



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS ECONÓMICAS

MAESTRÍA EN DIRECCIÓN DE NEGOCIOS

TRABAJO FINAL DE APLICACIÓN

“Optimización de cartera de títulos públicos mediante diversificación”

Autor: Ing. Andrés Scarazzini

Tutor: Mgter. Carla C. Lubrina

Córdoba

2015



Optimización de cartera de títulos públicos mediante diversificación por Andrés Scarazzini se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Agradecimientos

A mis padres, Patricia y Alberto, a quienes les debo la vida y los cimientos de mi formación.

A mis hermanos, Abi y Felipe, a quienes les debo el cariño y afecto de siempre.

A mi amor, Paz, a quien le debo el tiempo que dediqué a este trabajo.

Índice de contenidos.

A. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO.....	- 1 -
B. DESARROLLO DEL PROYECTO	- 5 -
1 MARCO TEÓRICO	- 5 -
1.1. Títulos públicos	- 5 -
1.2. Diversificación.....	- 14 -
1.3. Simulación de Monte Carlo	- 15 -
1.4. Generación de variables aleatorios.....	- 16 -
1.5. Volatilidad	- 22 -
2 METODOLOGÍA A SEGUIR.....	- 23 -
2.1. Selección de instrumentos financieros a utilizar	- 23 -
2.2. Determinación de variables a considerar	- 24 -
2.3. Horizonte de análisis.....	- 24 -
2.4. Escenarios a analizar.....	- 24 -
2.5. Generación de series de variables aleatorias	- 25 -
2.6. Simulación de rendimiento según series de variables aleatorias.....	- 25 -
2.7. Optimización de cartera	- 26 -
2.8. Elaboración de conclusiones	- 26 -
3 TRABAJO DE APLICACIÓN	- 27 -
3.1. Método de selección de instrumentos financieros analizados	- 27 -
3.2. Instrumentos seleccionados.....	- 28 -
3.3. Horizonte de análisis.....	- 36 -
3.4. Escenario Base.....	- 36 -
3.5. Escenarios futuros	- 42 -
3.6. Generación de series de valores aleatorios de variables analizadas..	- 45 -
3.7. Simulación de rendimientos	- 50 -

3.8. Optimización de la cartera	- 64 -
C. CIERRE DEL PROYECTO	- 69 -
Conclusiones Finales	- 69 -
Bibliografía	- 72 -
Anexo 1: Flujo de fondos de instrumentos analizados	- 73 -

Índice de gráficos

Ilustración 1 - Variaciones anuales de inflación (IPC-CITY-CON) en amarillo; actividad económica (IGA) en negro	- 37 -
Ilustración 2 – Tipo de cambio	- 38 -
Ilustración 3 – Reservas del BCRA.....	- 38 -
Ilustración 4 – Variaciones interanuales de la base monetaria	- 39 -
Ilustración 5 – Valores del tipo de cambio BCRA A 3500, generados según Escenario N°1	- 45 -
Ilustración 6 – Valores tipo de cambio implícito por bonos, generados según Escenario N°1	- 46 -
Ilustración 7 – Valores del índice CER, generados según Escenario N°1.....	- 46 -
Ilustración 8 – Valores del crecimiento del PBI año 2016, generados según Escenario N°1	- 46 -
Ilustración 9 – Valores del crecimiento del PBI año 2017, generados según Escenario N°1	- 47 -
Ilustración 10 – Valores del crecimiento del PBI año 2018, generados según Escenario N°1	- 47 -
Ilustración 11 – Valores del riesgo país a mar-18, generados según Escenario N°1	- 47 -
Ilustración 12 – Valores del tipo de cambio BCRA A 3500, generados según Escenario N°2	- 48 -
Ilustración 13 – Valores tipo de cambio implícito por bonos, generados según Escenario N°2	- 48 -
Ilustración 14 – Valores del índice CER, generados según Escenario N°2.....	- 48 -
Ilustración 15 – Valores del crecimiento del PBI año 2016, generados según Escenario N°2	- 49 -
Ilustración 16 – Valores del crecimiento del PBI año 2017, generados según Escenario N°2	- 49 -
Ilustración 17 – Valores del crecimiento del PBI año 2018, generados según Escenario N°2	- 49 -
Ilustración 18 – Valores del riesgo país a mar-18, generados según Escenario N°2	- 50 -

Ilustración 19 – Resultados de simulación de rendimiento para PR13	- 51 -
Ilustración 20 – Resultados de simulación de rendimiento para DICP	- 52 -
Ilustración 21 – Resultados de simulación de rendimiento para PARP	- 53 -
Ilustración 22 – Resultados de simulación de rendimiento para CUAP	- 54 -
Ilustración 23 – Resultados de simulación de rendimiento para AY24.....	- 57 -
Ilustración 24 – Resultados de simulación de rendimiento para DICA.....	- 58 -
Ilustración 25 – Resultados de simulación de rendimiento para PARA.....	- 59 -
Ilustración 26 – Resultados de simulación de rendimiento para AM18	- 60 -
Ilustración 27 – Resultados de simulación de rendimiento para TVPP	- 62 -
Ilustración 28 – Resultados de simulación de rendimiento para TVPA.....	- 63 -
Ilustración 29 – Composición de cartera óptima para escenario N°1	- 64 -
Ilustración 30 – Simulaciones para cartera optimizada	- 65 -
Ilustración 31 – Composición de cartera óptima para escenario N°2	- 66 -
Ilustración 32 – Simulaciones para cartera optimizada	- 67 -

Índice de tablas.

Tabla 1: Calificación de deuda según principales calificadoras de riesgo.....	- 10 -
Tabla 2: Secuencia de números pseudoaleatorios obtenidos a partir de valores dados	- 20 -
Tabla 3: Resumen de instrumentos seleccionados.....	- 28 -
Tabla 5 – Valores de las variables analizadas al momento de elaborar el presente trabajo	- 42 -
Tabla 6 – Variaciones anuales de variables para escenario N° 1	- 43 -
Tabla 7 – Variaciones anuales de variables para escenario N° 2	- 44 -
Tabla 8 – Flujo de fondos de AY24 para cálculo de rendimiento	- 55 -
Tabla 9 – Flujo de fondos de DICA para cálculo de rendimiento	- 56 -
Tabla 10 – Flujo de fondos de PARA para cálculo de rendimiento	- 56 -
Tabla 11: Flujo de fondos PR13 (incluye capitalización de intereses)	- 73 -
Tabla 12: Flujo de fondos DICP (incluye capitalización de intereses).....	- 76 -
Tabla 13: Flujo de fondos PARP	- 78 -
Tabla 14: Flujo de fondos CUAP	- 79 -
Tabla 15: Flujo de fondos AY24	- 82 -
Tabla 16: Flujo de fondos DICA	- 82 -
Tabla 17: Flujo de fondos PARA	- 84 -
Tabla 18: Flujo de fondos AM18	- 86 -

A. PRESENTACION DEL PROYECTO

I. Resumen

Análisis y optimización mediante diversificación de cartera compuesta por títulos públicos nacionales, para distintos escenarios, mediante simulación con variables aleatorias para un fondo de inversión de Villa Elisa, Entre Ríos, que piensa invertir alrededor de \$10.000.000 en una cartera de este tipo.

II. Marco Teórico

- Finanzas
- Análisis de riesgo
- Simulaciones Montecarlo
- Optimización de carteras

III. Metodología

- Definición de escenarios a plantear según correlación de variables de entrada.
- Definición de distribución de variables aleatorias.
- Flujo de fondos de títulos con variables de entrada aleatorias.
- Simulaciones de rendimientos – Montecarlo.
- Optimización de composición de cartera según Ratio de Sharpe.

IV. Objetivos del trabajo

Los objetivos de este trabajo final de aplicación son:

- Generales:

Optimizar composición de cartera de títulos públicos nacionales para diferentes escenarios de variables exógenas aleatorias, maximizando valor esperado por unidad de dispersión para proponer a grupo inversor de la provincia de Entre Ríos.

Particulares:

- ✓ Finalizar la maestría.

Profesionales:

- ✓ Afianzar conocimientos adquiridos en análisis de riesgo e instrumentos financieros.

V. Límites o Alcance del trabajo

Los límites de este trabajo se circunscriben al análisis y optimización mediante diversificación de cartera compuesta por títulos públicos nacionales mediante simulación sujeta a variables aleatorias.

VI. Organización del trabajo

El presente trabajo de aplicación consta de 4 capítulos:

- Capítulo 1: Marco teórico
- Capítulo 2: Metodología a seguir
- Capítulo 3: Trabajo de aplicación
- Conclusiones

VII. Introducción

El presente trabajo tiene por objeto optimizar una cartera de instrumentos financieros compuesta por una variedad de títulos públicos mediante diversificación; para un fondo de inversión de Villa Elisa, Entre Ríos, que planea invertir \$10.000.000 en este tipo de instrumentos.

La diversificación busca minimizar el riesgo no sistemático al que se ven expuestos los instrumentos financieros, buscando conservar el alto rendimiento que poseen éstos de manera individual y minimizando la dispersión en la proyección del rendimiento de la cartera.

Se evaluará el comportamiento de la cartera sujeto a un conjunto de **variables aleatorias** y se determinará la cantidad óptima de instrumentos de cada tipo que proyecten el máximo rendimiento para la mínima dispersión posible. Para cuantificar esto se utilizará el índice de Sharpe:

$$S = \frac{E[R - R_f]}{\sigma}$$

Dónde:

R= Rendimiento de la inversión

Rf= Rendimiento libre de riesgo

$$\sigma = \sqrt{\text{Var}[R - R_f]}$$

Los instrumentos financieros que componen la cartera son:

- Títulos en pesos
- Títulos en dólares
- Títulos vinculados al dólar
- Títulos ajustables por CER
- Cupones PBI en pesos y dólares

Las variables a considerar

- Cotización de dólar según tipo de cambio de referencia comunicación "A" 3500 BCRA.
- Cotización del dólar según tipo de cambio implícito por bonos.
- Coeficiente de estabilización de referencia (Índice CER).

- Crecimiento PBI.
- Riesgo país.

Si bien muchas de las variables de entrada a analizar pueden presentar una alta correlación entre ellas, se plantearán 2 escenarios económicos futuros que lleven implícita la correlación de las variables analizadas. Por lo tanto, dentro de cada uno de estos escenarios, y en un entorno acotado, se considerará válida la independencia estadística de las variables analizadas.

1 MARCO TEÓRICO

1.1. Títulos públicos¹

Un título público es un título de deuda emitido por un sujeto de derecho público.

El Estado, en todas sus jurisdicciones (nacional, provincial o municipal) no puede emitir acciones ni títulos de participación. Entonces, cuando requiere financiación, utiliza los títulos públicos como instrumento de captación de ahorros.

Para los inversores, los títulos públicos constituyen una alternativa de inversión que se caracteriza por tener menor volatilidad que las acciones y además generalmente, proveen un flujo de dinero hasta su vencimiento. El rendimiento de los títulos públicos suele ser menor al de otros activos como los títulos de deuda privada, aunque puede ser mayor a otras alternativas como depósitos en plazo fijo. También se afirma que el riesgo es menor si se le presta al Estado que si se le presta al sector privado, dado que el Estado no puede quebrar.

Los motivos por lo que el Estado emite títulos públicos son varios, puede estar incurriendo en déficit fiscal (lo que recauda con los impuestos no alcanza para

¹ Notas de Cátedra del Lic. Carlos Bonvín – Bolsas y Mercado de Valores - Departamento de Administración - Facultad de Ciencias Económicas – Universidad Nacional de Córdoba – Argentina.

cubrir los gastos); puede emitir para financiar proyectos de infraestructura que no desea o no puede financiar de otro modo, por ejemplo, con recaudación impositiva; o también puede emitir títulos públicos como parte de su política monetaria, por ejemplo, si se están creando presiones inflacionarias debido a un exceso de oferta monetaria, el Estado puede emitir títulos de deuda, con lo que saca de circulación un monto determinado de dinero.

Cada país, en su legislación, establece el procedimiento legal que se deben seguir en cada una de las jurisdicciones para emitir títulos públicos. En Argentina, por ejemplo, a nivel nacional se debe emitir un Decreto de emisión y una Ley de emisión, luego el agente financiero establecido debe poner en circulación los títulos públicos. El agente de emisión a nivel nacional es el Banco Central.

1.1.1. Clasificación de los Títulos Públicos

Según la jerarquía del emisor:

- Títulos Públicos nacionales
- Títulos Públicos provinciales
- Títulos Públicos municipales

Según la moneda del emisor:

- Títulos públicos emitidos en moneda doméstica
- Títulos públicos emitidos en moneda extranjera

Según el plazo en el cual se cancelarán:

- Títulos públicos de corto plazo: se cancelarán dentro del ejercicio presupuestario.
- Títulos públicos de mediano plazo: el plazo de cancelación excede el ejercicio presupuestario, y puede ser de hasta 3 o 5 ejercicios, según los diferentes autores.
- Títulos públicos de largo plazo: el plazo para la cancelación de los mismos de más de 3 o 5 ejercicios presupuestarios.

Según la forma en que se ajusta el rendimiento:

- Títulos de renta fija: el rendimiento está establecido ex-ante.
- Títulos de renta variable: el rendimiento se ajusta de acuerdo a algún índice. Por ejemplo puede ser la tasa libor, un coeficiente que refleje la tasa de inflación o el crecimiento del producto interno bruto.

Según su naturaleza:

- Deuda interna.
- Deuda externa.

Para la clasificación arriba mencionada, existen dos criterios, el clásico, que es el adoptado por el banco mundial, tiene en cuenta la moneda de emisión, es decir, la deuda interna es aquella emitida en moneda local y la deuda externa es aquella emitida en moneda extranjera. Otro criterio clasifica la deuda en interna o externa según el lugar de rescate, deuda interna será aquella que sea rescatada o pagada dentro del territorio nacional, y deuda externa será aquella que se cancele fuera del territorio nacional, independientemente de la moneda de emisión. Es decir, el Estado argentino puede emitir títulos públicos en pesos argentinos, que se rescatarán en Nueva

York. Según este criterio, a pesar de estar nominados los títulos públicos en pesos argentinos, es deuda externa.

1.1.2. Riesgos implícitos de la inversión en títulos públicos

A pesar de que se considera que el riesgo de prestarle al Estado es menor que el riesgo de prestarle a una empresa, existe el riesgo de que el Estado no cumpla con sus obligaciones con los inversores.

Los posibles riesgos son:

Conversión de deuda:

Al vencimiento de un título público, el Estado no lo rescata según las condiciones establecidas al momento de la emisión, sino que compulsivamente lo reemplaza por un nuevo título público con fecha de vencimiento posterior a la del título original. La tasa del nuevo instrumento es compulsiva y si el inversor desea vender el título en el mercado, probablemente el precio que recibirá el título reflejará la insolvencia del Estado.

Consolidación:

Consiste en tomar diferentes clases de títulos públicos y transformarlos en un solo título a plazo más largo.

Repudiación de la deuda:

El Estado no reconoce la deuda.

Ajuste por índice manipulado:

En el caso de los títulos públicos que se ajustan por algún índice, existe el riesgo de que el índice mediante el cual se indexan los títulos sea menor al esperado. Por ejemplo, en Argentina el gobierno manipula los datos de inflación, por lo que los títulos públicos que se ajustan por inflación están recibiendo un rendimiento menor a la inflación real.

1.1.3. Calificación de títulos públicos

Los títulos públicos son evaluados por empresas internacionales que les otorgan una calificación teniendo en cuenta muchos aspectos. Entre otros tienen en cuenta principalmente las condiciones de emisión de los títulos públicos (garantías, moneda de emisión, etc.) y la capacidad de repago del emisor, para lo cual se tienen en cuenta las condiciones macroeconómicas y elementos como el déficit fiscal, el stock de deuda existente y la situación en los mercados financieros.

1.1.4. Calificadoras de deuda

Las calificadoras de riesgo más importantes son Moody's y Standard & Poors. Las calificaciones otorgadas por estas empresas se pueden ver en la Tabla 1:

Tabla 1: Calificación de deuda según principales calificadoras de riesgo

Inversión	Moody's	Standard & Poors
Ecepcional	Aaa, Aaa1, Aaa2, Aaa3	AAA, AAA-, AA+
Excelente	Aa,Aa1, Aa2, Aa3	AA,AA-, A+
Buena	A, A1, A2, A3	A, A-, BBB+
Adecuada	Baa, Baa1, Baa2,Baa3	BBB, BBB-, BB+
Especulativo		
Cuestionable	Ba, Ba1, Ba2, Ba3	BB, BB-, B+
Baja	B, B1, B2, B3	B, B-, CCC+
Muy Baja	Caa, Caa1, Caa2, Caa3	CCC, CCC-, CC+
Extremadamente Baja	Ca, Ca1, Ca2, Ca3	CC,CC-, C+
La mas baja	C	C

Los inversores se guían por las calificaciones otorgadas, y exigirán un mayor rendimiento para las calificaciones más bajas.

Además, las evaluaciones de cada título público se realizan periódicamente hasta el vencimiento del mismo. Así, un título puede tener una calificación excelente al momento de emisión, pero luego, si empeora la situación del país emisor, puede disminuir la calificación a buena.

Los títulos públicos con calificaciones más elevadas tienen asociados rendimientos menores, y mientras se va bajando en la escala de calificaciones el rendimiento va aumentando.

1.1.5. Valores y precios de los títulos públicos

Valor Nominal:

Valor de un título público al momento de la emisión. Es el valor del capital adeudado en la fecha de origen. Los precios de los títulos se expresan en porcentaje del valor nominal, por ejemplo, si un título tiene un valor nominal de

\$100 y cotiza al 95%, esto indica que se paga \$95 por cada lámina de valor nominal \$100.

Valor Residual:

Representa el porcentaje del préstamo original que falta devolver.

$$\text{Valor residual} = \text{Valor Nominal} - \text{Amortizaciones}$$

Valor Técnico:

Valor que representa un título público en un momento determinado de acuerdo a las condiciones de emisión. Es decir, es el valor residual más los intereses devengados desde la última amortización hasta el día de la fecha.

$$\text{Valor Técnico} = \text{Valor Residual} + \text{intereses devengados desde el último servicio}$$

Precio de Mercado:

Es la cotización del instrumento, el valor de equilibrio al que converge el mercado a través de la oferta y demanda.

Paridad Bursátil:

Proporción del Valor Técnico que es reconocida por el precio de mercado.

$$\text{Paridad Bursátil} = \text{Precio de Mercado} / \text{Valor Técnico}$$

Servicios de la Deuda:

Cada uno de los pagos en concepto de intereses o amortización que están contemplados en el diseño de la emisión.

En los títulos públicos, la amortización se calcula sobre el valor nominal y la renta se calcula sobre el valor residual.

La relación entre el precio de los títulos públicos y su rendimiento es negativa, ya que el esquema de amortización está fijado en la emisión. Entonces, cuando baja el precio de un título público, significa que podemos acceder al mismo capital e intereses pero pagando un precio menor (salvo que el precio haya bajado por el pago de un servicio de deuda). Esa baja del precio implica un rendimiento mayor.

Algunos elementos que influyen en el precio de un título público son:

Plazo de vencimiento:

Mientras a más lejano esté el vencimiento, mayor es la volatilidad en el precio.

Cupón:

Es el monto de intereses a devengar en cada servicio, cuanto menor sea el cupón, mayor será la variabilidad del precio ante un cambio en la tasa de interés.

Un bono que repaga todo su capital al vencimiento tiene mayor volatilidad que un título que va pagando en cuotas.

Garantías:

Mientras mejores sean las garantías, mayor precio.

1.1.6. Rendimiento de los Títulos Públicos

Para calcular el rendimiento de los títulos públicos existen el rendimiento corriente y el rendimiento al vencimiento.

Rendimiento Corriente

El rendimiento corriente (current yield) relaciona el cupón que paga el título con el precio de mercado. El rendimiento corriente únicamente considera los intereses generados en el momento presente respecto a su precio de adquisición actual, ignorando el efecto de mantenerlo hasta el vencimiento.

Rendimiento Corriente = Cupón Vigente / Precio

Tampoco considera el valor del dinero en el tiempo. El rendimiento corriente no es una buena medida para evaluar la rentabilidad real de una inversión.

Rendimiento al Vencimiento

El rendimiento al vencimiento mide la rentabilidad de un título público, si se adquiere ahora y se mantiene hasta el vencimiento. Se puede interpretar como la tasa interna de retorno a lo largo de la vida del bono bajo el supuesto de que los cupones se reinvierten a un tipo de interés idéntico a dicho rendimiento.

$$P = [C / (1 + r)] + [C / (1 + r^2)] + \dots + [C + VN / (1 + rn)]$$

P: precio del título público

C: pago de intereses

r: rendimiento

VN: valor nominal pagado al momento del vencimiento

El rendimiento al vencimiento es la tasa que iguala el valor presente del flujo de fondos que generará el bono si se mantiene hasta el vencimiento y el precio de mercado del mismo.

1.1.7. Esquemas de Amortización de Títulos Públicos

El esquema de amortización establece la forma en que será devuelto el capital. Existen varias formas de amortización, un esquema de amortización periódica devuelve una parte del capital cada cierto período de tiempo, como ser un año, 6 meses, 3 meses o todos los meses. También se puede devolver todo el capital al final. Cuando devuelven todo el capital al final, pero pagan los intereses periódicamente, se llaman Títulos Bullet. Cuando devuelven todo el capital al final, y pagan todos los intereses también al final, se llaman Títulos Cupón Cero.

El esquema de amortización del capital y el pago de intereses puede ser en cuotas iguales, cuotas crecientes o cuotas decrecientes.

1.1.8. Operaciones de compra y venta de los títulos públicos

Existen varias formas de acceder a títulos públicos, principalmente se compran a través de agentes de bolsa o agentes de mercado abierto, por lo general bancos. Mediante órdenes de compra, los inversores indican a los agentes la cantidad y la clase de bonos que desean comprar. Luego, los agentes hacen efectivas estas operaciones en la Bolsa de Comercio o en el Mercado Abierto Electrónico (MAE) y depositan los títulos públicos en la caja de valores a nombre de los inversores. Cuando los inversores deciden vender los bonos, el procedimiento es análogo.

1.2. Diversificación

En finanzas, la diversificación tiene por objetivo reducir el riesgo no sistemático al invertir en una variedad de activos y no en uno único.

El efecto de la diversificación puede ser tal que una cartera diversificada puede llegar a tener un riesgo menor que el menos riesgoso de los activos que componen la cartera.

Puede comprobarse que la varianza de una cartera compuesta por igual cantidad de un número “n” de activos, tendrá una varianza que tenderá a disminuir a medida que aumenta la cantidad de activos (n) que componen la cartera, y también disminuirá a menor correlación entre los diferentes activos que la componen.

En una cartera con una composición inequitativa de activos correlacionados, como es el caso que se estudia en el presente trabajo, la estadística matemática generalizada se vuelve difícil de aplicar, por lo que se utilizan métodos numéricos, como la simulación, que se explica en el capítulo 1.3.

1.3. Simulación de Monte Carlo

En este punto se describe una herramienta de base científica muy utilizada durante el desarrollo de este trabajo.

La simulación de Monte Carlo es una técnica cuantitativa utilizada para evaluar cursos alternativos de acción y/o resultado más probable por medio de un modelo matemático, cuando el resultado esperado es una función de una o varias variables aleatorias combinadas entre sí.

Orígenes de la simulación de Monte Carlo

Este método surgió con la necesidad de predecir posibles sucesos con amplia probabilidad de ocurrencia mientras se desarrollaba la bomba de hidrógeno en la 1940 en Estados Unidos.

Ganó conocimiento con el pasar de los años y comenzó a ser utilizado en otras áreas, incluidas las finanzas, que es la que se basa este trabajo.

Resumen del método de simulación de Monte Carlo

El método de Monte Carlo simula los resultados que puede asumir alguna variable dependiente de un proyecto de inversión o, en el caso de este trabajo, un instrumento financiero (ejemplo: VAN, TIR, etc.) a través de la asignación de variables aleatorias que afectan al mismo (ejemplo: riesgo país,

crecimiento del PBI, tipo de cambio, etc.). A cada una de estas variables independientes se les asigna una distribución de probabilidad.

La simulación de Monte Carlo puede incluir todas las combinaciones posibles de las variables que afectan los resultados del rendimiento de un instrumento financiero. Por ejemplo, se puede evaluar cuál será la rentabilidad del instrumento al cambiar todas las variables al mismo tiempo, teniendo en cuenta la interrelación que existe entre ellas.

La utilización de esta herramienta necesita como datos de entrada variables aleatorias de diversos tipos de distribución; la obtención de variables aleatorias se explica en el punto 1.4.

1.4. Generación de variables aleatorias

El objeto del presente punto es explicar los métodos de generación de variables aleatorias de diferentes tipos de distribución (uniforme, normal, triangular, etc.), que son una base fundamental en la simulación mediante variables aleatorias.

Para poder generar una rutina que generen valores aleatorios con una distribución específica, en primer lugar debemos contar con una secuencia de números aleatorios distribuidos uniformemente entre 0 y 1, y luego con ayuda de un generador de números aleatorios podemos centrarnos en el problema de generar una muestra con una distribución de probabilidad específica para la simulación. Por esto en los puntos 1.4.1 y 1.4.2 se explica la obtención de números pseudoaleatorios de distribución uniforme y en el punto 1.4.3 se explica cómo obtener diferentes tipos de variables aleatorias a partir de una distribución uniforme del tipo $U(0,1)$.

1.4.1. Generador de números aleatorios

Un generador de números pseudoaleatorios es una estructura del tipo:

$G = (X, x_0, T, U, g)$, donde:

X es un conjunto finito de estados.

$x_0 \in X$ es el estado inicial (semilla).

$T : X \rightarrow X$ es la función de transición.

U es el conjunto finito de posibles observaciones.

$g : X \rightarrow U$ es la función de salida.

El funcionamiento de un generador de números pseudoaleatorios es el siguiente:

A partir de una semilla inicial x_0 , se genera una sucesión de valores x_n mediante una relación de recurrencia $x_n = T(x_{n-1})$. Cada uno de estos valores proporciona un número pseudoaleatorio u_n definido a través de alguna relación $u_n = g(x_n)$.

Evidentemente, la sucesión de estados es periódica, puesto que X es finito. En algún momento, ocurrirá que $x_j = x_i$ para algún $j > i$, y a partir de ese instante, $x_{j+k} = x_{i+k}$, y por lo tanto, $u_{j+k} = u_{i+k}$, para todo $k \geq 0$.

El periodo es el menor entero $\rho > 0$ tal que para algún entero $\tau \geq 0$, se verifica que $x_{\rho+k} = x_k$, para todo $k \geq \tau$. Claramente, el periodo de un generador no puede exceder el cardinal del espacio de estados. Una buena propiedad para un generador es que su periodo esté cercano a $|X|$.

Un buen generador de números pseudoaleatorios debería tener las siguientes propiedades:

- La sucesión de valores que proporcione debería asemejarse a una sucesión de realizaciones independientes de una variable aleatoria $U(0, 1)$.
- Los resultados deben ser reproducibles, en el sentido de que comenzando con las mismas condiciones iniciales debe ser capaz de reproducir la misma sucesión.
- La sucesión de valores generados debe tener un ciclo no repetitivo tan largo como sea posible.

- El generador debe ser rápido y ocupar pocos recursos computacionales.

1.4.2. Generador de números aleatorios uniformemente distribuidos por métodos congruenciales

Si bien existen diversos métodos para la obtención de números uniformemente distribuidos, este capítulo se limita a explicar los generadores congruenciales lineales, ya que son los más utilizados hoy en día, los mismos se explican a continuación:

Los residuos de potencias sucesivas de un número tienen buenas propiedades aleatorias y una de las propuestas de generadores para la obtención de números uniformemente distribuidos es la siguiente:

$$x_n = a^n \text{ mod } (m) \text{ (Propuesta por D.H. Lhemer en el año 1951)}$$

Una expresión equivalente para calcular x_n después de calcular x_{n-1} es:

$$x_n = ax_{n-1} \text{ mod } (m), \text{ donde:}$$

“a” es el multiplicador.

“m” es el módulo

Actualmente se utilizan generadores que son generalizaciones de la propuesta de Lehmer y tienen la siguiente forma:

$$x_n = (ax_{n-1} + b) \text{ mod } (m), \text{ donde:}$$

-Los “x” son enteros entre 0 y m-1.

-Las constantes a y b son no-negativas.

La selección de “a”, “b”, y “m” afectan el periodo y la autocorrelación en la secuencia, según se explica a continuación:

- El modulo m debe ser grande. Dado que los x están entre 0 y m-1, el periodo nunca puede ser mayor que m.

- Para que el cómputo de mod (m) sea eficiente, m debe ser una potencia de 2, es decir, 2^k .
- Si b es diferente de cero, el periodo máximo posible m se obtiene si y solo si:
 - Los enteros “m” y “b” son primos relativos -- no tengan factores comunes excepto el 1.
 - Todo número primo que sea un factor de “m” lo es también de a-1.
 - a-1 es un múltiplo de 4 si “m” es un múltiplo de 4.

Todas estas condiciones se cumplen si $m = 2^k$, $a = 4c + 1$, y b es impar, donde c, b, y k son enteros positivos.

Los resultados obtenidos de estas generaciones muchas veces presentan autocorrelaciones ente números sucesivos, por lo que se prefieren los generadores con menor autocorrelación posible.

Como ejemplo se muestra una secuencia de valores obtenidas a partir de los siguientes valores:

$$a=5$$

$$b=7$$

$$m=32$$

$$X_0=7$$

Tabla 2: Secuencia de números pseudoaleatorios obtenidos a partir de valores dados

	Xn	Xn/m
X0	7	0,219
X1	10	0,313
X2	25	0,781
X3	4	0,125
X4	27	0,844
X5	14	0,438
X6	13	0,406
X7	8	0,250
X8	15	0,469
X9	18	0,563
X10	1	0,031
X11	12	0,375
X12	3	0,094
X13	22	0,688
X14	21	0,656
X15	16	0,500
X16	23	0,719
X17	26	0,813
X18	9	0,281
X19	20	0,625
X20	11	0,344
X21	30	0,938
X22	29	0,906
X23	24	0,750
X24	31	0,969
X25	2	0,063
X26	17	0,531
X27	28	0,875
X28	19	0,594
X29	6	0,188
X30	5	0,156
X31	0	0,000

La secuencia mostrada tiene un periodo igual a 32, ya que el valor para la semilla X_{32} sería $(5x0+7) \bmod 32 = 7$, que es igual a X_0 y se repetiría nuevamente la secuencia.

1.4.3. Generación de variables aleatorias no uniformes por método de la transformada inversa

El objeto del presente punto es explicar un método de generación de variables aleatorias de cualquier distribución de probabilidad continua a partir de la inversa de su función de distribución y de una distribución uniforme del tipo $U(0,1)$, que ya se explicó cómo obtener en el punto 1.4.2.

Si bien existen diversos tipos de generación de variables, en el presente trabajo se utilizará éste método debido a las ventajas de exactitud, velocidad y simplicidad.

El método de la transformada inversa se basa en el siguiente teorema:

Sea X una variable aleatoria con función de distribución de probabilidad acumulada F , continua e invertible, y sea F^{-1} su función inversa. Entonces, la variable aleatoria $U = F(X)$ tiene distribución uniforme en $(0; 1)$. Como consecuencia, si U es una variable aleatoria uniforme en $(0; 1)$ entonces la variable aleatoria $X = F^{-1}(U)$ satisface la distribución F .

El método de la transformada inversa funciona de la siguiente manera:

Se genera un número aleatorio a partir de la distribución uniforme estándar; se lo llama "u".

Se calcula el valor "x" tal que $F(x) = u$; y se lo llama x_e .

Se toma x_e como el número aleatorio extraído de la distribución caracterizada por F .

Este es el método que se utilizará para la obtención de variables de distribución no uniforme en el presente trabajo.

1.5. Volatilidad

La volatilidad es una medida de la frecuencia e intensidad de los cambios del precio de un activo. Se usa con frecuencia para cuantificar el riesgo del instrumento.

La volatilidad es vista con frecuencia como negativa ya que representa incertidumbre y riesgo. Sin embargo, la volatilidad puede ser positiva en el sentido de que puede permitir obtener beneficio si se vende en los picos y se compra en las bajas, tanto más beneficio cuanto más alta sea la volatilidad.

En el presente trabajo se cuantificará y analizará la volatilidad, y se buscará una relación óptima entre rendimiento y volatilidad según diversos índices, viendo a la volatilidad desde el punto de vista negativo generado por la incertidumbre y el riesgo que conlleva la misma.

1.5.1. Índice de Sharpe

El índice o ratio de Sharpe es una medida del exceso de rendimiento por unidad de riesgo de una inversión. La cantidad se define como:

$$S = \frac{E[R - R_f]}{\sigma}$$

Dónde:

R: es el rendimiento de la inversión en cuestión.

R_f: es el rendimiento de una inversión libre de riesgo.

E[R-R_f]: es el valor esperado del exceso de rendimiento de inversión comparado con el retorno de la inversión de referencia.

σ: es la desviación estándar (volatilidad) del exceso de rendimiento de la inversión.

Siendo que el rendimiento de una inversión libre de riesgo puede suponerse constante a lo largo del tiempo, se puede expresar el índice como:

$$S = \frac{E[R] - R_f}{\sigma}$$

El principal objetivo de este trabajo es optimizar una cartera mediante la maximización de este índice.

Capítulo 2

2 METODOLOGÍA A SEGUIR

En este capítulo se describe el proceso que seguido para la elaboración del presente trabajo, las técnicas de recolección y análisis de datos y herramientas utilizadas en cada etapa del trabajo.

2.1. Selección de instrumentos financieros a utilizar

Se realizó una búsqueda de los títulos públicos emitidos por el gobierno nacional y se procedió a filtrarlos de acuerdo al interés del presente trabajo.

Los criterios de selección vienen dados por:

-Tipo de moneda: Se trabajará únicamente con títulos cuya moneda de emisión y pago son pesos argentinos y dólares estadounidenses. Incluir otra moneda extranjera hubiese agregado una complejidad adicional injustificada al presente trabajo.

-Vencimiento del instrumento: Dado el horizonte de trabajo del presente estudio, se decidió no considerar títulos cuyo vencimiento sean anteriores al 01/01/2018.

-Liquidez: Se desestimaron los instrumentos que a la fecha de realización del presente trabajo presentaban escasos movimientos en el mercado, ya que en la práctica es muy difícil hacerse y desprenderse de dichos instrumentos.

-Similitud: Se desestimaron instrumentos que presentaban una similitud en cuanto a vencimientos y tipo de ajuste muy notable respecto a instrumentos ya seleccionados.

2.2. *Determinación de variables a considerar*

En este punto se determinan cuáles son las variables que condicionan el rendimiento futuro de los bonos seleccionados, y se realiza un análisis de sensibilidad para cada uno de ellos ante variaciones unitarias de las diferentes variables exógenas a los mismos, entre las que se incluyen:

- Cotización de dólar según tipo de cambio de referencia comunicación “A” 3500 BCRA
- Cotización del dólar según tipo de cambio implícito por bonos
- Coeficiente de estabilización de referencia (Índice CER)
- Crecimiento PBI
- Riesgo país

2.3. *Horizonte de análisis*

Se determina el horizonte de análisis para el cual se analiza la evolución de las variables y rendimientos de los bonos.

2.4. *Escenarios a analizar*

Se realiza un análisis del escenario base (situación en la que se encuentra el país, en un contexto nacional e internacional), para así pronosticar para el horizonte de tiempo analizado, dos escenarios probabilísticos de evolución de las variables, para luego ser utilizados en la simulación de posibles rendimientos de los instrumentos.

Para cada uno de estos escenarios se indica un rango de valores probabilísticos representados por una función de distribución de probabilidad, que representan los posibles valores que pueden llegar a tomar cada una de las variables.

El rango de valores probables planteados para cada una de las variables en cada uno de los escenarios tiene implícita una correlación con el resto de las variables.

2.5. Generación de series de variables aleatorias

Para cada una de las variables, y para ambos escenarios a analizar, se genera una serie de valores aleatorios, de acuerdo a las distribuciones de probabilidad obtenidas del análisis del punto anterior.

Se utilizan las herramientas de generación de números aleatorios explicados en el marco teórico, punto 1.4.

2.6. Simulación de rendimiento según series de variables aleatorias

Se elaboran planillas de cálculo que, en base a las variables de entrada, calculan el valor residual de los instrumentos analizados en la fecha límite de análisis, y calcula el rendimiento anualizado de los mismos en función de los pagos de cupones y valores residuales.

Con ayuda de estas planillas, se procede a simular los posibles rendimientos de los instrumentos según las variables aleatorias obtenidas en el punto anterior.

El resultado de esta simulación son series de números que representan los posibles rendimientos que pueden llegar a brindar cada uno de los instrumentos analizados, en base a los datos de entrada.

2.7. Optimización de cartera

Una vez que se cuenta con las series de posibles rendimientos obtenidas mediante simulaciones de cada uno de los instrumentos seleccionados, se procede a buscar el porcentaje óptimo de cada instrumento dentro de la cartera óptima.

Se buscará maximizar el índice de Sharpe de la cartera (explicado en el marco teórico, punto 1.5.1) al combinar de diferentes maneras los porcentajes de composición de la misma.

Esta búsqueda de composición óptima se hará con herramientas de convergencia mediante programación lineal, ya que el número de combinaciones posibles es muy alto.

2.8. Elaboración de conclusiones

Una vez obtenidos los resultados se procede a elaborar las conclusiones que se desprenden de los mismos.

3 TRABAJO DE APLICACIÓN

3.1. Selección de instrumentos financieros analizados

En primer lugar, se seleccionaron los títulos públicos a analizar en el presente trabajo, que son los que conformarán, en proporciones a determinar, la cartera a optimizar. Éstos cumplen con una serie de requerimientos que los hacen aptos para el objetivo del trabajo.

El método de selección de los instrumentos se detalla a continuación:

3.1.1. Vencimiento de los instrumentos

Siendo que se estudia el desempeño de una cartera en el mediano/largo plazo, se descartaron instrumentos con vencimientos anteriores al año 2018.

3.1.2. Forma de pago de los instrumentos

Se buscó instrumentos de diferente naturaleza, que se vean afectados de manera diferente ante la variación de una variable en particular, con el objeto de lograr un mejor resultado en la optimización por diversificación.

Los instrumentos seleccionados son los siguientes:

- Bonos en moneda extranjera
- Bonos ajustables por el índice CER (Coeficiente de estabilización de referencia)
- Ajustables por cotización de la cotización de moneda extranjera
- Cupones atados al crecimiento del PBI

3.1.3. Liquidez de los instrumentos

Por una cuestión de aplicabilidad, se desestimaron los instrumentos que a la fecha de realización del presente trabajo presentaban escasos movimientos en el mercado, debido a su baja liquidez y la dificultad para obtener o desprenderse de dichos instrumentos.

3.1.4. Legislación

Muchos instrumentos fueron emitidos bajo legislaciones de diferentes países, y con el objeto de no analizar dos instrumentos cuya única diferencia es la legislación a la que están sometidos, se optó por tomar los de legislación local (Argentina).

3.2. Instrumentos seleccionados

Siguiendo lo indicado en el punto 3, se decidió por adoptar para la composición de la cartera los instrumentos mostrados en la Tabla 3.

Tabla 3: Resumen de instrumentos seleccionados

Instrumento	Denominación	Tipo de ajuste	Moneda de pago
BONO DE CONSOLIDACION DE DEUDA EN MONEDA NACIONAL 6ª SERIE 2%	PR13	CER	Pesos
BONOS DE LA REPÚBLICA ARGENTINA DISCOUNT EN PESOS LEY ARGENTINA	DICP	CER	Pesos
BONO PAR EN PESOS	PARP	CER	Pesos
BONO CUASIPAR EN PESOS	CUAP	CER	Pesos
BONO DE LA NACIÓN ARGENTINA EN USD 8,75% VTO 2024 – BONAR 2024 –	AY24	-	Dólares Estadounidenses
BONOS DE LA REPÚBLICA ARGENTINA DISCOUNT EN DÓLARES LEY ARGENTINA	DICA	-	Dólares Estadounidenses
BONO PAR EN DOLARES LEY ARGENTINA	PARA	-	Dólares Estadounidenses
BONO DE LA NACIÓN ARGENTINA VINCULADO AL DÓLAR 2,40% Vto. 2018 -BONAD 2,40% 2018	AM18	Cotización dólar	Pesos
TÍTULOS VINCULADOS AL PBI	TVPP	Desempeño PBI	Pesos
TÍTULOS VINCULADOS AL PBI EN DOLARES LEY ARGENTINA	TVPA	Desempeño PBI	Dólares Estadounidenses

3.2.1. Descripción de los instrumentos seleccionados

A continuación se muestran las condiciones de emisión y flujo de fondos de los 10 elementos seleccionados:

3.1.1.1 PR13: condiciones de emisión y flujo de fondos

Condiciones de emisión:

Fecha de emisión	15/03/2004
Fecha de vencimiento	15/03/2024
Plazo	20 años
Amortización	En 120 cuotas mensuales y sucesivas equivalentes las 119 primeras al 0,83% y una última cuota al 1,23% del monto emitido y ajustado por CER más los intereses capitalizados hasta el 15/03/14. Primer servicio: 15/04/2014.
Intereses	Tasa del 2% anual. Devengan intereses sobre saldos ajustados a partir de la fecha de emisión. Los intereses se capitalizarán mensualmente hasta el 15/03/14. La primera cuota vencerá el 15/04/2014.
Moneda de pago	Pesos argentinos
Ajuste	El saldo de capital de los Bonos será ajustado conforme al Coeficiente de Estabilización de Referencia (CER) referido en el Artículo 4° del Decreto N° 214/02.

Flujo de fondos: Ver Tabla 10 en Anexo 1

3.1.1.2 DICP: condiciones de emisión y flujo de fondos

Condiciones de emisión:

Fecha de emisión	31/12/2003
Fecha de vencimiento	31/12/2033
Plazo	30 años
Amortización	En 20 cuotas semestrales iguales el 30 de Junio y el 31 de Diciembre de cada año, comenzando el 30 de Junio de 2024
Intereses	5,83% anual, pagaderos semestralmente por período vencido y calculados sobre la base de un año de 360 días integrado por 12 meses de 30 días cada uno. Una parte se paga en efectivo y la otra se capitaliza de acuerdo al siguiente esquema: desde el 31/12/03 hasta el 31/12/08: 2,79% en efectivo y 3,04% capitalizado. Desde el 31/12/09 hasta el 31/12/13: 4,06% en efectivo y 1,77% capitalizado. Desde el 31/12/13 (exclusive) hasta el 31/12/33: 5,83% en efectivo. Las fechas de pago son el 30 de Junio y el 31 de Diciembre de cada año, comenzando el 30/06/10.
Moneda de pago	Pesos argentinos
Ajuste	El saldo de capital de los Bonos será ajustado conforme al Coeficiente de Estabilización de Referencia (CER) referido en el Artículo 4° del Decreto N° 214/02.

Flujo de fondos: Ver Tabla 11 en Anexo 1

3.1.1.3 PARP condiciones de emisión y flujo de fondos

Condiciones de emisión:

Fecha de emisión	31/12/2003
Fecha de vencimiento	31/12/2038
Plazo	35 años
Amortización	Se efectuará en 20 cuotas semestrales, iguales y consecutivas (excepto la última). Las primeras 19 pagaderas el 31-mar y 30- sep; y la última el 31-dic-38. Primer pago: 30-sep-2029.
Intereses	Cupón Creciente de frecuencia semestral, pagaderos el 31-mar y 30-sep; y el último el 31-dic-38. (1) Del 31-dic-03 (inclusive) al 31-mar-09 (exclusive) 0,63% (2) Del 31-mar-09 (inclusive) al 31-mar-19 (excusive) 1,18% (3) Del 31-mar-19 (inclusive) al 31-mar-29 (exclusive) 1,77% (4) Del 31-mar-29 (inclusive) al 31-dic-38 (exclusive) 2,48%
Moneda de pago	Pesos argentinos
Ajuste	Ajuste del capital por el CER correspondiente a 10 días hábiles antes de la fecha de vencimiento

Flujo de fondos: Ver Tabla 12 en Anexo 1

3.1.1.4 CUAP condiciones de emisión y flujo de fondos

Condiciones de emisión:

Fecha de emisión	31/12/2003
Fecha de vencimiento	31/12/2045
Plazo	42 años
Amortización	20 cuotas iguales y semestrales, pagaderas el 30-jun y 31-dic; última: 31-dic-45. Primer pago: 30-jun-36
Intereses	Tasa anual de 3,31% pagadero semestralmente, que capitalizará hasta el 31-dic-13. Primer pago de interés: 30-jun-14.
Moneda de pago	Pesos argentinos
Ajuste	Ajuste del capital por el CER correspondiente a 10 días hábiles antes de la fecha de vencimiento

Flujo de fondos: Ver Tabla 13 en Anexo 1

3.1.1.5 AY24 condiciones de emisión y flujo de fondos

Condiciones de emisión:

Fecha de emisión	7 de mayo de 2014
Fecha de vencimiento	7 de mayo de 2024
Plazo	10 años
Amortización	En seis cuotas anuales y consecutivas, comenzando el 7 de mayo de 2019. Las primeras cinco cuotas amortizarán el 16,66% del capital y la última el 16,7%
Intereses	Tasa fija del 8,75% anual pagadera semestralmente, calculados sobre la base de 30/360. Las fechas de pago de intereses serán el 7 de mayo y el 7 de noviembre de cada año hasta el vencimiento. Cuando el vencimiento de un cupón no fuere un día hábil, la fecha de pago será el día hábil inmediato posterior a la fecha de vencimiento original, pero el cálculo del mismo se realizará hasta el vencimiento original. El primer servicio será el 7 de noviembre de 2014
Moneda de pago	Dólares Estadounidenses
Ajuste	Sin ajuste

Flujo de fondos: Ver Tabla 14 en Anexo 1

3.1.1.6 DICA condiciones de emisión y flujo de fondos

Condiciones de emisión:

Fecha de emisión	31/12/2003
Fecha de vencimiento	31/12/2033
Plazo	30 años
Amortización	En 20 cuotas semestrales iguales el 30 de Junio y el 31 de Diciembre de cada año, comenzando el 30 de Junio de 2024
Intereses	8,28% anual, pagaderos semestralmente por período vencido y calculados sobre la base de un año de 360 días integrado por 12 meses de 30 días cada uno. Una parte se paga en efectivo y la otra se capitaliza de acuerdo al siguiente esquema: desde el 31/12/03 hasta el 31/12/08: 3,97% en efectivo y 4,31% capitalizado. Desde el 31/12/08 hasta el 31/12/13: 5,77% en efectivo y 2,51% capitalizado. Desde el 31/12/13 (exclusive) hasta el 31/12/33: 8,28% en efectivo. Las fechas de pago son el 30 de Junio y el 31 de Diciembre de cada año, comenzando el 30/06/10
Moneda de pago	Dólares Estadounidenses
Ajuste	Sin ajuste

Flujo de fondos: Ver Tabla 15 en Anexo 1

3.1.1.7 PARA condiciones de emisión y flujo de fondos

Condiciones de emisión:

Fecha de emisión	31/12/2003
Fecha de vencimiento	31/12/2038
Plazo	35 años
Amortización	Se efectuará en 20 cuotas semestrales, iguales y consecutivas (excepto la última). Las primeras 19 pagaderas el 31-mar y 30-sep; y la última el 31-dic-38. Primer pago: 30-sep-2029
Intereses	Cupón Creciente de frecuencia semestral, pagaderos el 31-mar y 30-sep; y el último el 31-dic-38. (1) Del 31-dic-03 (inclusive) al 31-mar-09 (exclusive) 1,33% (2) Del 31-mar-09 (inclusive) al 31-mar-19 (exclusive) 2,50% (3) Del 31-mar-19 (inclusive) al 31-mar-29 (exclusive) 3,75% (4) Del 31-mar-29 (inclusive) al 31-dic-38 (exclusive) 5,25%
Moneda de pago	Dólares Estadounidenses
Ajuste	Sin ajuste

Flujo de fondos: Ver Tabla 16 en Anexo 1

3.1.1.8 AM18 condiciones de emisión y flujo de fondos

Condiciones de emisión:

Fecha de emisión	18 de noviembre de 2014
Fecha de vencimiento	18 de marzo de 2018
Plazo	3,5 años
Amortización	Al vencimiento
Intereses	Tasa fija de 2,40% anual. Los intereses serán pagaderos semestralmente los días 18 de marzo y 18 de septiembre de cada año hasta el vencimiento. El primer servicio de intereses será el 18 de marzo de 2015. La base para el cálculo de intereses es 30/360
Moneda de pago	Pesos argentinos
Ajuste	Al tipo de cambio de referencia publicado por el BCRA en función de la Comunicación "A" 3500 correspondiente al tercer día hábil previo a la respectiva fecha de pago

Flujo de fondos: Ver Tabla 17 en Anexo 1

3.1.1.9 TVPP condiciones de emisión

Condiciones de emisión:

Fecha de emisión	31 de diciembre de 2003
Fecha de vencimiento	15 de diciembre de 2035
Plazo	32 años
Fecha de pagos del cupón	El 1º de noviembre de cada año siguiente al año de referencia pertinente, comenzando el 1-nov-06 se efectuará el cálculo del cupón a pagar, cuya fecha será el 15 de noviembre de cada año. El primer pago ocurrirá el 15-dic-06 y el año de referencia es el 2005
Moneda de pago	Pesos argentinos
Ajuste	Dependen del desempeño del PBI de la Argentina y de que se cumplan simultáneamente las 3 condiciones: a) Para el año de referencia, el PBI Real Efectivo supera el Caso Base del PBI, b) Para el año de referencia, el crecimiento anual del PBI Real Efectivo supera la tasa de crecimiento indicada para ese año en el Caso Base del PBI (el Caso Base del PBI para el 2004 es de ARS 275.276,01 millones), c) El total de los pagos efectuados sobre cada unidad no supera el límite máximo de pago (USD 0,48 por unidad).

Se hace notar que este instrumento no es de renta fija como los demás, por lo que el flujo de fondo dependerá del crecimiento del PBI y del tipo de cambio durante los años analizados.

3.1.1.10 TVPA condiciones de emisión

Condiciones de emisión:

Fecha de emisión	31 de diciembre de 2003
Fecha de vencimiento	15 de diciembre de 2035
Plazo	32 años
Fecha de pagos del cupón	El 1º de noviembre de cada año siguiente al año de referencia pertinente, comenzando el 1-nov-06 se efectuará el cálculo del cupón a pagar, cuya fecha será el 15 de noviembre de cada año. El primer pago ocurrirá el 15-dic-06 y el año de referencia es el 2005
Moneda de pago	Dólares Estadounidenses
Ajuste	<p>Dependen del desempeño del PBI de la Argentina y de que se cumplan simultáneamente las 3 condiciones:</p> <p>a) Para el año de referencia, el PBI Real Efectivo supera el Caso Base del PBI,</p> <p>b) Para el año de referencia, el crecimiento anual del PBI Real Efectivo supera la tasa de crecimiento indicada para ese año en el Caso Base del PBI (el Caso Base del PBI para el 2004 es de ARS 275.276,01 millones),</p> <p>c) El total de los pagos efectuados sobre cada unidad no supera el límite máximo de pago (USD 0,48 por unidad).</p>

Se hace notar que este instrumento no es de renta fija como los demás, por lo que el flujo de fondo dependerá del crecimiento del PBI durante los años analizados.

3.3. Horizonte de análisis

Se adopta un horizonte de análisis de 2.5 años, adoptando como fecha de corte mar-2018. Para el cálculo de rendimientos de instrumentos cuyos vencimientos son posteriores a dicha fecha, se estimará un valor residual de los mismos según proyección pronosticada de variables.

3.4. Escenario Base

A los efectos de analizar el contexto en el que se operará en este tiempo, se realiza un análisis de situación tanto a nivel nacional como internacional:

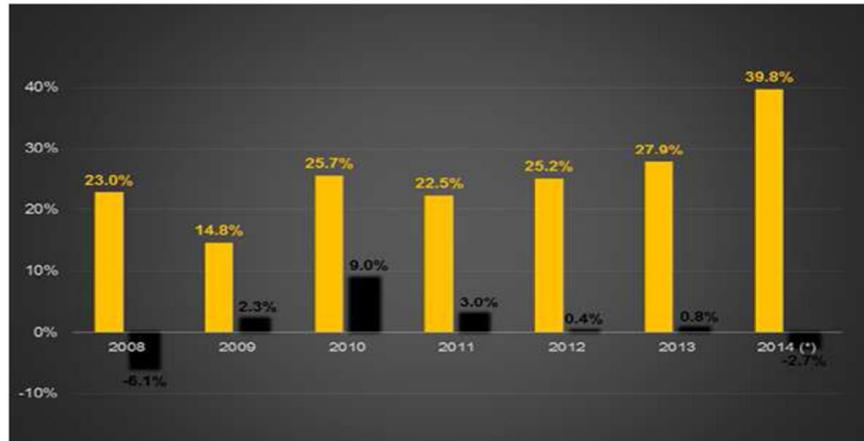
3.4.1. Análisis local

En el plano nacional, hay temas que no se pueden dejar de analizarse, por ejemplo:

- El levantamiento del cepo al dólar y el atraso cambiario.
- La negociación con los fondos buitres.
- Nivel de emisión monetaria, inflación y esquema tarifario.

A lo largo del año, se ha observado un debilitamiento en la actividad productiva y comercial. La causa de esta situación es el incremento en la demanda de dólares por una fracción de la población y de las empresas, que ha provocado una contracción en el consumo y ha forzado a mayores controles sobre las importaciones, principalmente, de insumos claves para el proceso productivo.

Según Thomson Reuters las perspectivas económicas para el año 2016 del Producto Bruto Interno (PBI) son un crecimiento del 1,3%, con escenarios de máxima de 3,4% y mínima de 0,8%. Algo similar sucede con la inflación: se estima que será de 27,3%, con escenarios de máxima de 28,2% y un mínimo de 15,3%.



Fuente: elaboración propia en base a datos de Universidad de Buenos Aires (UBA), publicación de legisladores opositores y Orlando J. Ferreres & Asociados.

Ilustración 1 - Variaciones anuales de inflación (IPC-CITY-CON) en amarillo; actividad económica (IGA) en negro

En el transcurso de los últimos meses, ha sido notable el crecimiento de la brecha entre el tipo de cambio libre y el oficial. La ausencia de políticas claras por parte del gobierno y fundamentalmente, la fuerte desconfianza de los distintos agentes económicos han hecho que esta situación se agrave con el paso del tiempo. En este sentido, la considerable disminución de las reservas del Banco Central de la República Argentina luego de haber cancelado los Boden2015 no es un detalle menor. A pesar de esto último, se ha emitido el Bonar2020 para captar nuevos ingresos de fondos, aunque la medida es prematura como para inferir el éxito de la misma y por ende considerar un incremento en las reservas del Central.



Ilustración 2 – Tipo de cambio

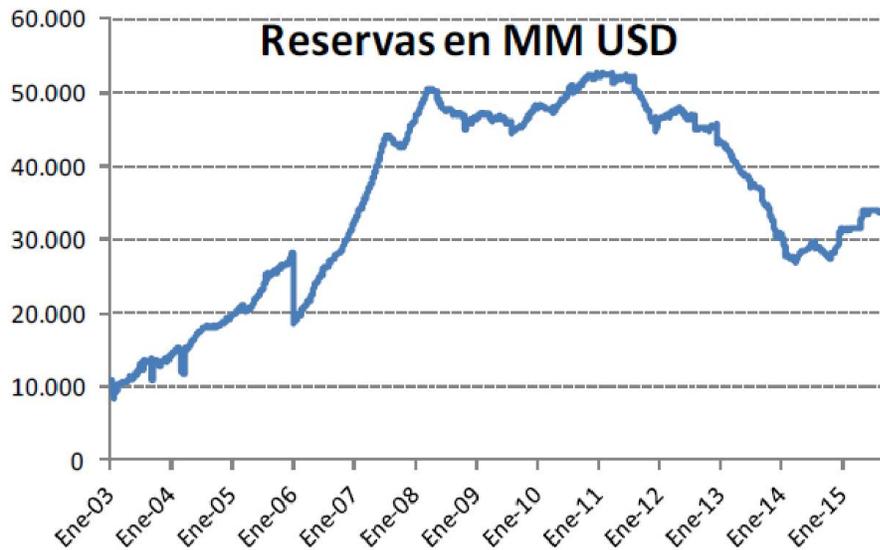


Ilustración 3 – Reservas del BCRA

En el plano de política económica, existe una inconsistencia importante producto del exceso de Pesos emitidos para financiar el déficit fiscal.

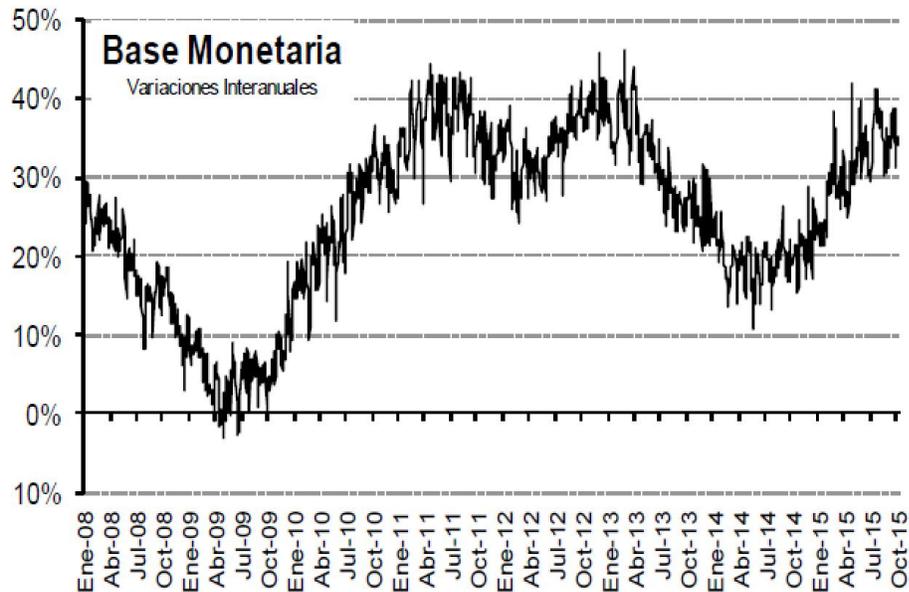


Ilustración 4 – Variaciones interanuales de la base monetaria

El nuevo gobierno deberá revertir el severo atraso en las tarifas públicas para los sectores de altos ingresos, y así poder comenzar a reducir el abultado déficit fiscal, a través de la disminución de los subsidios económicos.

Otras variables que preocupan en el corto y mediano plazo, son el atraso cambiario y la pérdida de competitividad. Argentina en el último año tuvo una apreciación de la moneda en términos reales (la devaluación de la moneda fue menor al incremento de costos). Esto conlleva una pérdida de competitividad.

En el plano de los holdouts, más allá de un escenario de continuidad, como en uno de cambio de gobierno, el costo político-financiero de arreglar será necesario y dependerá más de una cuestión legal, que económica. Lo importante es que se muestren avances en las negociaciones respecto a los acuerdos, por más que esto no sea inmediato. Los mismos se constituyen en prerrequisito para volver al mercado internacional de deuda, acumular reservas y fundamentalmente disipar las tensiones cambiarias.

3.4.2. Argentina y el mundo

El crecimiento de la economía mundial se verá afectado posiblemente por un bajo aumento en promedio. Esto se traducirá en un anémico volumen del comercio global, que determinará una menor demanda de los productos argentinos y por ende el comercio con los socios comerciales se verá resentido.

Existen expectativas cada vez más firmes de que la Reserva Federal de los EEUU comenzará a subir las tasas de interés de referencia, junto a la drástica reducción de los precios de los productos que vende Argentina. Esto ha llevado a una notable devaluación de las monedas de países emergentes, generando presiones adicionales a la depreciación del peso argentino.

Con este panorama, "discutir si Argentina necesita recetas de aplicación gradual o de shock es un error conceptual, porque el tamaño de los desequilibrios fiscales, externos, monetarios, que derivaron en problemas sociales y el estrecho vínculo entre sí, hace inexorable la necesidad de implementar, tarde o temprano, un programa integral que sea leído como creíble por la población, en particular por las empresas e inversores del resto del mundo. De esta forma se podrá recuperar el equilibrio general, porque no hay margen para soluciones parciales. Esto de acuerdo a un informe publicado en Infobae profesional.

3.4.3. Política monetaria

La política monetaria es una herramienta que utiliza el Estado a través del Banco Central, para controlar el dinero que hay en manos del público y en los bancos, determinar las tasas de interés y de las condiciones crediticias. El BCRA tiene el monopolio de emisión de billetes y monedas y además, determina el encaje bancario; regulando así la oferta monetaria disponible en la economía. A su vez, controla las reservas que resultan de la relación con el resto del mundo y denota funciones de agente financiero del gobierno.

En lo que respecta a este tema, nuestro país ha demostrado una gran ineficacia a la hora de implementar su política monetaria. La región, la década del 90 y el mundo la década del 80, han aprendido las lecciones fundamentales de política económica que nuestro país no ha alcanzado aún. Este aprendizaje posibilitó una

permanente estabilidad macro que dio lugar a un crecimiento sostenido, menos pobreza y mejor nivel de vida en la región. En este sentido, Argentina tiene la peor performance de la región en los últimos 25 años.

Las lecciones básicas que Argentina no ha sabido aprender son: i) La política monetaria expansiva sirve para estimular el crecimiento económico (a costas de más inflación) sólo en el corto plazo. Por el contrario, en el largo plazo el efecto real de la emisión monetaria desaparece y por lo tanto la tasa de desempleo (sube) a su nivel natural de equilibrio y la inflación se establece aún más alta cuando los agentes incorporan en sus expectativas el accionar de los políticos; ii) Alta y prolongada inflación atentan contra el ahorro y la inversión de los agentes, deteriorando la acumulación de capital, el progreso tecnológico y el crecimiento económico, provocando así un impedimento para bajar la pobreza; iii) La política monetaria es el instrumento más eficiente para combatir y prevenir la inflación; iv) Una política en base a reglas claras conlleva a un resultado económico y social superior que una política discrecional.

En este marco, queda claro que durante los últimos años el BCRA ha ignorado éstas cuatro lecciones fundamentales. La política monetaria del BCRA no sólo es siempre discrecional y desmedidamente expansiva, sino que también es inconsistente. Su carta orgánica fija más objetivos (estabilidad monetaria y financiera, empleo y desarrollo económico con equidad social), instrumentos estos que dispone para alcanzar éstos objetivos.

En la última Asamblea anual del FMI, en su Informe sobre “Perspectivas Económicas de Las Américas”, se ha manifestado la gravedad del caso de nuestro país: "En Argentina, el enorme impulso fiscal contribuyó a estabilizar la actividad económica en 2015, pero los desequilibrios macroeconómicos han empeorado". Agrega que la combinación de política monetaria y fiscal expansiva, sigue ejerciendo presión sobre la brecha cambiaria, el nivel de inflación y las reservas internacionales netas. Los intensos controles cambiarios continúan deprimiendo la inversión y las importaciones, mientras que el debilitamiento en los términos de intercambio y la apreciación real del peso afectan a las exportaciones y contribuyen en afectar negativamente a la balanza comercial. El FMI considera

“inevitable” un ajuste en los países exportadores de materias primas y sostiene que aquellos que no cuentan con un “colchón” deberán realizarlo de manera íntegra.

Para el caso argentino, queda demostrado empíricamente que el dinero no tiene efectos sobre la economía real (producción y empleo) en el largo plazo. Sólo se termina generando más inflación en un marco de estanflación (estancamiento con alta inflación) y por lo tanto, no debe sorprender que la tasa de crecimiento del PBI promedie 0% anual, no haya creación de empleo privado (0.2% promedio anual en 2012/2015) y la tasa de desempleo (bien medida) haya subido 2 puntos porcentuales durante los últimos cuatro años.

3.5. Escenarios futuros

En base a la situación actual expuesta en el punto 3.4, se elaboran dos escenarios que pronostican rangos que pueden llegar a tomar las diferentes variables analizadas durante el horizonte de análisis del presente trabajo.

En la Tabla 4 se indican los valores de las variables analizadas al momento de la elaboración del trabajo.

Tabla 4 – Valores de las variables analizadas al momento de elaborar el presente trabajo

Tipo de cambio de referencia com. "A" 3500 BCRA	\$ 9,50
Tipo de cambio implícito por bonos	\$ 13,57
Coefficiente de estabilización de referencia (CER)	4,8902
Producto Bruto interno (PBI)	\$486E+09
Riesgo País al momento de elaboración del trabajo	490

3.5.1. Escenario N°1

Se elabora un primer escenario basado en que la economía logra superar el atraso cambiario mencionado en el escenario base, suponiendo una variación del tipo de cambio considerable en el período analizado y una inflación que queda por detrás del aumento del tipo de cambio.

Este supuesto conlleva a una mejora en la competitividad de la industria, y de esta forma se considera un crecimiento del PBI promedio del 3.5% para los años analizados.

Se considerará para este escenario también una baja del riesgo país y una salida casi total del denominado “cepo cambiario”, llevando al tipo de cambio implícito por bonos a un valor de entre el 0% y 10% por encima del valor del tipo de cambio oficial (BCRA A 3500), es decir, se achica o anula la diferencia entre los dos tipos de cambio que se mostraron en la Ilustración 2 del escenario base.

La Tabla 5 muestra las distribuciones consideradas para elaborar las series de valores de las diferentes variables:

Tabla 5 – Variaciones anuales de variables para escenario N° 1

	Tipo de distribución	mínimo	máxima	Media	Desviación estándar
Tipo de cambio de referencia com. "A" 3500 BCRA	Uniforme	\$ 15,63	\$ 19,17	n/a	n/a
Tipo de cambio implícito por bonos	BCRA 3500 + 0% a 10% (uniforme)	n/a	n/a	n/a	n/a
Coefficiente de estabilización de referencia (CER)	Normal	n/a	n/a	6,25	0,35
Producto Bruto interno (PBI) (variaciones anuales)	Normal	n/a	n/a	3,5%	0,8%
Riesgo País en horizonte de análisis	Normal	n/a	n/a	350	60

La tabla anterior expone los rangos de posibles valores de las variables pronosticadas según el Escenario N°1.

Se puede apreciar que el tipo de cambio de referencia del BCRA es muy similar al tipo de cambio implícito en los bonos, cumpliendo con el supuesto de la liberación (parcial al menos) del “cepo cambiario”.

3.5.2. Escenario N°2

En este escenario se asume una variación del tipo de cambio oficial menor que en el escenario anterior, con una inflación que se mueven a la par de lo que le sucede al tipo de cambio.

Se considera que la brecha existente entre el tipo de cambio oficial y el implícito por bonos se mantiene entre un 40% y un 65% y se espera un crecimiento del PBI del 1.8% promedio para los 3 años analizados, con posibilidades de crecimiento negativo, y un riesgo país superior al actual.

La Tabla 6 muestra las distribuciones consideradas para elaborar las series de valores de las diferentes variables bajo los supuestos de este escenario.

Tabla 6 – Variaciones anuales de variables para escenario N° 2

	Tipo de distribución	mínimo	máxima	Media	Desviación estándar
Tipo de cambio de referencia com. "A" 3500 BCRA	Uniforme	\$ 13,80	\$ 16,62	n/a	n/a
Tipo de cambio implícito por bonos	BCRA 3500 + 40% a 65% (uniforme)	n/a	n/a	n/a	n/a
Coefficiente de estabilización de referencia (CER)	Normal	n/a	n/a	7,97	0,2
Producto Bruto interno (PBI) (variaciones anuales)	Normal	n/a	n/a	1,8%	1,0%
Riesgo País en horizonte de análisis	Normal	n/a	n/a	690	50

3.6. Generación de series de valores aleatorios de variables analizadas

Para simular los rangos probables de valores indicados para cada una de las variables en el punto anterior, se genera una serie de 500 valores aleatorios generados de acuerdo a distribuciones de probabilidad indicadas para cada caso, que servirán para llevar a cabo las simulaciones de rendimiento de los títulos.

Se generan 500 valores por variable y escenario para poder ejecutar 500 simulaciones por título y escenario ya que con esa cantidad de simulaciones se logra un grado de convergencia aceptable.

Se adoptan las distribuciones y parámetros indicados en la Tabla 5 y la Tabla 6 para generar las series de valores. Desde la Ilustración 5 hasta la Ilustración 11 se muestran las series obtenidas para analizar el escenario N°1, mientras que desde la Ilustración 12 hasta la Ilustración 18 se expone lo propio para el escenario N°2.

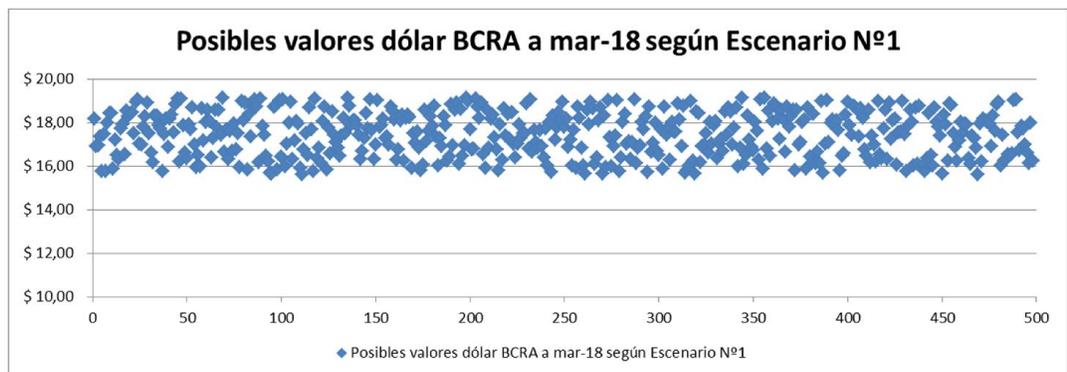


Ilustración 5 – Valores del tipo de cambio BCRA A 3500, generados según Escenario N°1

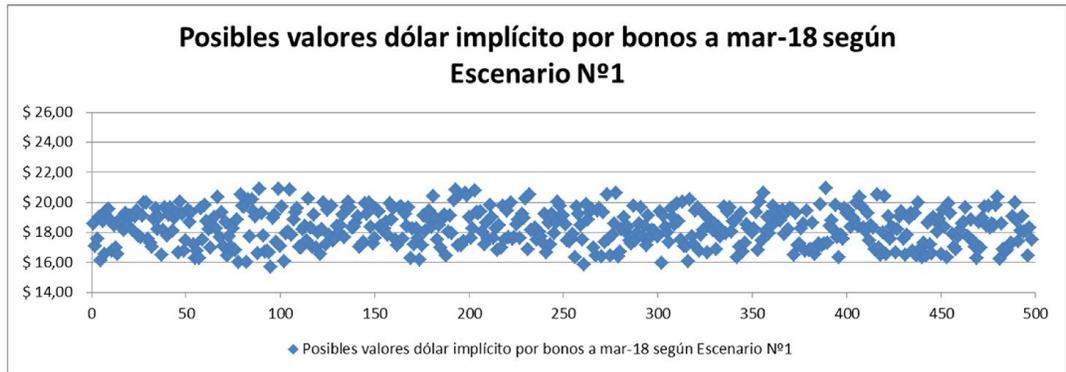


Ilustración 6 – Valores tipo de cambio implícito por bonos, generados según Escenario N°1

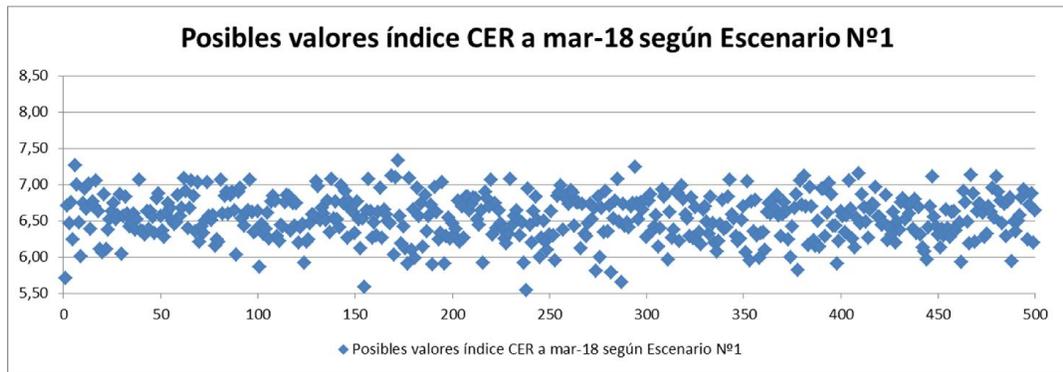


Ilustración 7 – Valores del índice CER, generados según Escenario N°1

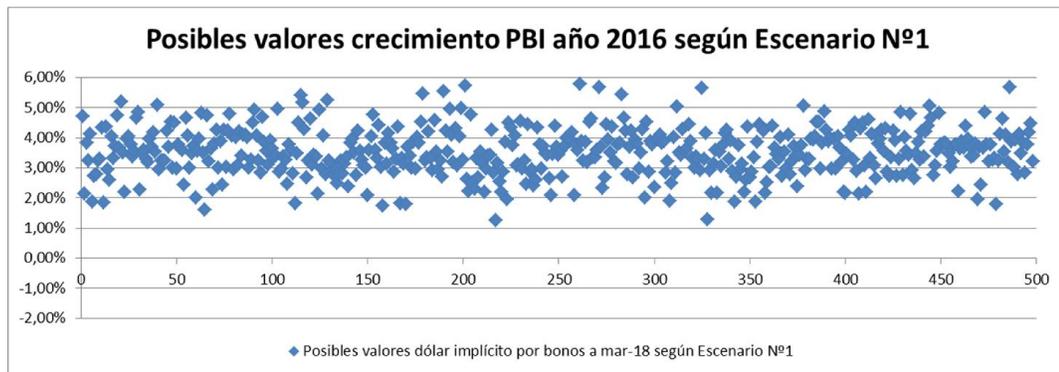


Ilustración 8 – Valores del crecimiento del PBI año 2016, generados según Escenario N°1

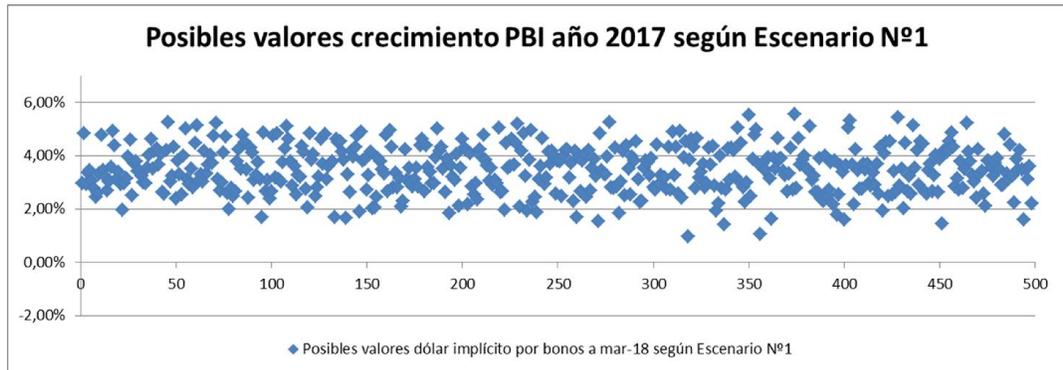


Ilustración 9 – Valores del crecimiento del PBI año 2017, generados según Escenario N°1

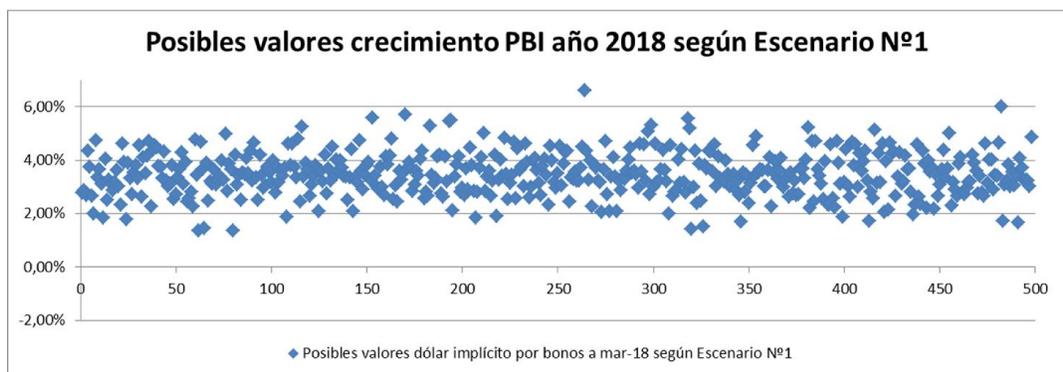


Ilustración 10 – Valores del crecimiento del PBI año 2018, generados según Escenario N°1

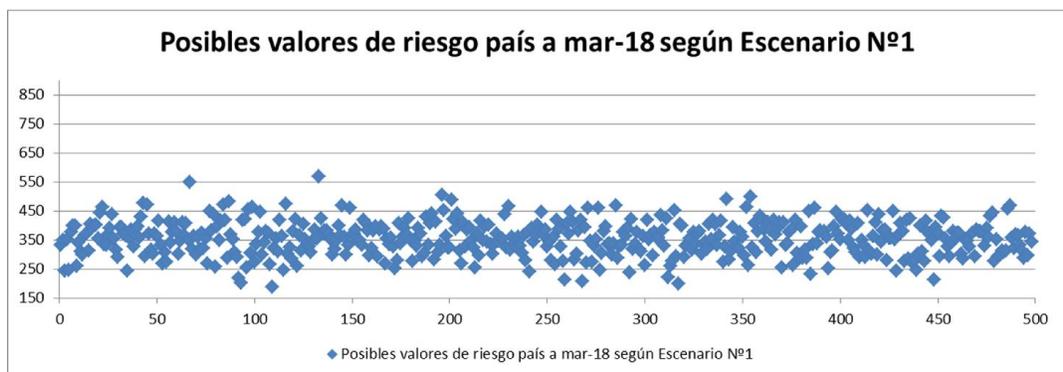


Ilustración 11 – Valores del riesgo país a mar-18, generados según Escenario N°1

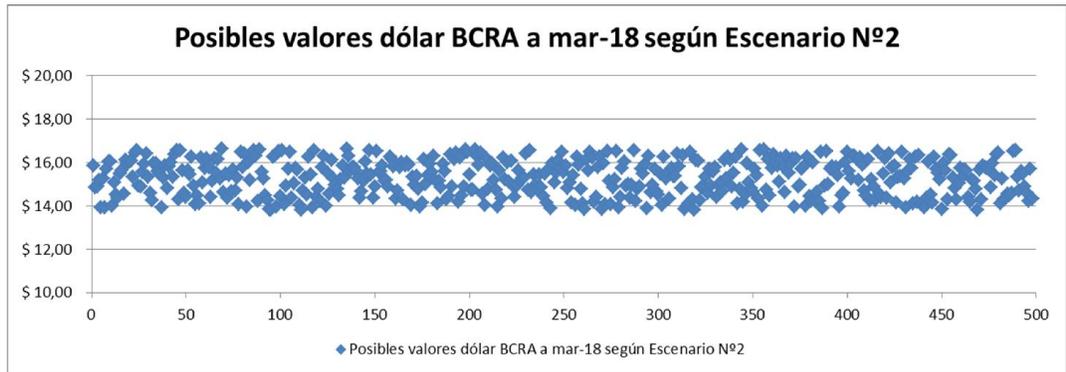


Ilustración 12 – Valores del tipo de cambio BCRA A 3500, generados según Escenario N°2

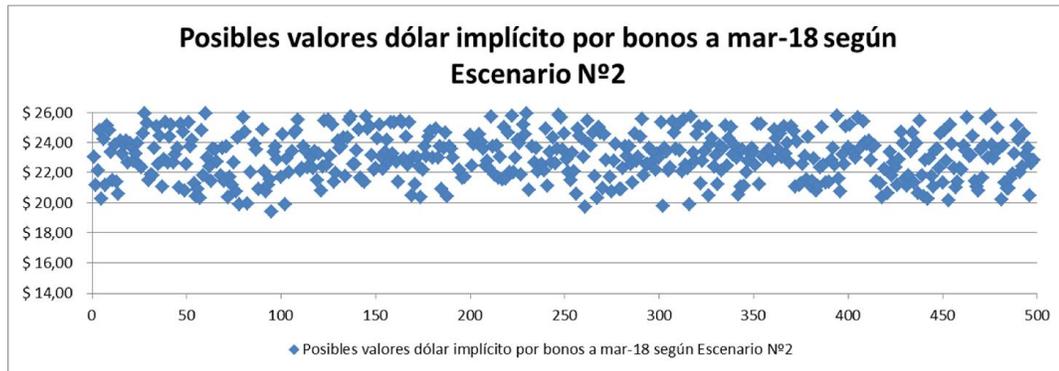


Ilustración 13 – Valores tipo de cambio implícito por bonos, generados según Escenario N°2

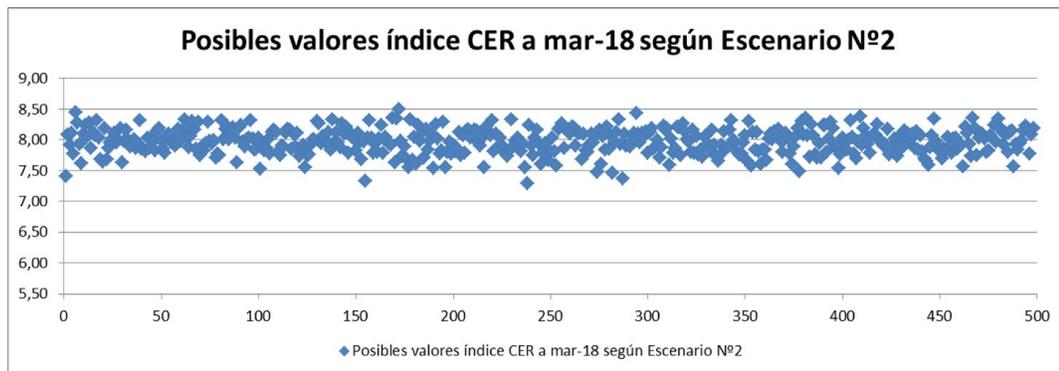


Ilustración 14 – Valores del índice CER, generados según Escenario N°2

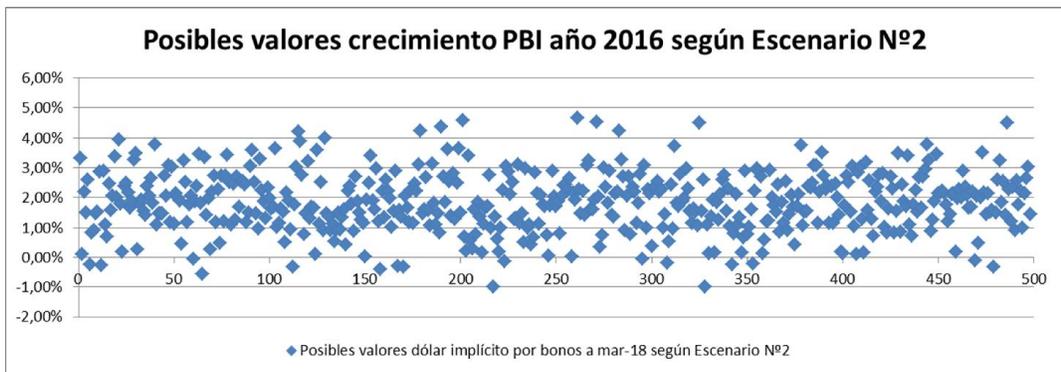


Ilustración 15 – Valores del crecimiento del PBI año 2016, generados según Escenario N°2

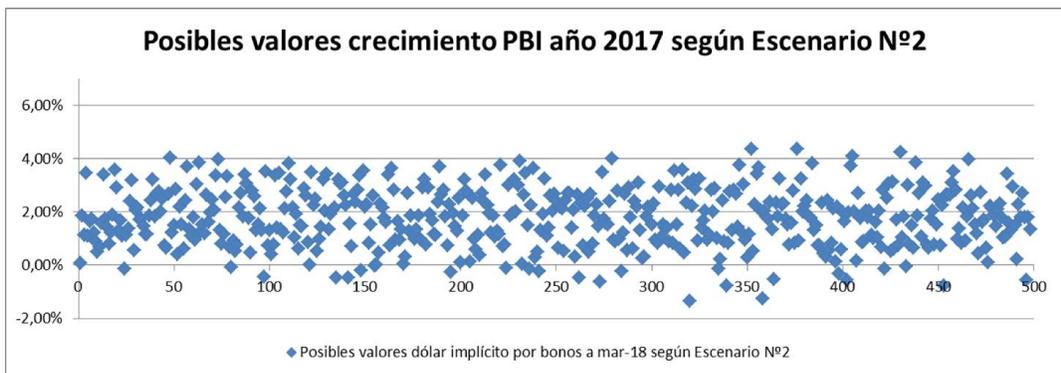


Ilustración 16 – Valores del crecimiento del PBI año 2017, generados según Escenario N°2

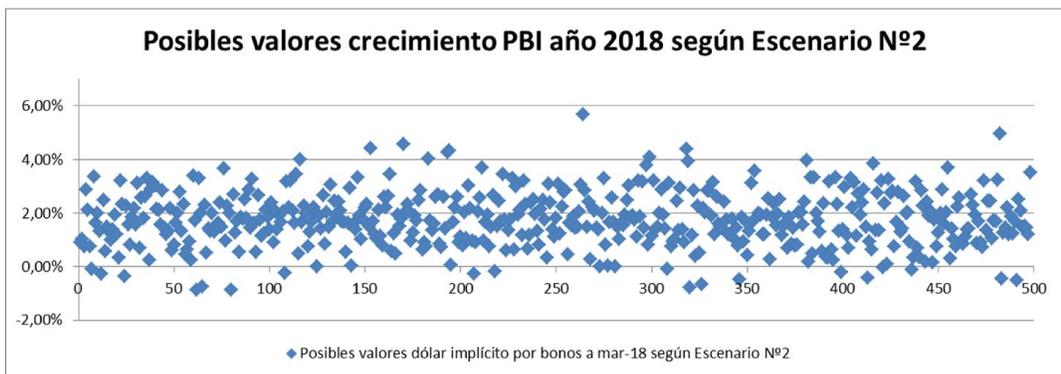


Ilustración 17 – Valores del crecimiento del PBI año 2018, generados según Escenario N°2

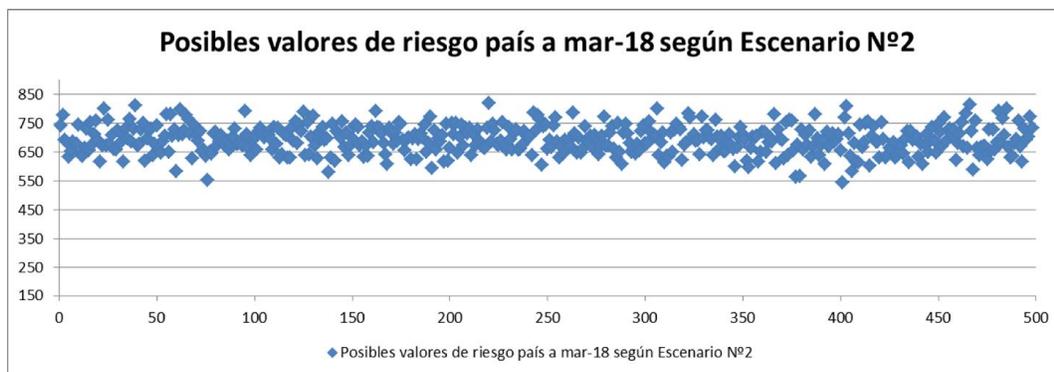


Ilustración 18 – Valores del riesgo país a mar-18, generados según Escenario N°2

3.7. Simulación de rendimientos

Tomando como dato de entrada los valores de las variables generados en el punto anterior, se simula el rendimiento de los títulos, transformando las monedas de todos los títulos a dólares estadounidenses con el fin de que sean comparables unos con otros.

Se calcula el valor esperado de la TIR, la desviación estándar de los resultados y el índice de Sharpe.

3.7.1. Rendimiento bonos actualizables por CER

Este punto explica el procedimiento de cálculo del rendimiento de estos bonos (PR13, DICP, PARA y CUAP) durante el periodo de análisis:

En el cálculo del rendimiento de estos bonos entran en consideración la evolución del índice CER, y el valor de venta de los bonos a marzo del 2018 (horizonte de análisis).

El flujo de fondos utilizado para calcular el rendimiento de los bonos en el periodo en cuestión incluye lo siguiente:

- Precio de compra del bono (transformado a dólares según el tipo de cambio implícito por bonos)

-Los pagos comprendidos entre el 01/11/2015 y el 31/03/2018, actualizados según el índice CER del momento. Se hace notar que por simplicidad solo se simuló los posibles valores del CER al 31/03/2018, asumiendo como una aproximación válida la interpolación entre el valor del CER al 01/11/15 (4,8902) y el valor del CER al 31/03/2018 dado para cada una de las simulaciones según se vio anteriormente (ver Ilustración 7 e Ilustración 14).

-El valor de venta del bono al 31/03/2018, que será proporcional al índice CER del momento y al rendimiento exigido al flujo remanente del bono.

El rendimiento del flujo de fondos anteriormente descrito se calcula 500 veces para cada escenario y para cada bono, obteniendo los resultados expuestos entre la Ilustración 19 y la Ilustración 22 para los bonos PR13, DICP, PARP y CUAP respectivamente.

3.7.1.1. Simulación PR13

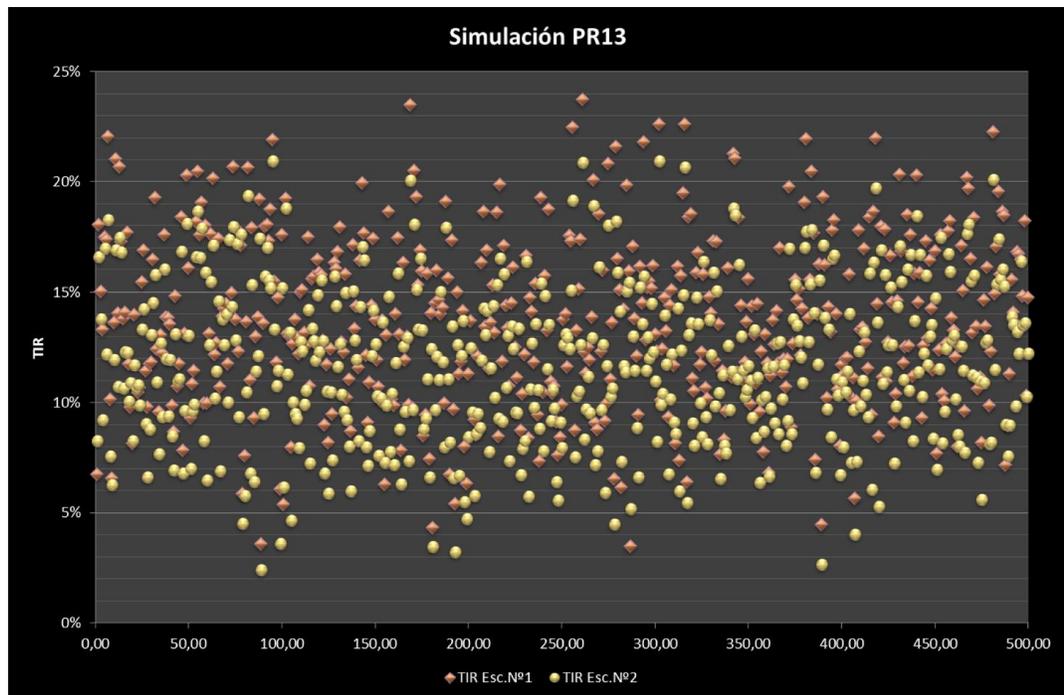


Ilustración 19 – Resultados de simulación de rendimiento para PR13

La simulación de rendimiento del PR13 puede ser descrita según los siguientes parámetros:

	Escenario N°1	Escenario N°2
σ^2	1,45E-03	1,28E-03
σ	3,81E-02	3,58E-02
E(TIR)	13,69%	11,73%
Tasa libre de riesgo	2,00%	2,00%
Ratio Sharpe	3,06	2,71

Se aprecia mayor índice de Sharpe bajo los supuestos del escenario N°1, explicado por un rendimiento esperado más alto, ya que la volatilidad es similar en ambos escenarios.

3.7.1.2. Rendimiento DICP

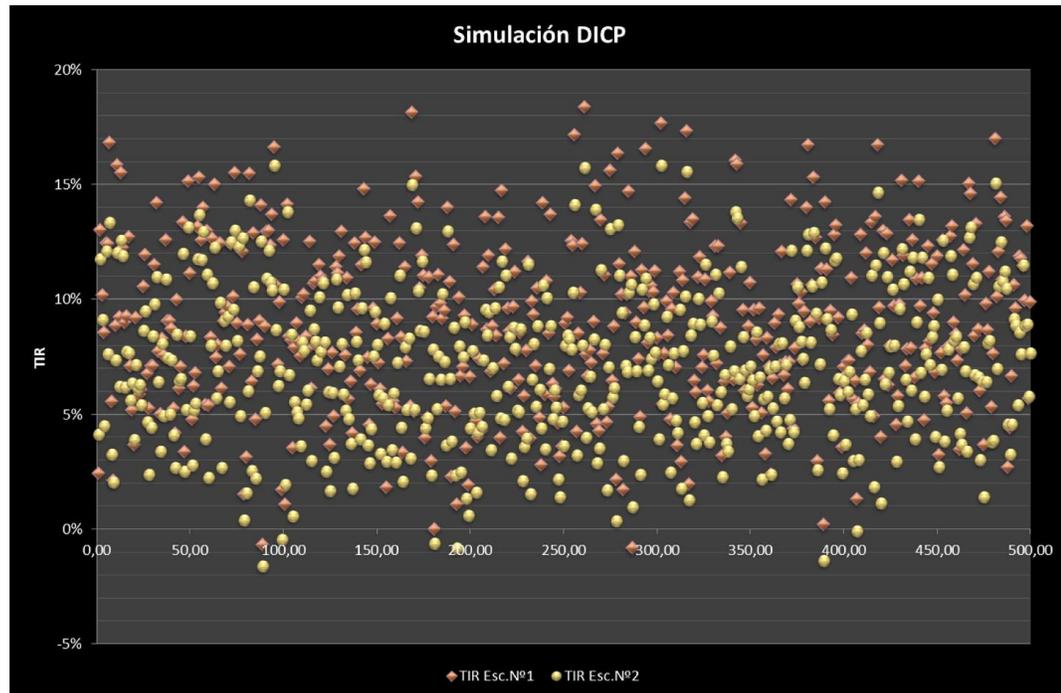


Ilustración 20 – Resultados de simulación de rendimiento para DICP

Al igual que en el caso anterior, los resultados de las simulaciones son similares en ambos escenarios, se aprecia un rendimiento promedio levemente superior en las simulaciones del escenario N°1, y una dispersión de resultados similar.

La varianza, desviación estándar, rendimiento promedio e índice de Sharpe se pueden ver a continuación:

	Escenario N°1	Escenario N°2
σ^2	1,30E-03	1,13E-03
σ	3,61E-02	3,37E-02
E(TIR)	8,90%	7,16%
Tasa libre de riesgo	2,00%	2,00%
Ratio Sharpe	1,91	1,53

3.7.1.3. Rendimiento PARP

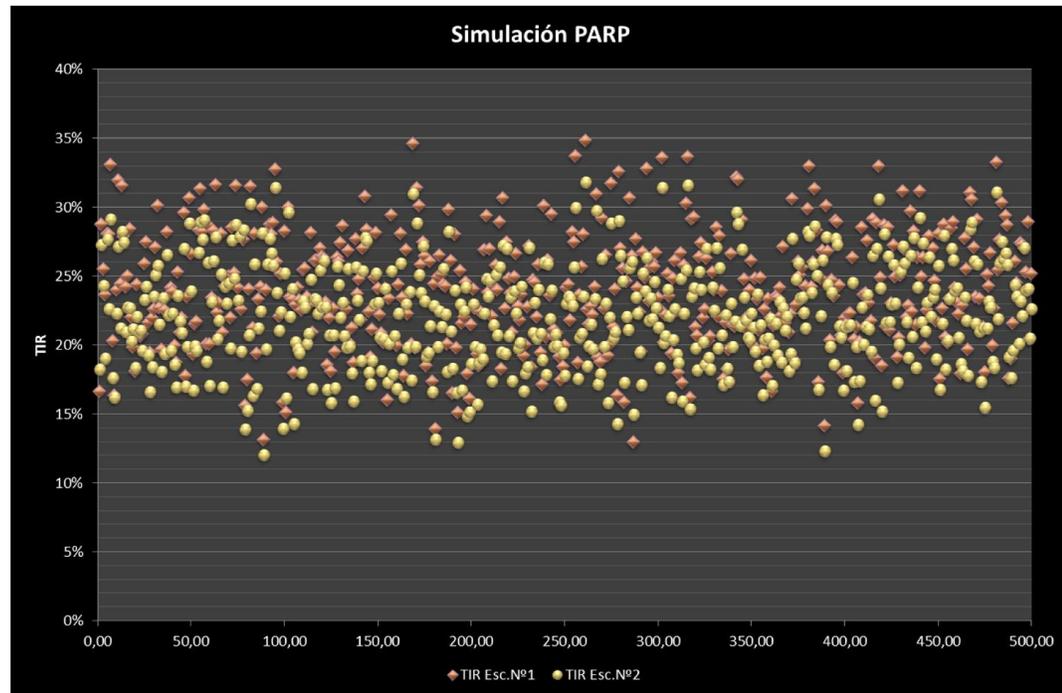


Ilustración 21 – Resultados de simulación de rendimiento para PARP

Los resultados obtenidos son muy similares, con un rendimiento promedio mayor bajo los supuestos del escenario N°1, aunque con una mayor dispersión, lo que lleva a tener índices de Sharpe similares.

Los parámetros que describen a la nube de puntos del gráfico anterior se muestran a continuación:

	Escenario N°1	Escenario N°2
σ^2	1,68E-03	1,45E-03
σ	4,10E-02	3,81E-02
E(TIR)	24,05%	22,06%
Tasa libre de riesgo	2,00%	2,00%
Ratio Sharpe	5,38	5,26

3.7.1.4. Rendimiento CUAP

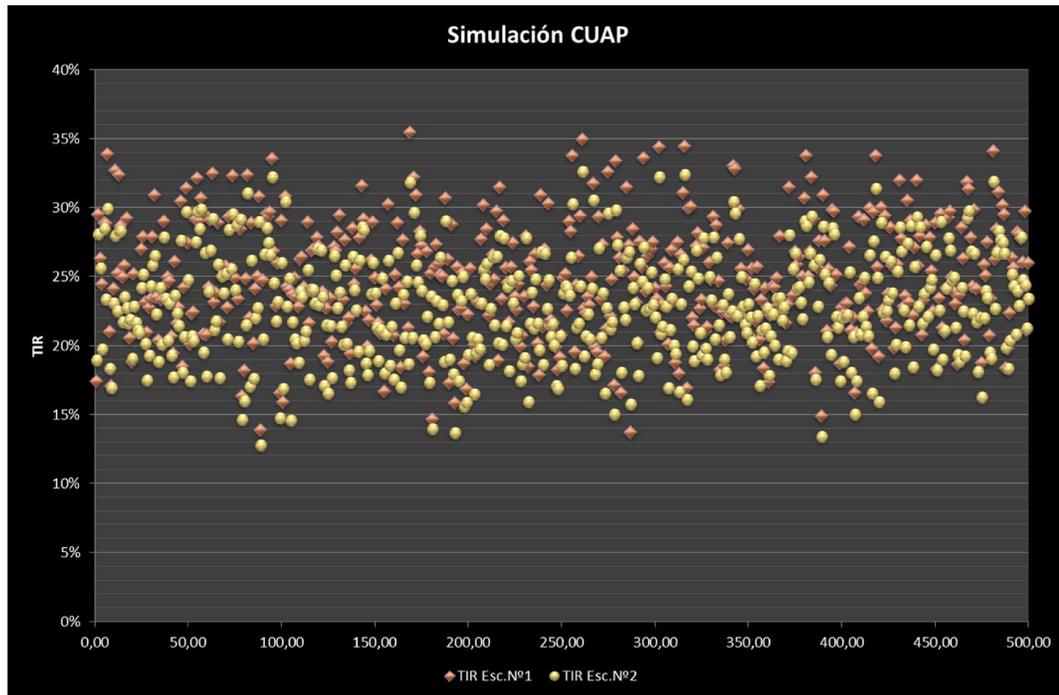


Ilustración 22 – Resultados de simulación de rendimiento para CUAP

Al igual que lo sucedido en las simulaciones del PARP, se obtiene un ratio de Sharpe similar en la simulación de ambos escenarios, con parámetros de distribución similares, lo que no es de extrañar ya que las condiciones de emisión de ambos títulos son similares.

Los parámetros de obtenidos para las simulaciones del CUAP se muestran a continuación:

	Escenario N°1	Escenario N°2
σ^2	1,69E-03	1,46E-03
σ	4,12E-02	3,82E-02
E(TIR)	24,82%	22,83%
Tasa libre de riesgo	2,00%	2,00%
Ratio Sharpe	5,54	5,45

3.7.2. Rendimiento bonos en dólares

En este punto se explica el cálculo del rendimiento de los bonos en dólares (AY24, DICA y PARA), y se exponen los resultados de las simulaciones.

Dado que aquí se busca obtener el rendimiento de los bonos en dólares, y la moneda de pago de los mismos es el dólar, la única variable que puede alterar los rendimientos en el período analizado (01/11/2015-31/03/2018) es el valor de venta de los bonos, ya que el valor de compra y el pago de intereses son conocidos.

Los flujos de fondos utilizados para el cálculo de los rendimientos de los bonos AY24, DICA y PARP se muestran a continuación:

Tabla 7 – Flujo de fondos de AY24 para cálculo de rendimiento

01/11/2015	\$	-106,76 *
07/05/2016	\$	4,38
07/11/2016	\$	4,38
07/05/2017	\$	4,38
07/11/2017	\$	4,38
31/03/2018		Valor de venta (+)

*Valor de compra en pesos al 01/11/15 transformado a dólares al tipo de cambio implícito por bonos del día

Tabla 8 – Flujo de fondos de DICA para cálculo de rendimiento

01/11/2015	\$	-140,97 *
31/12/2015	\$	5,70
30/06/2016	\$	5,70
31/12/2016	\$	5,70
30/06/2017	\$	5,70
31/12/2017	\$	5,70
31/03/2018	Valor de venta (+)	
*Valor de compra en dólares al 01/11/15 (pesos transformados según de cambio implícito por bonos del día)		

Tabla 9 – Flujo de fondos de PARA para cálculo de rendimiento

01/11/2015	\$	-56,37 *
31/03/2016	\$	1,25
30/09/2016	\$	1,25
31/03/2017	\$	1,25
30/09/2017	\$	1,25
31/03/2018	Valor de venta (+)	
*Valor de compra en pesos al 01/11/15 transformado a dólares al tipo de cambio implícito por bonos del día		

Los valores de venta en marzo del 2018 se estiman en función del riesgo país en dicha fecha y los flujos de fondo desde dicha fecha hasta el vencimiento de los bonos. A menor riesgo país a momento de vender el bono, menor será el rendimiento exigido al flujo remanente de los bonos, por lo tanto mayor será el valor del bono al momento de venderlo, y por ende mayor será el rendimiento del bono durante el período analizado.

Siendo que en el escenario N°1 se pronosticaron valores del riesgo país al 31/03/2018 menores que en el escenario N°2, se esperan mejores rendimientos.

3.7.2.1. Rendimiento AY24

Los 500 valores de simulación obtenidos en base a los escenarios N1 y N°2 se pueden ver en la Ilustración 23.

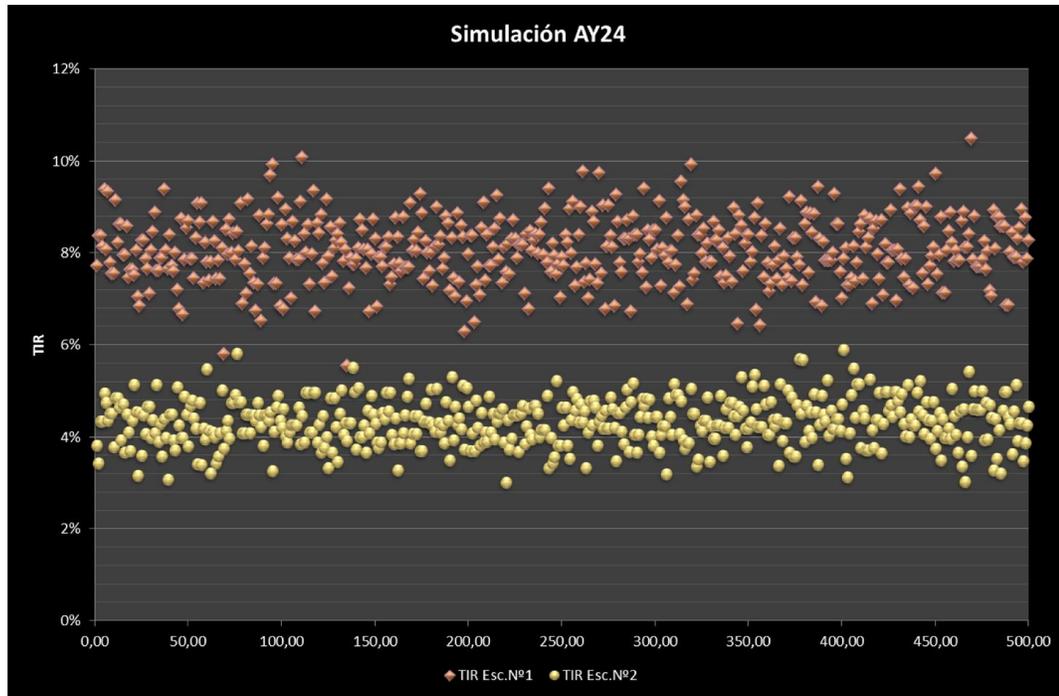


Ilustración 23 – Resultados de simulación de rendimiento para AY24

Se aprecia la diferencia en el rendimiento promedio en las simulaciones del escenario N°1 y N°2, esto se debe exclusivamente al valor del riesgo país supuesto para cada caso.

A continuación se muestran los parámetros de las distribuciones de rendimientos obtenidas:

	Escenario N°1	Escenario N°2
σ^2	4,81E-05	2,48E-05
σ	6,93E-03	4,98E-03
E(TIR)	8,08%	4,33%
Tasa libre de riesgo	2,00%	2,00%
Ratio Sharpe	8,76	4,67

3.7.2.2. Rendimiento DICA

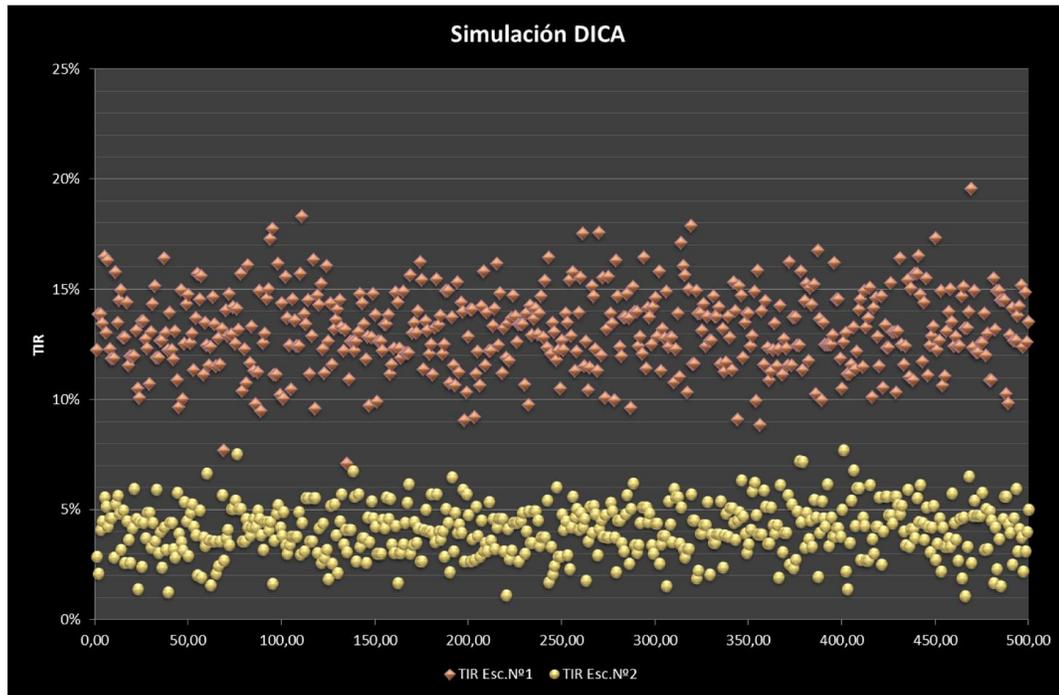


Ilustración 24 – Resultados de simulación de rendimiento para DICA

Se observa un patrón similar al del bono AY24, con una clara diferenciación entre los posibles resultados bajo los supuestos de un escenario y el otro.

El rendimiento promedio del escenario N°1 es mayor que el del AY24, ya que una disminución del riesgo país impacta de manera más positiva en un bono de largo plazo.

A continuación se muestra una descripción de las series de valores obtenidos mediante simulación, según los dos escenarios analizados:

	Escenario N°1	Escenario N°2
σ^2	3,08E-04	1,30E-04
σ	1,76E-02	1,14E-02
E(TIR)	13,15%	4,10%
Tasa libre de riesgo	2,00%	2,00%
Ratio Sharpe	6,35	1,84

3.7.2.3. Rendimiento PARA

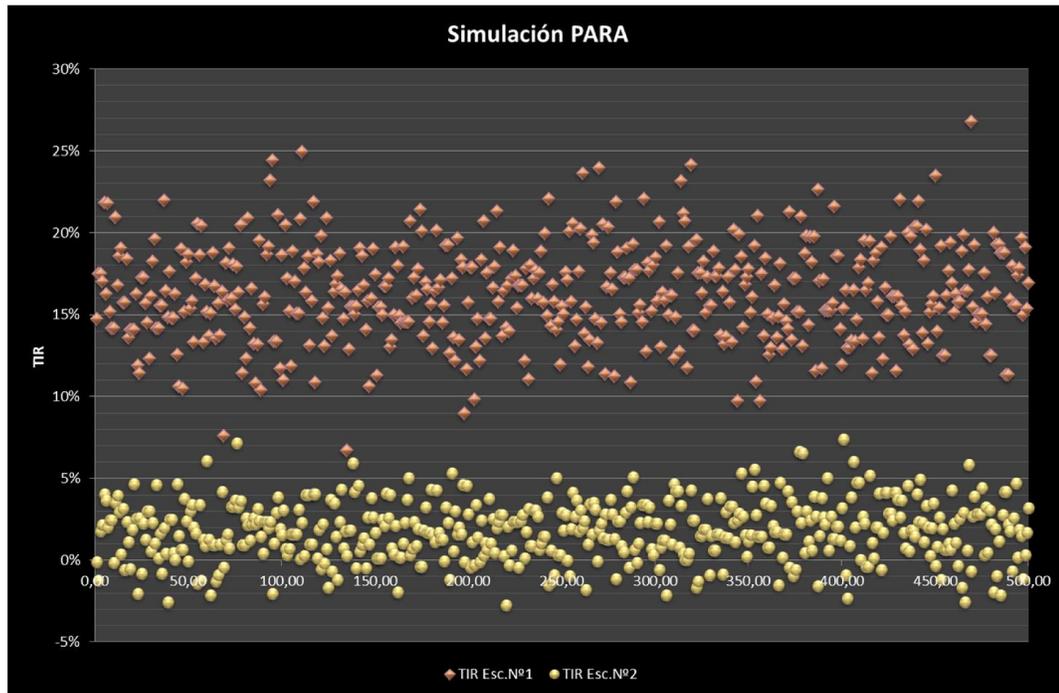


Ilustración 25 – Resultados de simulación de rendimiento para PARA

Al ser este el bono de más largo plazo de los 3 analizados en este punto (AY24, DICA, PARA), se obtiene un rendimiento promedio más alto para el escenario N°1 y más bajo en el escenario N°2. El largo plazo del bono hace que se sienta más el impacto en la variación del riesgo país, lo que también genera mayor dispersión en los resultados.

Los principales parámetros que describen las simulaciones de los escenarios analizados se pueden ver a continuación:

	Escenario N°1	Escenario N°2
σ^2	8,46E-04	3,10E-04
σ	2,91E-02	1,76E-02
E(TIR)	16,34%	1,83%
Tasa libre de riesgo	2,00%	2,00%
Ratio Sharpe	4,93	-0,10

3.7.1. Rendimiento AM18

El cálculo del rendimiento durante el período se hace en base al flujo de fondos mostrado en el anexo 1, Tabla 17, transformando los pagos según el valor del dólar implícito por bonos. Para las fechas intermedias entre la fecha límite y la inicial, se interpolan valores de las variables.

Como el vencimiento de este bono prácticamente coincide con el horizonte de análisis del trabajo, no se calcula un valor de venta del bono sino que se considera el pago total del mismo.

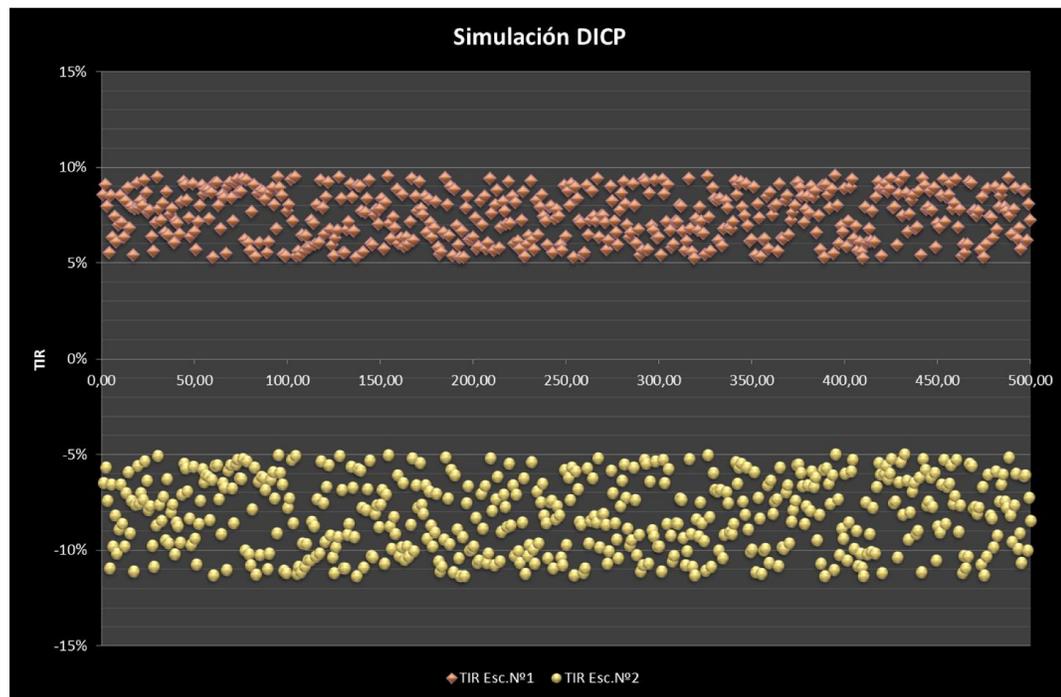


Ilustración 26 – Resultados de simulación de rendimiento para AM18

Los rendimientos mostrados en el gráfico anterior muestran una segregación entre los obtenidos bajo los supuestos de cada uno de los escenarios analizados. Esto se debe principalmente a la brecha entre el tipo de cambio oficial y el implícito por bonos pronosticada para cada escenario.

Los parámetros de las distribuciones de rendimientos obtenidos se muestran a continuación:

	Escenario N°1	Escenario N°2
σ^2	1,63E-04	3,54E-04
σ	1,28E-02	1,88E-02
E(TIR)	7,45%	-8,12%
Tasa libre de riesgo	2,00%	2,00%
Ratio Sharpe	4,27	-5,37

3.7.2. Rendimiento cupones crecimiento PBI

Tomando como dato de entrada los valores pronosticados de crecimiento para los próximos 3 años y los valores del tipo de cambio e inflación, se calculan los pagos de los cupones. Además, se estima un valor residual del cupón, aumentando el valor residual respecto al valor de compra proporcional al aumento de la diferencia del PBI real y el de cálculo según las condiciones de emisión del cupón, y disminuyendo su valor en caso de que el pago remanente del cupón haya disminuido.

Las simulaciones de rendimiento para los cupones en pesos (TVPP) y en dólares (TVPA) se pueden ver a continuación:

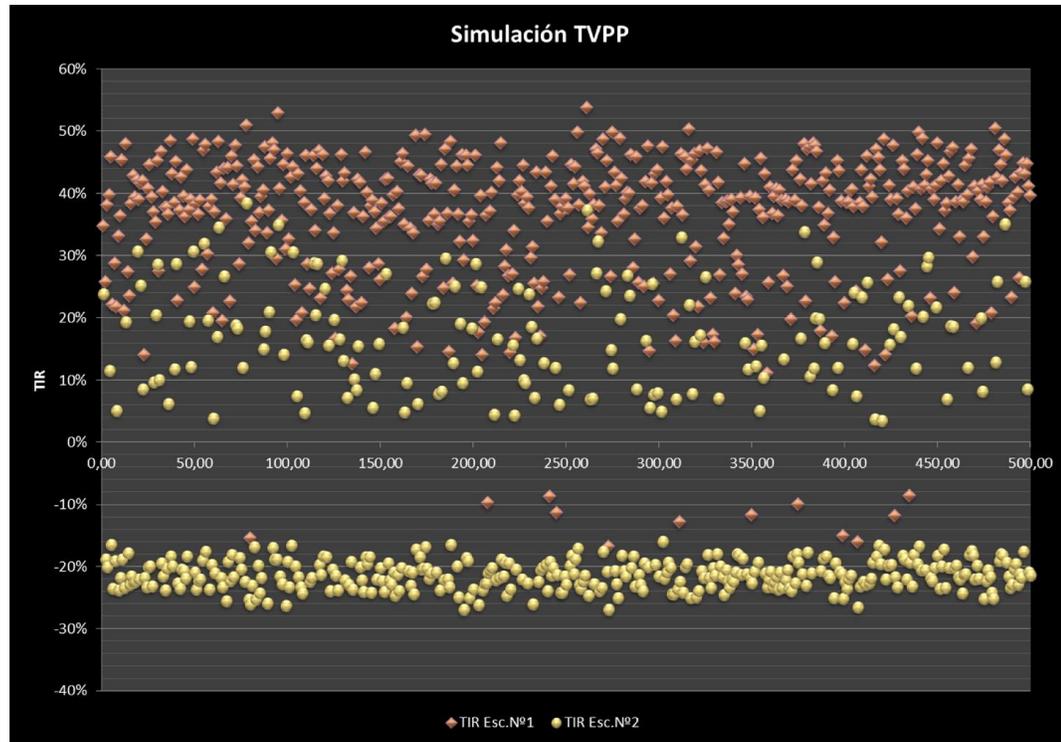


Ilustración 27 – Resultados de simulación de rendimiento para TVPP

Claramente se aprecia una gran diferencia entre los resultados obtenidos bajo los supuestos de un escenario y el otro. Las simulaciones del escenario N°1 se ubican principalmente entre rendimientos del 20% al 50%, fruto de la activación del pago del cupón en al menos 2 veces en los próximos 3 años, mientras que una proporción importante de las simulaciones del escenario N°2 dan rendimientos negativos, producto del no pago durante el periodo analizado.

Rendimiento promedio, varianza, desviación estándar y ratio de Sharpe se pueden ver a continuación:

	Escenario N°1	Escenario N°2
σ^2	1,35E-02	3,49E-02
σ	1,16E-01	1,87E-01
E(TIR)	35,59%	-9,05%
Tasa libre de riesgo	2,00%	2,00%
Ratio Sharpe	2,89	-0,59

Los resultados de las simulaciones del TVPA se pueden ver en la Ilustración 28.

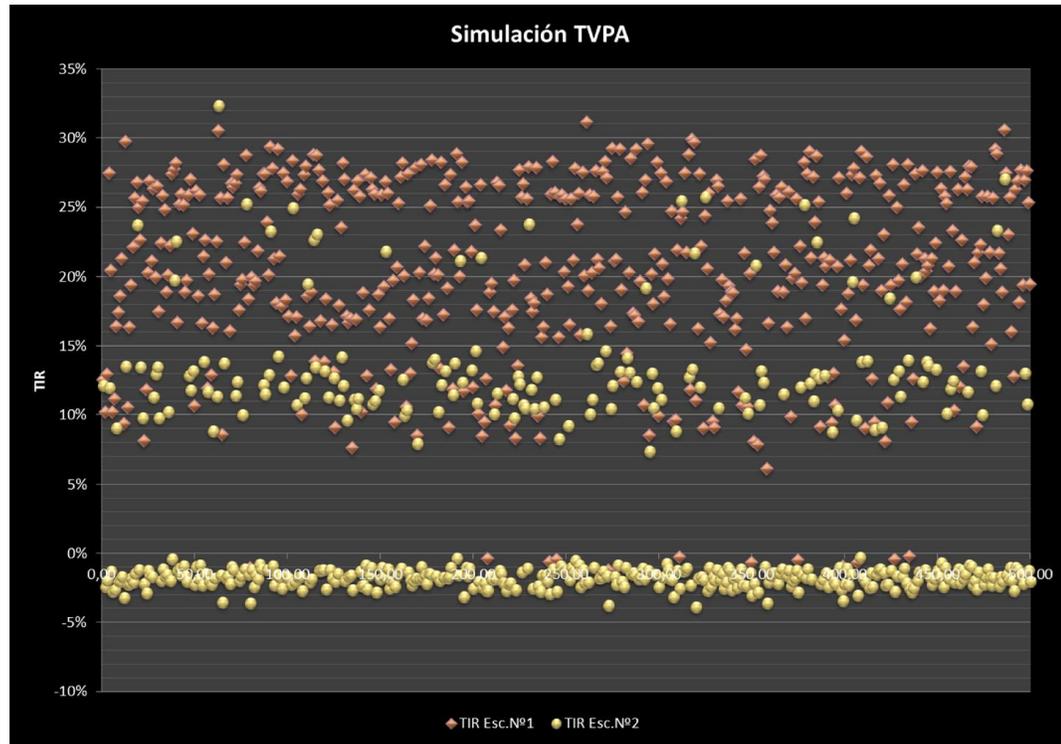


Ilustración 28 – Resultados de simulación de rendimiento para TVPA

A simple vista se aprecia una estratificación de los resultados, para los casos en los cuales durante el periodo analizado se producen 3, 2, 1 y ningún pago, con una predominancia de las simulaciones del escenario N°1 en 3 y 2 pagos (rendimientos que oscilan el 15% al 30%) y 1 o ningún pago para la gran mayoría de las simulaciones del escenario N°2. Una descripción de los parámetros que describen las series de rendimientos obtenidos se muestra a continuación:

	Escenario N°1	Escenario N°2
σ^2	4,57E-03	5,90E-03
σ	6,76E-02	7,68E-02
E(TIR)	20,36%	3,14%
Tasa libre de riesgo	2,00%	2,00%
Ratio Sharpe	2,72	0,15

3.8. Optimización de la cartera

Se simula el comportamiento de una cartera compuesta por todos los títulos analizados previamente, variando la composición relativa de cada uno de los títulos dentro de la cartera, buscando maximizar el índice de Sharpe. Dado que el número de combinaciones posibles es muy alto, se utilizan herramientas de programación lineal para converger a la composición buscada.

3.8.1. Resultados optimización cartera para escenario N°1

De los 10 títulos analizados, por simple observación se descartan 2 de los 3 títulos en dólares analizados (AY24 y DICA), ya que el PARA los demuestra ser más rentable para cada uno de las simulaciones efectuadas.

La optimización para los 8 títulos restantes arroja los siguientes resultados:

	PR13	DICP	PARP	CUAP	AM18	PARA	TVPP	TVPA
Ratio de Sharpe	3,06	1,91	5,38	5,54	4,27	4,93	2,89	2,72
% en cartera	0,00%	0,00%	0,00%	4,18%	62,68%	27,17%	0,00%	5,97%

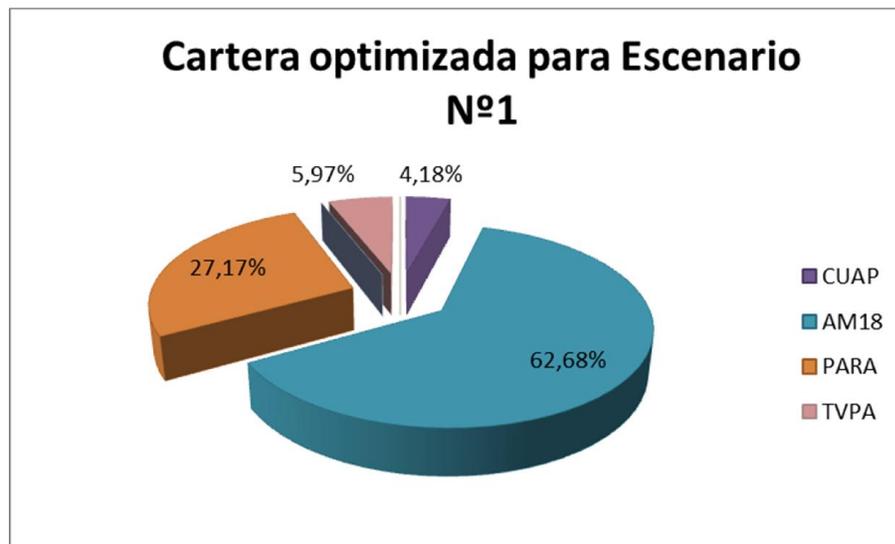


Ilustración 29 – Composición de cartera óptima para escenario N°1

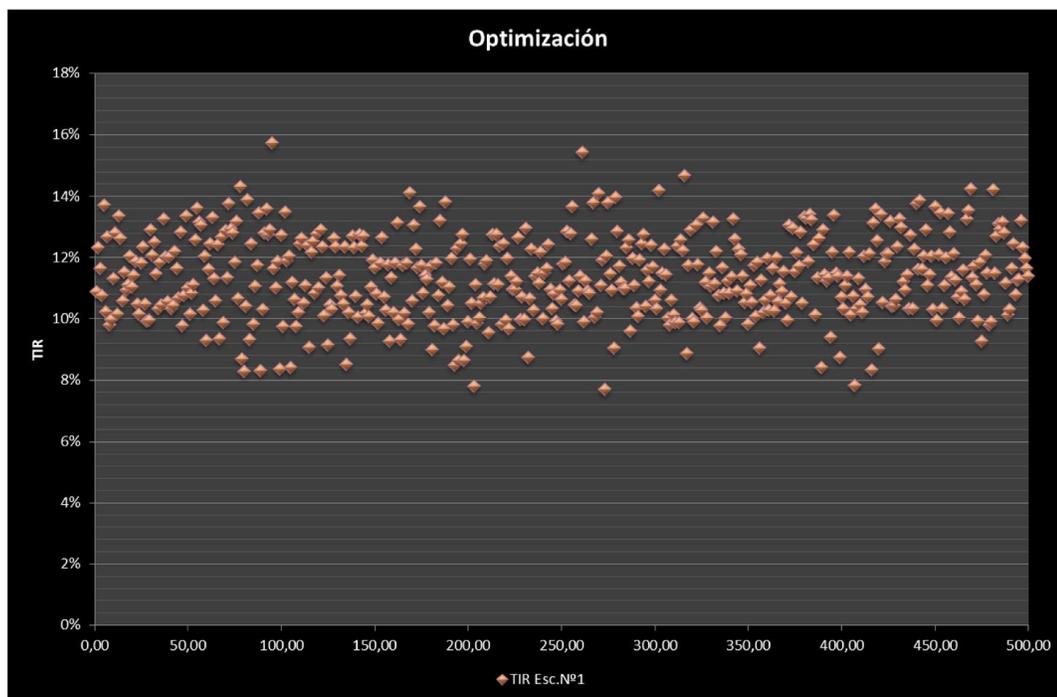


Ilustración 30 – Simulaciones para cartera optimizada

Se aprecia en la Ilustración 30 que los resultados tienen una TIR promedio del 11.36%, aunque con una dispersión mucho menor que un título de igual rendimiento, lo que demuestra que la optimización efectuada rinde sus frutos. Los parámetros que describen la simulación de la cartera optimizada se pueden ver a continuación:

	Escenario Nº1
σ^2	1,76E-04
σ	1,33E-02
E(TIR)	11,36%
Tasa libre de	2,00%
Ratio Sharpe	7,06

El ratio de Sharpe para la cartera optimizada es de 7,06, que es mayor que cualquiera de los ratios de los títulos que componen la cartera.

La mayor porción de la cartera optimizada corresponde al bono AM18 (ajustable según tipo de cambio oficial), esto se debe principalmente al

rendimiento generado por la unificación de los tipos de cambio oficial e implícito por bonos supuesta en este escenario.

Para el resto de los bonos, la optimización elige los de más largo plazo, ya que ante escenarios de disminución del riesgo país, se espera una variación positiva de mayor envergadura que para el caso de instrumentos financieros de corto plazo.

En cuanto a los cupones atados al crecimiento del PBI, la optimización se inclina a cupones en dólares, ya que los mismos presentan menor dispersión en los resultados que sus equivalentes en pesos.

3.8.2. Resultados optimización cartera para escenario N°2

Los supuestos de este escenario hacen que muchos de los rendimientos simulados sean próximos a 0% o incluso negativos, lo que hace que el ratio de Sharpe de los mismos sea menor a cero.

La siguiente tabla muestra el resultado de la optimización:

	PR13	DICP	PARP	CUAP	AM18	AY24	DICA	PARA	TVPP	TVPA
Ratio de Sharpe	2,71	1,53	5,26	5,45	-5,37	4,67	1,84	-0,10	-0,59	0,15
% en cartera	0,00%	0,00%	0,00%	12,84%	0,00%	87,16%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

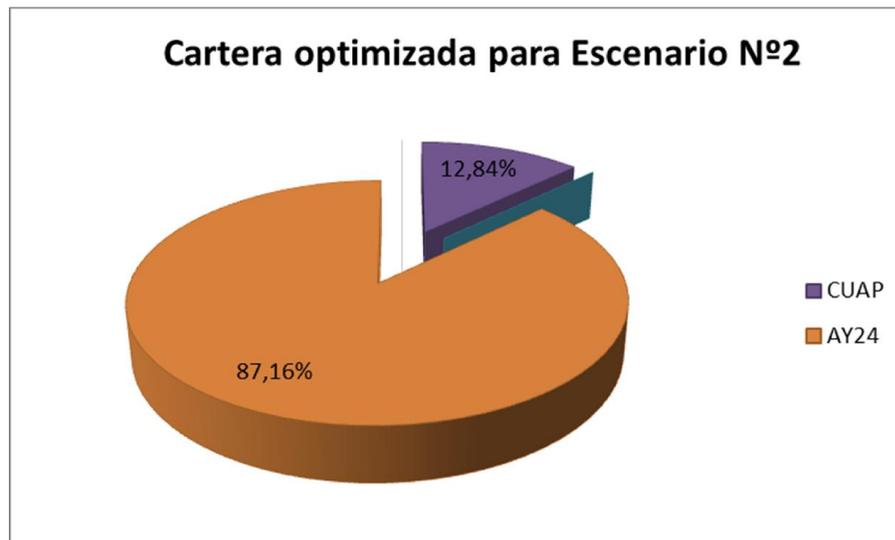


Ilustración 31 – Composición de cartera óptima para escenario N°2

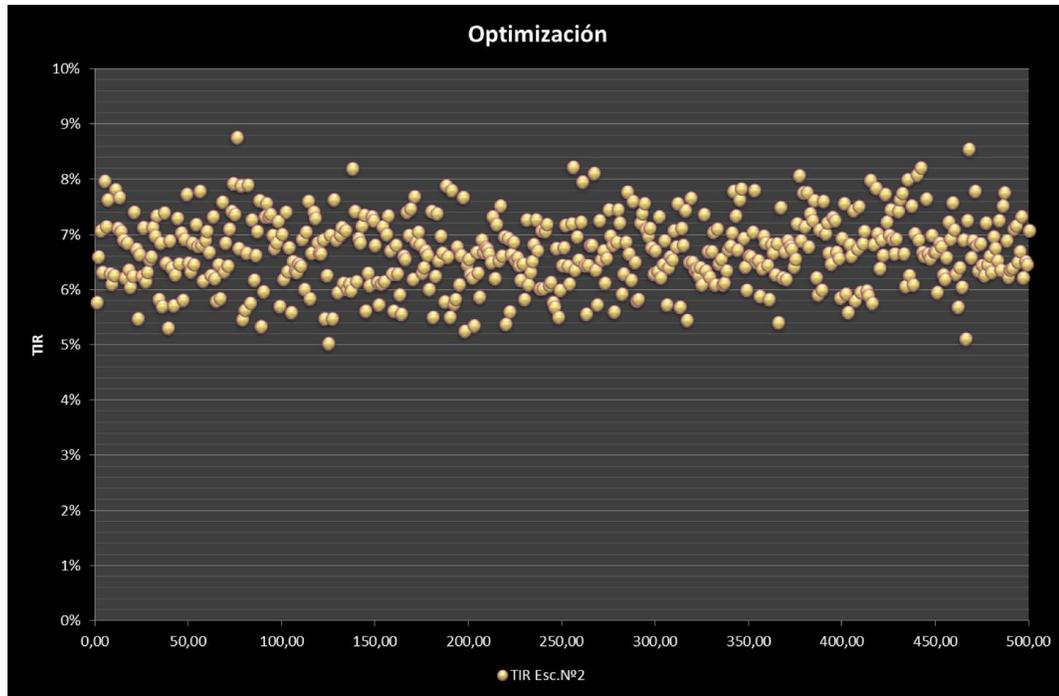


Ilustración 32 – Simulaciones para cartera optimizada

El gráfico muestra una muy baja dispersión en los resultados, además de un rendimiento promedio alto en comparación con otra alternativa de dispersión similar.

Los parámetros que describen la simulación de la cartera optimizada se pueden ver a continuación:

	Escenario Nº1
σ^2	3,98E-05
σ	6,31E-03
E(TIR)	6,70%
Tasa libre de	2,00%
Ratio Sharpe	7,46

El proceso de optimización descarta los cupones atados al crecimiento del PBI, por el bajo rendimiento y alta dispersión que los mismos ofrecen. Lo propio sucede con el bono actualizable según la cotización del dólar BCRA3500, que dado el supuesto de una persistencia de una brecha cambiaria, hacen que los mismos arrojen resultados negativos de rendimiento.

La certera se compone casi en su totalidad por AY24, que es el bono en dólares analizado de más corto plazo, lo que hace que un aumento en el riesgo país tal como se ha supuesto en este escenario no impacte tan negativamente como en un bono a largo plazo.

C. CIERRE DEL PROYECTO

Conclusiones Finales

En este trabajo se ha planteado la obtención de la cartera óptima mediante diversificación que nos indique la combinación óptima de títulos públicos de diferente naturaleza, obtenida para dos escenarios posibles mediante la maximización de la performance medida según el índice de Sharpe, esperando lograr un rendimiento por unidad de riesgo de la cartera superior al de cualquier título analizado de manera individual.

Con el fin de obtener una canasta de amplia variedad de títulos públicos, se procedió a hacer una selección de los mismos, filtrando por condiciones de emisión, como la forma de pago, legislación, vencimiento, y liquidez, haciendo que los títulos seleccionados cumplan requisitos mínimos de diversidad, haciéndolos apropiados para el análisis planteado.

De los resultados obtenidos en las optimizaciones se desprende que la optimización por diversificación logra los resultados esperados, incluso al analizarlo bajo los supuestos de dos escenarios cuasi antagónicos, y se concluye que efectivamente se logra una mejora sustancial en el rendimiento por unidad de riesgo al diversificar de manera inteligente.

Una diversificación podría no ser efectiva si existen movimientos conjuntos entre los rendimientos de los activos que la componen, por lo que, en primer término se debe conseguir una cartera que posea títulos con un mínimo grado de independencia, a pesar de que los mismos puedan tener un cierto grado de correlación.

En este trabajo no se han puesto de manifiesto de manera explícita las independencias de los títulos que componen la cartera, pero sí se las ha considerado indirectamente al optimizar mediante la minimización de la dispersión de los resultados, que sólo se logra al combinar instrumentos con un cierto grado de independencia.

Se evidencia en el trabajo, que los títulos de similares características de emisión, por ejemplo títulos en dólares, ajustables por CER, ajustables por tipo de cambio o cupones atados al crecimiento del PBI, tienen una fuerte correlación entre ellos. Esto es una conclusión que queda demostrada al analizar las optimizaciones de la cartera, donde se aprecia que nunca se repite más de un título de similares características de emisión dentro de la cartera óptima, concluyéndose que para lograr una mayor eficiencia en la reducción de riesgo se recomienda una diversificación en las características de emisión de los instrumentos.

Visto lo expuesto en los resultados de las optimizaciones de cartera para los escenarios N°1 y N°2, se aprecia que los resultados muestran diferencias en cuanto a la composición de la cartera óptima, esto es en virtud de que los supuestos asumidos para pronosticar los rendimientos en cada caso son muy diferentes entre sí, y el objetivo inicial fue el de obtener una cartera para cada escenario, que permitiese apostar a la ocurrencia de uno de los dos escenarios en particular, logrando un mayor beneficio. Se hace notar también que los resultados de las simulaciones sirven para conocer la exposición al riesgo de cualquier cartera bajo la suposición de ocurrencia del escenario que se analiza, por lo que puede ser usado para evaluar la exposición de una cartera en un escenario diferente al que fue optimizada, lo que es de gran utilidad para cuantificar las consecuencias negativas de un escenario indeseado.

Como conclusión final se llega a que el conocimiento del rendimiento promedio de una cartera sin información complementaria, como el rendimiento

por unidad de riesgo, puede ser el causal de una mala toma de decisiones que conlleve a una innecesariamente alta exposición a riesgos diversificables. A través de los análisis de sensibilidad mediante simulaciones obtenemos una herramienta de gran utilidad para definir estrategias de diversificación ya que permiten cuantificar de manera sencilla la exposición al riesgo; y contribuyen a una mejora en la toma de decisiones enfocada en reducir el riesgo de una inversión sin disminuir el valor esperado del rendimiento.

Bibliografía

- ROSS, WESTERFIELD, JORDAN – Fundamentos de finanzas corporativas – México- Editorial McGraw Hill. Séptima Edición 2008.
- Finanzas Corporativas. Material de estudio de la Maestría en dirección de negocios, Escuela de Graduados de Ciencias Económicas, UNC.
- Simulación Aplicada al Análisis de Proyectos de Inversión- Técnica SAAPI
- Pardo y Valdez, 1987, Simulación: Aplicaciones prácticas en la empresa, Ed. Díaz de Santos S.A.
- Law y Kelton, 1991, Simulation: Modeling and Analysis, McGraw-Hill, Inc.
- Ross, 1999, Simulación, Prentice Hall.
- Ríos Insúa et al., 1997, Simulación: Métodos y Aplicaciones, Ed. Ra Ma.

ANEXOS

Anexo 1: Flujo de fondos de instrumentos analizados

Tabla 10: Flujo de fondos PR13 (incluye capitalización de intereses)

Moneda: Pesos

Ajuste: s/ CER al 15/03/2004

	Capital	Amortización	Interés
15/11/2015	\$ 102,68	\$ 1,01	\$ 0,17
15/12/2015	\$ 101,66	\$ 1,01	\$ 0,17
15/01/2016	\$ 100,65	\$ 1,01	\$ 0,17
15/02/2016	\$ 99,64	\$ 1,01	\$ 0,16
15/03/2016	\$ 98,63	\$ 1,01	\$ 0,16
15/04/2016	\$ 97,62	\$ 1,01	\$ 0,16
15/05/2016	\$ 96,61	\$ 1,01	\$ 0,16
15/06/2016	\$ 95,59	\$ 1,01	\$ 0,16
15/07/2016	\$ 94,58	\$ 1,01	\$ 0,16
15/08/2016	\$ 93,57	\$ 1,01	\$ 0,15
15/09/2016	\$ 92,56	\$ 1,01	\$ 0,15
15/10/2016	\$ 91,55	\$ 1,01	\$ 0,15
15/11/2016	\$ 90,53	\$ 1,01	\$ 0,15
15/12/2016	\$ 89,52	\$ 1,01	\$ 0,15
15/01/2017	\$ 88,51	\$ 1,01	\$ 0,15
15/02/2017	\$ 87,50	\$ 1,01	\$ 0,14
15/03/2017	\$ 86,49	\$ 1,01	\$ 0,14
15/04/2017	\$ 85,48	\$ 1,01	\$ 0,14
15/05/2017	\$ 84,46	\$ 1,01	\$ 0,14
15/06/2017	\$ 83,45	\$ 1,01	\$ 0,14
15/07/2017	\$ 82,44	\$ 1,01	\$ 0,14
15/08/2017	\$ 81,43	\$ 1,01	\$ 0,13
15/09/2017	\$ 80,42	\$ 1,01	\$ 0,13

15/10/2017	\$ 79,41	\$ 1,01	\$ 0,13
15/11/2017	\$ 78,39	\$ 1,01	\$ 0,13
15/12/2017	\$ 77,38	\$ 1,01	\$ 0,13
15/01/2018	\$ 76,37	\$ 1,01	\$ 0,13
15/02/2018	\$ 75,36	\$ 1,01	\$ 0,12
15/03/2018	\$ 74,35	\$ 1,01	\$ 0,12
15/04/2018	\$ 73,33	\$ 1,01	\$ 0,12
15/05/2018	\$ 72,32	\$ 1,01	\$ 0,12
15/06/2018	\$ 71,31	\$ 1,01	\$ 0,12
15/07/2018	\$ 70,30	\$ 1,01	\$ 0,12
15/08/2018	\$ 69,29	\$ 1,01	\$ 0,11
15/09/2018	\$ 68,28	\$ 1,01	\$ 0,11
15/10/2018	\$ 67,26	\$ 1,01	\$ 0,11
15/11/2018	\$ 66,25	\$ 1,01	\$ 0,11
15/12/2018	\$ 65,24	\$ 1,01	\$ 0,11
15/01/2019	\$ 64,23	\$ 1,01	\$ 0,11
15/02/2019	\$ 63,22	\$ 1,01	\$ 0,10
15/03/2019	\$ 62,21	\$ 1,01	\$ 0,10
15/04/2019	\$ 61,19	\$ 1,01	\$ 0,10
15/05/2019	\$ 60,18	\$ 1,01	\$ 0,10
15/06/2019	\$ 59,17	\$ 1,01	\$ 0,10
15/07/2019	\$ 58,16	\$ 1,01	\$ 0,10
15/08/2019	\$ 57,15	\$ 1,01	\$ 0,09
15/09/2019	\$ 56,13	\$ 1,01	\$ 0,09
15/10/2019	\$ 55,12	\$ 1,01	\$ 0,09
15/11/2019	\$ 54,11	\$ 1,01	\$ 0,09
15/12/2019	\$ 53,10	\$ 1,01	\$ 0,09
15/01/2020	\$ 52,09	\$ 1,01	\$ 0,09
15/02/2020	\$ 51,08	\$ 1,01	\$ 0,08
15/03/2020	\$ 50,06	\$ 1,01	\$ 0,08
15/04/2020	\$ 49,05	\$ 1,01	\$ 0,08

15/05/2020	\$ 48,04	\$ 1,01	\$ 0,08
15/06/2020	\$ 47,03	\$ 1,01	\$ 0,08
15/07/2020	\$ 46,02	\$ 1,01	\$ 0,08
15/08/2020	\$ 45,01	\$ 1,01	\$ 0,07
15/09/2020	\$ 43,99	\$ 1,01	\$ 0,07
15/10/2020	\$ 42,98	\$ 1,01	\$ 0,07
15/11/2020	\$ 41,97	\$ 1,01	\$ 0,07
15/12/2020	\$ 40,96	\$ 1,01	\$ 0,07
15/01/2021	\$ 39,95	\$ 1,01	\$ 0,07
15/02/2021	\$ 38,93	\$ 1,01	\$ 0,06
15/03/2021	\$ 37,92	\$ 1,01	\$ 0,06
15/04/2021	\$ 36,91	\$ 1,01	\$ 0,06
15/05/2021	\$ 35,90	\$ 1,01	\$ 0,06
15/06/2021	\$ 34,89	\$ 1,01	\$ 0,06
15/07/2021	\$ 33,88	\$ 1,01	\$ 0,06
15/08/2021	\$ 32,86	\$ 1,01	\$ 0,05
15/09/2021	\$ 31,85	\$ 1,01	\$ 0,05
15/10/2021	\$ 30,84	\$ 1,01	\$ 0,05
15/11/2021	\$ 29,83	\$ 1,01	\$ 0,05
15/12/2021	\$ 28,82	\$ 1,01	\$ 0,05
15/01/2022	\$ 27,81	\$ 1,01	\$ 0,05
15/02/2022	\$ 26,79	\$ 1,01	\$ 0,04
15/03/2022	\$ 25,78	\$ 1,01	\$ 0,04
15/04/2022	\$ 24,77	\$ 1,01	\$ 0,04
15/05/2022	\$ 23,76	\$ 1,01	\$ 0,04
15/06/2022	\$ 22,75	\$ 1,01	\$ 0,04
15/07/2022	\$ 21,73	\$ 1,01	\$ 0,04
15/08/2022	\$ 20,72	\$ 1,01	\$ 0,03
15/09/2022	\$ 19,71	\$ 1,01	\$ 0,03
15/10/2022	\$ 18,70	\$ 1,01	\$ 0,03
15/11/2022	\$ 17,69	\$ 1,01	\$ 0,03

15/12/2022	\$ 16,68	\$ 1,01	\$ 0,03
15/01/2023	\$ 15,66	\$ 1,01	\$ 0,03
15/02/2023	\$ 14,65	\$ 1,01	\$ 0,02
15/03/2023	\$ 13,64	\$ 1,01	\$ 0,02
15/04/2023	\$ 12,63	\$ 1,01	\$ 0,02
15/05/2023	\$ 11,62	\$ 1,01	\$ 0,02
15/06/2023	\$ 10,61	\$ 1,01	\$ 0,02
15/07/2023	\$ 9,59	\$ 1,01	\$ 0,02
15/08/2023	\$ 8,58	\$ 1,01	\$ 0,01
15/09/2023	\$ 7,57	\$ 1,01	\$ 0,01
15/10/2023	\$ 6,56	\$ 1,01	\$ 0,01
15/11/2023	\$ 5,55	\$ 1,01	\$ 0,01
15/12/2023	\$ 4,53	\$ 1,01	\$ 0,01
15/01/2024	\$ 3,52	\$ 1,01	\$ 0,01
15/02/2024	\$ 2,51	\$ 1,01	\$ 0,00
15/03/2024	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 0,00

Tabla 11: Flujo de fondos DICP (incluye capitalización de intereses)

Moneda: Pesos

Ajuste: s/ CER al 31/12/2003

	Capital	Amortización	Interés
31/12/2015	\$ 126,99	\$ -	\$ 3,70
30/06/2016	\$ 126,99	\$ -	\$ 3,70
31/12/2016	\$ 126,99	\$ -	\$ 3,70
30/06/2017	\$ 126,99	\$ -	\$ 3,70
31/12/2017	\$ 126,99	\$ -	\$ 3,70
30/06/2018	\$ 126,99	\$ -	\$ 3,70
31/12/2018	\$ 126,99	\$ -	\$ 3,70
30/06/2019	\$ 126,99	\$ -	\$ 3,70
31/12/2019	\$ 126,99	\$ -	\$ 3,70

30/06/2020	\$ 126,99	\$ -	\$ 3,70
31/12/2020	\$ 126,99	\$ -	\$ 3,70
30/06/2021	\$ 126,99	\$ -	\$ 3,70
31/12/2021	\$ 126,99	\$ -	\$ 3,70
30/06/2022	\$ 126,99	\$ -	\$ 3,70
31/12/2022	\$ 126,99	\$ -	\$ 3,70
30/06/2023	\$ 126,99	\$ -	\$ 3,70
31/12/2023	\$ 126,99	\$ -	\$ 3,70
30/06/2024	\$ 121,99	\$ 5,00	\$ 3,56
31/12/2024	\$ 116,99	\$ 5,00	\$ 3,41
30/06/2025	\$ 111,99	\$ 5,00	\$ 3,26
31/12/2025	\$ 106,99	\$ 5,00	\$ 3,12
30/06/2026	\$ 101,99	\$ 5,00	\$ 2,97
31/12/2026	\$ 96,99	\$ 5,00	\$ 2,83
30/06/2027	\$ 91,99	\$ 5,00	\$ 2,68
31/12/2027	\$ 86,99	\$ 5,00	\$ 2,54
30/06/2028	\$ 81,99	\$ 5,00	\$ 2,39
31/12/2028	\$ 76,99	\$ 5,00	\$ 2,24
30/06/2029	\$ 71,99	\$ 5,00	\$ 2,10
31/12/2029	\$ 66,99	\$ 5,00	\$ 1,95
30/06/2030	\$ 61,99	\$ 5,00	\$ 1,81
31/12/2030	\$ 56,99	\$ 5,00	\$ 1,66
30/06/2031	\$ 51,99	\$ 5,00	\$ 1,52
31/12/2031	\$ 46,99	\$ 5,00	\$ 1,37
30/06/2032	\$ 41,99	\$ 5,00	\$ 1,22
31/12/2032	\$ 36,99	\$ 5,00	\$ 1,08
30/06/2033	\$ 31,99	\$ 5,00	\$ 0,93
31/12/2033	\$ 26,99	\$ 5,00	\$ 0,79

Tabla 12: Flujo de fondos PARP

Moneda: Pesos

Ajuste: s/ CER al 31/12/2003

	Capital	Amortización	Interés
31/03/2016	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,59
30/09/2016	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,59
31/03/2017	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,59
30/09/2017	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,59
31/03/2018	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,59
30/09/2018	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,59
31/03/2019	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,89
30/09/2019	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,89
31/03/2020	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,89
30/09/2020	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,89
31/03/2021	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,89
30/09/2021	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,89
31/03/2022	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,89
30/09/2022	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,89
31/03/2023	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,89
30/09/2023	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,89
31/03/2024	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,89
30/09/2024	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,89
31/03/2025	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,89
30/09/2025	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,89
31/03/2026	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,89
30/09/2026	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,89
31/03/2027	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,89
30/09/2027	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,89
31/03/2028	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,89

30/09/2028	\$ 100,00	\$ -	\$ 0,89
31/03/2029	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,24
30/09/2029	\$ 100,00	\$ 5,00	\$ 1,24
31/03/2030	\$ 95,00	\$ 5,00	\$ 1,18
30/09/2030	\$ 90,00	\$ 5,00	\$ 1,12
31/03/2031	\$ 85,00	\$ 5,00	\$ 1,05
30/09/2031	\$ 80,00	\$ 5,00	\$ 0,99
31/03/2032	\$ 75,00	\$ 5,00	\$ 0,93
30/09/2032	\$ 70,00	\$ 5,00	\$ 0,87
31/03/2033	\$ 65,00	\$ 5,00	\$ 0,81
30/09/2033	\$ 60,00	\$ 5,00	\$ 0,74
31/03/2034	\$ 55,00	\$ 5,00	\$ 0,68
30/09/2034	\$ 50,00	\$ 5,00	\$ 0,62
31/03/2035	\$ 45,00	\$ 5,00	\$ 0,56
30/09/2035	\$ 40,00	\$ 5,00	\$ 0,50
31/03/2036	\$ 35,00	\$ 5,00	\$ 0,43
30/09/2036	\$ 30,00	\$ 5,00	\$ 0,37
31/03/2037	\$ 25,00	\$ 5,00	\$ 0,31
30/09/2037	\$ 20,00	\$ 5,00	\$ 0,25
31/03/2038	\$ 15,00	\$ 5,00	\$ 0,19
30/09/2038	\$ 10,00	\$ 5,00	\$ 0,12
31/12/2038	\$ 5,00	\$ 5,00	\$ 0,06

Tabla 13: Flujo de fondos CUAP

Moneda: Pesos

Ajuste: s/ CER al 31/12/2003

	Capital	Amortización	Interés
31/12/2015	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30

30/06/2016	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
31/12/2016	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
30/06/2017	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
31/12/2017	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
30/06/2018	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
31/12/2018	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
30/06/2019	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
31/12/2019	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
30/06/2020	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
31/12/2020	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
30/06/2021	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
31/12/2021	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
30/06/2022	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
31/12/2022	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
30/06/2023	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
31/12/2023	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
30/06/2024	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
31/12/2024	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
30/06/2025	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
31/12/2025	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
30/06/2026	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
31/12/2026	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
30/06/2027	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
31/12/2027	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
30/06/2028	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
31/12/2028	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
30/06/2029	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
31/12/2029	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
30/06/2030	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
31/12/2030	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
30/06/2031	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30

31/12/2031	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
30/06/2032	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
31/12/2032	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
30/06/2033	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
31/12/2033	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
30/06/2034	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
31/12/2034	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
30/06/2035	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
31/12/2035	\$ 138,86	\$ -	\$ 2,30
30/06/2036	\$ 138,86	\$ 6,94	\$ 2,30
31/12/2036	\$ 131,92	\$ 6,94	\$ 2,18
30/06/2037	\$ 124,97	\$ 6,94	\$ 2,07
31/12/2037	\$ 118,03	\$ 6,94	\$ 1,95
30/06/2038	\$ 111,09	\$ 6,94	\$ 1,84
31/12/2038	\$ 104,14	\$ 6,94	\$ 1,72
30/06/2039	\$ 97,20	\$ 6,94	\$ 1,61
31/12/2039	\$ 90,26	\$ 6,94	\$ 1,49
30/06/2040	\$ 83,32	\$ 6,94	\$ 1,38
31/12/2040	\$ 76,37	\$ 6,94	\$ 1,26
30/06/2041	\$ 69,43	\$ 6,94	\$ 1,15
31/12/2041	\$ 62,49	\$ 6,94	\$ 1,03
30/06/2042	\$ 55,54	\$ 6,94	\$ 0,92
31/12/2042	\$ 48,60	\$ 6,94	\$ 0,80
30/06/2043	\$ 41,66	\$ 6,94	\$ 0,69
31/12/2043	\$ 34,71	\$ 6,94	\$ 0,57
30/06/2044	\$ 27,77	\$ 6,94	\$ 0,46
31/12/2044	\$ 20,83	\$ 6,94	\$ 0,34
30/06/2045	\$ 13,89	\$ 6,94	\$ 0,23
31/12/2045	\$ 6,94	\$ 6,94	\$ 0,11

Tabla 14: Flujo de fondos AY24

Moneda: Dólar estadounidense

Ajuste: sin ajuste

	Capital	Amortización	Interés
07/05/2016	\$ 100,00	\$ -	\$ 4,38
07/11/2016	\$ 100,00	\$ -	\$ 4,38
07/05/2017	\$ 100,00	\$ -	\$ 4,38
07/11/2017	\$ 100,00	\$ -	\$ 4,38
07/05/2018	\$ 100,00	\$ -	\$ 4,38
07/11/2018	\$ 100,00	\$ -	\$ 4,38
07/05/2019	\$ 100,00	\$ 16,66	\$ 4,38
07/11/2019	\$ 83,34	\$ -	\$ 3,65
07/05/2020	\$ 83,34	\$ 16,66	\$ 3,65
07/11/2020	\$ 66,68	\$ -	\$ 2,92
07/05/2021	\$ 66,68	\$ 16,66	\$ 2,92
07/11/2021	\$ 50,02	\$ -	\$ 2,19
07/05/2022	\$ 50,02	\$ 16,66	\$ 2,19
07/11/2022	\$ 33,36	\$ -	\$ 1,46
07/05/2023	\$ 33,36	\$ 16,66	\$ 1,46
07/11/2024	\$ 16,70	\$ -	\$ 0,73
07/05/2024	\$ 16,70	\$ 16,70	\$ 0,73

Tabla 15: Flujo de fondos DICA

Moneda: Dólar estadounidense

Ajuste: sin ajuste

	Capital	Amortización	Interés
--	---------	--------------	---------

31/12/2015	\$ 137,74	\$ -	\$ 5,70
30/06/2016	\$ 137,74	\$ -	\$ 5,70
31/12/2016	\$ 137,74	\$ -	\$ 5,70
30/06/2017	\$ 137,74	\$ -	\$ 5,70
31/12/2017	\$ 137,74	\$ -	\$ 5,70
30/06/2018	\$ 137,74	\$ -	\$ 5,70
31/12/2018	\$ 137,74	\$ -	\$ 5,70
30/06/2019	\$ 137,74	\$ -	\$ 5,70
31/12/2019	\$ 137,74	\$ -	\$ 5,70
30/06/2020	\$ 137,74	\$ -	\$ 5,70
31/12/2020	\$ 137,74	\$ -	\$ 5,70
30/06/2021	\$ 137,74	\$ -	\$ 5,70
31/12/2021	\$ 137,74	\$ -	\$ 5,70
30/06/2022	\$ 137,74	\$ -	\$ 5,70
31/12/2022	\$ 137,74	\$ -	\$ 5,70
30/06/2023	\$ 137,74	\$ -	\$ 5,70
31/12/2023	\$ 137,74	\$ -	\$ 5,70
30/06/2024	\$ 137,74	\$ 6,89	\$ 5,70
31/12/2024	\$ 130,86	\$ 6,89	\$ 5,42
30/06/2025	\$ 123,97	\$ 6,89	\$ 5,13
31/12/2025	\$ 117,08	\$ 6,89	\$ 4,85
30/06/2026	\$ 110,20	\$ 6,89	\$ 4,56
31/12/2026	\$ 103,31	\$ 6,89	\$ 4,28
30/06/2027	\$ 96,42	\$ 6,89	\$ 3,99
31/12/2027	\$ 89,53	\$ 6,89	\$ 3,71
30/06/2028	\$ 82,65	\$ 6,89	\$ 3,42
31/12/2028	\$ 75,76	\$ 6,89	\$ 3,14
30/06/2029	\$ 68,87	\$ 6,89	\$ 2,85
31/12/2029	\$ 61,99	\$ 6,89	\$ 2,57
30/06/2030	\$ 55,10	\$ 6,89	\$ 2,28
31/12/2030	\$ 48,21	\$ 6,89	\$ 2,00

30/06/2031	\$ 41,32	\$ 6,89	\$ 1,71
31/12/2031	\$ 34,44	\$ 6,89	\$ 1,43
30/06/2032	\$ 27,55	\$ 6,89	\$ 1,14
31/12/2032	\$ 20,66	\$ 6,89	\$ 0,86
30/06/2033	\$ 13,77	\$ 6,89	\$ 0,57
31/12/2033	\$ 6,89	\$ 6,89	\$ 0,29

Tabla 16: Flujo de fondos PARA

Moneda: Dólar estadounidense

Ajuste: sin ajuste

	Capital	Amortización	Interés
31/03/2016	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,25
30/09/2016	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,25
31/03/2017	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,25
30/09/2017	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,25
31/03/2018	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,25
30/09/2018	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,25
31/03/2019	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,88
30/09/2019	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,88
31/03/2020	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,88
30/09/2020	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,88
31/03/2021	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,88
30/09/2021	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,88
31/03/2022	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,88
30/09/2022	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,88
31/03/2023	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,88
30/09/2023	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,88
31/03/2024	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,88

30/09/2024	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,88
31/03/2025	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,88
30/09/2025	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,88
31/03/2026	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,88
30/09/2026	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,88
31/03/2027	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,88
30/09/2027	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,88
31/03/2028	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,88
30/09/2028	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,88
31/03/2029	\$ 100,00	\$ -	\$ 2,63
30/09/2029	\$ 100,00	\$ 5,00	\$ 2,63
31/03/2030	\$ 95,00	\$ 5,00	\$ 2,49
30/09/2030	\$ 90,00	\$ 5,00	\$ 2,36
31/03/2031	\$ 85,00	\$ 5,00	\$ 2,23
30/09/2031	\$ 80,00	\$ 5,00	\$ 2,10
31/03/2032	\$ 75,00	\$ 5,00	\$ 1,97
30/09/2032	\$ 70,00	\$ 5,00	\$ 1,84
31/03/2033	\$ 65,00	\$ 5,00	\$ 1,71
30/09/2033	\$ 60,00	\$ 5,00	\$ 1,58
31/03/2034	\$ 55,00	\$ 5,00	\$ 1,44
30/09/2034	\$ 50,00	\$ 5,00	\$ 1,31
31/03/2035	\$ 45,00	\$ 5,00	\$ 1,18
30/09/2035	\$ 40,00	\$ 5,00	\$ 1,05
31/03/2036	\$ 35,00	\$ 5,00	\$ 0,92
30/09/2036	\$ 30,00	\$ 5,00	\$ 0,79
31/03/2037	\$ 25,00	\$ 5,00	\$ 0,66
30/09/2037	\$ 20,00	\$ 5,00	\$ 0,53
31/03/2038	\$ 15,00	\$ 5,00	\$ 0,39
30/09/2038	\$ 10,00	\$ 5,00	\$ 0,26
31/12/2038	\$ 5,00	\$ 5,00	\$ 0,13

Tabla 17: Flujo de fondos AM18

Moneda: Pesos

Ajuste: s/ dólar BCRA A3500

	Capital	Amortización	Interés
18/03/2016	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,20
18/09/2016	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,20
18/03/2017	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,20
18/09/2017	\$ 100,00	\$ -	\$ 1,20
18/03/2018	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 1,20