados en la BNV emitidos por entidades privadas (dentro de este grupo se consideran bancos, corporativos, etc.). Los tipos de papeles pueden ser certificados de inversión, certificados de depósito a plazo, entre otros.

Cada instrumento refleja a través de una prima sobre la curva soberana un distinto nivel de riesgo percibido por las características de cada emisión.

De todas las series de este tipo de instrumentos, se ha identificado que existen series con mayor liquidez que otras. Es por esto por lo que para las series con poca liquidez es necesario establecer una prima que además de reflejar el riesgo al plazo de inversión, refleje los movimientos del mercado.

Dado lo anterior procedemos a realizar un seccionamiento de este tipo de instrumentos dividiéndolos por emisor, periodicidad, tipo de instrumento y moneda (a lo que llamamos familias de instrumentos).

Una vez contempladas las diversas familias se agrupan por días al vencimiento por lo que los criterios para obtener los Niveles de Mercado contemplan todas las series de cada familia. Posteriormente se realiza de forma diaria un análisis para determinar cuáles son las series que reflejan los movimientos más actualizados del mercado dando prioridad a las operaciones por Contratos, Ofertas y a las nuevas colocaciones para reflejar por medio de estas los niveles de las series poco liquidas, a través de un análisis detallado.

Fuentes de Información

- Mercado primario. Subastas proporcionadas por la Bolsa Nacional de Valores (BNV) a través de la Rueda LICI y demás entidades de gobierno que subasten instrumentos por otros medios. (Subasta de valores estandarizada y ventanilla).

- Mercado secundario. Contratos y Ofertas proporcionados por la Bolsa Nacional de Valores (BNV)

Criterios para obtener los Niveles de Mercado

En todo momento, se privilegia la información de mercado para la obtención de precios y la determinación del valor razonable. A continuación, se muestran los criterios a seguir tomando en consideración las referencias de mercado disponibles para la generación de los precios de valuación.

La aplicación de los criterios tiene un ordenamiento jerárquico de acuerdo con la disponibilidad de la información.

Primer criterio (Contratos). Se utiliza la información de los Contratos siempre y cuando cumpla con las siguientes condiciones:

1. Se excluyen los contratos que son recompras.
2. Se excluyen las operaciones a plazo mayor a 2 días.
3. Se excluyen las operaciones entre una misma entidad o grupo financiero (cruzadas) siempre y cuando el monto de la transacción sea menor al 1% de la emisión.
4. Se utiliza la información de los Contratos siempre y cuando el valor facial de las operaciones sea mayor o igual a lo descrito en el siguiente cuadro:

Tipo Emisor	Privado	Bancario
Colones (en millones)	70	50
Dólares (en miles)	70	70

5. El nivel de mercado de los bonos es igual al Precio Promedio Ponderado (PPP) y se realiza con respecto al valor facial, por lo tanto, se da mayor peso a los contratos con mayor valor facial.

$$PPP_j = \frac{\sum_{i=1}^{K} P_{i,j} \cdot VF_{i,j}}{\sum_{i=1}^{K} VF_{i,j}}$$

Donde:

j	Instrumento j
k	Número de operaciones del instrumento j
$P_{i,j}$	Precio observado en la operación i del instrumento j
$VF_{i,j}$	Valor facial observado en la operación i del instrumento j
PPP_j	Precio promedio ponderado del instrumento j

Los precios que se obtengan bajo el criterio mencionado anteriormente se considerarán de *NIVEL 1* de acuerdo con lo descrito en la Norma Internacional de Información Financiera (NIIF 13).

De no cumplir con las condiciones anteriores, se utiliza el segundo criterio.

Segundo criterio (Ofertas). Se utiliza la información de las Ofertas siempre y cuando cumpla con las siguientes condiciones:

Se excluyen las ofertas que son operaciones a plazo, recompras o reportos. Tampoco se consideran las ofertas que sean liquidadas en una moneda distinta a la moneda del facial.

2. El valor facial de la postura sea mayor o igual a lo descrito en el siguiente cuadro:

Tipo Emisor	Privado	Bancario
Colones (en millones)	70	50
Dólares (en miles)	70	70

3. Haya permanecido en pantalla por lo menos 5 minutos.
4. Mejore el precio determinado por Valmer el día hábil anterior. Esto es, que el precio de la mejor oferta de compra (el mayor observado en el día de operación) sea mayor al precio del vector del día anterior o que el precio de la mejor oferta de venta (el menor observado en el día de operación) sea menor al precio del vector del día anterior. Si se cumple este último punto, el precio será igual a la oferta más cercana del nivel del día hábil anterior.
5. En el caso de que las operaciones que pasen los filtros anteriores generen una variación significativa con respecto al último precio reportado, estas deberán mantenerse vigentes durante tres días consecutivos para marcar un nuevo nivel de mercado.

Los precios que se obtengan bajo el criterio mencionado anteriormente se considerarán de *NIVEL 1* de acuerdo con lo descrito en la Norma Internacional de Información Financiera (NIIF 13).

De no aplicar este criterio se utiliza el tercero.

Tercer criterio (Nivel Teórico). Para el caso de bonos que no cumplan con los filtros de Contratos ni Ofertas al día de valoración, se calcula el valor teórico con la prima correspondiente a la última operación observada dependiendo del tipo de instrumento. Esta prima se suma a la tasa correspondiente, de acuerdo con el tipo de instrumento y moneda.

Tipo de Instrumento	Tasa
Bono cupón cero	Nivel asociado a los días por vencer de la Curva Soberana Cero
Bono de Tasa Fija	Nivel asociado a los días por vencer de la Curva Soberana de rendimientos
Bono de Tasa Fluctuante	Tasa de Referencia

Bonos cero cupón

El valor teórico del instrumento será con la prima correspondiente a la última operación observada, la cual se mantiene fija hasta que exista una nueva operación. Por lo tanto, serán considerados como *NIVEL 3* según la NIIF 13.

Bonos de tasa fija

La prima de los instrumentos que no tengan niveles de mercado se ajustará dependiendo el nivel de los instrumentos que sí reflejen estos movimientos ya sea por contrato, oferta o colocaciones. (Descrito en este apartado en la sección de Características Generales)

Ya habiendo definido las series más representativas, se realizará una interpolación lineal entre estas para calcular la prima de las series menos representativas.

En dado caso de no contar con 2 series representativas en la parte corta o larga de la familia procederemos a colocarles al menos la prima del instrumento representativo más cercano en plazo sin embargo se llevará a cabo un análisis para poder determinar los niveles con los métodos Tasa Equivalente, Forward Constante, Extrapolación, etc. dependiendo plazo del instrumento.

Para los instrumentos próximos en Días por Vencer a nodos representativos de la familia cuyo precio sea determinado por el criterio de arrastre, de acuerdo con la NIIF 13 recibirán el nivel acorde a la siguiente tabla:

Tipo Instrumento	Nivel de precio acorde a la NIIF 13
Nodo representativo de la familia presenta operación de mercado	Nivel 2
Nodo representativo de la familia no presenta operación de mercado	Nivel 3

Bonos de tasa flotante

Para estos bonos se tratará de mantener al menos una pendiente plana o positiva es decir cuando un instrumento opere y su prima sea mayor al instrumento inmediato superior en días al vencimiento y si este instrumento no ha presentado operación en los últimos 10 días hábiles se le aplicará la prima del instrumento que presentó el nuevo nivel de mercado.

Para los instrumentos próximos en Días por Vencer a nodos representativos de la familia cuyo precio sea determinado por el criterio de arrastre, de acuerdo con la NIIF 13 recibirán el nivel acorde a la siguiente tabla:

Tipo Instrumento	Nivel de precio acorde a la NIIF 13
Nodo representativo de la familia presenta operación de mercado	Nivel 2
Nodo representativo de la familia no presenta operación de mercado	Nivel 3

Véase modelo financiero en Sección "*4.4 Modelos Financieros"*, inciso *A) Bonos Cupón Cero, B) Bonos de Tasa Fija* y *C) Bonos de Tasa Flotante*.

1.3 Títulos de Deuda Extranjeros

Características Generales

En esta categoría se encuentran todos los Títulos de Deuda Extranjeros, sin hacer distinción entre emisores gubernamentales o privados.

Para dar de alta un instrumento, es necesario que los usuarios reporten de forma anticipada los instrumentos que requieren agregar al Vector de Precios a través de sus respectivos ISIN.

Fuentes de Información

● Sistemas de información Refinitiv y Markit. Sin embargo, se utilizará Bloomberg como fuente alterna en caso de no encontrar información en dichos sistemas.

Si no llegara a existir un composite, generic o cierre de las plataformas, se analizará el detalle de contribuidores de cada instrumento y se tomará el promedio del Mid Price.

Criterios para obtener los Niveles de Mercado

En todo momento, se privilegia la información de mercado para la obtención de precios y la determinación del valor razonable. A continuación, se muestran los criterios a seguir tomando en consideración las referencias de mercado disponibles para la generación de los precios de valuación.

La aplicación de los criterios tiene un ordenamiento jerárquico de acuerdo con la disponibilidad de la información.

Primer criterio (Fuentes internacionales de información). El nivel de mercado es igual al promedio de los precios de cierre reportados por alguna de nuestras fuentes internacionales de información a las 13:00 hrs. Dicho nivel es comparado con los niveles reportados el día anterior para poder corroborar variaciones importantes.

Para los instrumentos cuyo precio sea determinado por el primer criterio, de acuerdo con la NIIF 13 recibirán el nivel acorde a la siguiente tabla:

Tipo Instrumento	Nivel de precio acorde a la NIIF 13
Todos de los contribuidores de precio del instrumento reportan información para la fecha del día de valuación	Nivel 1
Alguno de los contribuidores de precio del instrumento reporta información de una fecha diferente al día de valuación	Nivel 2
Todos de los contribuidores de precio del instrumento reportan información a una fecha diferente del día de valuación	Nivel 3

Segundo criterio (Arrastre). En caso de que la fuente de información no haya publicado precio en el día de valuación, el precio será igual al del día hábil anterior reportado por Valmer. Debido a lo anterior, serán considerados como *NIVEL 3* según la NIIF 13.

Tercer criterio (Nivel Teórico). Este criterio aplica de cumplirse alguno de los siguientes casos:

Primer caso: El instrumento no presenta precio dentro de las fuentes internacionales. Su precio se obtiene mediante las variables que contiene el prospecto previamente proporcionado por el cliente.
Debido a lo anterior, si el instrumento cuenta con una tasa de referencia serán considerados como *NIVEL 2*, en caso contrario serán considerados como *NIVEL 3* según la NIIF 13.

Segundo caso: El precio del instrumento se mantiene constante por más de un mes dentro de las fuentes internacionales. Por lo anterior, el Comité Técnico de Valuación deliberará las acciones a seguir y la forma en la que se valuará el instrumento en cuestión.
Debido a lo anterior, si el instrumento cuenta con una tasa de referencia serán considerados como *NIVEL 2*, en caso contrario serán considerados como *NIVEL 3* según la NIIF 13.

1.4 Títulos Accionarios y Títulos de Participación

Los títulos accionarios tienen características distintas a los títulos de deuda ya que carecen de fecha de vencimiento, no tienen una periodicidad definida para otorgar flujos (si es que lo hacen), ni tienen una cantidad preestablecida por devengar, entre las principales diferencias.

Fondos Cerrados y Acciones Locales:

Estos instrumentos se valoran a partir de los contratos (precio promedio ponderado) y ofertas observadas en el mercado.

Fondos Abiertos y Fondos Cerrados:

El precio que reportan los Fondos Abiertos en el vector es el valor en libros a partir de la información que proporciona la SUGEVAL en el Informe Diario de Fondos de Inversión. Se obtiene de dividir el activo neto entre el número de participaciones. Este cálculo se efectúa también para los Fondos Cerrados.

Fuentes de Información

- Bolsa Nacional de Valores (BNV)
- Superintendencia General de Valores (SUGEVAL)

A) Fondos Cerrados tipo Financiero no Diversificado y Acciones locales.

Criterios para obtener los Niveles de Mercado

En todo momento, se privilegia la información de mercado para la obtención de precios y la determinación del valor razonable. A continuación, se muestran los criterios a seguir tomando en consideración las referencias de mercado disponibles para la generación de los precios de valuación.

La aplicación de los criterios tiene un ordenamiento jerárquico de acuerdo con la disponibilidad de la información.

Primer criterio (Contratos). Para el caso de emisores locales, se utiliza la información de los Contratos siempre y cuando el valor transado de las operaciones sea mayor o igual a lo descrito en el siguiente cuadro.
.

Tipo de titulo	Emisores Locales	Fondos Cerrados
Colones (en millones)	20	50
Dólares (en miles)	40	100

El nivel de mercado es igual al Precio Promedio Ponderado (PPP), la ponderación se realiza con respecto al valor transado, por lo tanto, se da mayor peso a los contratos con mayor operación.

$$PPP_j = \frac{\sum_{i=1}^{K} P_{i,j} \cdot VT_{i,j}}{\sum_{i=1}^{K} VF_{i,j}}$$

Donde:

j	Instrumento j
k	Número de operaciones del instrumento j
$P_{i,j}$	Precio observado en la operación i del instrumento j
$VT_{i,j}$	Valor transado observado en la operación i del instrumento j
PPP_j	Precio promedio ponderado del instrumento j

Se excluyen las operaciones entre una misma entidad o grupo financiero (cruzadas) siempre y cuando el monto de la transacción no sea mayor al 1% de la emisión.

Los precios que se obtengan bajo el criterio mencionado anteriormente se considerarán de *NIVEL 1* de acuerdo con lo descrito en la Norma Internacional de Información Financiera (NIIF 13).

De no cumplir con las condiciones anteriores, se utiliza el segundo criterio.

Segundo criterio (Ofertas). Se utiliza la información de las Ofertas siempre y cuando cumpla con las siguientes condiciones:

1. Se excluyen las ofertas que son recompras y ofertas públicas de adquisición o intercambio.
2. El valor transado de la postura sea mayor o igual a lo descrito en el siguiente cuadro:

Tipo de título	Emisores Locales	Fondos Cerrados
Colones (en millones)	20	50
Dólares (en miles)	40	100

Se considerarán montos mayores para que generen una mayor certeza del valor y este se vea reflejado en el vector de precios evitando así que con montos pequeños se desvirtúe el precio de los títulos accionarios y títulos de participación.

3. En el caso de que las operaciones que pasen los filtros anteriores generen una variación significativa con respecto al último precio reportado, estas deberán mantenerse vigentes durante tres días consecutivos para marcar un nuevo nivel de mercado.

4. El nivel de mercado es igual al Promedio Ponderado de posturas que mejoren el precio de valuación del día anterior con sus respectivos montos, por lo tanto, se considerará de mayor peso a las ofertas con monto superior.

$$PPP_j = \frac{\sum_{i=1}^{K} P_{i,j} \cdot VT_{i,j}}{\sum_{i=1}^{K} VF_{i,j}}$$

Donde:

j	Instrumento j
k	Número de ofertas del instrumento j
$P_{i,j}$	Precio observado en la oferta i del instrumento j
$VT_{i,j}$	Valor ofertado en la operación i del instrumento j
PPP_j	Postura promedio

Los precios que se obtengan bajo el criterio mencionado anteriormente se considerarán de *NIVEL 1* de acuerdo con lo descrito en la Norma Internacional de Información Financiera (NIIF 13).

Tercer criterio (Arrastre). En caso de que las ofertas no cumplan con los criterios anteriores, el precio será igual al precio del día hábil anterior reportado por Valmer. Este tercer criterio, se aplicará durante los primeros 20 días hábiles de no contar con información propia de mercado, por lo tanto, serán considerados como *NIVEL 3* según la NIIF 13.

Cuarto criterio (Variación de Valor en Libros). Posterior a los 20 días hábiles de aplicar el tercer criterio, el precio de valuación será el resultado de tomar el precio del último hecho dividido entre el valor en libros vigente a la fecha del hecho y el resultado se multiplica por el nuevo valor en libros.

$$PAV_t = UH_{t-n} * \left(\frac{VL_t}{VL_{t-n}}\right)$$

donde,

PAV_t = Precio actualizado para valuación en el día t de valuación
UH_{t-n} = Último hecho registrado en la bolsa de origen en el día t-n
VL_t = Valor en libros de la emisora en el día t de valuación
VL_{t-n} = Valor en libros de la emisora en el día t-n

Quinto criterio (Derechos). Si algún título tiene un evento de los listados a continuación y no tuvo operación el día en que tiene efecto el mismo evento, el precio del vector se afectará de la siguiente forma:

- Dividendo en efectivo: Al precio de vector se le restará el importe del dividendo entregado en efectivo por acción.
- Dividendo en acciones: Se realizará el ajuste (disminución) del precio en la acción por la razón que represente el número de acciones entregadas en dividendos y el número de acciones por la que es entregado el dividendo.
- Split: El precio se ajustará en función de la proporción en que se realice el fraccionamiento del valor nominal de una acción en valores nominales más pequeños publicado por la entidad de referencia.
- Split inverso: El precio se ajustará en función de la proporción en que se realice el agrupamiento del valor nominal de una acción en valores nominales más grandes publicado por la entidad de referencia.
- Suscripción: En caso de que el precio de suscripción sea inferior al que se tiene en el vector de precios, éste último se ajustará al precio de suscripción registrado.
- Fusión: El precio de la acción será el reportado por la Bolsa Nacional de Valores.
- Escisión: El precio de la acción se fraccionará en la razón en que hayan sido publicado por la entidad de referencia.

Los precios que se reporten bajo el criterio mencionado anteriormente se considerarán de *NIVEL 1* de acuerdo con lo descrito en la NIIF 13.

B) Fondos Cerrados tipo No Financiero.

Criterios para obtener los Niveles de Mercado

En todo momento, se privilegia la información de mercado para la obtención de precios y la determinación del valor razonable. A continuación, se muestran los criterios a seguir tomando en consideración las referencias de mercado disponibles para la generación de los precios de valuación.

Cabe aclarar que cuando la información disponible en el mercado (nivel por ofertas, contratos, valor en libros o demás que puedan influir en el precio publicado en el vector) sea incongruente o inconsistente. el Comité Técnico de Valuación deliberará y determinará los niveles de valuación manteniéndose apegado a las condiciones propias del mercado.

La aplicación de los criterios tiene un ordenamiento jerárquico de acuerdo con la disponibilidad de la información.

Primer criterio (Contratos). Para el caso de emisores locales, se utiliza la información de los Contratos siempre y cuando el valor transado de las operaciones sea mayor o igual a lo descrito en el siguiente cuadro.
.

Tipo de titulo	Emisores Locales	Fondos Cerrados
Colones (en millones)	20	75
Dólares (en miles)	40	125

El nivel de mercado es igual al Precio Promedio Ponderado (PPP), la ponderación se realiza con respecto al valor transado, por lo tanto, se da mayor peso a los contratos con mayor operación.

$$PPP_j = \frac{\sum_{i=1}^{K} P_{i,j} \cdot VT_{i,j}}{\sum_{i=1}^{K} VF_{i,j}}$$

Donde:

j	Instrumento j
k	Número de operaciones del instrumento j
$P_{i,j}$	Precio observado en la operación i del instrumento j
$VT_{i,j}$	Valor transado observado en la operación i del instrumento j
PPP_j	Precio promedio ponderado del instrumento j

Se excluyen las operaciones entre una misma entidad o grupo financiero (cruzadas) siempre y cuando el monto de la transacción no sea mayor al 1% de la emisión.

Los precios que se obtengan bajo el criterio mencionado anteriormente se considerarán de *NIVEL 1* de acuerdo con lo descrito en la Norma Internacional de Información Financiera (NIIF 13).

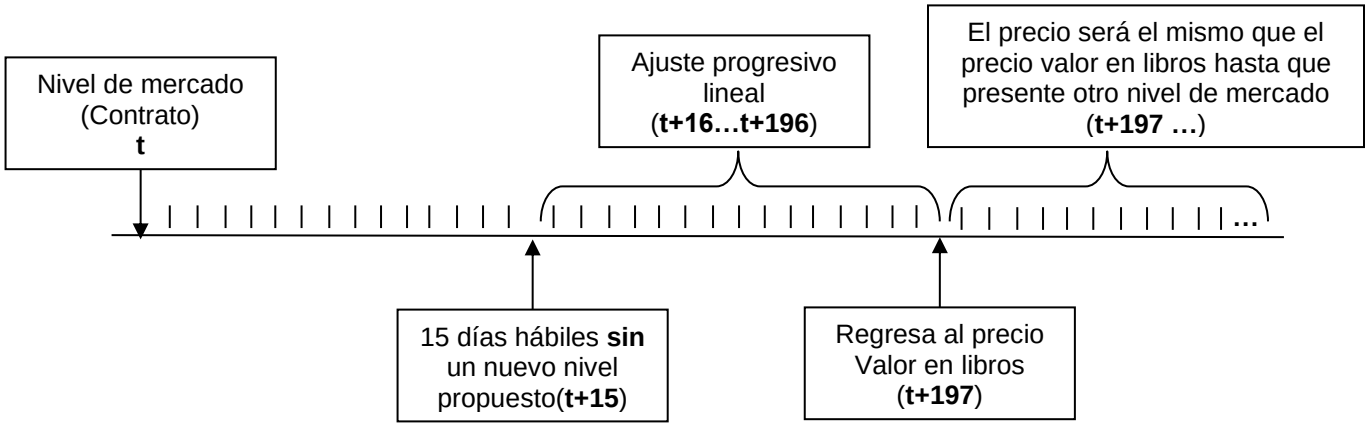
Día hábil siguiente en la que el precio obedece a este primer criterio:

a) Si en los siguientes 15 días hábiles no se presenta nueva información de mercado que cumpla con los criterios de contratos u ofertas, el precio para dicho instrumento se mantendrá sin cambio alguno. A partir del décimo sexto día hábil se aplicará el regreso lineal a su valor en libros para los siguientes 180 días hábiles.

b) En caso de existir un contrato donde se confirme o proponga un nuevo nivel que mejore el precio de vector durante los siguientes 15 días hábiles se reiniciará la cuenta para el regreso al valor en libros siguiendo nuevamente lo descrito en el inciso a.

c) En caso de existir un postura u oferta que mejore el precio de vector durante los siguientes 15 días hábiles se reiniciará la cuenta para el regreso al valor en libros, al día posterior recibida la oferta se aplicará el regreso lineal al valor en libros durante los próximos 180 días hábiles.

Es decir, a partir del día que se presente el nivel de mercado se iniciará la cuenta de 15 días hábiles, si después de este periodo no se presenta algún cambio por información de mercado, se iniciaría con el regreso de manera



progresiva y lineal del precio (aplicando un factor de regreso) al precio valor en libros durante los siguientes 181 días hábiles.

$$Fr = \frac{VL_{t-1} - PV_{t-1}}{180}$$

Donde:

Fr Factor de regreso.
VL_{t-1} Precio valor en libros ayer.
PV_{t-1} Precio vector ayer.

$$PV_t = PV_{t-1} + Fr$$

Donde:

Fr Factor de regreso.
PV_t Precio vector hoy.
PV_{t-1} Precio vector ayer.

A excepción del día 197 donde $PV_t = VL_t$

Una vez que regresé al precio valor en libros su precio se moverá con forme a este hasta presentarse información de mercado (contratos u ofertas) que indique un nuevo nivel.

Para este proceso de regreso o ajuste al valor en libros, acorde a lo descrito en la NIIF 13, el precio que reciba este efecto será *NIVEL 2.*

De no cumplir con las condiciones anteriores, se utiliza el segundo criterio.

Segundo criterio (Ofertas). Se utiliza la información de las Ofertas siempre y cuando cumpla con las siguientes condiciones:

1. Se excluyen las ofertas que son recompras y ofertas públicas de adquisición o intercambio.
2. El valor transado de la postura sea mayor o igual a lo descrito en el siguiente cuadro:

Tipo de título	Emisores Locales	Fondos Cerrados
Colones (en millones)	20	100
Dólares (en miles)	40	150

Se considerarán montos superiores para que generen una mayor certeza del valor y éste se vea reflejado en el vector de precios evitando así que con montos pequeños se desvirtúe el precio de los títulos accionarios y títulos de participación.

3. Haya permanecido en pantalla durante toda la sesión de negociación hasta la toma de información de acuerdo con lo establecido en los insumos para la valoración[1] descritos en la presente metodología.

4. El nivel de mercado es igual al Promedio Ponderado de posturas que mejoren el precio de valuación del día anterior con sus respectivos montos, por lo tanto, se considerará de mayor peso a las ofertas con monto superior.

$$PPP_j = \frac{\sum_{i=1}^{K} P_{i,j} \cdot VT_{i,j}}{\sum_{i=1}^{K} VF_{i,j}}$$

Donde:

j Instrumento j

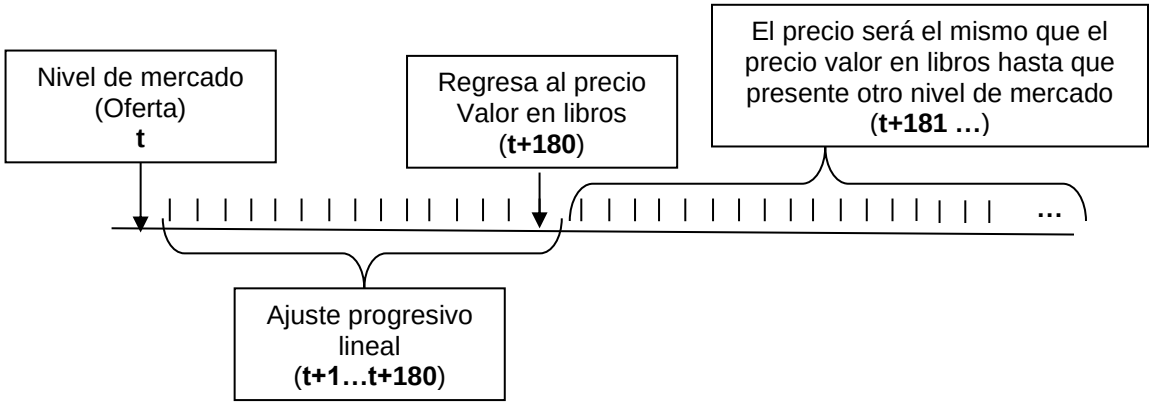
[1] *Ver "INSUMOS PARA LA VALORACIÓN" Pag.1*

k	Número de ofertas del instrumento j
$P_{i,j}$	Precio observado en la oferta i del instrumento j
$VT_{i,j}$	Valor ofertado en la operación i del instrumento j
PPP_j	Postura promedio ponderado del instrumento j

5. Las posturas que mejoren el precio de valuación del día anterior y cumplan lo antes descrito estarán limitadas a una variación máxima del ± 10% respecto al precio valor en libros o el nivel vigente originado por un contrato que haya marcado nivel.

Los precios que se obtengan bajo el criterio mencionado anteriormente se considerarán de *NIVEL 1* de acuerdo con lo descrito en la Norma Internacional de Información Financiera (NIIF 13).

Al día siguiente de que se presente la oferta, se iniciaría con el regreso de manera progresiva y lineal del precio (aplicando un factor de regreso) al precio valor en libros durante los siguientes 180 días hábiles. En caso de presentar un contrato u oferta que los filtros anteriormente descritos, se reiniciará la cuenta para el regreso al precio valor en libros.



$$Fr = \frac{VL_{t-1} - PV_{t-1}}{180}$$

Donde:

Fr	Factor de regreso.
VL_{t-1}	Precio valor en libros ayer.
PV_{t-1}	Precio vector ayer.

$$PV_t = PV_{t-1} + Fr$$

Donde:

Fr	Factor de regreso.
PV_t	Precio vector hoy.
PV_{t-1}	Precio vector ayer.

A excepción del día 180 donde $PV_t = VL_t$

Una vez que regresé al precio valor en libros su precio se moverá con forme a este hasta presentarse información de mercado (contratos u ofertas) que indique un nuevo nivel.

Para este proceso de regreso o ajuste al valor en libros, acorde a lo descrito en la NIIF 13, el precio que reciba este efecto será *NIVEL 2.*

Tercer Criterio (Seguimiento). En caso de que los contratos y ofertas no cumplan con los criterios anteriores, el precio reportado será igual al último precio de valor en libros dado a conocer de forma diaria por la SUGEVAL, evitando de esta forma un rezago en el mismo. Por lo tanto, será considerado como *NIVEL 2* según la NIIF 13.

El cuarto criterio se aplicará solamente para el caso de Títulos de Participación No Financieros (Fondos de Inversión de Titularización, Fondos de Inversión de Desarrollo Inmobiliario y Fondos de Inversión Inmobiliarios).

Cuarto criterio (Comunicados). Para Fondos de Inversión de Titularización y Desarrollo Inmobiliario se considerará el pago del principal.

Para este caso, acorde a lo descrito en la NIIF 13, el precio que reciba este efecto será *NIVEL 2.*

C) Fondos de Inversión Abiertos

Características Generales

Para identificar cada fondo de inversión abierto se utilizará el "identificador" el cual aparecerá como ISIN y SERIE dentro del vector.

Para el nemo instrumento se asignarán 3 tipos de "nemotécnico":

a. fa= Fondos de inversión abiertos colones.
b. fa$= Fondos de inversión abiertos dólares.
c. fae = Fondos de inversión abiertos euros.
d. Para el caso de los instrumentos que posean identificador por parte de la Superintendencia de Pensiones (SUPEN), se les colocará dicho identificador.

El nemo emisor, se tomará el asignado por la Bolsa nacional de Valores, en los casos que la SAFI no posea designación por parte de la BNV, Valmer le asignará un nemo compuesto por máximo 5 caracteres.

El proceso diario comienza con la extracción del archivo desde el Web Service de la SUGEVAL, este archivo se extrae a la 1:00 pm, por lo tanto, la información de los fondos abiertos se generará con un día de atraso. Es debido a esto, que serán considerados como *NIVEL 1* según la NIIF 13.

Fuentes de Información

● Web Service de la SUGEVAL (información t-1)

Criterios para obtener los Niveles de Mercado

En todo momento, se privilegia la información de mercado para la obtención de precios y la determinación del valor razonable. A continuación, se muestran los criterios a seguir tomando en consideración las referencias de mercado disponibles para la generación de los precios de valuación.

La aplicación de los criterios tiene un ordenamiento jerárquico de acuerdo con la disponibilidad de la información.

Primer criterio. El proceso continúa con el cálculo del valor de participación, donde se procede a dividir el activo neto entre el total de participaciones generando el Valor de participación.

En el caso de que el Valor de participación mencionado en el punto anterior genere una variación significativa con respecto al último nivel reportado, este deberá mantenerse vigente durante tres días consecutivos para marcar un nuevo nivel.

Segundo criterio. Para los casos en lo que no se cuente con información publicada, se calculará un precio aplicando un "Benchmark".

Benchmarks de Fondos de Inversión Abiertos. Definiremos a un índice como un cálculo que captura las características y movimientos representativos de las Categorías de Fondos de Inversión, así como dar una medida del rendimiento que este conjunto de activos ha presentado durante un periodo de tiempo determinado.

Los Benchmarks para los Fondos de Inversión Abiertos en Costa Rica son:

Benchmark	A	B	C	D	E
Abierto_EURO	NA	NA	NA	NA	SI
Abierto _Dólar_EU	SI	SI	SI	SI	SI
Abierto_Colon_Costarricense	SI	SI	NA	NA	SI

A. Mercado de Dinero
B. Ingreso
C. Megafondo
D. Accionario
E. Crecimiento

Los Benchmarks serán construidos en base a la información diaria publicada por las Sociedades Administradoras de Fondos de Inversión inscritas ante la SUGEVAL y se agrupan de acuerdo con el cuadro anterior.

Se procede a obtener el ponderador de la fecha usando la información disponible en base al siguiente algoritmo:

$$RB = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{P_i^t}{P_i^{t-1}}\right) * AN_i}{\sum_{i=1}^{n} AN_i}$$

Donde:

P_i^t Precio del fondo i en tiempo t

P_i^{t-1} Precio del fondo i en tiempo t – 1

AN_i Activo Neto del fondo i

RB Rendimiento del Benchmark

Para los fondos de inversión cuyo precio se determine bajo el segundo criterio y se reconstruya mediante el benchmark de la familia, de acuerdo con la NIIF 13 recibirán el nivel acorde con la siguiente tabla:

Tipo Instrumento	Nivel de precio acorde a la NIIF 13
Alguno de los instrumentos que pertenecen al Benchmark presenta información de la SUGEVAL.	Nivel 2
Ninguno de los instrumentos que pertenecen al Benchmark presenta información de la SUGEVAL.	Nivel 3

1.5 Títulos Accionarios de Emisores Extranjeros

Características Generales

Los títulos accionarios tienen características distintas a los títulos de deuda ya que carecen de fecha de vencimiento, no tienen una periodicidad definida para otorgar flujos (si es que lo hacen), ni tienen una cantidad preestablecida por devengar, entre las principales diferencias. Debido a esto, los títulos accionarios solamente se valoran a partir de los precios de hechos observados en los mercados en donde estos operan, sin que sea necesario realizar algún cálculo adicional.

Para dar de alta un instrumento, es necesario que los usuarios reporten de forma anticipada los instrumentos que requieren agregar al Vector de Precios a través de sus respectivos ISIN.

Fuentes de Información

- Sistema de información Refinitiv

Criterios para obtener los Niveles de Mercado

En todo momento, se privilegia la información de mercado para la obtención de precios y la determinación del valor razonable. A continuación, se muestran los criterios a seguir tomando en consideración las referencias de mercado disponibles para la generación de los precios de valuación.

La aplicación de los criterios tiene un ordenamiento jerárquico de acuerdo con la disponibilidad de la información.

Primer criterio ("Refinitiv"). El nivel de mercado es igual al precio reportado por "Refinitiv" a las 13:15 hrs.
Los precios que se obtengan bajo el criterio mencionado anteriormente se considerarán de *NIVEL 1* de acuerdo con lo descrito en la Norma Internacional de Información Financiera (NIIF 13).

En caso de que no haya precio publicado por esta fuente de información, se utiliza el segundo criterio.

Segundo criterio (Arrastre). El precio será igual al precio del día hábil anterior reportado por Valmer.

Los precios que se obtengan bajo el criterio mencionado anteriormente se considerarán de *NIVEL 3* de acuerdo con lo descrito en la Norma Internacional de Información Financiera (NIIF 13).

2. CONSTRUCCIÓN DE CURVAS

2.1 Curvas Soberana de rendimiento en colones

A) Características Generales

➢ **Nombre de la curva en WEB**	Soberana de rendimientos en colones
➢ **Nombre del archivo**	Soberana_Yield_CRCaaaammdd.csv
➢ **Plazo máximo de generación**	10,000 días
➢ **Base**	Semestral 30/360
➢ **Tipo de tasa**	Rendimiento (Yield)
➢ **Insumos para el "Bootstrapping"**	No aplica
➢ **Interpolación**	Interpolación Cúbica con estimación lineal de Pendientes
➢ **Extrapolación**	Yield implícito en curva cero

aaaammdd *corresponde a la fecha de generación en formato de año con 4 caracteres, mes con 2 caracteres y día con 2 caracteres.*

B) Fuentes de Información

La periodicidad para el análisis en la muestra de la curva se realizará por lo menos 2 veces al año.

Los bonos seleccionados para la muestra que compone la curva soberana en colones son los instrumentos del Capítulo 1, inciso A) "Bonos de Estabilización Monetaria (bem0, bem) y Títulos de Propiedad sobre Bonos de Deuda Interna (tp0, tp)" que tengan el índice de representatividad más alto para reflejar las mejores condiciones de liquidez para este segmento. Este índice se calculará por lo menos dos veces al año, incluyendo al menos los 4 instrumentos con mayor valor del índice de representatividad que mejor proporcionen referencias para todo el largo de la curva.

En caso de que la recomposición de la muestra implique cambios significativos en la curva, se aplicará un cambio gradual. Esta transición se aplicará en un plazo máximo de dos semanas ponderando de forma creciente la curva resultante de la nueva muestra y de forma decreciente la curva resultante de la muestra anterior.

Los bonos seleccionados para construir las curvas soberanas son informados en la sección de Curvas >> Muestra de Bonos del *web site* de Valmer Costa Rica.

C) Determinación de nodos y construcción de la curva

Para formar la parte corta de la curva será necesario realizar diariamente un análisis de los instrumentos cero cupón gubernamentales en colones para determinar cuáles de ellos serán los que formarán parte de la curva. Esto se lleva a cabo analizando el monto de operación y los niveles de tasas. Una vez realizado esto se obtiene la tasa compuesta a partir de la tasa simple de los bonos cero cupón.

Mientras tanto para los instrumentos fijos se obtiene la Yield a partir de los Precios Limpios y del modelo teórico, es decir, para cada bono se obtiene la Yield (Y), que cumpla con la siguiente igualdad:

$$PL + IntDev = \sum_{i=1}^{K} \frac{N \cdot r_C \cdot TF(T_{i-1}, T_i, CD)}{\left(1 + \frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t, T_i, CD)}} + \frac{N}{\left(1 + \frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t, T_K, CD)}}$$

Donde:

PL	Precio Limpio
IntDev	Intereses Devengados
t	Fecha de Valoración
T_0	Fecha inmediata anterior de pago de cupón con respecto a t. En caso de no existir, se considera la fecha de emisión
T_i	Fechas de Pago del cupón i. Para i = 1, …, K
N	Valor Nominal
Y	Yield
m	Periodicidad. En este caso es igual a 2 porque es semestral
r_C	Tasa del cupón (tasa neta si el instrumento es sujeto a retención de impuestos)
CD	Convención de días. En este caso se considera 30/360
$TF(t,T_i,CD)$	Fracción de año entre **t** y $\mathbf{T_i}$. Se utiliza para obtener el Valor Presente del cupón **i**
$TF(T_{i-1},T_i,CD)$	Fracción de año entre $\mathbf{T_{i-1}}$ y $\mathbf{T_i}$. Se utiliza para obtener el Flujo de Efectivo del cupón **i**

La Yield se expresa semestralmente y con convención de días 30/360.

Para extender la curva yield al mismo plazo que la curva cupón cero, se obtiene el yield implícito en la curva cero cupón soberana en colones (sección 2.3), suponiendo un bono con una cantidad de días por vencer acorde al nodo máximo de la curva en cuestión, con periodicidad 2 y tasa cupón igual a la del bono gubernamental (G o BCCR) con mayor plazo. Con esta curva cero se descuentan todos los flujos de este bono hipotético para obtener su precio, y se despeja el rendimiento del bono.

Una vez obtenidos los nodos, se interpolan con el método cúbico con estimación lineal de pendientes[2] para encontrar la estructura temporal de tasas hasta el plazo máximo de generación.

2.2 Curva Soberana de rendimiento en dólares

A) Características Generales

➢ **Nombre de la curva en WEB**	Soberana de rendimientos en dólares
➢ **Nombre del archivo**	Soberana_Yield_USDaaaammdd.csv
➢ **Plazo máximo de generación**	10,000 días
➢ **Base**	Semestral 30/360
➢ **Tipo de tasa**	Rendimiento (Yield)
➢ **Insumos para el "Bootstrapping"**	No aplica
➢ **Interpolación**	Interpolación Cúbica con estimación lineal de Pendientes
➢ **Extrapolación**	Yield implícito en curva cero

[2] *Se explica el modelo en la sección 4.2.*

B) Fuentes de Información

La periodicidad para el análisis en la muestra de la curva se realizará por lo menos 2 veces al año.

Los bonos seleccionados para la muestra que compone la curva soberana en dólares son los instrumentos del Capítulo 1, inciso B) "Títulos de Propiedad sobre Bonos de Deuda Interna en dólares (tp$)" que tengan el índice de representatividad más alto para reflejar las mejores condiciones de liquidez para este segmento. Este índice se calculará por lo menos dos veces al año, incluyendo al menos los 4 instrumentos con mayor valor del índice de representatividad que mejor proporcionen referencias para todo el largo de la curva.

En caso de que la recomposición de la muestra implique cambios significativos en la curva, se aplicará un cambio gradual. Esta transición se aplicará en un plazo máximo de dos semanas ponderando de forma creciente la curva resultante de la nueva muestra y de forma decreciente la curva resultante de la muestra anterior.

Los bonos seleccionados para construir las curvas soberanas son informados en la sección de Curvas >> Muestra de Bonos del *web site* de Valmer Costa Rica.

C) Determinación de nodos y construcción de la curva

Debido a que en el mercado no se colocan comúnmente bonos cupón cero, la formación de la parte corta de la curva se determinará de la siguiente manera en caso de no existir bonos cupón cero o fijos en el corto plazo:

- Se elegirá un bono soberano fijo en dólares que ya se encuentre en el corto plazo y se calculará su tasa simple equivalente.

- Se elaborará semanalmente una curva de referencia de tasas simples generada a partir de los 3 emisores más bursátiles bancarios. Los componentes de esta curva se determinarán a partir de un análisis de bursatilidad de los instrumentos y congruencia en tasas respecto a los días a vencimiento de estos.

Posteriormente se determina el spread entre la tasa simple del bono soberado y la curva de referencia para aplicar dicho spread en los nodos que estableceremos como fijos (1, 7, 30, 90, 180 y 360) de la curva bancaria y por ende obtener los nuevos niveles de tasas simples para dichos nodos.

Con las tasas de los nodos del corto plazo se obtiene la tasa compuesta a partir de la tasa simple de los bonos cero cupón.

Posteriormente se obtiene la Yield de cada instrumento cuponado a partir de los Precios Limpios de los bonos de tasa fija (tp$) y del modelo teórico.

$$PL + IntDev = \sum_{i=1}^{K} \frac{N \cdot r_C \cdot TF(T_{i-1}, T_i, CD)}{\left(1 + \frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t, T_i, CD)}} + \frac{N}{\left(1 + \frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t, T_K, CD)}}$$

Donde:

PL	Precio Limpio
IntDev	Intereses Devengados
t	Fecha de Valoración
T_0	Fecha inmediata anterior de pago de cupón con respecto a t. En caso de no existir, se considera la fecha de emisión

T_i	Fechas de Pago del cupón i. Para i = 1, …, K
N	Valor Nominal
Y	Yield
m	Periodicidad. En este caso es igual a 2 porque es semestral
r_C	Tasa del cupón (tasa neta si el instrumento es sujeto a retención de impuestos)
CD	Convención de días. En este caso se considera 30/360
$TF(t,T_i,CD)$	Fracción de año entre **t** y $\mathbf{T_i}$. Se utiliza para obtener el Valor Presente del cupón **i**
$TF(T_{i-1},T_i,CD)$	Fracción de año entre $\mathbf{T_{i-1}}$ y $\mathbf{T_i}$. Se utiliza para obtener el Flujo de Efectivo del cupón **i**

La Yield se expresa semestralmente y con convención de días 30/360.

Para extender la curva yield al mismo plazo que la curva cupón cero, se obtiene el yield implícito en la curva cero cupón soberana en dólares (sección 2.4), suponiendo un bono con una cantidad de días por vencer acorde al nodo máximo de la curva en cuestión, con periodicidad 2 y tasa cupón igual a la del bono gubernamental (G) con mayor plazo. Con esta curva cero se descuentan todos los flujos de este bono hipotético para obtener su precio, y se despeja el rendimiento del bono.

Una vez obtenidos los nodos, se interpolan con el método cúbico con estimación lineal de pendientes[3] para encontrar la estructura temporal de tasas hasta el plazo máximo de generación.

2.3 Curva Soberana Cero en colones

A) Características Generales

➢ **Nombre de la curva en WEB**	Soberana cero en colones
➢ **Nombre del archivo**	Soberana_CeroCupon_CRCyyyymmdd.csv
➢ **Plazo máximo de generación**	10,000 días
➢ **Base**	Simple 30/360
➢ **Tipo de tasa**	Cero
➢ **Insumos para el "Bootstrapping"**	Bonos de Tasa fija utilizados en la Curva Soberana de rendimiento en colones
➢ **Interpolación**	Interpolación Cúbica con estimación lineal de Pendientes
➢ **Extrapolación**	Forward constante

B) Fuentes de Información

Los bonos seleccionados para la muestra que compone la curva soberana en colones son los instrumentos del Capítulo 1, inciso A) "Bonos de Estabilización Monetaria (bem0, bem) y Títulos de Propiedad sobre Bonos de Deuda Interna (tp0, tp)" que tengan el índice de representatividad más alto para reflejar las mejores condiciones de liquidez para este segmento. Este índice se calculará por lo menos dos veces al año, incluyendo al menos los 4 instrumentos con mayor valor del índice de representatividad que mejor proporcionen referencias para todo el largo de la curva.

[3] Se explica el modelo de Interpolación Lineal en el Anexo II, Sección 1.

En caso de que la recomposición de la muestra implique cambios significativos en la curva, se aplicará un cambio gradual. Esta transición se aplicará en un plazo máximo de dos semanas ponderando de forma creciente la curva resultante de la nueva muestra y de forma decreciente la curva resultante de la muestra anterior.

Los bonos seleccionados para construir las curvas soberanas son informados en la sección de Curvas >> Muestra de Bonos del *web site* de Valmer Costa Rica.

C) Determinación de nodos y construcción de la curva

A partir de los bonos cupón cero y el bono de tasa fija con menos días al vencimiento se aplica el método de "Bootstrapping", para obtener los primeros niveles de la curva cero.

Para agregar los siguientes nodos a la curva, se aplica sucesivamente el "Bootstrapping" hasta el bono con más días al vencimiento.

● *Primer nodo (un día)*
Se considera el promedio ponderado por volumen de la tasa de interés promedio de los mercados MIL y MEDI en Colones Costarricenses que publica el Banco Central de Costa Rica.
Una vez obtenidos los nodos, se interpolan con el método cúbico con estimación lineal de pendientes[4] para encontrar la estructura temporal de tasas hasta el plazo máximo de generación.

Considerando que existen emisiones en colones con vencimiento posterior al de bonos gubernamentales, es necesaria una extrapolación de la curva gubernamental para que ésta sea la referencia para todas las emisiones contenidas en el vector de precios.

Para este propósito se extrapola la curva con el método "forward constante", descrito en el anexo 4.5, para extender el plazo más largo de la curva cero (definido por los días por vencer del bono con vencimiento más largo considerado para la construcción de la curva) hasta el nodo máximo de la curva.

2.4 Curva Soberana Cero en dólares

A) Características Generales

➢ **Nombre de la curva en WEB**	Soberana cero en dólares
➢ **Nombre del archivo**	Soberana_CeroCupon_USDyyyymmdd.csv
➢ **Plazo máximo de generación**	10,000 días
➢ **Base**	Simple 30/360
➢ **Tipo de tasa**	Cero
➢ **Insumos para el "Bootstrapping"**	Bonos de Tasa fija utilizados en la Curva Soberana de rendimiento en dólares
➢ **Interpolación**	Interpolación Cúbica con estimación lineal de Pendientes
➢ **Extrapolación**	Forward constante

[4] *Se explica el modelo en la sección 4.2.*

B) Fuentes de Información

La periodicidad para el análisis en la muestra de la curva se realizará por lo menos 2 veces al año.

Los bonos seleccionados para la muestra que compone la curva soberana en dólares son los instrumentos del Apartado 1.1, inciso B) "Títulos de Propiedad sobre Bonos de Deuda Interna en dólares (tp0$, tp$)" que tengan el índice de representatividad más alto para reflejar las mejores condiciones de liquidez para este segmento. Este índice se calculará por lo menos dos veces al año, incluyendo al menos los 4 instrumentos con mayor valor del índice de representatividad que mejor proporcionen referencias para todo el largo de la curva.

En caso de que la recomposición de la muestra implique cambios significativos en la curva, se aplicará un cambio gradual. Esta transición se aplicará en un plazo máximo de dos semanas ponderando de forma creciente la curva resultante de la nueva muestra y de forma decreciente la curva resultante de la muestra anterior.

Los bonos seleccionados para construir las curvas soberanas son informados en la sección de Curvas >> Muestra de Bonos del *web site* de Valmer Costa Rica.

C) Determinación de nodos y construcción de la curva

● *Primer nodo (un día)*
Se considera la tasa de interés promedio del mercado MIL en Dólares de los Estados Unidos de América que publica el Banco Central de Costa Rica.

Debido a que en el mercado no se colocan comúnmente bonos cupón cero, la formación de la parte corta de la curva se determinará de la siguiente manera en caso de no existir bonos cupón cero o fijos en el corto plazo:

- Se elegirá un bono soberano fijo en dólares que ya se encuentre en el corto plazo y se calculará su tasa simple equivalente.

- Se elaborará semanalmente una curva de referencia de tasas simples generada a partir de los 3 emisores más bursátiles bancarios. Los componentes de esta curva se determinarán a partir de un análisis de bursatilidad de los instrumentos y congruencia en tasas respecto a los días a vencimiento de los mismos.

Posteriormente se determina el spread entre la tasa simple del bono soberado y la curva de referencia para aplicar dicho spread en los nodos que estableceremos como fijos (1, 7, 30, 90, 180 y 360) de la curva bancaria y por ende obtener los nuevos niveles de tasas simples para dichos nodos.

Con las referencias obtenidas de corto plazo y el bono de tasa fija con menos días al vencimiento se aplica el método de "Bootstrapping", para obtener los primeros niveles de la curva cero.

Para agregar los siguientes nodos a la curva, se aplica sucesivamente el "Bootstrapping" hasta el bono de más días al vencimiento.

Una vez obtenidos los nodos, se interpolan con el método cúbico con estimación lineal de pendientes[5] para encontrar la estructura temporal de tasas hasta el plazo máximo de generación.

Para estandarizar los plazos de las curvas se hace una extrapolación de la curva gubernamental para que ésta sea la referencia para todas las emisiones contenidas en el vector de precios.

[5] *Se explica el modelo en la Sección 4.2.*

Para este propósito se extrapola la curva con el método “forward constante”, descrito en el anexo 4.5, para extender el plazo más largo de la curva cero (definido por los días por vencer del bono con vencimiento más largo considerado para la construcción de la curva) hasta el nodo máximo de la curva.

2.5 Curva Soberana de rendimiento de tudes

A) Características Generales

➢ **Nombre de la curva en WEB**	Soberana de rendimientos en tudes
➢ **Nombre del archivo**	Soberana_Yield_TUDESaaaammdd.csv
➢ **Plazo máximo de generación**	10,080 días
➢ **Base**	Semestral 30/360
➢ **Tipo de tasa**	Rendimiento (Yield)
➢ **Insumos para el “Bootstrapping”**	No aplica
➢ **Interpolación**	Interpolación Cúbica con estimación lineal de Pendientes
➢ **Extrapolación**	No aplica

B) Fuentes de Información

Se consideran como componentes de la curva yield de tudes las series estandarizadas G_tudes y BCCR_bemud con mayor valor del índice de representatividad. Los bonos seleccionados para construir las curvas soberanas son informados del *web site* de Valmer Costa Rica en la sección de Curvas >> Muestra de Bonos.

C) Determinación de nodos y construcción de la curva

Se obtiene la Yield de cada instrumento a partir de los Precios Limpios de los bonos de tasa fija tudes y del modelo teórico.

$$PL + IntDev = \sum_{i=1}^{K} \frac{N \cdot r_C \cdot TF(T_{i-1}, T_i, CD)}{\left(1 + \frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t, T_i, CD)}} + \frac{N}{\left(1 + \frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t, T_K, CD)}}$$

Donde:

PL	Precio Limpio
IntDev	Intereses Devengados
t	Fecha de Valoración
T_0	Fecha inmediata anterior de pago de cupón con respecto a t. En caso de no existir, se considera la fecha de emisión
T_i	Fechas de Pago del cupón i. Para i = 1, …, K
N	Valor Nominal
Y	Yield
m	Periodicidad. En este caso es igual a 2 porque es semestral
r_C	Tasa del cupón (tasa neta si el instrumento es sujeto a retención de impuestos)
CD	Convención de días. En este caso se considera 30/360
$TF(t,T_i,CD)$	Fracción de año entre **t** y $\mathbf{T_i}$. Se utiliza para obtener el Valor Presente del cupón **i**
$TF(T_{i-1},T_i,CD)$	Fracción de año entre $\mathbf{T_{i-1}}$ y $\mathbf{T_i}$. Se utiliza para obtener el Flujo de Efectivo del cupón **i**

La Yield se expresa semestralmente y con convención de días 30/360.

Una vez obtenidos los nodos, se interpolan con el método cúbico con estimación lineal de pendientes[6] para encontrar la estructura temporal de tasas hasta el plazo máximo de generación.

2.6 Curva Soberana Cero de tudes

A) Características Generales

➢ **Nombre de la curva en WEB**	Soberana cupón cero TUDES
➢ **Nombre del archivo**	Soberana_CeroCupon_tudes_yyyymmdd.csv
➢ **Plazo máximo de generación**	10,080 días
➢ **Base**	Simple 30/360
➢ **Tipo de tasa**	Cero
➢ **Insumos para el "Bootstrapping"**	Bonos de Tasa fija utilizados en la Curva Soberana de rendimiento en tudes
➢ **Interpolación**	Interpolación Cúbica con estimación lineal de Pendientes
➢ **Extrapolación**	Forward constante

B) Fuentes de Información

Se consideran como componentes de la curva yield de tudes las series estandarizadas G_tudes y BCCR_bemud con mayor valor del índice de representatividad, informados a través del *web site* de Valmer Costa Rica.

C) Determinación de nodos y construcción de la curva

● *Primer nodo (1 y 360 días)*
Se obtiene la inflación esperada (π) por el mercado a un año de la Encuesta mensual de expectativas de inflación y de variación del tipo de cambio publicada por el Banco Central de Costa Rica. Con este dato y el nodo 360 de la curva cero nominal en colones (i_n) se obtiene la tasa real implícita (i_r) a 360 días de la siguiente forma:

$$i_r = \frac{1+i_n}{1+\pi} - 1$$

A partir de este nodo a 360 días, se obtiene por método de tasa equivalente el nodo a 1 día.

Con estas referencias de tasa cero cupón real y el bono de tasa fija con menos días al vencimiento se aplica el método de "Bootstrapping", para obtener los primeros niveles de la curva cero.

Para agregar los siguientes nodos a la curva, se aplica sucesivamente el "Bootstrapping" hasta el bono de más días al vencimiento.

Una vez obtenidos los nodos, se interpolan con el método cúbico con estimación lineal de pendientes[7] para encontrar la estructura temporal de tasas hasta el plazo máximo de generación.

[6] *Se explica el modelo en la Sección 4.2.*

[7] *Se explica el modelo en la Sección 4.2.*

Para estandarizar los plazos de las curvas se hace una extrapolación de la curva gubernamental para que ésta sea la referencia para todas las emisiones reales contenidas en el vector de precios.

Para este propósito se extrapola la curva con el método “forward constante”, descrito en el anexo 4.5, para extender el plazo más largo de la curva cero (definido por los días por vencer del bono con vencimiento más largo considerado para la construcción de la curva) hasta el nodo máximo de la curva.

2.7 Curvas de Banca Privada y Entidades Financieras no bancarias

A) Características Generales

➢ **Nombre de la curva en WEB**	Banca privada colones
➢ **Nombre del archivo**	BancaPrivada_CeroCupon_colones_yyyymmdd.csv
➢ **Plazo máximo de generación**	360 días
➢ **Base**	Simple 30/360
➢ **Tipo de tasa**	Cero
➢ **Insumos para el “Bootstrapping”**	Colocación de certificados de banca privada en colones
➢ **Interpolación**	Interpolación Cúbica con estimación lineal de Pendientes
➢ **Extrapolación**	No aplica

➢ **Nombre de la curva en WEB**	Banca privada dólares
➢ **Nombre del archivo**	BancaPrivada_CeroCupon_dolares_yyyymmdd.csv
➢ **Plazo máximo de generación**	360 días
➢ **Base**	Simple 30/360
➢ **Tipo de tasa**	Cero
➢ **Insumos para el “Bootstrapping”**	Colocación de certificados de banca privada en dólares
➢ **Interpolación**	Interpolación Cúbica con estimación lineal de Pendientes
➢ **Extrapolación**	No aplica

➢ **Nombre de la curva en WEB**	Financiero Colones
➢ **Nombre del archivo**	Financiero_Colones.csv
➢ **Plazo máximo de generación**	360 días
➢ **Base**	Simple 30/360
➢ **Tipo de tasa**	Cero
➢ **Insumos para el “Bootstrapping”**	Colocación de certificados de Entidades Financieras no Bancarias en colones
➢ **Interpolación**	Interpolación Cúbica con estimación lineal de Pendientes
➢ **Extrapolación**	No aplica

➢ **Nombre de la curva en WEB**	Financiero Dólares
➢ **Nombre del archivo**	Financiero_Dolares.csv
➢ **Plazo máximo de generación**	360 días
➢ **Base**	Simple 30/360
➢ **Tipo de tasa**	Cero
➢ **Insumos para el "Bootstrapping"**	Colocación de certificados de Entidades Financieras no Bancarias en dólares
➢ **Interpolación**	Interpolación Cúbica con estimación lineal de Pendientes
➢ **Extrapolación**	No aplica

B) Fuentes de Información

Se consideran las colocaciones de certificados de depósito reportadas por la BNV, clasificadas por el catálogo de emisores de la Superintendencia General de Entidades Financieras como Banca privada y como Entidades Financieras no Bancarias. Este catálogo se puede consultar en la dirección web:

> *www.sugef.fi.cr >> Entidades Financieras >> Datos Generales >> Lista de Entidades Sujetas a la Fiscalización de la SUGEF*

C) Determinación de nodos y construcción de la curva

Los nodos estándar con que se emiten la gran mayoría de las emisiones son 30, 60, 90, 180, 270, 360, por lo que estos se establecen como nodos para las cuatro curvas de esta sección. Se obtiene el nivel promedio de los rendimientos con que son colocados todos los papeles, respetando su plazo de colocación, la moneda y su clasificación en la SUGEF.

Dado que existe un mercado secundario limitado de estos certificados, se define una matriz de spread obtenida para cada elemento del promedio del rendimiento de las nuevas colocaciones menos el nodo de la curva soberana correspondiente (curva soberana cero cupón en colones o en dólares). Con esto se logra que cuando no haya colocaciones, los nodos sin referencia de mercado se actualicen conforme lo haga la curva soberana.

Entonces, las curvas de Banca privada en colones y en dólares y las curvas de entidades financieras en colones y en dólares, se definen como un spread en puntos base (sobretasa) respecto a las curvas soberanas en colones y en dólares.

A partir del primer nodo a 30 días, se obtiene por método de tasa equivalente el nodo a 1 día.

Una vez obtenidos los nodos, se interpolan con el método cúbico con estimación lineal de pendientes[8] para encontrar la estructura temporal de tasas hasta el plazo máximo de generación.

En caso de que algún elemento de la matriz de spread no haya presentado alguna observación de mercado en un periodo de dos meses, el spread de estos rangos se sustituirá por la obtenida con el método de corrección de rezagos que consiste en realizar una regresión lineal por mínimos cuadrados de los puntos medios de los rangos que sí tengan referencias de mercado.

[8] *Se explica el modelo en la Sección 4.2.*

Este periodo de rezago puede actualizarse conforme las observaciones de mercado lo requieran, informando a través del *web site* de Valmer Costa Rica y por medio de correo electrónico a autoridades y clientes de su modificación.

3. DISTRIBUCIÓN DEL VECTOR DE PRECIOS

3.1 Formato de Comunicación del Vector de Precios

El Vector de Precios se distribuye todos los días hábiles del año por medio de un archivo con formato ASCII, de acuerdo con los siguientes campos:

DESCRIPCIÓN							
Descripción	**Tipo de Información**	**Longitud**	**Posición De:**	**A:**	**FORMATO ***	**Decimales**	**OBSERVACIONES**
Emisor	Alfanumérica	5	1	5	*****	NA	Nemotécnico del emisor
Instrumento	Alfanumérica	5	6	10	*****	NA	Nemotécnico del título valor
No. De Serie	Alfanumérica	12	11	22	**********	NA	Número de serie de las emisiones estandarizadas
Fecha de Vencimiento	Alfanumérica	10	23	32	dd/mm/aaaa	NA	Fecha de vencimiento de la emisión
Premio	Numérica	7	33	39	000.000	3	Premio adicional al factor de ajuste que utilizan los títulos tasa variable para pagar intereses
Precio %	Numérica	11	40	50	0000.000000	6	Precio porcentual al que se cotizan los títulos estandarizados en el mercado secundario de la Bolsa
Rendimiento	Numérica	7	51	57	00000.000	3	Tasa nominal a la cuál se negocian los títulos estandarizados cero cupón
Precio Monetario	Numérica	23	58	80	0000000000000000.000000	6	Precio expresado en términos económicos, aplica para acciones y títulos de participación de fondos
Forma Cálculo	Numérica	2	81	82	00	NA	Indicación del destino del precio/rendimiento reportado. Es un 1 si corresponda a mercado secundario y 0 si es calculado con alguna metodología (Ver Anexo III)

Características Generales del formato Vector de Precios

1. A cada renglón del Vector de Precios le corresponde un solo instrumento.

2. En caso de que algún carácter tenga valor nulo se realizará lo siguiente:

   • No es decimal, entonces el carácter tomará el valor "_"(espacio).
   • Es decimal, entonces el carácter tomará el valor 0.

3. Para efectos de cálculo se utilizan al menos 8 decimales.

4. Los nemotécnicos son iguales a los utilizados por la BNV para su negociación.

5. En caso de instrumentos de tasa fija el campo premio se define como "000.000".

6. Los campos de monto o valor no llevan "," (coma).

7. En caso de Títulos de Deuda se reportará:
    - Precio Limpio Porcentual
    - Tasa de Rendimiento

8. El precio monetario será aplicado sólo al caso de las acciones y títulos de participación de fondos abiertos y cerrados que sean cotizados sobre esta base.

9. El horario objetivo para la difusión del vector preliminar en el website de Valmer Costa Rica son las 14:30hrs, mientras que el vector definitivo a las 15:00 hrs.

Cabe destacar que los identificadores “Nemotécnico del emisor”, “Nemotécnico del título valor” y “Número de serie” utilizados en el vector de Valmer son los mismos registros con que la BNV reporta a Valmer el alta de la emisión.

3.2 Reglas Operativas para resolver Impugnaciones

El recurso de la impugnación es el medio a través del cual se ofrece a los usuarios del Vector de Precios el derecho de disconformidad con la información que contiene. Este recurso en caso de ser procedente debe llevarse a cabo bajo la supervisión del Comité Técnico de Valuación e informarse a los usuarios oportunamente.

Recepción de la Impugnación
Para solicitar la impugnación, es indispensable que todos los usuarios utilicen el formato preestablecido, para dar uniformidad y llevar un registro de las observaciones realizadas por los usuarios. Este formato tiene el nombre de “Formato de impugnación”. El usuario tendrá acceso a este formato para su llenado a través de la página Web de Valmer.

El tiempo de recepción de impugnaciones inicia con la liberación del Vector Preliminar entre las 14:30 y 15:00hrs, dando un tiempo de 30 minutos para que los usuarios hagan sus observaciones, y una vez atendidas dichas observaciones se distribuirá el Vector Definitivo.

Todas las observaciones realizadas por los usuarios deberán tener sustento técnico, y de ser aceptada la objeción (que modifiquen algún precio del vector previo) será comunicada a los usuarios por medio de la página WEB, o en caso de no poder acceder por este medio, se podrán realizar vía email.

Evolución de la Impugnación
El Comité Técnico de Valuación es el responsable de los resultados de impugnación ya que se encargará de aprobar su procedencia y coordinar a las áreas involucradas en el proceso de corrección y registro de los eventos en el proceso de impugnación.

El tiempo máximo para que el Comité Técnico de Valuación proporcione el resultado de la impugnación es una hora después de que se haya ingresado el formato de impugnación.

Se dará a conocer el resultado de la impugnación al usuario que la ingresó y en caso de ser procedente también se informará a todos los usuarios y a las autoridades correspondientes a través de los medios que soliciten.

3.3 Retrasos y mecanismos de contingencia para la generación y distribución del Vector

A) Retrasos

En el caso de existir cierta eventualidad por parte de alguna de las fuentes de información y que no se encuentre disponible a la "Hora de toma" se contactará a la(s) misma(s) para conocer el tiempo estimado de liberación. De persistir el retraso, se notificará a los clientes vía medios electrónicos a partir de la hora de "Aviso de retraso" el motivo de éste. Una vez que se da aviso del retraso, se procederá a esperar los insumos hasta la hora en "Límite de espera de información", llegado a este momento, se tomarán los insumos del día hábil previo para la fuente en cuestión, notificando a los clientes los instrumentos o tipo de instrumentos cuyo precio no fue actualizado debido a la falta de insumos por parte de la fuente.

Fuente de información	Hora de toma	Aviso de retraso	Límite de espera de información
Refinitiv, Markit, etc	1:15 pm	1:45 pm	3:10 pm
BNV (Emisiones/Altas)	12:00 pm	1:30 pm	3:00 pm
Fondos de SUGEVAL	1:15 pm	1:30 pm	3:00 pm
BNV (Contratos y ofertas)	1:15 pm	1:30 pm	4:00 pm
BNV (Tasas de referencia)	1:15 pm	1:45 pm	3:00 pm
BCCR (Curvas)	1:15 pm	1:45 pm	3:00 pm

*Las horas provistas son estimadas, dado que pueden variar por eventos ajenos a Valmer Costa Rica

Cuando los insumos por parte de alguna de las fuentes mencionadas anteriormente estén disponibles después de la hora de "Límite de espera de la información", dichos insumos serán considerados para la construcción de los reportes del día hábil siguiente, dando prioridad a la información vigente al día de valuación.

Si la razón del retraso es debido a una causa interna se notificará a los clientes lo antes posible vía medios electrónicos

B) Mecanismos de Contingencia

Para el caso en el que exista algún problema con los recursos internos mínimos requeridos para la construcción de los reportes diarios, se coordinará con el área en cuestión para la resolución del problema. Si el percance persiste de tal manera que comprometa los horarios de publicación habitual, se avisará a los clientes vía correo electrónico y página web mencionando el motivo y la hora estimada de liberación de los reportes diarios.

Los diferentes medios electrónicos de distribución de reportes diarios con los que cuenta Valmer Costa Rica son los siguientes:

- Web Service
- Página web
- Correo electrónico
- Ligas
- Servicio de SFTP

Dichos medios electrónicos estarán disponibles para subsanar cualquier contingencia de distribución de reportes diarios.

Si alguna de las fuentes de información mencionadas anteriormente notificara la existencia de cierta contingencia, se tomará la última información disponible como la vigente para dicha fuente.

Al transcurrir hora y media de retraso tanto por una eventualidad interna como externa, el Comité Técnico de Valuación y el Gerente General de Valmer se reunirán para deliberar si el vector del día hábil anterior será el vigente para el día actual, siendo el límite de esta decisión las 18:00 horas.

Valmer Costa Rica cuenta con un Plan de Continuidad de Negocio en el cual se han definido distintos escenarios que pudieran afectar el desarrollo de los procesos en la generación y difusión de la información habitual, dicho plan se encuentra vigente de acuerdo a los estándares del Grupo Bolsa Mexicana de Valores, el cual nos rige y cuyo objetivo es mitigar los posibles impactos ocasionados y dar continuidad a los procesos con estrategias que permitan la calidad y la efectividad en la continuidad.

4. ANEXOS

4.1 Periodo de Composición, Convención de días y Fracciones de año

Para definir de forma completa a una tasa de interés es necesario indicar el periodo de composición y la convención de días, ya que de esto dependen cálculos como los pagos de cupones o los factores de descuento.

Periodo de Composición

Indica el periodo al que se debe considerar el interés compuesto. Existen tres tipos de composición: 1) la discreta, en la cual se indica con un valor entero el número de veces al año que se compone la tasa, por ejemplo, si la tasa es semestral, entonces la tasa se compone 2 veces al año, 2) la continua, en la cual la composición se realiza en cada instante, por lo que con símbolos matemáticos se tendría una frecuencia infinita (∞) y 3) la simple, en la cual no existe interés compuesto.

A continuación, se muestran los principales periodos de composición:

Periodo de Composición	Símbolo	Frecuencia al año (m)	Tipo de composición
Anual	ANU	1	Discreta
Semestral	SEM	2	Discreta
Trimestral	TRI	4	Discreta
Mensual	MEN	12	Discreta
4-semanas	4-S	13	Discreta
Continua	CONT	∞	Continua
Simple	SMP	No aplica	No aplica

Convención de días y Fracciones de año

La convención de días define la forma en que se cuentan los días entre dos fechas (numerador) y el número de días que se asigna a un año completo (denominador). Las alternativas más comunes que se utilizan en los instrumentos financieros son: “actual/360”, “actual/365”, “actual/actual”, “30/360” y “30/360 Europea”.

La convención de días se utiliza para el cálculo de la fracción de año entre dos fechas, se denota por TF(t_1, t_2, CD) donde t_1 es la fecha inicial, t_2 es la fecha final y CD es la Convención de días utilizada.

A continuación, se muestra el cálculo para la fracción de año, utilizando las distintas convenciones:

- **TF(t_1, t_2, actual/360)**

Para el numerador se considera el número de días naturales entre las dos fechas y para el denominador se considera el año de 360 días.

Ejemplo:

$$\text{TF}(2006/02/28,\ 2008/02/29,\ \text{actual}/360) = \frac{731}{360} = 2.030556$$

- **TF(t_1, t_2, actual/365)**

Para el numerador se considera el número de días naturales entre las dos fechas y para el denominador se considera el año de 365 días.

Ejemplo:

$$\text{TF}(2006/02/28,\ 2008/02/29,\ \text{actual}/365) = \frac{731}{365} = 2.002740$$

- **TF(t_1, t_2, actual/actual)**

Para el numerador se considera el número de días naturales y para el denominador se considera el número de días naturales de cada año, puede ser 365 o 366.

Ejemplo:

$\text{TF}(t_1, t_2, \text{CD}) = \text{TF}(2006/02/28,\ 2008/02/29,\ \text{actual/actual})$

Como 2008 es un año bisiesto, el número de días del 2008 se debe dividir entre 366, mientras que para los días de 2006 y 2007 se debe dividir entre 365.

El número de días entre 2006/02/28 y 2007/12/31 son 671, estos años se pueden agrupar porque ambos tienen 365 días.

Por su parte, el número de días entre 2007/12/31 y 2008/02/29 son 60.

Por lo tanto, el resultado es:

$$\text{TF}(2006/02/28,\ 2008/02/29,\ \text{actual/actual}) = \frac{671}{365} + \frac{60}{366} = 2.002291$$

- **TF(t_1, t_2, 30/360)**

Para el numerador se considera que los meses son de 30 días y el año de 360. Con las siguientes consideraciones:

1) Si la fecha final es el último día de febrero y la fecha inicial es el último día de febrero, entonces se considera como 30 el día de la fecha final.
2) Si la fecha inicial es el último día de febrero, entonces se considera 30 como día de la fecha inicial.
3) Si el día de la fecha final es 31, entonces se cambia a 30.
4) Si el día de la fecha inicial es 31, entonces se cambia a 30.

Para el denominador se considera el año de 360 días.

$$\text{TF}(t_1, t_2, 30/360) = \frac{(\text{año}_2 - \text{año}_1) * 360 + (\text{mes}_2 - \text{mes}_1) * 30 + (\text{dia}_2 - \text{dia}_1)}{360}$$

Ejemplo:

$\text{TF}(t_1, t_2, \text{CD}) = \text{TF}(2006/02/28,\ 2008/02/29,\ 30/360)$

$$= \frac{(2008 - 2006) * 360 + (2 - 2) * 30 + (30 - 30)}{360} = 2.000000$$

- **TF(t_1, t_2, 30/360 Europea)**

Para el numerador se considera que los meses son de 30 días y el año de 360. Con las siguientes consideraciones:

1) Si el día de la fecha final es 31, entonces se cambia a 30.

2) Si el día de la fecha inicial es 31, entonces se cambia a 30.

Para el denominador se considera el año de 360 días.

$$TF(t_1, t_2, CD) = \frac{(año_2 - año_1) * 360 + (mes_2 - mes_1) * 30 + (dia_2 - dia_1)}{360}$$

Ejemplo:

TF(t_1, t_2, CD) = TF(2006/02/28, 2008/02/29, 30/360)

$$= \frac{(2008 - 2006) * 360 + (2 - 2) * 30 + (29 - 28)}{360} = 2.002778$$

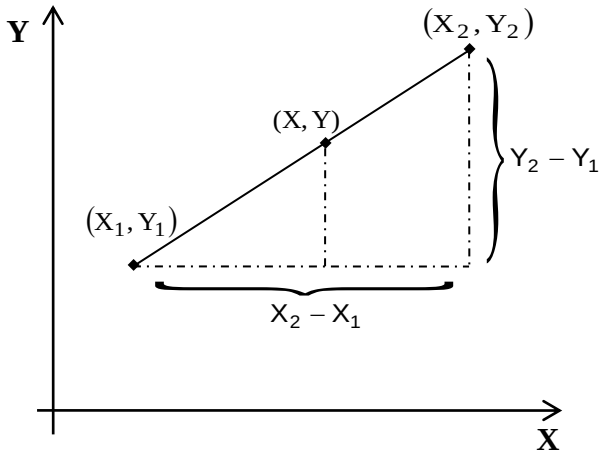
4.2 Métodos de Interpolación

Los métodos de interpolación consisten en determinar una función continua a partir de un conjunto de puntos (X_i,Y_i). De esta forma, es posible obtener la Y asociada a cualquier X, siempre y cuando se encuentre en el intervalo (X_1,X_n), donde n es el número de nodos, X_1 es el mínimo valor de {X_i} y X_n es el valor máximo de {X_i}.

La interpolación principalmente se utiliza para encontrar la estructura temporal de tasas de interés a partir de nodos obtenidos de niveles de mercado de manera directa o indirecta.

A) Interpolación Lineal

La interpolación lineal consiste en construir una función lineal que tenga como extremos a los nodos conocidos. Se define a (X_1, Y_1) y (X_2, Y_2) como valores conocidos y se desea encontrar el valor de Y asociado a un valor X, tal que X_1<X<X_2.



Una forma de deducir la ecuación de la recta que pasa por dos puntos es con la equivalencia de triángulos, éstos se observan con líneas punteadas en la gráfica anterior.

$$\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = \frac{Y - Y_1}{X - X_1}$$

Despejando la variable Y de la expresión anterior resulta:

$$Y = \left(\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}\right)(X - X_1) + Y_1$$

Donde el término $\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$ indica la pendiente de la recta.

De este modo, es posible determinar el valor de Y mediante la interpolación lineal para cualquier X mayor a X_1 y menor que X_2.

El problema principal de este tipo de interpolación es que, si se realiza con varios nodos, el resultado es una función no derivable[9] en cada nodo, lo que significa que no es una función "suavizada".

Ejemplo
Se desea obtener la función de la estructura temporal de tasas[10] a partir de la siguiente información:

Plazo	Tasa de interés
40	7.29
50	7.34
60	7.35
70	7.38

Como se tienen 4 nodos existen tres funciones lineales, dadas por:

$$Y = \left(\frac{7.34 - 7.29}{50 - 40}\right)(X - 40) + 7.29 \qquad \text{Para } 40 \leq X < 50$$

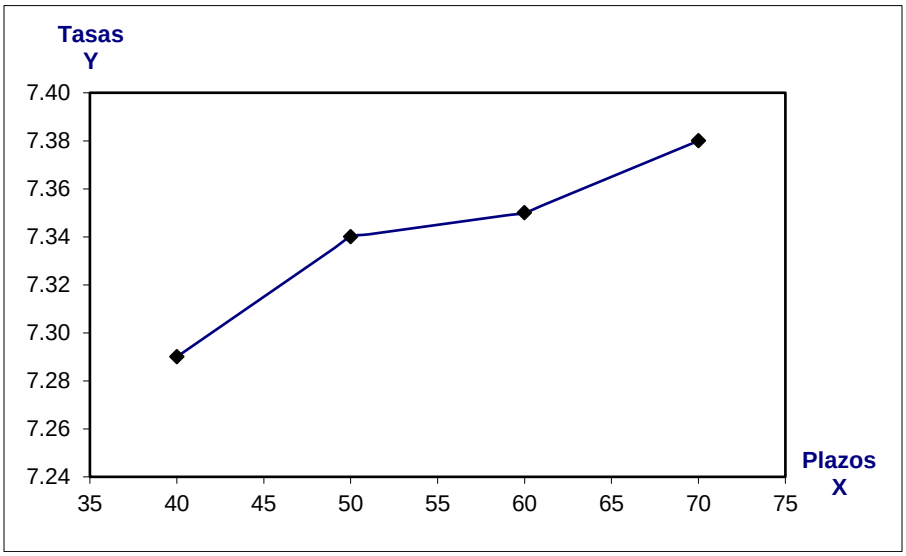
$$Y = \left(\frac{7.35 - 7.34}{60 - 50}\right)(X - 50) + 7.34 \qquad \text{Para } 50 \leq X < 60$$

$$Y = \left(\frac{7.38 - 7.35}{70 - 60}\right)(X - 60) + 7.35 \qquad \text{Para } 60 \leq X \leq 70$$

Obteniendo la siguiente gráfica:

[9] *Esto sucede cuando no todos los nodos pertenecen a una misma recta.*

[10] *Las tasas de interés están multiplicadas por 100 para reducir las expresiones.*



Por otra parte, para extrapolar linealmente se utiliza la última recta generada con los datos conocidos. Por ejemplo, si se desea obtener el valor cuando X = 75 del ejercicio anterior, la extrapolación lineal es la siguiente:

$$Y = \left(\frac{7.38 - 7.35}{70 - 60} \right)(75 - 60) + 7.35 = 7.395$$

Sin embargo, no se recomienda utilizar la Extrapolación Lineal para tasas de interés, a menos que el valor del plazo sea muy cercano al valor conocido. Para extrapolar la estructura temporal de Tasas, se recomiendan otros modelos como el de Tasas forward constantes, el de Nelson-Siegel o el de Nelson-Siegel-Svensson.

B) Interpolación Cúbica con estimación lineal de Pendientes

El método de Interpolación cúbica con estimación lineal de pendientes consiste en la interpolación de n nodos conocidos, es decir, (X_1,Y_1), (X_2,Y_2), …, (X_n,Y_n), utilizando una familia de n-1 polinomios de tercer grado.

El polinomio de tercer grado para obtener Y en función de X, es:

$$Y = S_i(X) = a_i(X - X_i)^3 + b_i(X - X_i)^2 + c_i(X - X_i) + d_i$$

Donde el subíndice i, indica el polinomio de tercer grado que asocia a los nodos (X_i,Y_i) y (X_{i+1}, Y_{i+1}). Por lo tanto, el objetivo es calcular los coeficientes a_i, b_i, c_i y d_i de cada polinomio a partir de los nodos conocidos.

De manera explícita la familia de los n-1 polinomios es:

$$Y = S(X) = \begin{cases} S_1(X) = a_1(X - X_1)^3 + b_1(X - X_1)^2 + c_1(X - X_1) + d_1 & \text{Para } X_1 \le X \le X_2 \\ S_2(X) = a_2(X - X_2)^3 + b_2(X - X_2)^2 + c_2(X - X_2) + d_2 & \text{Para } X_2 \le X \le X_3 \\ \dots \\ S_{n-1}(X) = a_{n-1}(X - X_{n-1})^3 + b_{n-1}(X - X_{n-1})^2 + c_{n-1}(X - X_{n-1}) + d_{n-1} & \text{Para } X_{n-1} \le X \le X_n \end{cases}$$

Se tienen 4n-4 incógnitas (los coeficientes de cada polinomio) y se establecerán 4n-4 condiciones a la curva, para contar con un sistema de ecuaciones del cual se obtengan los coeficientes de cada polinomio.

Propiedades de la curva

1.-Congruencia con los nodos originales: Cada polinomio debe pasar por los nodos o puntos originales que lo generaron, por lo que:

$S_i(X_i) = Y_i$ Para i = 1, …, n-1

Con lo que se obtienen n-1 condiciones.

2.-Continuidad: La curva debe ser continua, por lo que se incluye la condición de que el último valor del polinomio anterior i debe ser igual al primer valor del polinomio posterior i+1. Dicha condición se expresa de la siguiente forma:

$S_i(X_{i+1}) = S_{i+1}(X_{i+1}) = Y_{i+1}$ Para i = 1, …, n-2
$S_{n-1}(X_n) = Y_n$ Para i = n-1

Con lo que se obtienen n-1 condiciones.

3.-La curva debe ser derivable (suavidad en la curva): Para los nodos que se encuentren dentro de los nodos extremos, la derivada evaluada con el polinomio anterior debe ser igual a la derivada evaluada con el polinomio posterior:

$S'_{i-1}(X_i) = S'_i(X_i)$ Para i = 2, …, n-1

Donde la primera derivada está dada por $S'_i(X) = 3a_i(X - X_i)^2 + 2b_i(X - X_i) + c_i$
Con lo que se obtienen n-2 condiciones.

4.- Condiciones de Frontera: Las pendientes de la curva en los nodos extremos son definidas como la pendiente de cada recta formada por los dos primeros y los dos últimos nodos, respectivamente.

$S'_1(X_1) = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$ y $S'_{n-1}(X_n) = \frac{Y_n - Y_{n-1}}{X_n - X_{n-1}}$

Con lo que se tienen 2 condiciones más.

5. Estimación lineal de pendientes: Para encontrar el valor con la que se igualan las derivadas de los nodos internos, se define a la pendiente como el promedio ponderado de las pendientes de las dos rectas formadas con los nodos adyacentes, siempre y cuando cuenten con el mismo signo, en caso contrario, la pendiente será igual a cero.

Para i = 2, …, n-1, el valor se obtiene a partir de:

$$S'_{i-1}(X_i) = \begin{cases} \frac{1}{3} m_{i-1,i} + \frac{2}{3} m_{i,i+1} & \text{Para} \quad m_{i-1,i} * m_{i,i+1} > 0 \\ 0 & \text{Para} \quad m_{i-1,i} * m_{i,i+1} \leq 0 \end{cases}$$

Donde:

$$m_{i,i+1} = \frac{Y_{i+1} - Y_i}{X_{i+1} - X_i}$$

Con lo que se obtienen n-2 condiciones.

Con las cinco propiedades anteriores se forma un sistema de 4n-4 ecuaciones y 4n-4 incógnitas, por lo que es posible encontrar los coeficientes de cada polinomio.

Para ilustrar de forma general las propiedades antes descritas, se ejemplificará el sistema de ecuaciones con tres puntos o nodos originales, lo cual genera un sistema de 8 ecuaciones con 8 incógnitas, dicho sistema sería de la siguiente forma:

Primera propiedad, $S_i(X_i) = Y_i$

1ª ecuación: $S_1(X_1) = a_1(X_1-X_1)^3 + b_1(X_1-X_1)^2 + c_1(X_1-X_1) + d_1 = d_1 = Y_1$

2ª ecuación: $S_2(X_2) = a_2(X_2-X_2)^3 + b_2(X_2-X_2)^2 + c_2(X_2-X_2) + d_2 = d_2 = Y_2$

Segunda propiedad, $S_i(X_{i+1}) = Y_{i+1}$

3ª ecuación: $S_1(X_2) = a_1(X_2-X_1)^3 + b_1(X_2-X_1)^2 + c_1(X_2-X_1) + d_1 = Y_2$

4ª ecuación: $S_2(X_3) = a_2(X_3-X_2)^3 + b_2(X_3-X_2)^2 + c_2(X_3-X_2) + d_2 = Y_3$

Tercera propiedad, $S'_{i-1}(X_i) = S'_i(X_i)$

Al ser tres nodos, solamente se tiene un nodo interior, en el que la derivada del polinomio anterior y el posterior deben ser iguales.

5ª ecuación: $S'_1(X_2) = S'_2(X_2)$

Es decir,

$3a_1(X_2-X_1)^2 + 2b_1(X_2-X_1)+c_1 = c_2$

Cuarta propiedad, condiciones de frontera

6ª ecuación: $$S_1'(X_1) = 3a_1(X_1 - X_1)^2 + 2b_1(X_1 - X_1) + c_1 = c_1 = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$$

7ª ecuación: $$S_2'(X_3) = 3a_2(X_3 - X_2)^2 + 2b_2(X_3 - X_2) + c_2 = \frac{Y_3 - Y_2}{X_3 - X_2}$$

Quinta propiedad, estimación lineal de pendientes

8ª ecuación: $$S_1'(X_2) = 3a_1(X_2-X_1)^2 + 2b_1(X_2-X_1)+c_1 = \frac{1}{3}\left(\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}\right) + \frac{2}{3}\left(\frac{Y_3 - Y_2}{X_3 - X_2}\right)$$

El sistema de ecuaciones se puede expresar de manera matricial de la siguiente forma:

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ (X_2 - X_1)^3 & (X_2 - X_1)^2 & X_2 - X_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & (X_3 - X_2)^3 & (X_3 - X_2)^2 & X_3 - X_2 & 1 \\ 3(X_2 - X_1)^2 & 2(X_2 - X_1) & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 3(X_3 - X_2)^2 & 2(X_3 - X_2) & 1 & 0 \\ 3(X_2 - X_1)^2 & 2(X_2 - X_1) & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ b_1 \\ c_1 \\ d_1 \\ a_2 \\ b_2 \\ c_2 \\ d_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ 0 \\ S_1'(X_1) \\ S_2'(X_3) \\ S_1'(X_2) \end{bmatrix}$$

Donde:

$$S_1'(X_1) = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$$

$$S_2'(X_3) = \frac{Y_3 - Y_2}{X_3 - X_2}$$

$$S_1'(X_2) = \frac{1}{3}\left(\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}\right) + \frac{2}{3}\left(\frac{Y_3 - Y_2}{X_3 - X_2}\right)$$

Una vez que se cuente con este sistema de ecuaciones de la forma Ax = b es posible utilizar algún método matemático para encontrar su solución, por ejemplo, utilizar descomposición triangular, matrices inversas, etc.

Al resolver el sistema de ecuaciones anterior se determinan los coeficientes de los dos polinomios y por lo tanto la curva completa.

Ejemplo

Se desea obtener la función de la estructura temporal de tasas a partir de la siguiente información:

Plazo	Tasa de interés
1	7.00
7	7.50

28	8.00

Debido a que se tiene información de 3 nodos, se determinarán los coeficientes de dos polinomios de grado 3, lo que implica resolver un sistema de ecuaciones con 8 incógnitas. Por comodidad se trabajarán con las tasas multiplicadas por 100.

Las 8 ecuaciones expresadas en forma matricial son:

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 216 & 36 & 6 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 9261 & 441 & 21 & 1 \\ 108 & 12 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1323 & 42 & 1 & 0 \\ 108 & 12 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ b_1 \\ c_1 \\ d_1 \\ a_2 \\ b_2 \\ c_2 \\ d_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7 \\ 7.5 \\ 7.5 \\ 8 \\ 0 \\ 0.08333 \\ 0.02381 \\ 0.04365 \end{bmatrix}$$

Al resolver el sistema de ecuaciones[11], se obtienen los coeficientes de los polinomios.

Coeficientes del primer polinomio		Coeficientes del segundo polinomio	
a_1 =	-0.001102	a_2 =	0.000045
b_1 =	0.006614	b_2 =	-0.001890
c_1 =	0.083333	c_2 =	0.043651
d_1 =	7	d_2 =	7.5

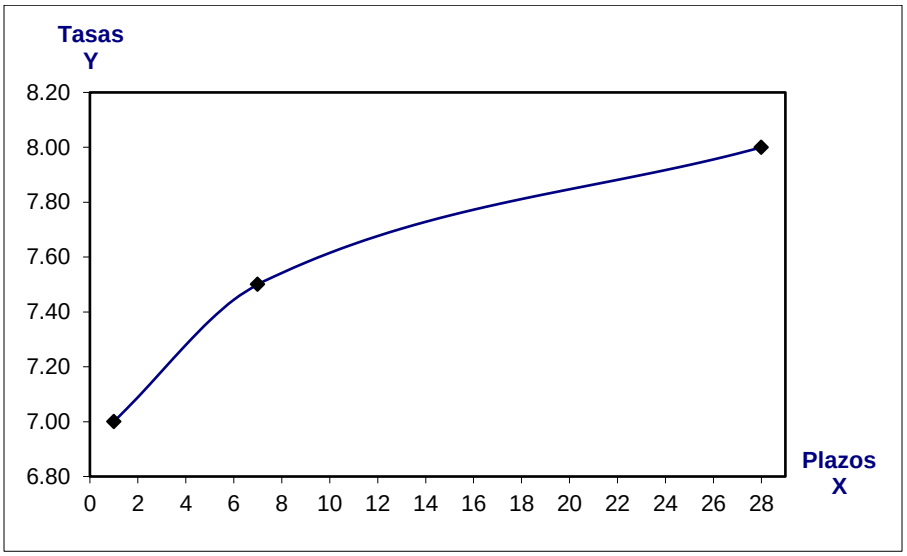
Por lo tanto, los polinomios son:

$S_1(X) = -0.001102\ (X-1)^3 + 0.006614\ (X-1)^2 + 0.083333\ (X-1) + 7$

$S_2(X) = 0.000045\ (X-7)^3 - 0.001890(X-7)^2 + 0.043651(X-7) + 7.5$

[11] *En este caso se utilizó la Matriz inversa.*

Gráficamente, los polinomios generan la siguiente curva:



C) Uso de tasas equivalentes

Debido a que las referencias de mercado usadas para construir la parte cortan de las curvas soberanas en colones y en dólares tienen un plazo de aproximadamente 30 días (plazo no estandarizado), se emplea el método de tasas equivalentes para conocer la tasa correspondiente a un día. El nodo obtenido con este método se interpola junto con los demás nodos para obtener la estructura temporal de tasas de interés completa.

Bajo el supuesto que tenemos una cotización de mercado a 30 días y queremos conocer la tasa equivalente a 1 día, este método se aplica de la siguiente forma:

$$r_1 = \left[\left(1 + r_{30}\frac{30}{360}\right)^{\frac{1}{30}} - 1\right]\frac{360}{1}$$

Donde:

r_1 Tasa de rendimiento a un día (tasa equivalente de 30 días a 1 día)

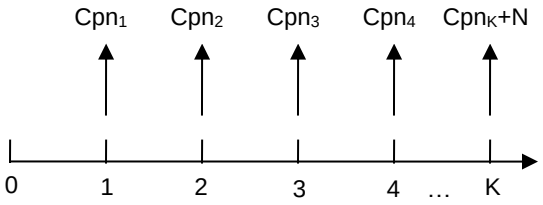
r_{30} Tasa de rendimiento a 30 días (información de mercado)

4.3 “Bootstrapping”

En diversos mercados el plazo mayor de los bonos cupón cero es de un año, por lo que se necesita un algoritmo que permita estimar la curva cero para plazos mayores. El método “Bootstrapping” consiste en estimar de manera recursiva niveles de tasas cero a partir de la información de los precios de los bonos o de las Yield, para ambos casos, generalmente, se cuenta con información a largo plazo.

El principal supuesto del "Bootstrapping" es el siguiente: el precio de un bono es igual al valor presente de sus flujos de efectivo utilizando las tasas cero para el descuento. Por su parte, el Precio Sucio del bono se obtiene de acuerdo a la cotización de cada instrumento, puede ser con el Precio Limpio o con Yield.

Flujos de Efectivo
Un bono de tasa fija con pago del Valor Nominal a vencimiento, tiene la siguiente estructura de pagos:



Donde:

$$Cpn_i = N \cdot r_C \cdot TF(T_{i-1}, T_i, CD)$$

Cpn_i	Pago del cupón i
r_C	Tasa cupón (% m CD), (tasa neta si el instrumento es sujeto a retención de impuestos)
m	Composición de la tasa[12]. Es igual al número de cupones al año.
CD	Convención de días[13]. Por lo general es 30/360 o actual/360
$TF(t_1, t_2, CD)$	Fracción de año[14] entre el tiempo t_1 y t_2 con la convención de días CD
K	Número de cupones pendientes de pago
N	Valor Nominal
t	Fecha de valoración
T_0	Fecha inmediata anterior de pago de cupón con respecto a **t**. En caso de no existir, se considera la fecha de emisión
T_i	Fechas de pago del cupón i. Para i = 1, …, K

1) Precio Sucio del Bono
Para obtener el precio sucio de un bono, se consideran dos formas:

- **Valor presente de los flujos de efectivo utilizando la Yield para el descuento**

El Precio Sucio del bono se obtiene de acuerdo con la siguiente expresión:

$$PS = \sum_{i=1}^{K} \frac{Cpn_i}{\left(1+\frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t,T_i,CD)}} + \frac{N}{\left(1+\frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t,T_K,CD)}}$$

Donde:

PS	Precio Sucio
Y	Yield al vencimiento (% m CD)

[12] Se explica detalladamente en la sección 4.1 "Periodo de Composición, Convención de días y Fracciones de año".

[13] Ibidem

[14] Ibidem

Es importante destacar que casi siempre la tasa cupón y la Yield tienen la misma composición y convención de días.

- **Precio Limpio cotizado en el mercado**

El Precio Sucio del bono se obtiene de acuerdo a la siguiente expresión:

PS = PL + ID
PS = PL + $N \cdot r_C \cdot TF(T_0, t)$

Donde:
PS Precio Sucio
PL Precio Limpio
ID Intereses devengados

2) Valor Presente de los Flujos de efectivo con tasas cero
Por otro lado, se tienen las tasas cero hasta el periodo K-1, provenientes de las observaciones de los precios de los bonos cupón cero, con éstas es posible calcular un "precio sucio parcial" del bono, dejando como única incógnita la tasa cero del último flujo del periodo K.

Las siguientes expresiones se utilizan de acuerdo a la composición de las tasas de la curva cero.

- Tasa simple (% SMP CD)

$$PS = \sum_{i=1}^{K-1} \frac{Cpn_i}{1 + r_i \cdot TF(t, T_i, CD)} + \frac{Cpn_K + N}{1 + r_K \cdot TF(t, T_K, CD)}$$

- Tasa compuesta m veces al año (% m CD)

$$PS = \sum_{i=1}^{K-1} \frac{Cpn_i}{\left(1 + \frac{r_i}{m}\right)^{m \cdot TF(t, T_i, CD)}} + \frac{Cpn_K + N}{\left(1 + \frac{r_K}{m}\right)^{m \cdot TF(t, T_K, CD)}}$$

- Tasa continua (% CONT CD)

$$PS = \sum_{i=1}^{K-1} Cpn_i \cdot e^{-r_i \cdot TF(t, T_i, CD)} + (Cpn_K + N) \cdot e^{-r_K \cdot TF(t, T_K, CD)}$$

3) Supuesto de Equivalencia
El Precio Sucio es igual al Valor Presente de los flujos de efectivo con tasas cero, por lo que la única incógnita es la tasa cero del último flujo de efectivo, denotada por r_K.

Precio Sucio	=	Valor Presente con las tasas cero conocidas	+	Valor Presente del último Flujo de Efectivo con la tasa cero **NO** conocida

OBJETIVO: Encontrar la tasa cero que iguale al precio

Dependiendo de la distinta composición de tasas se tienen las siguientes ecuaciones para r_K.

- Tasa simple (% SMP CD)

$$r_K = \frac{1}{TF(t,T_K,CD)} \cdot \left(\frac{Cpn_K + N}{PS - \sum_{i=1}^{K-1} \frac{Cpn_i}{1 + r_i \cdot TF(t,T_i,CD)}} - 1 \right)$$

- Tasa compuesta m veces al año (% m CD)

$$r_K = m \cdot \frac{(Cpn_K + N)^{\frac{1}{m \cdot TF(t,T_K,CD)}}}{\left(PS - \sum_{i=1}^{K-1} \frac{Cpn_i}{\left(1 + \frac{r_i}{m}\right)^{m \cdot TF(t,T_i,CD)}} \right)^{\frac{1}{m \cdot TF(t,T_K,CD)}}} - m$$

- Tasa continua (% CONT CD)

$$r_K \cdot = \frac{1}{TF(t,T_K,CD)} \cdot \ln \left[\frac{Cpn_K + N}{PS - \sum_{i=1}^{K-1} Cpn_i \cdot e^{-r_i \cdot TF(t,T_i,CD)}} \right]$$

De esta forma, la estructura temporal de las tasas cero se tenía hasta el periodo k-1 y fue ampliada un periodo más al despejar r_K. Si se cuenta con la información de varios bonos, el "Bootstrapping" se aplica de manera consecutiva para encontrar las tasas cero hasta el último flujo de efectivo del bono con mayor vencimiento.

Es común que en la aplicación del "Bootstrapping" no se cuente con todas las tasas cero en cada pago de cupón del bono, en estos casos, se realiza una interpolación lineal[15] para las tasas cupón cero de las que no se tiene información, utilizando la última tasa cero conocida y la tasa cero al vencimiento del bono, de esta forma, sólo se tiene como incógnita que es la tasa cero al vencimiento del bono, ya que las demás tasas cero dependen linealmente de este valor.

Para calcular la tasa cero al vencimiento del bono es necesario utilizar un proceso iterativo de estimación no lineal, tal que cumpla con el supuesto de equivalencia, es decir, que el Valor Presente con tasas cero sea igual al Precio Sucio del bono.

Ejemplo
Se tiene un bono de Tasa Fija que cotiza con Yield, con las siguientes características:

Símbolo	Definición	Ejemplo
t	Fecha de Valoración	2008/01/29
T_K	Fecha de Vencimiento	2009/05/15
K	Número de cupones pendientes de pago en **t**	3
T_0	Fecha inmediata anterior de pago de cupón con respecto a **t**. En caso de no existir, se considera la fecha de emisión	2007/11/15
T_i	Fechas de Pago del cupón i. Para i = 1, …, K	T_1 = 2008/05/15 T_2 = 2008/11/15 T_3 = 2009/05/15
N	Valor Nominal	100
Y	Yield al vencimiento. La composición de la tasa se relaciona con las fechas de pago de los cupones	5.80 % SEM 30/360
m	El número de veces al año que se compone la Yield	2
r_C	Tasa cupón. La composición de la tasa se relaciona con las fechas de pago de los cupones (tasa neta si el instrumento es sujeto a retención de impuestos)	6.00 % SEM 30/360

Flujos de Efectivo
Se tienen los siguientes pagos de cupón y Valor Nominal:

$$Cpn_1 = 100 \cdot 0.060 \cdot \frac{180}{360} = 3.0000\text{,}\ Cpn_2 = 100 \cdot 0.060 \cdot \frac{180}{360} = 3.0000 \text{ y } Cpn_3 = 100 \cdot 0.060 \cdot \frac{180}{360} = 3.0000$$

N = 100

Valor Presente de los Flujos de efectivo con Yield

$$PS = \frac{3.0000}{\left(1+\frac{0.0580}{2}\right)^{2\cdot\frac{106}{360}}} + \frac{3.0000}{\left(1+\frac{0.0580}{2}\right)^{2\cdot\frac{286}{360}}} + \frac{103.0000}{\left(1+\frac{0.0580}{2}\right)^{2\cdot\frac{466}{360}}} = 101.468952$$

[15] *La Interpolación lineal se explica detalladamente en la sección 4.2 "Métodos de Interpolación", sección A.*

Valor Presente de los Flujos de efectivo con tasas cero
Para este ejemplo, la composición de la tasa y la convención de días para las tasas cero es SMP actual/360, con los siguientes datos:

$r_1 = 5.50\%$
$r_2 = 5.70\%$

Por lo tanto, se tiene

$$PS = \frac{3.0000}{1 + 0.0550 \cdot \frac{107}{360}} + \frac{3.0000}{1 + 0.0570 \cdot \frac{291}{360}} + \frac{103.0000}{1 + r_3 \cdot \frac{472}{360}}$$

Supuesto de Equivalencia
Utilizando el Valor Presente con Yield y con tasas cero se tiene la siguiente ecuación:

$$101.468952 = \frac{3.0000}{1 + 0.0550 \cdot \frac{107}{360}} + \frac{3.0000}{1 + 0.0570 \cdot \frac{291}{360}} + \frac{103.0000}{1 + r_3 \cdot \frac{472}{360}}$$

Finalmente, el valor de r_3 es,

$$r_3 = \frac{360}{472} \cdot \left(\frac{103.0000}{101.468952 - 5.819610} - 1 \right) = 0.058614$$

4.4 Modelos Financieros

En este capítulo se presentan para cada Modelo Financiero, los “Atributos Requeridos” y los “Atributos Calculados”. Los primeros se refieren a todos los datos que se necesitan para definir completamente a un instrumento, mientras que los “Atributos Calculados” indican los conceptos y las ecuaciones con los que Valmer obtiene los valores, tales como precio sucio, precio limpio, intereses devengados, duración modificada, duración de Macaulay y Convexidad.

En el Anexo 4.1 se explican el periodo de composición, la convención de días y las fracciones de año, lo cual es indispensable para expresar los modelos financieros de forma general.

A) Bonos cupón cero

Atributos Requeridos

Símbolo	Definición	Ejemplo
t	Fecha de Valoración	2008/01/29
T	Fecha de Vencimiento	2009/01/15
N	Valor Nominal	100
r_T	Tasa de rendimiento simple al tiempo **T**.	5.63 % SMP actual/360

Atributos Calculados

Símbolo	Definición	Ejemplo
TF(t,T,CD)	Fracción de año[16] entre **t** y **T**. La convención de días está definida por la tasa de rendimiento $\mathbf{r_T}$. (Se usa para el calculo y no aparece en el vector de precios)	352/360 = 0.977778
PS	Precio Sucio	94.782338
ID	Intereses Devengados	0
PL	Precio Limpio	94.782338
DM	Duración Modificada	0.926761
DMac	Duración de Macaulay	0.977778
C	Convexidad	1.717771

- **Precio Sucio**

El Precio Sucio es igual al valor presente de todos los flujos de efectivo. En el Bono Cupón Cero el único flujo de efectivo es el Valor Nominal al vencimiento.

$$PS = \frac{N}{1 + r_T \cdot TF(t,T,CD)}$$

Ejemplo:

$$PS = \frac{100}{1 + 0.0563 \cdot \frac{352}{360}} = 94.782338$$

- **Intereses Devengados**

Para un Bono Cupón Cero los Intereses Devengados son iguales a cero, ya que no pagan cupones.

ID = 0

- **Precio Limpio**

El Precio Limpio es igual al Precio Sucio menos los Intereses Devengados, por lo que en el Bono Cupón Cero, el Precio Limpio es igual al Precio Sucio.

PL = PS - ID
PL = PS

- **Duración Modificada**

[16] La fracción de año entre dos fechas depende de la convención de días de la tasa de rendimiento. Los distintos tipos de convención de días se explican detalladamente en el Anexo 4.1

Es un cociente en el cual el numerador es igual a la derivada del Precio Sucio con respecto a la tasa de rendimiento, mientras que el denominador es el Precio Sucio. Este cociente se multiplica por -1, para obtener un número positivo.

Se define como función de la tasa al Precio Sucio:

$$f(r_T) = \frac{N}{1 + r_T \cdot TF(t,T,CD)}$$

En términos generales la Duración Modificada es:

$$DM = -\frac{f'(r_T)}{f(r_T)}$$

Para un Bono Cupón Cero, la ecuación anterior se reduce a lo siguiente:

$$DM = \frac{TF(t,T,CD)}{1 + r_T \cdot TF(t,T,CD)}$$

Ejemplo:

$$DM = \frac{\frac{352}{360}}{1 + 0.0563 \cdot \frac{352}{360}} = 0.926761$$

- **Duración de Macaulay**

La Duración Modificada es igual al Valor Presente de la Duración de Macaulay. Debido a que la composición de la tasa de rendimiento es SMP para un cupón cero, se tiene la siguiente expresión:

$$DM = \frac{DMac}{1 + r_T \cdot TF(t,T,CD)}$$

Despejando la Duración de Macaulay en términos de la Duración Modificada, se tiene,

$$DMac = DM \cdot \left(1 + r_T \cdot TF(t,T,CD)\right)$$

Por lo tanto, para un Bono Cupón Cero,

$$DMac = TF(t,T,CD)$$

Ejemplo:

$$DMac = \frac{352}{360} = 0.977778$$

- **Convexidad**

Es un cociente en el cual el numerador es igual a la segunda derivada del Precio Sucio con respecto a la tasa de rendimiento, mientras que el denominador es el Precio Sucio.

De la misma forma que en la Duración Modificada, se define como función de la tasa al Precio Sucio:

$$f(r_T) = \frac{N}{1 + r_T \cdot TF(t, T, CD)}$$

En términos generales la Convexidad es:

$$C = \frac{f''(r_T)}{f(r_T)}$$

Para un Bono Cupón Cero, la ecuación anterior se reduce a lo siguiente:

$$C = \frac{2 \cdot TF(t, T, CD)^2}{(1 + r_T \cdot TF(t, T, CD))^2}$$

Ejemplo:

$$C = \frac{2 \cdot \left(\frac{352}{360}\right)^2}{\left(1 + 0.0563 \cdot \frac{352}{360}\right)^2} = 1.717771$$

B) Bonos de tasa fija

A continuación, se describen los atributos de los Bonos de Tasa Fija, es importante considerar el supuesto de que el Valor Nominal se paga al vencimiento, por lo que las ecuaciones no aplican a Bonos de tasa fija amortizables, en los cuales se realizan pagos del Valor Nominal en cada pago de cupón.

Atributos Requeridos

Símbolo	Definición	Ejemplo
t	Fecha de Valoración	2008/01/29
T_K	Fecha de Vencimiento	2009/05/15
K	Número de cupones pendientes de pago en **t**	3
T_0	Fecha inmediata anterior de pago de cupón con respecto a **t**. En caso de no existir, se considera la fecha de emisión	2007/11/15
T_i	Fechas de Pago del cupón i. Para i = 1, …, K	T_1 = 2008/05/15 T_2 = 2008/11/15 T_3 = 2009/05/15
N	Valor Nominal	1000
Y	Yield al vencimiento. La composición de la tasa se relaciona con las fechas de pago de los cupones	5.10 % SEM actual/360
m	El número de veces al año que se compone la Yield	2
r_C	Tasa cupón. La composición de la tasa se relaciona con las fechas de pago de los cupones (tasa neta si el instrumento es sujeto a retención de impuestos)	6.50 % SEM 30/360

Atributos Calculados

Símbolo	Definición	Ejemplo
$TF(t,T_i,CD)$	Fracción de año entre **t** y $\mathbf{T_i}$. Se utiliza para obtener el Valor Presente del cupón **i**.	$TF(t,T_1$, actual/360) = 107/360 $TF(t,T_2$, actual/360) = 291/360 $TF(t,T_3$, actual/360) = 472/360
$TF(T_{i-1},T_i,CD)$	Fracción de año entre $\mathbf{T_{i-1}}$ y $\mathbf{T_i}$. Se utiliza para obtener el Flujo de Efectivo del cupón **i**.	$TF(T_0,T_1$, 30/360) = 180/360 $TF(T_1,T_2$, 30/360) = 180/360 $TF(T_2,T_3$, 30/360) = 180/360
F_i	Flujo de Efectivo del cupón **i**	F_1 = 3.250000 F_2 = 3.250000 F_3 = 103.250000
VPF_i	Valor Presente del Flujo de Efectivo del cupón **i**.	VPF_1 = 3.201715 VPF_2 = 3.120355 VPF_3 = 96.652773
PS	Precio Sucio	102.974843
ID	Intereses Devengados	1.336111
PL	Precio Limpio	101.638732
DM	Duración Modificada	1.232913
DMac	Duración de Macaulay	1.264352
C	Convexidad	2.156798

- **Precio Sucio**

El Precio Sucio es igual al valor presente de los flujos de efectivo. Para obtener el factor de descuento se utiliza la Yield al vencimiento denotada por Y.

$$PS = \sum_{i=1}^{K} \frac{N \cdot r_C \cdot TF(T_{i-1},T_i,CD)}{\left(1+\frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t,T_i,CD)}} + \frac{N}{\left(1+\frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t,T_K,CD)}}$$

Otra forma de expresar la ecuación anterior es:

$$PS = \sum_{i=1}^{K} \frac{F_i}{\left(1+\frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t,T_i,CD)}} = \sum_{i=1}^{K} VPF_i$$

Ejemplo:

Este ejemplo se diseñó para destacar dos diferentes convenciones de días, la de la Yield es actual/360, mientras que la de la tasa cupón es 30/360.

$$PS = \sum_{i=1}^{3} \frac{100 \cdot 0.0650 \cdot TF(T_{i-1},T_i,30/360)}{\left(1+\frac{0.0510}{2}\right)^{2 \cdot \frac{T_i - t}{360}}} + \frac{100}{\left(1+\frac{0.0510}{2}\right)^{2 \cdot \frac{T_3 - t}{360}}}$$

$$PS = \frac{100 \cdot 0.0650 \cdot \frac{180}{360}}{\left(1+\frac{0.0510}{2}\right)^{2 \cdot \frac{107}{360}}} + \frac{100 \cdot 0.0650 \cdot \frac{180}{360}}{\left(1+\frac{0.0510}{2}\right)^{2 \cdot \frac{291}{360}}} + \frac{100 \cdot 0.0650 \cdot \frac{180}{360}}{\left(1+\frac{0.0510}{2}\right)^{2 \cdot \frac{472}{360}}} + \frac{100}{\left(1+\frac{0.0510}{2}\right)^{2 \cdot \frac{472}{360}}} = 102.974843$$

- **Intereses Devengados**

Los intereses devengados son los intereses que han transcurrido desde el último pago de cupón a la fecha de valoración. Para el caso que no exista un pago de cupón previo a la fecha de valoración, en su lugar se utiliza la fecha de emisión.

$$ID = N \cdot r_C \cdot TF(T_0, t, CD)$$

Ejemplo:

$$ID = 100 \cdot 0.0650 \cdot \frac{74}{360} = 1.336111$$

- **Precio Limpio**

El Precio Limpio es igual al Precio Sucio menos los Intereses Devengados.

PL = PS - ID

Ejemplo:
PL = 102.974843 – 1.336111 = 101.638732

- **Duración Modificada**

Es una medida de sensibilidad que se utiliza para aproximar el precio del bono ante cambios en la Yield. Para obtener la Duración Modificada es necesario definir al Precio Sucio en función de la Yield como única variable.

$$f(Y) = \sum_{i=1}^{K} \frac{F_i}{\left(1+\frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t,T_i,CD)}}$$

La Duración Modificada se define como un cociente que se utiliza para aproximar el precio de un bono ante cambios en la Yield. El numerador es igual a la derivada del Precio Sucio con respecto a la Yield, mientras que el denominador es el Precio Sucio. Por definición este cociente se multiplica por -1, para obtener un número positivo debido a que la derivada siempre es negativa.

$$DM = -\frac{f'(Y)}{f(Y)}$$

Para un Bono de tasa fija, la ecuación anterior se expresa de la siguiente forma:

$$DM = \frac{1}{PS \cdot \left(1+\frac{Y}{m}\right)} \cdot \sum_{i=1}^{K} TF(t, T_i, CD) \cdot \frac{F_i}{\left(1+\frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t,T_i,CD)}}$$

$$DM = \frac{1}{PS \cdot \left(1 + \frac{Y}{m}\right)} \cdot \sum_{i=1}^{K} TF(t, T_i, CD) \cdot VPF_i$$

Ejemplo:

$$DM = \frac{1}{102.974843 \cdot \left(1 + \frac{0.0510}{2}\right)} \cdot \left[\frac{107}{360} \cdot 3.201715 + \frac{291}{360} \cdot 3.120355 + \frac{472}{360} \cdot 96.652773\right] = 1.232913$$

- **Duración de Macaulay**

La Duración Modificada es igual al Valor Presente de la Duración de Macaulay.

$$DM = \frac{DMac}{1 + \frac{Y}{m}}$$

Despejando la Duración de Macaulay en términos de la Duración Modificada, se tiene,

$$DMac = DM \cdot \left(1 + \frac{Y}{m}\right)$$

Sustituyendo en la ecuación anterior la Duración Modificada, se obtiene,

$$DMac = \frac{1}{PS} \cdot \sum_{i=1}^{K} TF(t, T_i, CD) \cdot VPF_i$$

Ejemplo:
Como ya se obtuvo la Duración Modificada, entonces se utiliza la primera expresión para obtener la Duración de Macaulay.

$$DMac = 1.232913 \cdot \left(1 + \frac{0.0510}{2}\right) = 1.264352$$

- **Convexidad**

La Convexidad es una medida de sensibilidad del precio de un bono ante cambios en las tasas de interés, se utiliza junto con la Duración Modificada para brindar una mejor aproximación del precio.

De la misma forma que la Duración, se define al Precio Sucio en función de la Yield como única variable.

$$f(Y) = \sum_{i=1}^{K} \frac{F_i}{\left(1+\frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t,T_i,CD)}}$$

La convexidad se define como un cociente. El numerador es igual a la segunda derivada del Precio Sucio con respecto a la Yield, mientras que el denominador es el Precio Sucio.

$$C = \frac{f''(Y)}{f(Y)}$$

Para un Bono de tasa fija, la ecuación anterior se reduce a lo siguiente:

$$C = \frac{1}{PS \cdot \left(1+\frac{Y}{m}\right)^2} \cdot \sum_{i=1}^{K} \left(TF(t,T_i,CD)^2 + \frac{TF(t,T_i,CD)}{m} \right) \cdot \frac{F_i}{\left(1+\frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t,T_i,CD)}}$$

$$C = \frac{1}{PS \cdot \left(1+\frac{Y}{m}\right)^2} \cdot \sum_{i=1}^{K} \left(TF(t,T_i,CD)^2 + \frac{TF(t,T_i,CD)}{m} \right) \cdot VPF_i$$

Ejemplo:

$$C = \frac{1}{102.974843 \cdot \left(1+\frac{0.0510}{2}\right)^2} \cdot \left[\left(\left(\frac{107}{360}\right)^2 + \frac{107}{2 \cdot 360} \right) \cdot 3.201715 + \left(\left(\frac{291}{360}\right)^2 + \frac{291}{2 \cdot 360} \right) \cdot 3.201715 + \left(\left(\frac{472}{360}\right)^2 + \frac{472}{2 \cdot 360} \right) \cdot 96.652773 \right] = 2.156798$$

C) Bonos de tasa flotante

A continuación, se describen los atributos de los Bonos de Tasa Flotante, es importante considerar el supuesto de que el Valor Nominal se paga al vencimiento, por lo que las ecuaciones no aplican a Bonos de tasa flotante amortizables, en los cuales se realizan pagos del Valor Nominal en cada pago de cupón.

Atributos Requeridos

Símbolo	Definición	Ejemplo
t	Fecha de Valoración	2008/01/29
T_K	Fecha de Vencimiento	2009/03/05
K	Número de cupones pendientes de pago en **t**	3
T_0	Fecha inmediata anterior de pago de cupón con respecto a **t**. En caso de no existir, se considera la fecha de emisión	2007/09/05
T_i	Fechas de Pago del cupón i. Para i = 1, …, K	T_1 = 2008/03/05 T_2 = 2008/09/05 T_3 = 2009/03/05

N	Valor Nominal	1000

Símbolo	Definición	Ejemplo
r_{REF}	Tasa de referencia observada a la fecha de valoración	4.50 % SEM 30/360
S	Premio. Se agrega a la Tasa de referencia para obtener el pago de los cupones	2.10 % SEM 30/360
r_{CV}	Tasa del cupón vigente (tasa neta si el instrumento es sujeto a retención de impuestos) Para i = 1	6.10 % SEM 30/360
r_C	Tasa cupón (tasa neta si el instrumento es sujeto a retención de impuestos) donde $r_C = r_{REF} + S$ Para i = 2, …, K	r_C = 4.50% + 2.10% r_C = 6.60%
SY	Prima. Se agrega a la Tasa de referencia para obtener la Yield al vencimiento	1.80 % SEM 30/360
Y	Yield al vencimiento, donde $Y = r_{REF}+SY$	Y = 4.50% + 1.80% Y = 6.30%

Atributos Calculados

Símbolo	Definición	Ejemplo
$TF(t,T_i,CD)$	Fracción de año entre **t** y $\mathbf{T_i}$. Se utiliza para obtener el Valor Presente del cupón **i**.	$TF(t,T_1, 30/360) = 36/360$ $TF(t,T_2, 30/360) = 216/360$ $TF(t,T_3, 30/360) = 396/360$
$TF(T_{i-1},T_i,CD)$	Fracción de año entre $\mathbf{T_{i-1}}$ y $\mathbf{T_i}$. Se utiliza para obtener el Flujo de Efectivo del cupón **i**.	$TF(T_0,T_1, 30/360) = 180/360$ $TF(T_1,T_2, 30/360) = 180/360$ $TF(T_2,T_3, 30/360) = 180/360$
F_i	Flujo de Efectivo del cupón **i**	F_1 = 30.50 F_2 = 33.00 F_3 = 1033.00
VPF_i	Valor Presente del Flujo de Efectivo del cupón **i**.	VPF_1 = 30.311400 VPF_2 = 31.794417 VPF_3 = 964.868238
PS	Precio Sucio	1026.974055
ID	Intereses Devengados	24.400000
PL	Precio Limpio	1002.574055
DM	Duración Modificada	1.022787
DMac	Duración de Macaulay	1.055005
C	Convexidad	1.574982

- **Precio Sucio**

El Precio Sucio es igual al valor presente de los flujos de efectivo.

Para obtener el factor de descuento se utiliza la Yield, que se define por la tasa de referencia más la prima y se denota por Y. Con respecto a los flujos de efectivo, para el cupón en curso se utiliza la tasa del cupón vigente y para los cupones restantes se utiliza la tasa de referencia más el premio.

$$PS = \frac{N \cdot r_{CV} \cdot TF(T_0, T_1, CD)}{\left(1 + \frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t,T_1,CD)}} + \sum_{i=2}^{K} \frac{N \cdot r_C \cdot TF(T_{i-1}, T_i, CD)}{\left(1 + \frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t,T_i,CD)}} + \frac{N}{\left(1 + \frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t,T_K,CD)}}$$

Donde $Y = r_{REF} + SY$
$r_C = r_{REF} + S$

Otra forma de expresar la ecuación anterior es:

$$PS = \sum_{i=1}^{K} \frac{F_i}{\left(1 + \frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t,T_i,CD)}} = \sum_{i=1}^{K} VPF_i$$

Ejemplo:

$$PS = \frac{1000 \cdot 0.0610 \cdot \frac{180}{360}}{\left(1 + \frac{0.0630}{2}\right)^{2 \cdot \frac{36}{360}}} + \frac{1000 \cdot 0.0660 \cdot \frac{180}{360}}{\left(1 + \frac{0.0630}{2}\right)^{2 \cdot \frac{216}{360}}} + \frac{1000 \cdot 0.0660 \cdot \frac{180}{360}}{\left(1 + \frac{0.0630}{2}\right)^{2 \cdot \frac{396}{360}}} + \frac{1000}{\left(1 + \frac{0.0630}{2}\right)^{2 \cdot \frac{396}{360}}} = 1026.974055$$

- **Intereses Devengados**

Los intereses devengados son los intereses que han transcurrido desde el último pago de cupón a la fecha de valoración. Para el caso que no exista un pago de cupón previo a la fecha de valoración, en su lugar se utiliza la fecha de emisión.

$$ID = N \cdot r_{CV} \cdot TF(T_0, t, CD)$$

Ejemplo:

$$ID = 1000 \cdot 0.0610 \cdot \frac{144}{360} = 24.400000$$

- **Precio Limpio**

El Precio Limpio es igual al Precio Sucio menos los Intereses Devengados.

PL = PS - ID

Ejemplo:

PL = 1026.974055 – 24.400000 = 1002.574055

- **Duración Modificada**

Es una medida de sensibilidad que se utiliza para aproximar el precio del bono ante cambios en las tasas de interés. Para obtener la Duración Modificada es necesario definir al Precio Sucio en función de la Yield como única variable.

$$f(Y) = \sum_{i=1}^{K} \frac{F_i}{\left(1+\frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t,T_i,CD)}}$$

La Duración Modificada se define como un cociente que se utiliza para aproximar el precio de un bono ante cambios en la Yield. El numerador es igual a la derivada del Precio Sucio con respecto a la Yield al vencimiento, mientras que el denominador es el Precio Sucio. Por definición este cociente se multiplica por -1, para obtener un número positivo debido a que la derivada siempre es negativa.

$$DM = -\frac{f'(Y)}{f(Y)}$$

Para un Bono de tasa flotante, la ecuación anterior se expresa de la siguiente forma:

$$DM = \frac{1}{PS \cdot \left(1+\frac{Y}{m}\right)} \cdot \left[TF(t,T_1,CD) \cdot \frac{N \cdot r_{CV} \cdot TF(T_0,T_1,CD)}{\left(1+\frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t,T_1,CD)}} + \sum_{i=2}^{K} TF(t,T_i,CD) \cdot \frac{N \cdot r_C \cdot TF(T_{i-1},T_i,CD)}{\left(1+\frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t,T_i,CD)}} + TF(t,T_K,CD) \cdot \frac{N}{\left(1+\frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t,T_K,CD)}} \right]$$

Si consideramos los Flujos de Efectivo, se simplifica a lo siguiente,

$$DM = \frac{1}{PS \cdot \left(1+\frac{Y}{m}\right)} \cdot \sum_{i=1}^{K} TF(t,T_i,CD) \cdot \frac{F_i}{\left(1+\frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t,T_i,CD)}}$$

$$DM = \frac{1}{PS \cdot \left(1+\frac{Y}{m}\right)} \cdot \sum_{i=1}^{K} TF(t,T_i,CD) \cdot VPF_i$$

Ejemplo:

$$DM = \frac{1}{PS \cdot \left(1+\frac{0.0630}{2}\right)} \cdot \left[\frac{107}{360} \cdot \frac{30.500000}{\left(1+\frac{0.0630}{2}\right)^{2 \cdot \frac{107}{360}}} + \frac{291}{360} \cdot \frac{33.000000}{\left(1+\frac{0.0630}{2}\right)^{2 \cdot \frac{291}{360}}} + \frac{472}{360} \cdot \frac{1033.000000}{\left(1+\frac{0.0630}{2}\right)^{2 \cdot \frac{472}{360}}} \right] = 1.022787$$

- **Duración de Macaulay**

La Duración Modificada es igual al Valor Presente de la Duración de Macaulay. Debido a que la composición de la yield es igual al periodo de cupón, denotado por m, se tiene la siguiente expresión:

$$DM = \frac{DMac}{1 + \frac{Y}{m}}$$

Despejando la Duración de Macaulay en términos de la Duración Modificada, se tiene,

$$DMac = DM \cdot \left(1 + \frac{Y}{m}\right)$$

Sustituyendo en la ecuación anterior la Duración Modificada, se obtiene,

$$DMac = \frac{1}{PS} \cdot \sum_{i=1}^{K} TF(t, T_i, CD) \cdot VPF_i$$

Ejemplo:
Como ya se obtuvo la Duración Modificada, entonces se utiliza la primera expresión para obtener la Duración de Macaulay.

$$DMac = 1.022787 \cdot \left(1 + \frac{0.0630}{2}\right) = 1.055005$$

- **Convexidad**

La Convexidad es una medida de sensibilidad del precio de un bono ante cambios en las tasas de interés, se utiliza junto con la Duración Modificada para brindar una mejor aproximación del precio ante cambios en las tasas de interés.

De la misma forma que en la Duración Modificada, se define como función de la tasa al Precio Sucio:

$$f(Y) = \sum_{i=1}^{K} \frac{F_i}{\left(1 + \frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t, T_i, CD)}}$$

En términos generales la Convexidad es:

$$C = \frac{f''(r_K)}{f(r_K)}$$

Para un Bono de tasa flotante, la ecuación anterior se reduce a lo siguiente:

$$C = \frac{1}{PS \cdot \left(1 + \frac{Y}{m}\right)^2} \cdot \sum_{i=1}^{K} \left(TF(t, T_i, CD)^2 + \frac{TF(t, T_i, CD)}{m} \right) \cdot \frac{F_i}{\left(1 + \frac{Y}{m}\right)^{m \cdot TF(t, T_i, CD)}}$$

$$C = \frac{1}{PS \cdot \left(1 + \frac{Y}{m}\right)^2} \cdot \sum_{i=1}^{K} \left(TF(t, T_i, CD)^2 + \frac{TF(t, T_i, CD)}{m} \right) \cdot VPF_i$$

Ejemplo:

$$C = \frac{1}{1026.974055 \cdot \left(1 + \frac{0.0630}{2}\right)^2} \cdot \left[\left(\left(\frac{36}{360}\right)^2 + \frac{36}{2 \cdot 360} \right) \cdot 30.311400 + \left(\left(\frac{216}{360}\right)^2 + \frac{216}{2 \cdot 360} \right) \cdot 31.794417 + \left(\left(\frac{396}{360}\right)^2 + \frac{396}{2 \cdot 360} \right) \cdot 964.868238 \right] = 1.574982$$

D) Bonos con derecho de pago anticipado

Los bonos con cláusulas de redención anticipada contemplan en su estructura una opción del tipo Call europeo sobre el mismo a favor del emisor, son por lo regular bonos que otorgan al tenedor un período de gracia en el cual el bono no puede ser recomprado por el emisor al tenedor. Terminado este período de gracia el emisor tiene el derecho, pero no la obligación de recomprar la nota al tenedor a par, estos se pueden dividir en las siguientes categorías de acuerdo con el momento en que dicho derecho puede ser ejercido:

1. En cualquier momento después del pago de un cupón de predefinido;
2. Dentro de una ventana de tiempo previo el pago de cualquier cupón;
3. Al momento del pago de un cupón predefinido;
4. Al momento del pago de cualquier cupón.

El modelo de valuación propuesto para la determinación del precio teórico de este tipo de bonos considera dicho derecho como una opción de compra simple o también conocida como "plain vanilla" de tal forma que las consideraciones para las cuatro instancias antes descritas quedan de la siguiente manera:

1. Para aquellos bonos en los que el emisor puede ejercer el derecho de recompra en cualquier momento después del pago de cupón predefinido, se incorporará a la valuación del bono en cuestión, un call option europeo plain vanilla el cual se aplicará solamente a ese cupón.

2. Para aquellos bonos en los que el emisor puede ejercer el derecho de recompra dentro de una ventana del tiempo previo pago de cualquier cupón, se incorporará a la valuación del bono en cuestión, un call option europeo plain vanilla que será considerado para el pago de siguiente cupón.

3. Para aquellos bonos en los que el emisor puede ejercer el derecho de recompra al momento del pago de un cupón predefinido, se incorporará a la valuación del bono en cuestión, un call option europeo plain vanilla que será considerado para precisamente al momento de pago del cupón en cuestión.

4. Para aquellos bonos en los que el emisor puede ejercer el derecho de recompra al momento del pago de cualquier cupón, se incorporará a la valuación del bono en cuestión, un call option europeo plain vanilla que será considerado para el pago de siguiente cupón.

Expuestos los puntos anteriores el modelo de valuación para los bonos Callables se propone de la siguiente forma:

$$P_{V_{RACL}} = N - P_{Call_i}$$

Donde:

PV_{RACL}	Precio Sucio de Valuación del Bono Callable
$PCall_i$	Prima de la Opción Call Europea en monto *i* determinada mediante la Fórmula General de Black & Scholes
N	Valor Nominal

i. El precio de ejercicio será el valor nominal, puesto que a este precio lo llamará el emisor.

ii. Se determina el valor de la prima al "Call Date" más cercano mediante la siguiente expresión:

$$C = SN\left(d_{1_B\&S}\right) - Ke^{-rt_{BS}} N\left(d_{2_B\&S}\right)$$

Donde:

C	Valor de la prima del Call Europeo
S	Precio Spot
$N\, d_{1_B\&S}$	Función normal que se distribuye con media 0 y varianza 1usada para Black&Scholes
$d_{1_B\&S}$	$\dfrac{\ln(S/K) + (r - r^* + \sigma^2/2)\, t_{BS}}{\sigma\sqrt{t_{BS}}}$
K	Precio del Ejercicio
r	Tasa Local continua (tasa de financiamiento)
t_{BS}	Plazo de la operación num. De días/360)
$d_{2_B\&S}$	$d_{1_B\&S} - \sigma\sqrt{t_{BS}}$
σ	Volatilidad en términos de % y anualizada
ln	Logaritmo Natural

E) Administración de riesgo modelo

Para disminuir en la mayor medida posible el riesgo modelo se sigue un estricto procedimiento de modelación de los instrumentos. El proceso de asignación de modelo teórico a los distintos instrumentos emitidos comienza con la recepción de la información y características a través de la BNV de Costa Rica. Consideramos que el reporte proporcionado por la Bolsa Nacional de Valores de Costa Rica, a través de cual se nos informan las características de los instrumentos, es la fuente de información más confiable para obtener las características de los instrumentos costarricenses.

Con base en las características recibidas se asigna el modelo de valuación a dicho instrumento y se actualiza la base de datos, la cual sirve como insumo a la plataforma RiskWatch, que es la encargada de valorar el instrumento. Dicha plataforma es a su vez suministrada con los insumos diarios por un cuidadoso proceso, en el cual se verifica

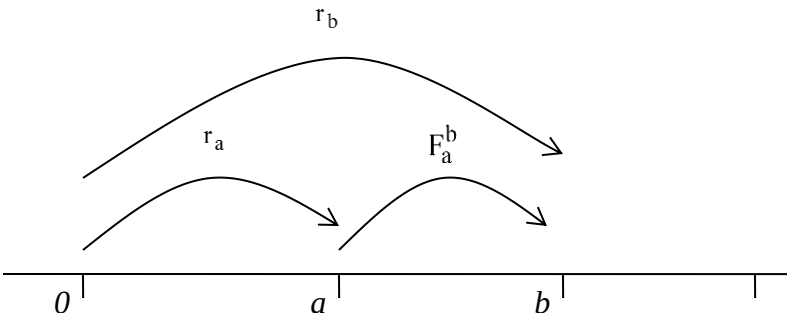
que el cambio del día a día de los insumos sea congruente y se complemente con la definición de modelos teóricos para cada tipo de instrumento. Con esto se obtienen los precios teóricos y se procede a revisar que el cambio con el día anterior sea congruente con los movimientos que se reflejaron en el mercado. Al concluir el proceso de valuación a través de la plataforma RiskWatch se verifica que los valores generados por dicho software sean iguales a los valores que resultan de un proceso independiente, comprobando de esta forma una correcta asignación de precio teórico al instrumento valuado.

Respecto a la asignación de parámetros por tipo de instrumento, se realiza un proceso de asignación de curvas de descuento, curva de prima, tasa de referencia para cálculo de cupones no conocidos, tipos de cambio, amortizaciones conocidas, base de cálculo de días, etc. basado en las mismas características recibidas por la citada fuente.

En el caso de que exista una controversia en el modelo asignado para determinado instrumento dentro del vector de precios, se validará la información disponible dentro de nuestras fuentes y/o la proporcionada por el cliente. De proceder la modificación, se pondrá en consideración del Comité Técnico de Valuación para el cambio o aplicación del modelo o de sus características correspondientes. Dicha modificación se dará a conocer a los clientes vía medios electrónicos en el día en el que entre en vigor.

4.5 Extrapolación con tasa forward constante

La tasa forward denotada por F_a^b, es la tasa que hace equivalente invertir en una tasa de interés r_b con plazo *b*, a utilizar una tasa de interés r_a con plazo *a*, y posteriormente reinvertir a una tasa de interés F_a^b para el periodo (a,b). Tal como se muestra en la siguiente gráfica:



Esta equivalencia se hace bajo el supuesto de ausencia de oportunidades de arbitraje y analíticamente se expresa por:

$$\left(1+r_b\,\frac{b}{360}\right)=\left(1+r_a\,\frac{a}{360}\right)\left(1+F_a^b\,\frac{b-a}{360}\right)$$

Donde:

r_b Tasa simple correspondiente al plazo *b*

r_a Tasa simple correspondiente al plazo *a*

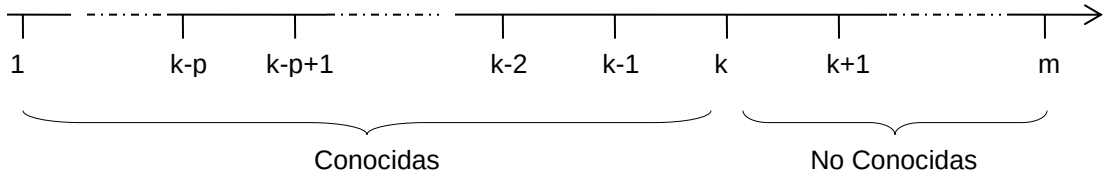
F_a^b Tasa forward del tiempo *a* al tiempo *b*

Con a < b

Si se conocen las tasas simples, r_b y r_a, es posible obtener la tasa forward, F_a^b, implícita.
Al despejarla de la igualdad antes mencionada, se tiene:

$$F_a^b=\left(\left(\frac{1+r_b\,\frac{b}{360}}{1+r_a\,\frac{a}{360}}\right)-1\right)\frac{360}{b-a}$$

Para obtener la extrapolación, sea desean obtener las tasas simples de *k*+1 hasta *m* (plazo al que se desea extrapolar) y se supone conocida la estructura temporal de tasas simples desde 1 hasta *k* (el plazo mayor de la curva cero cupón que se desea extrapolar).



Como puede observarse la última tasa forward conocida de un día es F_{k-1}^{k}, que se obtiene a partir de:

$$F_{k-1}^{k} = \left(\left(\frac{1 + r_k \frac{k}{360}}{1 + r_{k-1} \frac{k-1}{360}} \right) - 1 \right) \frac{360}{1}$$

Una vez que se tiene el valor de F_{k-1}^{k}, éste se supone constante para los siguientes periodos, es decir,

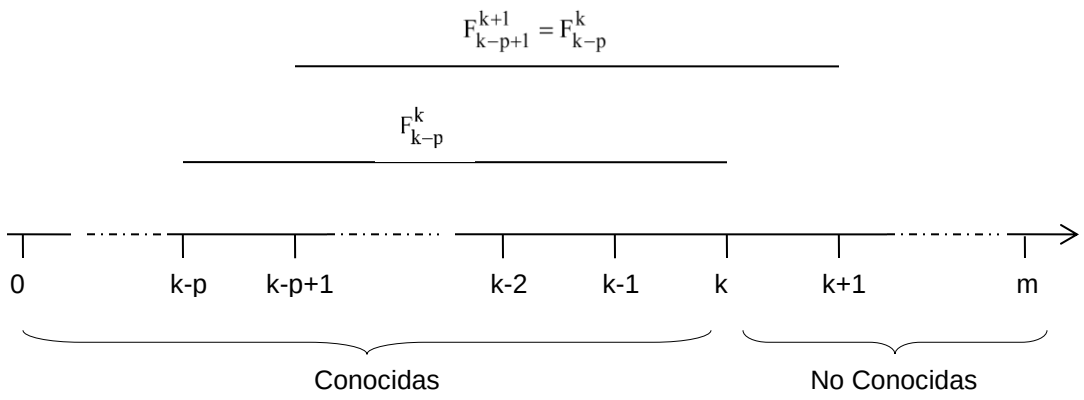
$$F_{k-1}^{k} = F_{k}^{k+1} = \ldots = F_{m-1}^{m}$$

Por lo que la tasa simple del periodo *k*+1 es:

$$r_{k+1} = \left(\left(1 + r_k \frac{k}{360} \right) \left(1 + F_k^{k+1} \frac{1}{360} \right) - 1 \right) \frac{360}{k+1}$$

Posteriormente, se utiliza el valor de r_{k+1} y la tasa forward constante para obtener r_{k+2} y, así sucesivamente, hasta obtener la tasa r_m.

Cabe mencionar, que además de la tasa forward asociada a un periodo se podría utilizar cualquier otra tasa forward. De manera general, se podría utilizar la tasa forward asociada a p días, F_{k-p}^{k}.



Por lo que la tasa F_{k-p}^{k}, es:

$$F_{k-p}^{k} = \left(\left(\frac{1 + r_k \frac{k}{360}}{1 + r_{k-p} \frac{k-p}{360}} \right) - 1 \right) \frac{360}{p}$$

Dado que F_{k-p}^{k} se mantendrá constante, entonces $F_{k-p}^{k} = F_{k-p+1}^{k+1} = \ldots = F_{m-p}^{m}$, por lo que la tasa de interés del plazo k+1 se obtiene de la siguiente forma,

$$r_{k+1} = \left(\left(1 + r_{k-p+1} \frac{k-p+1}{360} \right) \left(1 + F_{k-p+1}^{k+1} \frac{p}{360} \right) - 1 \right) \frac{360}{k+1}$$

Para el caso de las curvas cero cupón en dólares y colones descritas en la sección 2, el plazo de la tasa forward es 180 días para ser congruentes con la periodicidad de los bonos cuponados.

4.6 Procedimiento general para el primer día de generación del vector

Los precios y rendimientos reportados en el vector que generó la BNV al 31 de julio de 2008 se tomarán como base para la generación inicial del vector de precios de Valmer con el fin de proveer una valuación que sea congruente con los precios con que se tienen valorizados los instrumentos del mercado de Costa Rica.

En esa fecha se establecen las sobretasas/primas que los instrumentos de tasa fija y cero cupón tienen respecto a las curvas soberanas, para proceder a ajustarlos posteriormente con las observaciones de mercado y respecto a las curvas soberanas conforme a la metodología descrita. Para las acciones y títulos de participación se toman los precios publicados para dicha fecha.

En lo que se refiere a instrumentos de tasa variable, se calcula a esa fecha la prima implícita en los precios reportados por la BNV para proceder a ajustarlos posteriormente con las observaciones de mercado disponibles. Particularmente para instrumentos G_TPTBA y G_TP$A la prima se determina con la curva de primas descritas en la sección 2.5 y 2.6 que fue obtenida a partir de un análisis que reflejara las condiciones con que operan esos instrumentos en el mercado de Costa Rica.

A partir del 1 de agosto se aplicará por cada día hábil la metodología que se describe en el presente documento y será entregado a los usuarios a través de los medios establecidos.

4.7 Índice de representatividad

El índice de representatividad mide la facilidad de un activo de ser encontrado en el mercado bursátil en un periodo dado. Su utilidad es identificar las emisiones que sean más representativas de los movimientos de mercado para elegir las muestras de las curvas y definir los rangos, con el fin de reflejar valoraciones que muestren las condiciones prevalecientes en el mercado y contribuir a una formación de precios oportuna y transparente.

Antes de realizar cualquier cálculo, se eliminan las operaciones de reporto y las que no cumplan con las restricciones de monto mínimo para cada grupo especificadas en esta metodología. Este índice se aplica por cada instrumento que opere en el periodo definido de la siguiente manera:

$$IR = \alpha \cdot FT + \beta \cdot PB + \lambda \cdot NR$$

Frecuencia de Transacción

$$FT = \frac{\text{No. de Operaciones del instrumento } i}{\text{No. de Operaciones del grupo}}$$

Presencia Bursátil

$$PB = \frac{\text{No. de días en que se transo el instrumento } i}{\text{No.de días que se negociaron los instrumentos del grupo}}$$

Negociación Relativa

$$NR = \frac{\text{Valor facial total de las operaciones del instrumento } i}{\text{Valor facial total de las operaciones del grupo}}$$

Ponderadores

$\alpha = 1/3$

$\beta = 1/3$

$\lambda = 1/3$

Los grupos a los que es aplicado este índice son:
G_TPTBA
G_TP$A
G_TUDES
G_TP0 y BCCR_bem0
G_TP y BCCR_bem
G_TP$ y G_bde

Cuando se aplica a rangos, se obtiene el índice promedio de las emisiones contenidas en cada uno de ellos.

4.8 Defaulted

Para instrumentos locales que incurran en incumplimiento, es decir, muestran una escala de calificación “D” por parte de la(s) calificadora(s) que Valmer Costa Rica tiene registradas, el valor del instrumento se determinará en función de la información reportada por la Bolsa Nacional de Valores vía comunicados o la que se encuentra disponible en la página de la SUGEVAL. Si el cambio en el precio debido a un evento de Default o incumplimiento no se viera reflejado en las fuentes antes mencionadas, se pondrá a consideración del Comité Técnico de Valuación el ajuste que debe recibir el instrumento en cuestión.
En el caso de instrumentos internacionales en Default, su precio será el reportado por nuestras fuentes internacionales de información cómo lo explica la presente metodología de Valmer Costa Rica.

4.9 Instrumentos financieros para los que no exista un mercado activo

La presente metodología contempla para los instrumentos que no pertenezcan a un mercado activo, su precio debe ajustarse de acuerdo con activos que posean características similares, y de este modo, sus niveles no se rezaguen y reflejen las condiciones dadas por su emisor o tipo de instrumento. Lo anterior busca que su actual precio sea lo más próximo a su valor razonable como lo explican las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF 13).

Existen dos escenarios de ajuste en los precios para aquellos instrumentos que no cuenten con un mercado activo:

1) Para aquellos instrumentos con un nivel nulo de operación, su precio en el día de valuación se generará de acuerdo con lo establecido en los criterios de arrastre antes mencionados en la presente metodología, es decir, de manera teórica con base a sus características descritas en su prospecto, el movimiento que tenga la curva/tasa

de referencia a la que este indexado o bajo el efecto que presente la familia a la cual pertenezca el instrumento. Lo anterior asegura que el precio no se rezague y que presente los movimientos de acuerdo con los niveles observados en el mercado.

2) Los instrumentos que no cuenten con alguna referencia de mercado (curva, tasa de referencia) y que no pertenezcan a una familia, se tomará en consideración la información referente al emisor (reportes de calificación crediticia o estatus de la emisión, en caso de existir) en conjunto con el Comité Técnico de Valuación para incorporar la situación vigente del emisor. Dicho ajuste será realizado en aquellos instrumentos que no hayan presentado operaciones de mercado durante un lapso aproximado de un mes. La siguiente tabla muestra los cambios que podría determinar el Comité Técnico de Valuación para aplicar en los spreads crediticios de los instrumentos por la alza o baja en el nivel de calificación del emisor

Rangos de Calificación	Ajuste por cada nivel de alza/baja
AAA hasta A-	20 bps
BBB+ hasta B-	50 bps
CCC hasta D	70 bps

En caso de que el Comité Técnico de Valuación determine la no aplicación de algún ajuste o un ajuste diferente a la tabla anterior, quedará asentado en un acta del Comité.