

Ingeniería financiera de bonos SVS para el mercado de capitales argentino: opción de venta anticipada y seguro de tipo de cambios

Financial engineering of SVS bonds for the Argentine capital market: early redemption option and exchange rate hedging

Gastón Silverio Milanesi

RESUMEN

Se desarrolla un modelo de valuación de bonos SVS en pesos con opciones de venta, frente al riesgo del tipo de cambio. Se propone un modelo numérico incorporando opción de venta anticipada, a partir de comparar el precio de ejercicio en dólares actuales, con el valor actual del bono en dólares futuros. Permite calcular el valor estratégico del bono, compuesto por su valor actual más opción de abandono. El proceso estocástico es binomial sobre las tasas de referencias en el mercado nominadas en moneda local y dólares estadounidenses. Las conversiones y proyecciones de tipo de cambio encuentran sustento en las teorías de paridad de los tipos de interés, tipo de cambio futuro, ley del precio único y efecto Fisher. Se utiliza el análisis de casos en administración, con las ON clase 8 Pampa Energía SVS (pesos) y ON clase X YPF SVS del año 2022 (dólares). El análisis se realiza con indicadores clásicos de rendimiento nominal, real, duración, duración modificada y convexidad. Seguidamente, respetando la moneda y estructura del instrumento en pesos, se desarrolla un bono con opción de rescate convertible en moneda extranjera y se testea con dos escenarios hipotéticos de volatilidad sobre tasas de interés de referencia. Se concluye sobre la eficacia de la opción de venta anticipada como instrumento de cobertura frente al riesgo del tipo de cambio y el potencial atractivo para el desarrollo de un mercado líquido en pesos.

Palabras clave: bonos SV, opción de abandono, binomial, teorías de paridad, riesgo tipo de cambio

JEL: G13; G18.

ABSTRACT

A valuation model for SVS bonds in pesos with put options, against exchange rate risk, is developed. A numerical model incorporating an early put option is proposed, based on comparing the current dollar strike price with the present value of the bond in future dollars. It allows calculating the strategic value of the bond, composed of its present value plus the abandon-

Gastón Silverio Milanesi

milanesi@uns.edu.ar

orcid.org/0000-0003-1759-6448

Departamento de Ciencias de la Administración

Instituto de Ciencias de la Administración

Universidad Nacional del Sur

Facultad de Ciencias Económicas

Centro de Estudios Para el Análisis Financiero

Universidad de Buenos Aires

ARGENTINA

COMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Milanesi, G. S. (2025). Ingeniería financiera de bonos SVS para el mercado de capitales argentino: opción de venta anticipada y seguro de tipo de cambios. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas*, 35(2), 1-18 <https://doi.org/10.30972/rfce.3528872>



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Revista de la Facultad de Ciencias Económicas
ISSN 1668-6357 (formato impreso) ISSN 1668-6365 (formato digital) por Facultad de Ciencias Económicas Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) Argentina se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.

ment option. The stochastic process is binomial, based on reference rates in the market denominated in local currency and US dollars. Exchange rate conversions and projections are grounded in interest rate parity theories, future exchange rate, the law of one price, and the Fisher effect. Case analysis is conducted using classic performance indicators such as nominal, real return, duration, modified duration, and convexity. Subsequently, maintaining the currency and structure of the instrument in pesos, a bond with a rescission option convertible into foreign currency is developed, and tested with two hypothetical volatility scenarios on reference interest rates. The effectiveness of the early put option as a hedging instrument against exchange rate risk and its potential attractiveness for developing a liquid market in domestic current are concluded.

Keywords: SVS bonds, abandonment option, binomial, parity theorie, exchange rate risk
JEL: G13; G18.

1. Introducción

En el mercado de capitales argentino, los instrumentos de renta fija conocidos como bonos SVS (sociales, verdes y sustentables) son instrumentos financieros que permiten captar y aplicar recursos hacia proyectos con beneficios ambientales, sociales. Principalmente financian o refinancian proyectos que generan un impacto positivo en el medio ambiente mediante los bonos verdes, en la sociedad con los conocidos bonos sociales o con efecto múltiple en materias de externalidades como los bonos sustentables¹. Estos bonos se han vuelto importantes para la financiación responsable y son reconocidos por la Comisión Nacional de Valores (CNV) y listados en Bolsas y Mercados Argentinos S.A. (BYMA)². No obstante, las buenas prácticas de perspectivas desde el punto de vista de la gobernanza y la comunidad, debe tener su correlato con el rendimiento del instrumentos y preferencias frente al riesgo de los inversores (Fornero, 2006). En tal sentido, en el caso de mercados emergentes, es condición necesaria su calificación SVS, más no suficiente. Este debe brindar cobertura por el riesgo asumido de parte del tenedor, a través de su rendimiento que compense el valor tiempo del dinero, el riesgo inflacionario y cambiario. Explica la inexistencia de liquidez y mercado secundario de bonos SVS nominados en moneda local.

En el contexto local, para el diseño de este tipo de instrumentos en moneda de curso legal, no es suficiente con ofrecer altas tasas nominales en pesos, en estructuras de pagos simples como los bonos americanos o con amortización parcial. Es necesario desarrollar coberturas frente al riesgo de tipo de cambio y expectativas inflacionarias, dotando de flexibilidad al instrumento. En tal sentido, el presente trabajo propone un modelo numérico para el desarrollo de bonos SVS

1. Ejemplos incluyen energías renovables, eficiencia energética, gestión de residuos, vivienda asequible y salud pública.

2. En Argentina, la CNV y BYMA regulan y promueven el mercado de Bonos SVS. BYMA cuenta con un “Panel de Bonos SVS” específico para estos valores. Su El proceso para listar los Valores Negociables SVS es similar al de otras emisiones como Obligaciones Negociables (ON), Fondos Comunes de Inversión (FCI) y Fideicomisos Financieros (FF), siguiendo las normas de la CNV y el reglamento de BYMA.

incorporando opción de venta anticipada, a partir de comparar el precio de ejercicio en dólares actuales, con el valor actual del bono en dólares futuros. El modelo permite calcular el valor estratégico del bono definido como valor actual más opción de abandono, a partir de un proceso estocástico binomial sobre las tasas de referencias en el mercado nominadas en moneda local y dólares estadounidenses. Las conversiones y proyecciones de tipo de cambio encuentran sustento en las teorías de paridad de los tipos de interés, tipo de cambio futuro, ley del precio único y efecto Fisher. La metodología utilizada es el análisis de casos en administración, tomando dos obligaciones negociables emitidas en BYMA ON clase 8 Pampa Energía SVS y ON clase X YPF SVS del año 2022, la primera en pesos y la segunda en dólares. El análisis de rendimiento-riesgo del bono se realiza con los indicadores clásicos de rendimiento nominal, real, duración, duración modificada y convexidad. Se expone, para el mismo contexto e intervalo de tiempo, los resultados negativos del instrumento emitido en moneda local, comparado con el instrumento emitido en moneda extranjera. Seguidamente, respetando la moneda y estructura del instrumento en pesos, se desarrolla un bono con opción de rescate convertible en moneda extranjera y se testea con dos escenarios hipotéticos de volatilidad sobre tasas de interés de referencia.

La estructura del trabajo es la siguiente, en la siguiente sección se desarrollan las métricas de rendimiento –riesgo, teorías de paridad y el modelo numérico de valuación. La tercera sección analiza los casos y expone los resultados obtenido de la aplicación del modelo en los escenarios proyectados. Finalmente, se presentan las principales conclusiones.

2. Desarrollo del modelo

En la presente sección son expuestas las métricas para analizar el desempeño y riesgo de tasas de interés de instrumentos de renta fija. Asimismo, las teorías de paridad para la proyección de tipos de cambio futuro y conversión de flujos de fondos, en este caso, de bonos. Las mismas son la base para el desarrollo del modelo de pagos contingentes aplicado al diseño y valoración de bonos con opción de rescate anticipado en moneda extranjera. Este modelo incorpora un seguro contra la depreciación de la moneda, incentivando la negociación de instrumentos de renta fija SVS nominados en moneda local.

2.1 Análisis del bono

$$P = \sum_{t=1}^n \frac{FF_t}{(1+r)^t} \quad (1)$$

Donde P representa el precio del bono, FF_t indica la corriente de flujos de fondos dependiendo la estructura de pago del bono y la tasa de rendimiento al vencimiento. El rendimiento calculado es una medida de referencia, *ex-ante*. Para que este se verifique es menester que la curva de estructura temporal de tipo de interés (ETTI), se mantenga plana (*flat*)³.

3. La ETTI puede tener tres formas, plana, ascendente y descendente dependiendo de las expectativas de mercado en relación al comportamiento de la economía real, inflación esperada y niveles de riesgo percibidos por los agentes (Fabozzi, 2016).

El rendimiento ex – post del bono se obtiene a través de la media geométrica del rendimiento, conforme reza en la siguiente ecuación,

$$r_v = \left(\frac{V}{P}\right)^{1/n} - 1 \quad (2)$$

Donde r_v representa le rendimiento obtenido producto de la media geométrica entre , compuesto por los flujos de fondos reinvertidos y el precio de venta obtenido $[FF_r + VA(FF)]$, hasta el momento n .

La medida de riesgo del bono se encuentra explicada por la duración y la duración modificada. Para cambios infinitesimales lineales en la tasa de interés, el impacto en precio es cuantificado por las magnitudes indicadas, la primera bajo la siguiente expresión,

$$D = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{t \times FF_t}{(1+r)^t}}{P} \quad (3)$$

La duración D , no deja de ser un promedio ponderado de la vida del bono. El factor de ponderación se encuentra explicado por el peso que tiene cada flujo de fondos en relación al precio, $\frac{FF_t}{(1+r)^t}$, multiplicado por el periodo de tiempo en el cual acontece, t . El concepto de duración modificada se relaciona con la derivada primera del precio del bono en relación a cambios en la tasa de interés⁴, siendo su expresión,

$$DM = -\frac{D}{(1+r)} \times P \quad (4)$$

Para cambios de mayor envergadura, es menester trabajar con la medida convexidad, la cual surge de la derivada segunda, del precio del bono ante cambios en la tasa de interés,

$$Cx = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{t \times (t+1) \times FF_t}{(1+r)^t} \times \frac{1}{(1+r)^2}}{P} \quad (5)$$

Tal que la variación en el precio se encuentra explicada por dos componentes, la duración modificada y la convexidad a saber,

$$\Delta P = -DM \times \Delta r + Cx \times \Delta r^2 \quad (6)$$

La convexidad es una medida “optimista”, para un incremento en la tasa la variación en el precio es menor que la explicada por la duración modificada. Para un descenso en la tasa, la variación explicada por la convexidad es mayor que la pronosticada por la duración. Por tal motivo, la medida utilizada para el análisis del bono es la duración modificada.

4. Un mayor detalle se puede encontrar en [Lopez Dumrauf 2016](#).

2.2 Teorías de las paridades para el tratamiento de los flujos de fondos

Partiendo del supuesto de correlación positiva entre el precio del dólar, la tasa de interés doméstica e inflación esperada, son aplicadas las teorías de paridad tasa de interés, poder de compra, expectativas tipo de cambio spot-futuro y efecto Fisher. Son aplicadas sobre bonos en moneda de curso legal a los efectos de cuantificar rendimientos efectivos reales y estimar rendimientos en moneda extranjera. A continuación, se detallan las respectivas teorías:

a) *Paridad en la tasa de interés (TPI)*: manifiesta la relación entre tasas de interés local y extranjera con el fin de explicar la relación entre el tipo de cambio contado (*spot*); y el tipo de cambio futuro nominal (F_t).

$$\frac{F_t}{S} = \frac{(1+r_d)}{(1+r_e)} \quad (7)$$

b) *Paridad en el poder de compra (PPC)*: La paridad del poder de compra, se expresa como el cociente entre, la tasa de inflación esperada doméstica y extranjera que explica el diferencial entre el tipo de cambio contado y *spot* esperado,

$$\frac{E[S_t]}{S} = \frac{(1+\pi_d)}{(1+\pi_e)} \quad (8)$$

Cuando se verifica esta paridad, las tasas de inflación ajustan el valor de las monedas, manteniendo la paridad en el poder de compra (Emery y Finnerty, 2007). En el caso del mercado emergente, es posible inferir la tasa de inflación para un periodo,

$$\pi_d = \frac{E[S_t]}{S} \times (1 + \pi_e) - 1 \quad (9)$$

c) *Teoría de expectativas del tipo de cambio esperado contado y futuro*: cuando el mercado se encuentra en equilibrio se verifica el principio de convergencia entre el tipo de cambio futuro F_t y el tipo de cambio contado esperado para el horizonte del contrato tal que,

$$E[S_t] = F_t = S \times \frac{(1+r_d)}{(1+r_e)} \quad (10)$$

d) *Efecto Fisher*: Las tasas de interés nominal observadas en el mercado reflejan las expectativas inflacionarias de los agentes. Esto se conoce como efecto Fisher⁵. Estas ideas formalizan la distinción entre tasas de interés real y nominal, y se conoce como ecuación de Fisher (Argandoña, 2013). La tasa esperada nominal es,

$$r = (r_r + \pi_d) \times [r_r \times \pi_d] \quad (11)$$

El efecto Fisher establece que la tasa real $r_{t,r}$ debe ser similar y converger en ambos países. En contextos con tasa de inflación no significativa se desprecia el segundo término, la relación

5. Irving Fisher planteó el hecho que las tasas nominales de interés reflejan la expectativa colectiva inflacionaria, y que dicha tasa compensa a los agentes de los efectos negativo de la inflación sobre el rendimiento real de sus inversiones (Fisher, 1965).

queda planteada como $r = r_r + \pi$ y para la tasa real $r_i = i - \pi^6$. En tal sentido, el rendimiento real (TIR) del bono se calcula deflactando los cupones. No se puede aplicar directamente la ecuación 11 sobre el rendimiento nominal, pues la TIR es una medida promedio (raíz del polinomio de grado n) que, asimismo, promedia la inflación. Consecuentemente la expresión es,

$$P = \sum_{t=1}^n \frac{FF_t}{(1+r)^t} \quad (12)$$

Donde FF_t representa el flujo de fondo nominal deflactado $\frac{FF_t}{(1+\pi)^t}$, a partir de la tasa de inflación doméstica estimada con la ecuación 9, (Milanesi, 2017).

2.3 Diseño de bono en moneda doméstica con opción

Se propone el diseño de un bono con opción de rescate a fecha de la duración. Esta se calcula atendiendo al resultado de la colocación y tasa de rendimiento al vencimiento obtenida. Estimada se procede a calcular el precio de ejercicio. El precio de ejercicio se establece como el valor actual de los flujos a fecha de duración, convertidos al tipo de cambio spot, al momento de emisión,

$$X = \sum_{t=D}^n \frac{FF_t}{(1+r)^t} / S \quad (13)$$

Donde X representa el precio de ejercicio, la fecha de duración del bono al momento de emisión, FF_t , el flujo de fondos nominal, r la de rendimiento del bono a fecha de emisión y S el tipo de cambio spot. A partir de las condiciones iniciales, se fija un precio fijo al tipo de cambio de entrada en el instrumento sobre el valor actual del nominal más cupones. Consecuentemente, el ejercicio dependerá de la dinámica de precios, niveles de tasas e inflación, brindando flexibilidad y atractivo a un instrumento de renta fija, expuesto a la volatilidad de la tasa de interés y tipo de cambio al ser diseñado en moneda local. El valor teórico del instrumento, en $t=0$ presenta dos componentes,

$$V = P + V_i \quad (14)$$

Donde P es el precio del bono y V_i valor de la flexibilidad explicado por el valor actual de la opción. En la duración el ejercicio de la opción es el máximo valor entre el precio de ejercicio y el valor actual del bono, convertido al tipo de cambio del momento,

$$V_{i,T} = Si \left(X > \frac{V(D)}{F_t}; X; 0 \right) \quad (15)$$

Si el valor actual en la duración convertido al tipo de cambio futuro $\frac{V(D)}{F_t}$ es menor al precio de ejercicio, se ejerce la opción rescatando el bono, caso contrario se mantiene en cartera. A fecha

6. Si partimos de una tasa de interés real $r_r = \frac{(1+r)}{(1+\pi)}$; despejando en función de la tasa nominal se tiene $i_n = r_r + \pi + (r_r \times \pi)$, o $r = r_r + \pi(1+r_r)$. La expresión anterior indica que la tasa nominal varía en función a las expectativas inflacionarias, sin perjuicio que la tasa real se mantenga constante. Para dos periodos de tiempo $r_{i,T} - r_{i,0} = r_r + \pi_i(1+r_r) - r_r + \pi_0(1+r_r)$ y agrupando términos $r_{i,T} - r_{i,0} = (\pi_i - \pi_0) \times (1+r_r)$. Al variar la tasa de inflación de un periodo a otro, la tasa nominal se debe modificar proporcionalmente, para que la tasa real se mantenga constante.

de la duración, de ser ejercida la opción, significa que el tipo de cambio pasado S es favorable en relación al tipo de cambio presente⁷ F_t . Verifica una depreciación acelerada y pronunciada de la moneda local en relación al dólar. Oficia de premio por riesgo para el tenedor por el tipo de cambio e inflación, sobre la moneda local en la cual se encuentra nominado el bono. Caso contrario, si no hay ejercicio, existe una apreciación de la moneda local sobre el tipo de cambio. Para estimar el valor teórico adicional del bono V_i , al momento de emisión, se supone un recorrido aleatorio binomial de las tasas de interés doméstica y la tasa de interés en dólares⁸. Consecuentemente la volatilidad tasa explica es el insumo para proyectar los niveles de tasa. En aras de simplificar, se supone perfecta correlación positiva entre las variables aleatorias⁹. Los movimientos y equivalentes ciertos se encuentran explicados por las siguientes expresiones,

$$u = e^{\sigma}, d = e^{-\sigma} \quad (16)$$

$$p = \frac{(1+r)-d}{u-d} \quad (17)$$

Las ecuaciones precedentes permiten estimar el movimiento ascendente (u), descendente (d) y probabilidades neutrales al riesgo. El recorrido aleatorio para la tasa se construye con la siguiente expresión,

$$r_{t(i,j)} = r_{t-1(i,j)} \times u; r_{t-1(i,j)} \times d \quad (18)$$

En tal sentido el tipo de cambio futuro aleatorio se estima de la siguiente manera,

$$F_{t(i,j)} = F_{t-1(i,j)} \times \frac{(1+r_{dt(i,j)})}{(1-r_{et(i,j)})} \quad (19)$$

Es la adaptación binomial de la ecuación 7, a partir de los movimientos binomiales de las tasas de interés. Este es el tipo de cambio que permite calcular el valor actual en la duración al tipo de cambio futuro,

$$V(D)_{(i,j)} = \frac{V(D)_{(\$)}}{F_{t(i,j)}} \quad (20)$$

Donde $V(D)_{(\$)}$ representa el valor actual en la duración expresado en moneda doméstica y $F_{t(i,j)}$ el tipo de cambio esperado futuro para la duración. El valor actual del conjunto de pagos contingentes es el siguiente,

$$V_{i,t=0} = \left\{ \sum_{t=D}^{t=D} \left[\frac{D!}{j!(D-j)!} p^j (1-p)^{D-j} (u^j; d^{D-j} \times V_{i,T}) \right] \times e^{-rx(D-t=0)} \right\} \quad (21)$$

7. Al momento de emisión F es tipo de cambio futuro y S es tipo de cambio presente.

8. La proyección de las tasas de interés se realiza mediante la curva de estructura temporal de los tipos de interés, particularmente tomando bonos soberanos con diferentes duraciones. En aquellos mercados donde no existen instrumentos de renta vinculados a las diferentes duraciones se aplica la técnica de *bootstrapping* (Fabozzi, F-Fabozzi, D, 1996). En el presente modelo se supone que la volatilidad tasa de interés se obtiene de la serie histórica, siendo este el insumo para la proyección (Milanesi, 2017)

9. Si existe correlación imperfecta el modelo adopta el formato multinomial, lo cual escapa a los objetivos del presente trabajo. Una aplicación del modelo multinomial se puede ver (Milanesi, 2021) ; Milanesi (2023 a y b).

La variable $V_{(i,t=0)}$ representa el valor intrínseco propio del seguro de cambio, sobre las condiciones de emisión inicial, representa el momento de la duración, r la tasa libre de riesgo y es el valor al vencimiento de la opción (ecuación 15). En la siguiente sección será analizado el modelo.

3. Análisis del Modelo: aplicación sobre bonos SVS panel BYMA

Aplicando la metodología de análisis de casos en administración (Castro Monge, 2010), son analizados dos bonos emitidos por empresa cotizantes en el panel BYMA, de similar fecha de emisión y diferente moneda. Son analizados los bonos ON clase 8 Pampa Energía tasa variable emitido el 18/2/2022 en moneda doméstica a 18 meses y ON Clase X YPF Energía tasa fija en dólares a 120 meses emitido 18/1/2022. Ambos bonos son SVS y sus características se encuentran listadas en el sitio de BYMA¹⁰. En la siguiente tabla se presentan los principales resultados,

Tabla 1. Principales variables bonos resultado colocación

Principales variables	ON 8 Pampa	ON X YPF
Moneda	pesos	dólares
Plazo meses	18	120
Emisión	18/2/2022	18/1/2022
Vencimiento	18/7/2023	3/2/2032
VN ofertas realizadas	\$ 9.656.050.000,00	\$ 63.870.000,00
Cantidad ofertas	152	9
Cantidad ofertas aceptadas	40	9
Tasa interés	Variable BADLAR pasiva más margen 2%	5 % anual
Cupones	cada 90 días	cada 180 días
Amortización	Total al vencimiento	10% a partir del 3/8/2027 anual hasta vencimiento
Suscripción	100% (a la par)	100% (a la par)

Fuente: elaboración propia en base a BYMA panel SVS.

En la siguiente tabla se exponen el comportamiento de las variables que impactan sobre la nominalidad de la ON clase 8 de Pampa Energía.

10. <https://www.byma.com.ar/financiarse/productos-esg/bonos-svs#listado-de-bonos>

Tabla 2. Principales variables financieras y macroeconómicas locales aplicables ON clase 8
 Pampa Energía

Fechas	BADLAR	Márgen	Cupón	TCBCRA	TCCCL	IPC
18/1/2022				\$ 103,57	\$ 194,00	
18/4/2022	44,56%	2,00%	11,48%	\$ 118,93	\$ 206,96	18,50%
18/7/2022	50,81%	2,00%	13,17%	\$ 135,62	\$ 288,28	18,80%
18/10/2022	69,50%	2,00%	18,02%	\$ 159,69	\$ 307,42	20,80%
18/1/2023	69,25%	2,00%	17,96%	\$ 190,01	\$ 367,42	16,90%
18/4/2023	72,56%	2,00%	18,38%	\$ 223,50	\$ 453,16	24,50%
18/7/2023	92,06%	2,00%	23,45%	\$ 279,50	\$ 555,10	21,50%

Fuente: elaboración propia en base a BYMA panel SVS.

En la siguiente tabla se expone el análisis de los principales indicadores de ambos bonos SVS,

Tabla 3. Principales salidas análisis rendimiento riesgo ON: fuente elaboración propia en base a BYMA panel SVS

Análisis	ON 8 Pampa	ON X YPF
YTM nominal (ecuación 1)	16,15%	
YTM real (ecuación 12)	-12%	
YTM u\$ (ecuación 1)	-8%	5,06%
Duración (ecuación 3)	4,411596234	18,34352155
Duración modificada (ecuación 4)	-2,419864616	-17,45936336
Convexidad (ecuación 5)	4,089219366	134,662477
$\Delta 1\% \cdot DM \cdot Cx \cdot \Delta 1\%^2 \cdot \text{Precio}$ (ecuación 6)	-0,0009895%	-16,11%

Fuente: elaboración propia en base a BYMA panel SVS.

Se puede observar que la ON clase 8 Pampa Energía presenta, en términos nominales, rendimientos efectivos trimestrales por el 16,15%, pero en moneda dura su rendimiento es negativo, igual que su rendimiento real. La evolución de las variables macroeconómicas contenidas en la tabla 2, sustentan los resultados obtenidos y expuestos en la tabla 3. El cupón y el margen tuvieron una dinámica ascendente menos pronunciada, comparada con el índice de precios al consumidor y la evolución del dólar financiero (CCL). Consecuentemente torna no atractivo este tipo de obligaciones. Si bien, es de corto plazo tipo americano, con poca sensibilidad a los cambios en la tasa de interés, no brinda cobertura frente a contexto de alta incertidumbre cambiara. Los bajos valores de la duración, duración modificada y convexidad surgen de su corta vida y alta tasa cupón, tornando al presente instrumento de rigidez, atractiva en contextos financieros estables, con curvas de interés planas y baja volatilidad. La ON clase X YPF al ser de largo plazo con bajos cupones y amortización parcial, presenta una alta duración, lo cual conduce a una importante sensibilidad precio ante cambios en la tasa. El equilibrio entre reinversión de cupones y valor del bono en la duración, permite realizar estrategias de inmunización de cartera, producto de la importante duración modificada y convexidad (16,11%). Contiene implícito un seguro de cambio,

pues se encuentra nominada en dólares estadounidense, brindando cobertura frente a la depreciación de la moneda doméstica.

A los efectos de diseñar bonos SVS en moneda local, de corta duración y con coberturas cambiaras, será desarrollado un caso, tomando la estructura de la ON clase 8 de Pampa Energía. La valoración se realiza sobre la base del modelo propuesto en el apartado precedente.

Tabla 4. Principales variables bonos caso hipotético Bono X

Principales variables	Caso X
Moneda	pesos
Plazo meses	18
Emisión	1/8/2025
Vencimiento	1/2/2027
Tasa de interés	Fija 25%
Margen sobre tasa	2%
Cupones	cada 90 días
Amortización	Total al vencimiento

Fuente: elaboración propia.

En aras de simplificar cálculos, se supone que se suscribe a la par al valor de \$1280 equivalente a US\$1. Las variables macro económicas proyectadas, suponiendo comportamientos estables, descendentes de curva de rendimientos en pesos y dólares es la siguiente,

Tabla 5. Principales variables financieras y macroeconómicas locales aplicables: caso Bono X

Fechas	Bonos Soberanos		A	B	C	D	F	E
	Curva TIR pesos	Curva TIR dólares	Flujo Pesos Bono Nominal	Tipo Cambio Futuro (ecuación 7 y 8) (ecuación 10)	Flujo Dólares Bono Nominal C=A/B	Inflación Esperada (ecuación 9)	Coeficiente Acumulado	Flujo Pesos Bono Real E=A/F
1/8/2025			-\$ 1.280,00	\$ 1.280,00	-\$ 1,00		1	-\$ 1.280,00
1/11/2025	27,00%	8,00%	\$ 87,11	\$ 1.340,09	\$ 0,07	5,44%	1,0544	\$ 82,61
1/2/2026	20,00%	6,50%	\$ 87,11	\$ 1.384,95	\$ 0,06	4,03%	1,0970	\$ 79,41
1/5/2026	17,00%	5,00%	\$ 84,27	\$ 1.424,99	\$ 0,06	3,32%	1,1333	\$ 74,35
1/8/2026	15,00%	4,00%	\$ 87,11	\$ 1.464,10	\$ 0,06	3,02%	1,1676	\$ 74,60
1/11/2026	15,00%	4,00%	\$ 87,11	\$ 1.504,29	\$ 0,06	3,02%	1,2029	\$ 72,41
1/2/2027	15,00%	4,00%	\$ 1.367,11	\$ 1.545,58	\$ 0,88	3,02%	1,2393	\$ 1.103,11

Fuente elaboración propia.

Simplificando el análisis, al ser el horizonte corto (18 meses), no se estimad la ETTI o la curva de rendimientos. Para dicho horizonte se parte del supuesto de política económica centradas en objetivos de equilibrio fiscal y contracción del gasto. Esto implica una reducción en los niveles de tasa en pesos y dólares en el corto plazo de bonos soberanos domésticos. Partiendo del supuesto de

suscripción a la par tomando los flujos de fondos del bono, a continuación, se procede a su análisis.

Tabla 6. Principales salidas análisis rendimiento riesgo ON

Análisis	Bono X
YTM nominal (ecuación 1)	6,77%
YTM real (ecuación 12)	2,93%
YTM u\$ (ecuación 1)	3,40%
Duración	5,12644847
Duración modificada	-3,947798812
Convexidad	10,06293842
$\Delta 1\% * DM * Cx * \Delta 1\%^2 * Precio$	-0,0039726%

Fuente: elaboración propia.

En este caso estamos frente a un bono con rendimientos reales positivos, producto de la estabilización de variables financieras. El rendimiento en dólares es positivo producto de la dinámica de precios, ya que la tasa a obtener en pesos duplica a la tasa en dólares. No obstante, este perfil de instrumentos no resuelve el problema de nominalidad. Si se diseña el instrumento con una tasa promedio a la curva en pesos de la tabla 5, el cupón debe ser del 18,7%, con margen 0%. Los valores son los siguientes,

Tabla 7. Principales salidas análisis rendimiento riesgo ON r=18,7%

Análisis	Bono X
YTM nominal (ecuación 1)	4,55%
YTM real (ecuación 12)	0,83%
YTM u\$ (ecuación 1)	1,28%
Duración	5,383816365
Duración modificada	-4,507372088
Convexidad	12,71938613
$\Delta 1\% * DM * Cx * \Delta 1\%^2 * Precio$	-0,0057331%

Fuente: elaboración propia.

La tasa del 18,7% parece un costo financiero atractivo para el emisor. No obstante, para el tomador del bono, si bien las variables siguen siendo favorables, el instrumento no brinda cobertura frente a variaciones en el tipo de cambio. Estas, en mercados emergentes como el doméstico, con reservas débiles y potenciales déficit de balanza comercial, suelen ser una fuente de riesgo latente. Para dotar de mayor atractivo al instrumento es menester introducir una opción de salida (*put*) al tipo de cambio vigente al momento de emisión.

En este caso, primero se debe estipular el precio de ejercicio (ecuación 13). Al ser la duración de 5 periodos (5,12; tabla 6), este surge de,

$$X = \sum_{t=5}^{n=6} \frac{\$87,11}{(1 + 0.0677)^{5-5}} + \frac{\$1367,11}{(1 + 0.0677)^{5-6}} \Big/ \$1280 = u\$1,13$$

El precio de ejercicio asciende a u\$1,13 por título, por lo tanto, la activación del *put* contenido en el título dependerá de la dinámica de las tasas de interés, inflación y tipo de cambio, brindando una cobertura o seguro a los tenedores. El valor teórico del bono surge de la ecuación 14. El precio , donde = \$1280.

Para el análisis se presentan dos escenarios: escenario con baja y alta volatilidad en la tasa de interés ($\sigma=10\%$; 70%), en el plazo de 18 meses. El segundo escenario recrea la situación contingente donde la política monetaria se flexibiliza, acelerando la dinámica en los niveles de precios, y llevando la tasa doméstica de referencia de niveles del 25% a niveles del 42%. En estos casos debe dispararse el seguro de cambio contenido en la opción,

A-Escenario con volatilidad tasa de interés estable

Se presentan los parámetros del modelo en la tabla 8, a partir de la volatilidad se obtienen los coeficientes de ascenso, descenso y equivalentes ciertos para elaborar las rejillas binomiales.

Tabla 8. Parámetros modelo binomial

Parámetros	Bono X
σ (volatilidad i)	10%
u (ecuación 16)	1,05091
d (ecuación 16)	0,95156
p (ecuación 17)	0,78954
1-p (ecuación 17)	0,21046
rf (tasa libre de riesgo)	3%

Fuente: elaboración propia.

Seguidamente se procede a proyectar el comportamiento binomial de las tasas acorde a la ecuación 18, en el nodo superior la tasa doméstica en pesos, en el inferior la doméstica en dólares derivadas de bonos soberanos en dicha moneda.

Tabla 9. Evolución proceso tasa de interés doméstica y en dólares de referencia (ecuación 18)

0	1	2	3	4	5	6
6,16%	6,48%	6,81%	7,15%	7,52%	7,90%	8,30%
0,98%	1,03%	1,08%	1,14%	1,20%	1,26%	1,32%
	5,87%	6,16%	6,48%	6,81%	7,15%	7,52%
	0,93%	0,89%	1,03%	1,08%	1,14%	1,20%
		6,16%	6,48%	6,81%	7,15%	6,81%
		0,89%	0,85%	0,89%	0,93%	0,98%
			6,48%	6,81%	7,15%	6,81%
			0,85%	0,89%	0,93%	0,98%
				6,16%	7,15%	6,81%
				0,80%	0,85%	0,89%
					5,87%	6,81%
					0,77%	0,80%
						5,58%
						0,73%

Fuente: elaboración propia.

La tabla presenta la evolución del tipo de cambio futuro a partir de las teorías de paridades, en particular la ecuación 19. A fecha de duración (D=5) se toma el tipo de cambio para calcular el valor intrínseco del bono y comparar contra el ejercicio pactado,

Tabla 10: Evolución del tipo de cambio futuro (ecuación 19)

0	1	2	3	4	5	6
\$ 1.280,00	\$ 1.349,01	\$ 1.425,40	\$ 1.510,18	\$ 1.604,52	\$ 1.709,80	\$ 1.827,62
	\$ 1.221,55	\$ 1.419,55	\$ 1.502,25	\$ 1.595,70	\$ 1.699,96	\$ 1.816,61
		\$ 1.160,84	\$ 1.346,94	\$ 1.421,74	\$ 1.506,12	\$ 1.610,65
			\$ 1.225,68	\$ 1.425,96	\$ 1.509,36	\$ 1.593,02
				\$ 1.157,75	\$ 1.343,18	\$ 1.427,02
					\$ 1.229,11	\$ 1.420,68
						\$ 1.162,06

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11. Evolución proceso tipo de cambio futuro (ecuación 19)

$t=5$ V(D) (u\$)	$t=5$ X (u\$)	$V_i(D)$	$P(x)$	$E(V_i(D))t=4$
(ecuación 20)	(ecuación 13)	(ecuación 15)	(ecuación 21)	(ecuación 21)
\$	\$	\$		\$
1,6516	1,1361	-	30,68%	-
\$	\$	\$		
1,6612	1,1361	-	40,89%	VA(E($V_i(D)$) $t=0$)
\$	\$	\$		\$
1,8750	1,1361	-	21,80%	-
\$	\$	\$		
1,8710	1,1361	-	5,81%	$V=P+V_i$
\$	\$	\$		
2,1024	1,1361	-	0,77%	\$ 1.280,00
\$	\$	\$		
2,2976	1,1361	-	0,04%	
			100,00%	

Fuente: elaboración propia.

En este escenario no es menester el ejercicio de la opción, puesto que la dinámica de precios establece una apreciación de la moneda local, unidad de mitad en la cual se encuentran nominados los bonos bajo análisis. El valor actual en peso al tipo de cambio contingente para los escenarios proyectados es favorable al inversor, comparado contra el precio de ejercicio.

Tabla 12. Valuación opción y valuación bono (ecuación 14 y 21)

Precio	\$	1.280,00
Valor	\$	1.280,00
Diferencia	-\$	0,00
Precio + Ahorro	\$	1.280,00
TIR		6,77%

Fuente: elaboración propia.

De la tabla 13 surge que las condiciones iniciales, de proyectarse dicho escenario son atractivas, incentivando su liquidez en el mercado secundario.

B-Escenario con alta volatilidad tasa de interés

Nuevamente son expuestos los parámetros con alta volatilidad para el periodo de 18 meses.

Tabla 13. Precio y Valor del bono (ecuación 1 y 14)

Parámetros	Bono X
σ (volatilidad i)	70%
u (ecuación 16)	1,41566
d (ecuación 16)	0,70639
p (ecuación 17)	0,45626
1-p (ecuación 17)	0,54374
rf (tasa libre de riesgo)	3%

Fuente: elaboración propia.

Tabla 14. Parámetros modelo binomial

Parámetros	Bono X
σ (volatilidad i)	70%
u (ecuación 16)	1,41566
d (ecuación 16)	0,70639
p (ecuación 17)	0,45626
1-p (ecuación 17)	0,54374
rf (tasa libre de riesgo)	3%

Fuente: elaboración propia.

La tabla 15 proyecta el comportamiento binomial de las tasas de referencia (ecuación 18).

Tabla 15. Evolución proceso tasa de interés doméstica y en dólares de referencia (ecuación 18)

0	1	2	3	4	5	6
6,16%	8,73%	12,35%	17,49%	24,76%	35,05%	49,62%
0,98%	1,39%	1,97%	2,78%	3,94%	5,58%	7,90%
	4,35%	6,16%	8,73%	12,35%	17,49%	24,76%
	0,69%	0,49%	1,39%	1,97%	2,78%	3,94%
		6,16%	8,73%	12,35%	17,49%	12,35%
		0,49%	0,35%	0,49%	0,69%	0,98%
			8,73%	12,35%	17,49%	12,35%
			0,35%	0,49%	0,69%	0,98%
				6,16%	17,49%	12,35%
				0,24%	0,35%	0,49%
					4,35%	12,35%
					0,17%	0,24%
						3,08%
						0,12%

Fuente: elaboración propia.

La tabla 16 permite observar la dinámica del tipo de cambio futuro, comparada con la tabla 11, presenta mayor amplitud (volatilidad) en su recorrido aleatorio producto del comportamiento de las tasas.

Tabla 16. Evolución proceso tipo de cambio futuro (ecuación 19)

0	1	2	3	4	5	6
\$ 1.280,00	\$ 1.372,63	\$ 1.512,46	\$ 1.728,84	\$ 2.075,08	\$ 2.654,28	\$ 3.680,55
	\$ 1.243,63	\$ 1.450,14	\$ 1.621,91	\$ 1.904,95	\$ 2.371,95	\$ 3.185,87
		\$ 1.177,16	\$ 1.352,28	\$ 1.471,97	\$ 1.666,53	\$ 2.194,35
			\$ 1.275,47	\$ 1.511,94	\$ 1.717,49	\$ 1.854,22
				\$ 1.140,78	\$ 1.295,80	\$ 1.543,65
					\$ 1.331,07	\$ 1.441,73
						\$ 1.196,34

Fuente: elaboración propia.

La tabla 17 expone el resultado de la valuación, donde se activa el seguro de cambio en el peor escenario (dólar futuro \$2.654,28);

Tabla 17. Valuación opción y valuación bono (ecuación 14 y 21)

t=5V(D) (u\$) (ecuación 20)	t=5 X (u\$) (ecuación 13)	Vi(D) (ecuación 15)	P(x) (ecuación 21)	E(Vi(D))t=4 (ecuación 21)
\$	\$	\$		\$
1,0639	1,1361	1,1361	1,98%	0,0225
\$	\$	\$		
1,1906	1,1361	-	11,78%	VA(E(Vi(D) t=0
\$	\$	\$		\$
1,6945	1,1361	-	28,08%	0,0218
\$	\$	\$		
1,6442	1,1361	-	33,47%	V=P+Vi
\$	\$	\$		
2,1793	1,1361	-	19,94%	\$ 1.307,92
\$	\$	\$		
2,1216	1,1361	-	4,75%	
			100,00%	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 18 se observa el funcionamiento del seguro de cambio, si bien el precio es de \$1280, el valor producto de adicionar los pagos contingentes asciende a \$1307,92; donde el seguro presente la suma de 27,92. Desde la perspectiva del inversor, implica invertir \$1252,08 por título, descontando el valor añadido por la opción de venta (*put*), e incrementando la TIR en 7,23%, equivalente a una suscripción con descuento.

Tabla 18. Precio y Valor del bono (ecuación 1 y 14)

Precio	\$	1.280,00
Valor	\$	1.307,92
Diferencia	\$	27,92
Precio + Ahorro	\$	1.252,08
TIR		7,23%

Fuente: elaboración propia.

4. Conclusiones

El desarrollo de un mercado primario y secundario de bonos SVS requiere de dos vectores: su compromiso con el ambiente, la sociedad y el ecosistema, y la promesa de rendimientos que compensen por riesgo al inversor. El primer compromiso se logra con las calificaciones de los agentes de mercado y respectivos controles. El segundo, demanda de ingeniería financiera en particular, para bonos nominados en pesos. Estos, en el mercado de capitales emergentes y contexto inflacionarios, se encuentran expuestos al riesgo del tipo de cambio. Su rendimiento se encuentra

condicionado a la dinámica de precio y evolución de la variable inflación, tipo de cambio y tasas de interés. El caso analizado expone cómo los indicadores arrojan resultados contundentes y negativos frente al bono en peso analizado, no siendo el caso de la obligación negociable en dólares. Un mercado local de bonos en pesos SVS requiere de coberturas o seguros frente a la volatilidad del precio de la moneda. En tal sentido, el modelo propuesto brinda cobertura, mediante el ejercicio del *put*, a fecha de duración, manteniendo el poder adquisitivo inicial en moneda “dura”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argandoña, A. (2013). Irvin Fisher: un gran economista. (I. B. Navarra, Ed.) *Working Paper WP-1082* <http://www.iese.edu/research/pdfs/WP-1082.pdf>, 1-44.
- Castro Monge, E. (2010). El estudio de casos como metodología de investigación y su importancia en la dirección y administración de empresas. *Revista Nacional de Administración*, 1(2), 31-54.
- Emery, D-Finnerty, J. (2007). *Corporate Financial Management* (3 ed.). New Jersey; NJ: Prentice Hall.
- Fabozzi, F-Fabozzi, D. (1996). *Bond Markets, Analysis and Strategies*. New Jersey, NJ: Prentice Hall. Englewood Cliffs.
- Fabozzi, F. (2016). *Bond Markets, Analysis and Strategies*. Pearson (9 edición).
- Fisher, I. (1965). *The Theory of Interest*. New York; NY: August Kelley.
- Fornero, R. (2006). El valor de parecer bueno: perspectivas financieras de las buenas prácticas de gobernanza empresarial. *XXVII Jornadas Nacionales de Docentes en Administración Financiera (SADAF)*.
- Lopez Dumrauf, G. (2016) *Análisis de Bonos*. México. Alfaomega
- Milanesi, G. S. (2017). Valuación de empresas: enfoque integral para mercados emergentes e inflacionarios. *Estudios Gerenciales*, 33(145), 377-390. doi:10.1016/j.estger.2017.10.001
- Milanesi, G. S. (2021). Modelo de valoración con opciones reales, rejillas trinomial, volatilidad cambiante, sesgo y función isoelástica de utilidad. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 32, 257-273. doi: //doi.org/10.46661/revmetodoscuantecompresa.4602
- Milanesi, G. S. (2021). Opciones Reales Multinomiales con dos variables de estado y Teoría de juegos en la valoración de estrategias de inversión. *Revista mexicana de economía y finanzas*, 18(4). <https://doi.org/10.21919/remef.v18i4.903>

Milanesi, G. S. (2023) (b). Valoración de estrategias competitivas, acuerdos colaborativos y penalizaciones con Opciones Reales Multinomiales y Teoría de Juegos. *Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa*, vol. 35, pp. 26-41 <https://doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.6092>

CURRICULUM VITAE

Gastón Silverio Milanesi

Post. Doctorado en Ciencias Económicas, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires. Doctor en Ciencias de la Administración, Departamento de Ciencias de la Administración, Universidad Nacional del Sur. Magister en Administración, Departamento Ciencias de la Administración Universidad Nacional del Sur. Contador Público. Profesor Titular Exclusiva Departamento Ciencias de la Administración: Análisis Financiero, Administración Financiera I, Decisiones y Estrategias Financieras Universidad Nacional del Sur. Profesor Titular Simple Departamento Licenciatura Organización Industrial: Proyecto Final Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca. Profesor Doctorado Ciencias de la Administración, Departamento de Ciencias de la Administración Universidad Nacional del Sur, área Finanzas. Profesor Doctorado en Administración, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires, materia Teoría de Juegos y Opciones Reales. Profesor de la Maestría en Administración Financiera, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires. Materias: Derivados Financieros, Instrumentos de Renta Fija e Instrumentos de Renta Variable. Profesor Maestría en Administración Financiera de Negocios, Departamento de Ciencias de la Administración, Universidad Nacional del Sur: Instrumentos de Renta Fija. Profesor Maestría en Administración de Negocios, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Bahía Blanca, materia: Finanzas y Control. Profesor en otros posgrados con carácter temporario, integrante de comités académicos. Director Decano Departamento de Ciencias de la Administración, Universidad Nacional del Sur, Argentina.

 <https://orcid.org/0000-0003-1759-6448>
milanesi@uns.edu.ar