

División de Normativa y Autorizaciones

Guía metodológica Cálculo de la curva de tipos de interés técnico 2022

Octubre 2022

Contenido

I. Introducción	2
II. Cálculo de la curva de tipos de interés técnico 2022.....	3
1. Curva de rendimiento soberana	3
2. Ultimate forward rate (UFR)	4
a. <i>Tasa real esperada</i>	4
b. <i>Inflación esperada</i>	5
Descripción del método Smith-Wilson	7
III. ANEXOS.....	10

I. Introducción

El Superintendente, mediante Acuerdo SGS-A-0068-2019 del 3 de diciembre de 2019, modificó el Capítulo 4 del *Acuerdo SGS-DES-A-029-2013 Lineamientos generales para la aplicación del reglamento sobre la solvencia de entidades de seguros y reaseguros*, para establecer una metodología de estimación de la curva de tipos de interés técnico para el cálculo de la provisión matemática de los seguros personales en colones. Lo anterior, en concordancia con las mejores prácticas internacionales en materia de estimación de provisiones técnicas. A raíz de las fluctuaciones experimentadas en las tasas de rendimiento soberano en los años 2020 y 2021, se modificó parcialmente la forma de elegir uno de los insumos para la ejecución de dicha metodología, según consta en el Acuerdo SGS-A-0090-2022 del 19 de octubre de 2022, específicamente en el Capítulo 4 del *Acuerdo SGS-DES-A-029-2013*

La aplicación de la nueva metodología inició a partir del cierre de diciembre de 2019 con la curva de tipos de interés técnico al 31 de diciembre de 2018. De conformidad con la modificación normativa, se calculó una nueva curva de tipos de interés técnico al 30 de septiembre de 2022, la cual debe ser utilizada para los siguientes 6 meses a partir de octubre 2022 hasta el cierre contable de 30 de marzo de 2023. La información se encuentra publicada en el sitio web de la Sugese.

La presente guía describe el procedimiento y la información utilizada para el cálculo de la curva con corte al 30 de septiembre de 2022.

Si tiene dudas, consultas o comentarios, escríbanos a la dirección electrónica de la Superintendencia sugese@sugese.fi.cr o llámenos al teléfono 2243-5149 y con gusto le atenderemos.

II. Cálculo de la curva de tipos de interés técnico 2022

La curva de tipos de interés técnico se establece para el cálculo de la provisión matemática de los seguros personales en colones, conforme con el Acuerdo SGS-DES-A-029-2013¹ *Lineamientos Generales para la Aplicación del Reglamento sobre la Solvencia de entidades de seguros y reaseguros*.

1. Curva de rendimiento soberana

Para estimar la curva de tipos de interés técnico, se parte de los tipos spot de los bonos cero cupón con vencimiento desde un año hasta el último punto líquido de la misma y luego se estiman los tipos spot de bonos con vencimientos posteriores. Para esto, se toman como base los datos de la curva de rendimiento soberana en colones que calcula y publica el Banco Central de Costa Rica. Para identificar los puntos líquidos se extraen los tres nodos que corresponden a los rendimientos a uno, dos y tres años plazo.

Para construir la curva de tipos de interés técnico 2022 se utilizó la última curva disponible al 30 de septiembre de 2022 (ver detalle en anexo 1), la cual corresponde a:

Cuadro 1
Curva Soberana Colones
Semana del 28 septiembre al 04 de octubre de 2022

1 año	2 años	3 años	5 años	7 años	10 años
8,72	8,89	9,05	9,31	9,51	9,74

Fuente: BCCR

Para efectos de esta metodología, la tasa a tres años plazo seleccionada, corresponderá al último punto líquido. Significa entonces que el último punto líquido de la curva de tipos de interés técnico hasta septiembre 2022 es 9,05%.

¹ Y su modificación según SGS-A-0090-2022

2. Ultimate forward rate (UFR)

La UFR se define como la suma de los tipos de interés reales esperados más la inflación esperada, conforme las siguientes consideraciones:

a. Tasa real esperada

Para la determinación de los tipos de interés reales esperados se toma como referencia las tasas de interés del Mercado Integrado de Liquidez (MIL), cada valor se debe deflactar con la inflación observada en el mes correspondiente para obtener las tasas reales. Para ello se utiliza la fórmula de Fischer:

$$(1 + r) = \frac{(1 + i)}{(1 + \pi)}$$

Donde

r: corresponde a la tasa real

i: tasa de interés promedio observada en el MIL

π : inflación observada en el mes, correspondiente a la variación interanual del IPC.

Una vez que se deflactan las tasas, se calcula por año el promedio simple para obtener la tasa real anual y se aplica un redondeo de cinco puntos base (p.b.) de la siguiente forma:

- Si la tasa real esperada es menor que la tasa redondeada del periodo anterior, se redondea 5 p.b. hacia arriba.
- Si la tasa real esperada es mayor que la tasa redondeada del periodo anterior, se redondea 5 p.b. hacia abajo.

Para calcular la tasa real esperada al 2022, se utilizó el histórico de promedios mensuales de las tasas de interés del Mercado Integrado de Liquidez (MIL) desde enero 2013 hasta septiembre del 2022 y la variación interanual del Índice de Precios al Consumidor (ver detalle en anexo 2). Con esto se obtuvo los promedios anuales y se efectuó el redondeo según lo establecido en la metodología mencionada. Como resultado, la tasa real esperada para este periodo es 0,80%. En el siguiente cuadro se presenta los datos obtenidos para cada periodo.

Cuadro 2

Tasa real esperada 2013 al 2022

Periodos anuales	Promedio tasa real esperada	Redondeo
Ene- Dic 2013	-0,81	-0,81
Ene 2013-Dic 2014	-0,28	-0,30
Ene 2013-Dic 2015	0,56	0,55
Ene 2013-Dic 2016	0,84	0,80
Ene 2013-Dic 2017	1,11	1,10
Ene 2013-Dic 2018	1,39	1,35
Ene 2013-Dic 2019	1,52	1,50
Ene 2013-Dic 2020	1,38	1,40
Ene 2013-Dic 2021	1,12	1,15
Ene 2013-Sep 2022	0,76	0,80

Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR

b. Inflación esperada

La inflación esperada: es determinada por el Banco Central de Costa Rica como parte del programa macroeconómico. Para efectos del cálculo de la UFR, se selecciona la inflación meta correspondiente al cierre del mes anterior a la fecha de cálculo de la ETTI y se fija de acuerdo con los siguientes rangos:

- 1%, si la meta de inflación es menor o igual a 1%
- 2% si la meta de inflación es mayor a 1% y menor que 3%
- 3% si la meta de inflación es mayor o igual a 3% y menor que 4%
- 4% si la meta de inflación es 4% o mayor.

De acuerdo con lo anterior, la inflación esperada para este periodo es 3%. En el siguiente cuadro se presenta los datos obtenidos para cada periodo.

Cuadro 3

Inflación esperada 2013 al 2022

Año	Meta de inflación BCCR	Inflación esperada
2013	5 ± 1 p.b.	4
2014	4 ± 1 p.b.	4
2015	4 ± 1 p.b.	4
2016	3 ± 1 p.b.	3
2017	3 ± 1 p.b.	3
2018	3 ± 1 p.b.	3
2019	3 ± 1 p.b.	3
2020	3 ± 1 p.b.	3
2021	3 ± 1 p.b.	3
2022	3 ± 1 p.b.	3

Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR

Una vez que se obtiene los tipos de interés reales esperados más la inflación esperada se suman los valores para obtener el valor de la UFR. Como resultado se obtiene que la UFR para el 2022 es **4,20%**, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 4

Histórico Ultimate Forward Rate (UFR)

Año	Tasa real esperada (1)	Inflación esperada (2)	UFR (1+2)	UFR ajustado variación máxima ±15 p.b.
2018	1,35	3	4,35	4,35
2019	1,50	3	4,50	4,50
2020	1,40	3	4,40	4,50
2021	1,15	3	4,15	4,35
2022	0,80	3	3,80	4,20

Es importante señalar que la metodología establece que el cambio de la UFR de un periodo a otro estará limitado por un crecimiento o decrecimiento máximo de 15 puntos base. Por tanto, se compara el resultado de la UFR 2022 con respecto al UFR del 2021, y en este caso fue necesario realizar el ajuste pues la variación supera los 15 puntos base, esto debido a la alta inflación observada que repercute en una disminución de las tasas reales.

Descripción del método Smith-Wilson

De conformidad con la metodología, para la estimación de la curva se utiliza la siguiente función:

$$P(t) = e^{-UFR \cdot t} + \sum_{i=1}^N \zeta_i W(t, u_i) \quad \text{con } t \geq 0$$

Como se observa la función $P(t)$ es la suma de dos componentes, el primero, es un término asintótico, que usa como tipo de interés de descuento la UFR que hace que el término se aproxime al valor auténtico de la función precio cuando está próximo el horizonte temporal definido. Mientras que el segundo componente es una combinación lineal de las funciones de Wilson que provienen de los precios de los bonos cero cupón observados con vencimiento u_i .

La ecuación de la función de Wilson se expresa de la siguiente manera:

$$W(t, u_i) = e^{-UFR(t+u_i)} \{ \alpha \min(t, u_i) - 0,5 e^{-\alpha \max(t, u_i)} (e^{\alpha \min(t, u_i)} - e^{-\alpha \min(t, u_i)}) \}$$

Donde:

N : es el número de bonos cero cupón teóricos conocidos en la función de precios.

u_i : son los vencimientos de los bonos cero cupón teóricos, para $i=1, 2, \dots, N$.

α : es un parámetro que representa la velocidad en que los tipos convergen a UFR. El parámetro $\alpha = 0,1$ proporciona una extrapolación que se ajusta a la mayoría de las curvas de tipos de interés y constituye un estándar internacional.

t : es el vencimiento evaluado en la función $P(t)$.

UFR: es el Ultimate Forward Rate

ζ_i : son parámetros desconocidos del modelo, para $i= 1, 2, \dots, N$.

Para calcular los ζ_i , la metodología establece un sistema lineal de N funciones de descuento, una por cada bono cero cupón. Cada ecuación de este sistema representa el precio actual de un bono cero cupón teórico por unidad monetaria. De la siguiente forma:

$$\begin{aligned} m_1 = P(u_1) &= e^{-UFR \cdot u_1} + \sum_{i=1}^N \zeta_i W(u_1, u_i) \\ m_2 = P(u_2) &= e^{-UFR \cdot u_2} + \sum_{i=1}^N \zeta_i W(u_2, u_i) \\ &\dots \dots \dots \\ m_N = P(u_N) &= e^{-UFR \cdot u_N} + \sum_{i=1}^N \zeta_i W(u_N, u_i) \end{aligned}$$

Donde m_i es el precio de mercado conocido de un bono cero cupón teórico por unidad monetaria.

Este sistema se podría expresar de forma matricial de la siguiente manera:

$$M = P = U + W * \zeta$$

Donde

M: $(m_1, m_2, \dots, m_N)$

P: $(P(u_1), P(u_2), \dots, P(u_N))$

U: $(e^{-UFR \cdot u_1}, e^{-UFR \cdot u_2}, \dots, e^{-UFR \cdot u_N})$

ζ_i : $(\zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_N)$

W: $\begin{bmatrix} W(u_1, u_1) & W(u_1, u_N) \\ W(u_N, u_1) & W(u_N, u_N) \end{bmatrix}$

Para obtenerla, el vector ζ_i se invierte la matriz de funciones simétricas Wilson y se multiplica por la resta del vector de precios y el vector de términos asintóticos, como sigue:

$$\zeta = W^{-1}(M - U)$$

O lo que es lo mismo

$$\zeta = W^{-1}(P - U)$$

Una vez calculado el vector de ζ_i se pueden obtener los precios de los bonos ceros cupón para todos los vencimientos deseados utilizando la ecuación previamente mencionada:

$$P(t) = e^{-UFR \cdot t} + \sum_{i=1}^N \zeta_i W(t, u_i) \quad \text{con } t \geq 0$$

Con los precios calculados para un bono cero cupón teórico por unidad monetaria, se procede a determinar los valores de tipo de interés que van a componer la ETTI. Para obtener el tipo de interés al contado continuo de Smith Wilson se utiliza la siguiente fórmula:

$$\tilde{r}_t = \frac{\ln\left(\frac{1}{P(t)}\right)}{t}$$

Usando el resultado anterior, se puede calcular el tipo de interés contado discreto de la siguiente forma:

$$r_t = e^{\tilde{r}_t} - 1$$

Finalmente se calcula el tipo forward para el plazo $(i - 1, i)$ en el momento $t=0$, con la siguiente fórmula:

$$f_{t,i} = \frac{(1 + r_{t,i})^i}{(1 + r_{t,i-1})^{i-1}} - 1$$

Para la realización de los cálculos se utilizó lenguaje R. En el Anexo 3 se muestra la curva forward del periodo, la cual corresponde a la curva de tipos de interés técnico al 30 de septiembre de 2022 y deberá aplicarse para el cálculo de la provisión matemática de los seguros personales en colones para el cierre de octubre de 2022 hasta el cierre contable de marzo 2023.

III. ANEXOS

Anexos	Archivo
Anexo 1. Histórico Curvas Soberanas 2015-2022	 HistóricoCurvasSob ranas_2015-2022.xlsx
Anexo 2. Histórico Tasas de Interés, Mercado Integrado de Liquidez (MIL)	 MIL_2022.xlsx
Anexo 3. Curva forward al 30 de septiembre de 2022	 Curvas de interés tecnico Sep 2022.xlsx

Elaborado por:		Revisado y aprobado por:
Cinthy Acuña Solano	Ifigenia Fallas Pizarro	Celia González Haug
Analista Normativa y Autorizaciones	Actuaria Principal Normativa y Autorizaciones	Directora División Normativa y Autorizaciones