

Maestría en Ciencias Actuariales

Propuesta para determinar la metodología que reduce el descalce generado entre los activos financieros y los pasivos actuariales, optimizando el cálculo de la reserva técnica por insuficiencia de activos.

Sergio Alejandro Díaz Palma

Bogotá, D.C., 21 de mayo de 2022

Propuesta para determinar la metodología que reduce el descalce generado entre los activos financieros y los pasivos actuariales, optimizando el cálculo de la reserva técnica por insuficiencia de activos.

Tesis para optar al título de Magíster en Ciencias Actuariales

July Andrea Salazar Gómez

Director

Bogotá, D.C., 21 de mayo de 2022

La tesis de maestría titulada “Propuesta para determinar la metodología que reduce el descalce generado entre los activos financieros y los pasivos actuariales, optimizando el cálculo de la reserva técnica por insuficiencia de activos”, presentada por Sergio Alejandro Díaz Palma, cumple con los requisitos establecidos para optar al título de Magíster en Ciencias Actuariales.

Director de la tesis

July Andrea Salazar Gómez

Jurado

Lorena Parra

Jurado

Yesid Clavijo

Bogotá, D.C., 18 de mayo de 2021 (fecha de aceptación del trabajo por parte del jurado)

Dedicatoria

A mi padre, madre, hermana y a Bonny por el apoyo incondicional durante todas las fases de desarrollo de este trabajo. A mis amistades y conocidos por el apoyo y el ánimo en los momentos difíciles y en especial a toda mi familia que siempre estuvo ahí dándome las fuerzas para realizar este trabajo de la mejor manera posible.

Agradecimientos

A la tutora del trabajo, profesora July Andrea Salazar Gómez, a los jurados Yesid Clavijo y Lorena Parra por sus valiosas apreciaciones en referencia al trabajo de grado, al profesor Carlos Abel por el apoyo en la selección del tema desarrollado, a mi familia, Bonny, amigos y conocidos por el apoyo y los ánimos para realizar lo mejor posible este trabajo.

Resumen

El siguiente estudio se enfoca en analizar diferentes metodologías para el cálculo de la reserva técnica por insuficiencia de activos (RIA), determinando cuál es la metodología que más reduce el descalce presentado entre los activos financieros y los pasivos actuariales seleccionados. Para realizar todo el estudio, se establecieron unos parámetros iniciales que van a determinar el comportamiento de las metodologías a evaluar. Algunos de estos parámetros son las tasas utilizadas para el cálculo de los valores presentes para los activos financieros y valores actuariales para los pasivos, la distribución de la cartera, el peso de cada instrumento en la misma, la distribución de esos pesos por cada instrumento, los instrumentos financieros utilizados por cada metodología, entre otros.

La selección de los instrumentos impacta el cálculo de la reserva, por tal motivo realizar un análisis minucioso y un proceso de selección adecuado se convierte en objetivo principal en este estudio. Se utilizaron títulos de deuda TES, títulos de deuda en UVR, bonos ordinarios, acciones, índices y certificados de depósito a término (CDT's). Lo anterior toda vez que, son instrumentos que tienen datos históricos que son públicos y de fácil acceso. La accesibilidad a la información es otro parámetro que delimitó la evaluación de las metodologías, pues muchas requieren de un análisis de la data histórica para realizar la selección de los activos que componen la cartera de inversión.

Para este análisis se crearon calculadoras que proyectan los flujos futuros, así como su valor presente para los activos financieros y los pasivos actuariales. Adicionalmente, se simuló una cartera de pasivos de 3000 asegurados, los cuales son rentistas y pueden tener 1, 2 o ningún beneficiario.

Con la información antes descrita, el análisis se basó en aplicar la metodología implementada por la Superintendencia Financiera de Colombia, Markowitz por retorno, Markowitz por volatilidad, Ratio de Sharpe, inmunización por duración e inmunización por duración modificada. Se seleccionaron estas metodologías toda vez que son las que se usan actualmente en diferentes mercados a nivel internacional. La fecha de corte establecida para el desarrollo del trabajo es 31 de diciembre de 2021 y comprende flujos a futuros de más de 60 años.

De acuerdo con el análisis realizado en este documento, la metodología basada en inmunización por duración, de acuerdo con los parámetros inicialmente establecidos para el estudio, es la que mejor minimiza el descalce (objetivo de este trabajo), aunque se observó que la mayoría de las metodologías presentan comportamientos similares. La justificación de lo anterior se desarrolla en el capítulo 4.

Índice general

Tabla de contenido

Dedicatoria.....	4
Agradecimientos.....	5
Resumen.....	6
Índice general.....	7
Índice de tablas.....	8
Índice de ilustraciones.....	9
Estado del arte.....	13
Activos financieros.....	14
Pasivos actuariales.....	15
Reserva por insuficiencia de activos.....	17
Inmunización de portafolio.....	17
Castigo a instrumentos financieros.....	20
Metodología de selección.....	21
Metodología de Markowitz.....	21
Ratio de Sharpe.....	24
Inmunización de portafolio.....	24
Selección de los activos financieros.....	24
Selección de los pasivos actuariales.....	25
Cálculo del valor presente actuarial de los pasivos.....	25
Modelos financieros para medir el riesgo.....	27
Modelo de reevaluación.....	27
Duración y duración modificada.....	28
Activos financieros.....	29
Pasivos actuariales.....	31
Simulaciones e iteraciones.....	32
Modelo implementado.....	32
Pasivos actuariales.....	33

Activos financieros	37
Reserva por insuficiencia de activos (RIA).....	55
Selección de la metodología más adecuada para reducir el descalce	62
Conclusiones	65
Referencias	68
Anexos.....	69

Índice de tablas

Tabla 1. Composición portafolio inversión activos metodología Superintendencia Financiera de Colombia.	39
Tabla 2. Composición portafolio inversión activos metodología Markowitz por retorno.	42
Tabla 3. Composición portafolio inversión activos metodología Markowitz por volatilidad.	45
Tabla 4. Composición portafolio inversión activos metodología Ratio de Sharpe.	48
Tabla 5. Composición portafolio inversión activos metodología inmunización por duración.....	51
Tabla 6. Composición portafolio inversión activos metodología inmunización por duración modificada.....	53
Tabla 7. Distribución activos cálculo RIA metodología Superintendencia Financiera de Colombia en billones.	56
Tabla 8. Distribución activos cálculo RIA metodología Markowitz por retorno en billones.....	57
Tabla 9. Distribución activos cálculo RIA metodología Markowitz por volatilidad en billones.	58
Tabla 10. Distribución activos cálculo RIA metodología Ratio de Sharpe en billones.	59
Tabla 11. Distribución activos cálculo RIA metodología inmunización por duración en billones.....	60
Tabla 12. Distribución activos cálculo RIA metodología inmunización por duración modificada en billones.	61
Tabla 13. Análisis de las metodologías.....	62
Tabla 14. Composición cartera inmunización por duración.....	64

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Captura tabla RV08.....	15
Ilustración 2. Captura tablas de invalidez.	15
Ilustración 3. Mortalidad de rentistas en Colombia.....	16
Ilustración 4. Invalidez de rentistas en Colombia.	16
Ilustración 5. Visualización tabla activos financieros seleccionados por metodología.....	25
Ilustración 6. Curva tasas de interés.	29
Ilustración 7. Curva comportamiento valor UVR.	30
Ilustración 8. Comportamiento histórico del precio del salario mínimo	31
Ilustración 9. Distribución cartera pasivos por género.	33
Ilustración 10. Distribución de los sustitutos cartera de pasivos.....	34
Ilustración 11. Distribución de los sustitutos 1 y 2 por género.....	34
Ilustración 12. Distribución por edades para titulares y sustitutos.	35
Ilustración 13. Distribución de las rentas temporales.	36
Ilustración 14. Estados de los beneficiarios.	36
Ilustración 15. Captura composición cartera pasivos.	37
Ilustración 16. Porcentaje distribución activos metodología Superintendencia Financiera de Colombia.	38
Ilustración 17. Distribución títulos de deuda TES metodología Superintendencia Financiera de Colombia.	39
Ilustración 18. Distribución títulos de deuda UVR metodología Superintendencia Financiera de Colombia.	40
Ilustración 19. Distribución bonos ordinarios metodología Superintendencia Financiera de Colombia.	40
Ilustración 20. Porcentaje distribución activos metodología Markowitz por retorno.....	41
Ilustración 21. Distribución títulos de deuda TES metodología Markowitz por retorno.	42
Ilustración 22. Distribución títulos de deuda UVR metodología Markowitz por retorno.....	43
Ilustración 23. Distribución bonos ordinarios metodología Markowitz por retorno.....	43
Ilustración 24. Porcentaje distribución activos metodología Markowitz por volatilidad.	44
Ilustración 25. Distribución títulos de deuda TES metodología Markowitz por volatilidad.....	45
Ilustración 26. Distribución títulos de deuda UVR metodología Markowitz por volatilidad.	46
Ilustración 27. Distribución bonos ordinarios metodología Markowitz por volatilidad.	46
Ilustración 28. Porcentaje distribución activos metodología Ratio de Sharpe.	47
Ilustración 29. Distribución títulos de deuda TES metodología Ratio de Sharpe.....	48
Ilustración 30. Distribución títulos de deuda UVR metodología Ratio de Sharpe.	49
Ilustración 31. Distribución bonos ordinarios metodología Ratio de Sharpe.	49
Ilustración 32. Porcentaje distribución activos metodología inmunización por duración.	50
Ilustración 33. Distribución títulos de deuda TES metodología inmunización por duración.	51
Ilustración 34. Distribución títulos de deuda UVR metodología inmunización por duración.....	52
Ilustración 35. Distribución bonos ordinarios metodología inmunización por duración.	52

Ilustración 36. Porcentaje distribución activos metodología inmunización por duración modificada.	53
Ilustración 37. Distribución títulos de deuda TES metodología inmunización por duración modificada.....	54
Ilustración 38. Distribución títulos de deuda UVR metodología inmunización por duración modificada.....	54
Ilustración 39. Distribución bonos ordinarios metodología inmunización por duración modificada.	55
Ilustración 40. Cálculo RIA metodología Superintendencia Financiera de Colombia.	56
Ilustración 41. Cálculo RIA metodología Markowitz por retorno.	57
Ilustración 42. Cálculo RIA metodología Markowitz por volatilidad.....	58
Ilustración 43. Cálculo RIA metodología Ratio de Sharpe.....	59
Ilustración 44. Cálculo RIA metodología inmunización por duración.	60
Ilustración 45. Cálculo RIA metodología inmunización por duración modificada.	61

Índice de anexos

Anexo 1. Tabla RV08.....	70
Anexo 2. Tabla de inválidos.....	71
Anexo 3. Activos financieros seleccionados por metodología implementada.	72
Anexo 4. Porcentajes activos metodología Superintendencia Financiera de Colombia.....	73
Anexo 5. Porcentajes activos metodología Markowitz por retorno.	74
Anexo 6. Porcentajes activos metodología Markowitz por volatilidad.	75
Anexo 7. Porcentajes activos metodología Ratio de Sharpe.	76
Anexo 8. Porcentajes activos metodología inmunización por duración.....	77
Anexo 9. Porcentajes activos metodología inmunización por duración modificada.....	78
Anexo 10. Porcentaje de castigo por calificación.....	79
Anexo 11. Comportamiento cartera pasivos 58 muestras.....	80

Introducción

Uno de los grandes riesgos que ha tenido el sector asegurador a lo largo del tiempo es el descalce que se presenta entre los activos financieros y los pasivos actuariales, por lo anterior, en el mundo entero se ha implementado metodologías que cubran dicho riesgo, particularmente en Colombia en donde se creó la reserva técnica por insuficiencia de activos (RIA). La reserva consiste en escoger un portafolio de inversión en activos financieros que soporten y respalden una cartera de pasivos para un determinado tiempo. Del escenario anterior se pueden presentar dos resultados, que al momento de evaluar la reserva el valor de los activos sea mayor al valor de los pasivos o viceversa. Para el primer escenario de resultado, se denomina calce y para el segundo como descalce. En el mercado actual si se presenta un calce, generalmente no se constituye la RIA, pero si se presenta descalce, la compañía de seguros se ve obligada a constituir el monto correspondiente para cubrir el descalce.

Ahora bien, luego de mencionar todo el contexto anterior, se convierte en una gran incógnita en qué invertir. Esta pregunta es la que surge en cada compañía aseguradora, pues el objetivo final es evitar que se presente la insuficiencia de activos. Por otra parte, es importante recordar que el incumplimiento de una obligación para una compañía aseguradora conlleva a drásticas sanciones por parte de las entidades de control o incluso puede generar la liquidación de la empresa en dado caso que su capital no sea suficiente para poder responder por todas las obligaciones que tiene con sus clientes.

De este punto, resulta muy importante asegurarse que el portafolio de inversión de activos financieros garantice como mínimo el respaldo a las obligaciones antes mencionadas. El análisis que se desarrolla en este documento busca que el lector conozca los parámetros que se deben considerar a la hora de seleccionar los activos del portafolio de inversión. También, ilustrar el proceso de análisis de los instrumentos financieros que se elaboró en este estudio, para determinar si el riesgo de dicho portafolio se alinea con el apetito de riesgo definido por la compañía.

Finalmente, se describen las metodologías, se detalla su respectiva implementación, así como los estadísticos e indicadores usados para la selección de esta.

Capítulo I. Activos financieros y pasivos actuariales.

Estado del arte

El cálculo de la reserva técnica por insuficiencia de activos es hoy en día un tema de discusión en varias compañías del sector asegurador y financiero, pues lo que se busca es encontrar una metodología que permita traer a valor presente bajo los mismos o similares parámetros, los activos financieros y pasivos actuariales, con el fin de disminuir el descalce generado entre ellos. Se habla de descalce cuando el valor total de los flujos futuros traídos a valor presente de los activos es menor al flujo de las obligaciones futuras. Lo anterior permite calcular una reserva que respalde la insuficiencia de activos que respaldan las obligaciones futuras. Es decir, lo que se busca es determinar una cartera de inversión de activos financieros para respaldar las obligaciones que tiene la compañía teniendo en cuenta las inversiones actuales y la política de inversión a futuro. Hay que tener en cuenta que, generalmente las compañías buscan hacer esas inversiones de la manera más segura para los pasivos de largo plazo, es decir, que los activos seleccionados para invertir en el portafolio sean los de menor riesgo y de esta manera poder garantizar el cumplimiento de las obligaciones.

Actualmente, normativamente existe una metodología en Colombia que se utiliza para el cálculo de la reserva por insuficiencia de activos (RIA). El problema principal radica en que los activos financieros tienen una duración, que de acuerdo con las condiciones del mercado colombiano es a corto-mediano plazo (pueden ir desde los 3 meses o hasta los 10 años, ejemplo de ello los títulos de más largo plazo emitidos en Colombia son TES UVR 2049), mientras que, los pasivos actuariales tienen una duración de largo plazo que en promedio superan los 10 años de los activos financieros. Esto genera que las condiciones o parámetros a evaluar para cada instrumento no sea el mismo, por lo menos en términos de duración.

Existen riesgos asociados a estas diferencias que pueden afectar la constitución de esa reserva. Los riesgos más frecuentes en el análisis son los riesgos por tasa de interés, los riesgos del mercado, riesgos de suscripción, riesgos de default, entre otros. Esos riesgos son los que las compañías intentan disminuir y casi que pretender anular, dado que una desviación en el cálculo de dicha reserva generaría repercusiones como pérdidas económicas o sanciones significativas.

Teniendo en cuenta el contexto antes mencionado, se hace importante identificar y evaluar los factores que afectan dicha reserva para disminuir los posibles descalces entre activos y pasivos actuariales y elegir una metodología que permita reducir el riesgo por insuficiencia de activos.

Se hace necesario entonces identificar un modelo que contemple la mayoría de las variables y los posibles riesgos que puedan afectar directa e indirectamente nuestro objetivo. Es por esto, por lo que el objetivo principal de este proyecto es determinar la mejor metodología que permita disminuir ese posible descalce entre los activos y pasivos, para así optimizar el cálculo de la reserva técnica por insuficiencia de activos.

Ahora bien, para poder hablar de optimización de la reserva, es necesario hablar de una inmunización de portafolios. La inmunización de portafolio es una metodología que se enfoca en disminuir el riesgo de un portafolio de inversión. Por lo anterior, se hace indispensable para las compañías tener portafolios que diversifiquen el riesgo, es decir que los componentes del portafolio (pueden ser instrumentos de renta fija, renta variable, derivados, entre otros.) sean instrumentos financieros de diferente tipología.

Por otra parte, los pasivos actuariales para este trabajo se contemplarán teniendo en cuenta la expectativa de vida de un rentista colombiano, por lo que se utilizará la tabla de mortalidad vigente actualmente (tabla RV08¹) establecida por la Superintendencia Financiera de Colombia.

Activos financieros

Los activos financieros son todos los posibles instrumentos en los cuales puede invertir cualquier compañía que se encuentre dentro de un mercado regulado y que cumpla con los estándares mínimos y legales.

En Colombia el principal mercado de cotización es la Bolsa de Valores de Colombia (BVC) y en ella se pueden ver diferentes estándares que sirven de referencia para determinar en qué invertir.

En el mercado colombiano se emiten y negocian diferentes tipos de activos, entre los cuales se destacan los índices, renta variable, derivados, renta fija y divisas. Dado que, para efectos del ejercicio, lo que se busca es obtener una metodología que al final optimice la reserva técnica por insuficiencia de activos, se necesita encontrar los activos que mejor se comportan en el mercado y que podrían llegar a conformar un portafolio de inversión. Para determinar cuáles son los mejores activos se analizarán diferentes parámetros en cada metodología los cuales serán explicados en capítulos posteriores.

Los títulos de renta fija son instrumentos donde se obtiene una rentabilidad con una tasa fija durante el periodo de la inversión. Dentro de estos títulos se encuentran los certificados de depósito a término (CDT's), aceptaciones bancarias y financieras, bonos, etc.

Los títulos de renta variable son aquellos donde se obtiene una rentabilidad de acuerdo con factores variables como lo son el desempeño, las utilidades y las variaciones en el precio de cotización de la bolsa.

Los índices bursátiles son indicadores de un mercado los cuales se ven afectados por los movimientos en las cotizaciones de la bolsa.

Los derivados financieros son productos cuyo valor depende del valor de otro activo financiero y se pueden clasificar de acuerdo con su complejidad, sus características o los agentes que intervienen en ellos.

¹ Emitida mediante la resolución 1555 del 30 de julio de 2010.

Para fines prácticos de este estudio, se tuvo en cuenta los títulos de deuda TES, títulos de deuda en UVR, bonos ordinarios, acciones, índices y CDT's, dado cuentan con información pública e histórica para hacer el análisis objeto de estudio.

Dentro de los títulos de renta fija, se seleccionaron los títulos de deuda TES en pesos y en UVR para componer la cartera de inversión, pues son los activos que menor riesgo generan al ser emitidos por el Estado. Por otro lado, se tuvieron en cuenta los bonos ordinarios del sitio web de la Bolsa de Valores de Colombia. Adicionalmente, se realizó un estudio de los títulos de renta variable con el fin de determinar el retorno histórico del precio de cotización de la acción.

Pasivos actuariales

Los pasivos actuariales se encuentran presentes generalmente en las aseguradoras. Están compuestos en su mayoría por las obligaciones provenientes de los productos y servicios que ofrecen las mismas, los cuales se estipulan para unos montos determinados y durante un tiempo que frecuentemente es a largo plazo (de 30 años en adelante). La reserva por insuficiencia de activos se calcula para los ramos de seguros de vida individual, pensiones Ley 100, pensiones con conmutación pensional, pensiones voluntarias, seguro educativo, rentas voluntarias y riesgos laborales. Para este ejercicio, se trabajarán rentas vitalicias del ramo de pensiones ley 100 y temporales, las cuales estarán distribuidas entre rentas de invalidez, sobrevivencia y de vejez. Es necesario conocer las probabilidades de sobrevivencia y fallecimiento de las tablas de mortalidad RV08 (ver Anexo 1) e invalidez (ver Anexo 2) estipuladas por la Superintendencia Financiera de Colombia. A continuación, se ilustra un extracto de dichas tablas:

HOMBRE		MUJER	
x	lx	x	lx
15	1.000.000	15	1.000.000
16	999.515	16	999.728
17	999.019	17	999.450
18	998.510	18	999.165
19	997.988	19	998.872

Ilustración 1. Captura tabla RV08.

HOMBRE		MUJER	
x	lx	x	lx
0	1.000.000	0	1.000.000
1	985.214	1	990.888
2	970.629	2	981.851
3	956.243	3	972.888
4	942.051	4	963.998

Ilustración 2. Captura tablas de invalidez.

Donde,

- x es la edad actuarial.
- lx, tomando como grupo inicial un supuesto de 1.000.000 de personas de edad X, indica el número de sobrevivientes a la edad X.

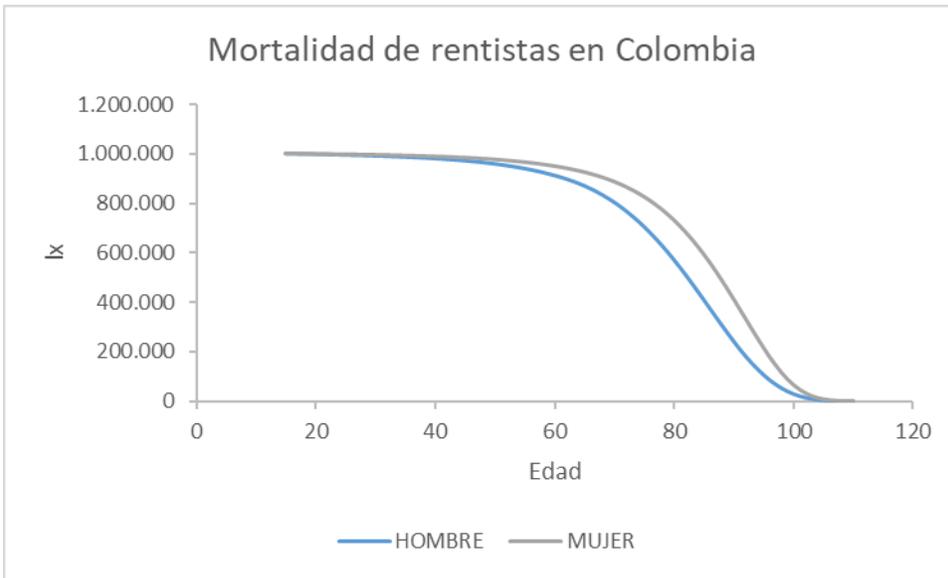


Ilustración 3. Mortalidad de rentistas en Colombia.

De acuerdo con la ilustración 3 que visualiza el comportamiento de la población a medida que aumenta la edad, se concluye que a lo largo que pasa el tiempo y aumenta la edad, van a sobrevivir menos individuos.

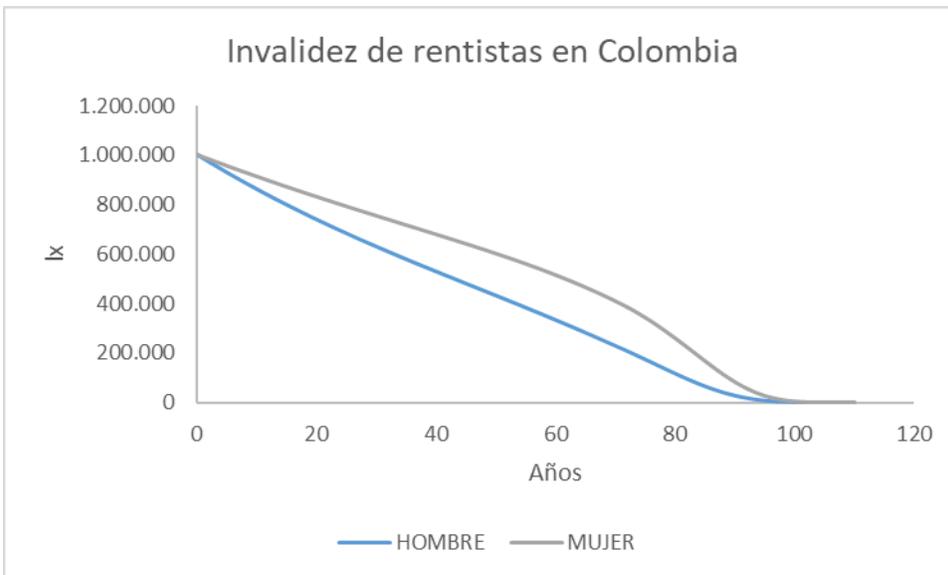


Ilustración 4. Invalidez de rentistas en Colombia.

La ilustración 4 nos muestra que a medida que transcurre el tiempo y la edad del individuo en condición de invalidez aumenta, la población disminuye drásticamente.

La cartera de pasivos seleccionados para el ejercicio está compuesta por rentas que presentan las siguientes características:

- Cuenta con 3000 asegurados rentistas.
- Algunos de los asegurados tendrán beneficiarios (sustitutos 1 y/o 2).
- Los titulares y beneficiarios serán hombres y mujeres.
- Las rentas serán 48.70% vitalicias y 51.30 % temporales (ver Ilustración 8).
- Se tuvo especial cuidado con la simulación de las edades toda vez que esta variable influye significativamente en todo el ejercicio.

Reserva por insuficiencia de activos

Fasecolda² establece la siguiente definición para la reserva por insuficiencia de activos “es aquella que se constituya para compensar la insuficiencia que puede surgir al cubrir los flujos de pasivos esperados que conforman la reserva matemática con los flujos de activos de la entidad asegurador” (Ley 795 de 2003, Capítulo 6. Régimen de reservas técnicas, Artículo 186. Gobierno Nacional).

Adicionalmente, Fasecolda establece la siguiente definición para la reserva matemática “es aquella que se constituye para atender el pago de las obligaciones asumidas en los seguros de vida individual y en los amparos cuya prima se ha calculado en forma nivelada o seguros cuyo beneficio se paga en forma de renta” (Ley 795 de 2003, Capítulo 6. Régimen de reservas técnicas, Artículo 186. Gobierno Nacional).

La RIA se calcula generalmente para los ramos de vida a largo plazo, invalidez, sobrevivencia, rentas vitalicias y riesgos laborales y vida individual.

Actualmente, la RIA se calcula mediante la diferencia generada entre el total de los flujos de los activos financieros traídos a valor presente y el total de los flujos de los pasivos actuariales traídos a valor presente. Si esta diferencia es positiva se dice que existe un calce, es decir, que la compañía tiene como soportar sus obligaciones y no daría lugar a la constitución de la RIA. Por otro lado, si esa diferencia resulta negativa, quiere decir que la compañía no tiene como soportar las obligaciones adquiridas y por lo tanto está en la obligación de constituir la RIA.

Inmunización de portafolio

La inmunización de portafolio se ha estudiado durante varios años pues es considerada una metodología que muestra buenos resultados para optimizar un portafolio de inversión.

² Es una entidad gremial sin ánimo de lucro que representa al sector asegurador. Generalmente esta representación se ejerce frente a entidades de control.

Desde los inicios la inmunización siempre ha sido relacionada de manera directa con la duración, pues finalmente esta es un factor decisivo a la hora de implementar la metodología. La duración como concepto se establece a través de Macaulay (1938).

Posteriormente autores como Hicks (1939) y Samuelson (1945) incluyen conceptos que denotan teóricamente a la duración como lo son el periodo temporal medio y el vencimiento medio.

Redington (1952) tenía una teoría la cual consistía en que la inmunización se presentaba cuando el término medio de los activos coincidiera con el de los pasivos.

La verdadera definición de la duración como concepto metodológico se da con el trabajo de Fisher y Weil (1971), pues fueron ellos quienes enfocaron su trabajo en estudiar la inmunización no como un factor netamente de los pasivos sino como el de los activos en un determinado horizonte de tiempo. El objetivo principal siempre fue el de garantizar la rentabilidad ofrecida independientemente de las variaciones de los tipos de interés.

Los autores antes mencionados plantean la siguiente ecuación mediante la cual intentan determinar el efecto de las tasas de interés sobre la cartera de activos:

$$P_0 = \sum_{i=1}^n F_i d_i^0$$
$$d_i^0 = \exp[-\tau_i^0 i]$$

Donde,

- P_0 es el efecto de las tasas de interés sobre la cartera de activos.
- F_i son los flujos futuros de la cartera.
- d_i es el factor de descuento para el plazo i . Adicionalmente, $\{\tau^0\}_i$ es la ETTI al contado de capitalización continua actual.

De acuerdo con investigaciones de los autores, se llega a la conclusión que el aumento de los tipos de interés genera una reducción del valor actual de la cartera.

Es importante mencionar que tanto la inmunización como la duración, asumieron desde el inicio parámetros que las limitaban en su alcance y análisis.

La duración y la convexidad, así como el concepto de inmunización se expandió rápidamente puesto que, por sus supuestos restrictivos, eran modelos de fácil comprensión. A continuación, se detallarán algunos modelos de duración que surgieron a través de los años y que se implementaron durante un largo tiempo.

El estudio inicialmente se centró en determinar cómo el cambio o desplazamiento de las curvas ETTI (estructura temporal de los tipos de interés) afectaban a la cartera seleccionada. La

inmunización no sólo se pensó cómo la herramienta que garantizaba la mínima rentabilidad ofrecida por el mercado, sino que al presentarse variación en las tasas de interés su afectación fuera mínima.

Parte de este estudio lo realiza Kahn y Lochoff (1990), Lacey y Nawalkha (1993) y Soto (2001). Los autores evidenciaron pruebas empíricas que ayudaron a comprender en pequeña medida el impacto de estas variaciones en el comportamiento de la cartera durante el periodo de tiempo seleccionado.

Es en este punto donde se empieza a hablar de modelos unifactoriales (que contemplan una sola variable de riesgo) y modelos multifactoriales (que contemplan varias variables de riesgo).

Dentro de los modelos unifactoriales encontramos los planteados por Macaulay y Fisher y Weil, que eran métodos fáciles de comprender por esta misma condición. Los modelos que emplean un contexto univariable de acuerdo con el orden cronológico empiezan con los trabajos de Bierwag y Kaufman (1977), Bierwag (1977), Khang (1979) y Babbel (1983). Estos trabajos generalmente establecían como única variable la variación de las tasas de interés.

La insuficiencia de los modelos antes descritos por analizar el comportamiento real de las tasas de interés generó la necesidad de plantear nuevos modelos e hipótesis que no sólo comprendieran una sola variable sino múltiples variables.

Dentro de los modelos multivariables empiezan a aparecer las duraciones paramétricas y duraciones direccionales y duraciones parciales. Los modelos de duraciones paramétricas implementan funciones multiparamétricas que intentar predecir y analizar el ajuste de la curva de las tasas de interés. Los modelos de duraciones direccionales se centran en estudiar la sensibilidad de las carteras cuando son expuestas a un número limitado de variables relacionadas con las tasas de interés. Las duraciones parciales fueron planteadas para cuantificar la sensibilidad de los activos seleccionados a un limitado conjunto de tipos de interés.

Posterior a esto, encontramos los modelos de duraciones polinomiales que fueron planteados por Chambers y Carleton (1988) y Prisman y Shores (1988). Ese modelo plantea la implementación de un ajuste polinomial para determinar la variación de las tasas de interés. Por lo anterior, se plantea la siguiente ecuación:

$$\Delta\tau_i = \sum_{s=1}^p \Delta\alpha_s i^{s-1}$$

Donde,

- $\Delta\tau_i$ es la variación de las tasas de interés.

- $\Delta\alpha_s$ son los coeficientes del polinomio que ajusta el desplazamiento de la ETTI para $s=1, \dots, p$.
- i es el periodo.

Castigo a instrumentos financieros

La mayoría de los activos financieros que se transan en el mercado colombiano tienen una calificación, que establece la confianza que da ese instrumento por sus características. Estas calificaciones existen a nivel nacional e internacional, y se encuentran compañías que se encargan de analizar y emitir calificaciones muy útiles para los inversionistas.

Una de esas calificadoras que realiza estos estudios es BRC Ratings – S&P Global S.A., Sociedad Calificadora de Valores. Dentro de esas calificaciones se encuentran factores cuantitativos y cualitativos que determinan el comportamiento y la confiabilidad de los instrumentos evaluados.

Por otro lado, se tiene en cuenta otros factores como la capacidad del emisor para cumplir con las obligaciones. Generalmente uno de los criterios usados para la evaluación son los diferentes activos en el mercado tanto nacional como internacional. Otros factores importantes cuando se hace la evaluación son las proyecciones usadas por las mismas calificadoras en donde se exponen los modelos a diferentes escenarios de estrés, proyecciones de la banca de inversión, los contratos relacionados con la emisión, entre otros.

Las calificaciones son muy importantes porque del resultado obtenido, la Superintendencia Financiera de Colombia establece castigar³ los instrumentos financieros. Esto se hace con el fin de asegurar que la reserva contempla contingencias ante posibles escenarios de riesgos de mercado y de default.

Generalmente los bancos castigan ciertos tipos de activos, dependiendo del tipo de instrumento, del activo y del emisor. Adicionalmente, hoy en día, las normas NIIF, Solvencia y Basilea tienen en cuenta dentro de sus estándares este tipo de análisis.

Para este estudio se tuvo en cuenta la calificación de los activos. Adicionalmente para la metodología de la Superintendencia Financiera de Colombia, se aplicó un castigo dependiendo de la calificación, tal como lo establece la entidad de control. La calificación fue consultada tanto en reportes emitidos por S&P Global S.A. como en diferentes informes que emiten entidades bancarias e intermediarios del mercado como Davivienda Corredores, entre otros.

³ Corresponde a reducir en un porcentaje el valor presente de los activos seleccionados, con el fin de contemplar el impacto que tendría la ocurrencia de algún riesgo.

Capítulo 2. Selección de activos y pasivos

Metodología de selección

El análisis consiste en determinar los activos financieros que respalden de manera óptima los pasivos que posee la compañía. Es muy importante tener en cuenta que los activos financieros y los pasivos actuariales tienen características diferentes que hacen que su análisis no se pueda generar mediante la misma variable. Actualmente, la variable que se utiliza para analizar la RIA en el mercado colombiano es la duración.

Metodología de Markowitz

La metodología de Markowitz consiste en un análisis de la información histórica de los activos, para evaluar la correlación y dispersión, para así finalmente determinar por medio de la asignación de pesos a cada uno de los instrumentos, el comportamiento de ese portafolio. Esta metodología contempla dos parámetros, los cuales son la rentabilidad y el riesgo del portafolio.

Para esta metodología es fundamental la información del activo (particularmente el precio). En tanto, una gran parte del desarrollo del presente trabajo se concentró en la consolidación, validación y limpieza de la información.

Una vez se realiza la consolidación de la información, se procede a obtener el retorno logarítmico de los activos seleccionados mediante la siguiente fórmula:

$$r_{i,j} = \ln\left(\frac{x_i}{x_{i-1}}\right)$$

Donde,

- $r_{i,j}$ es el retorno del activo j en el periodo i .
- x_i es el precio del activo x en el periodo i .
- x_{i-1} es el precio del activo x en el periodo $i-1$.

Como la información histórica obtenida fue diaria, esta es la temporalidad que se manejó para el cálculo del retorno en el desarrollo de la evaluación de esta metodología.

Una vez se obtiene el retorno, se define a continuación el procedimiento implementado:

1. Se determina el promedio de los datos obtenidos.
2. Se determina la desviación estándar.
3. Se ordena la información por los promedios obtenidos, de mayor a menor.

4. Se calcula el exceso de retorno de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_i = x_i - \frac{\sum_{i=0}^n x_i}{n}$$

Donde,

- E_i es el exceso de retorno en el día i .
 - x_i es el precio del activo x en el periodo i .
 - n es la cantidad de datos por activo.
5. Se calcula la matriz de covarianza y correlaciones, de acuerdo con las siguientes fórmulas:
- Covarianza:

$$Cov(X, Y) = \frac{\sum_1^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n}$$

Donde,

- $Cov(X, Y)$ es la covarianza entre dos activos financieros.
- x_i , es el precio del activo x en el periodo i .
- y_i , es el precio del activo y en el periodo i .
- \bar{x} es el promedio del precio del activo x .
- \bar{y} es el promedio del precio del activo y .
- n es el conjunto de datos por activo.

- Correlación:

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

Donde,

- r , es el coeficiente de correlación lineal.
 - x_i , es el precio del activo x en el periodo i .
 - y_i , es el precio del activo y en el periodo i .
 - \bar{x} es el promedio del precio del activo x .
 - \bar{y} es el promedio del precio del activo y .
6. Se formula la matriz de Markowitz de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Max E(Rp) = \sum_{i=1}^n w_i * E(R_i) \quad (1)$$

$$\sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i * w_j * \sigma_{ij} \leq \sigma_0^2 \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1; w_i \geq 0 \quad (i = 1, \dots, n) \quad (3)$$

Donde,

- *Max E(R_p) es el máximo rendimiento del portafolio.*
- *w_i es el peso de cada activo en el portafolio.*
- *E(R_i) es el rendimiento de cada activo.*
- *σ²(R_p) es la varianza del rendimiento del portafolio.*
- *σ_{ij} es la covarianza entre los rendimientos de los activos i y j.*
- *σ₀² es la varianza máxima admitida.*

La ecuación (1) es la función objetivo, pues se busca maximizar el retorno del portafolio seleccionado. Las condiciones y restricciones que plantea el problema se detallan en las ecuaciones (2) y (3).

7. Se hace el cálculo del retorno del portafolio, multiplicando los retornos obtenidos para cada activo seleccionado por el peso obtenido. Adicionalmente, se obtiene la varianza del portafolio sumando los valores de cada celda de la matriz de la ilustración 3. Luego de esto se obtiene el riesgo del portafolio calculando la raíz cuadrada de la varianza.

El vector de pesos se compone inicialmente, antes del proceso de optimización, de acuerdo con la cantidad de activos por tipología que hayan sido seleccionados. Por lo anterior, si por ejemplo la cartera cuenta con 9 títulos de deuda TES, cada activo tendrá un peso inicial de 0.11% (1/9), de tal forma que la suma de los pesos debe ser igual a 1.

8. Posterior a esto, se configura solver⁴ para que optimice la columna de pesos (Vector), minimizando la varianza del portafolio. Esta operación arroja los valores reales de los pesos que conforman y optimizan el portafolio.

El anterior procedimiento se debe replicar nuevamente, pero ahora seleccionando como parámetro la volatilidad. Para determinar la volatilidad se implementan las siguientes ecuaciones:

$$\sigma_t^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \quad (1)$$

$$\sigma_t = \sqrt{\sigma_t^2} \quad (2)$$

Donde,

- *σ_t² es la varianza histórica.*

⁴ Componente del programa informático Excel desarrollado y distribuido por Microsoft Corp.

- x_i es el precio del activo en el periodo i .
- \bar{x} es el promedio del precio del activo.
- σ_t es la volatilidad del activo.

Ratio de Sharpe

La metodología para el Ratio de Sharpe es muy similar a la planteada en Markowitz. Se debe replicar el procedimiento descrito en la metodología de Markowitz. El factor diferenciador consiste en determinar el Ratio de Sharpe mediante la siguiente ecuación:

$$S = \frac{R_p - R_f}{\sigma}$$

Donde,

- R_p es el retorno del portafolio de inversión seleccionado.
- R_f es la tasa libre de riesgo.
- σ es la desviación estándar de los excesos de retorno del portafolio seleccionado.

Recordemos que la tasa libre de riesgo se determina como la mínima rentabilidad que espera obtener un inversionista al momento de realizar una inversión. Para el caso colombiano generalmente este indicador lo publica el Banco de la República.

Inmunización de portafolio

La inmunización de portafolio es una estrategia cuyo objetivo consisten en asegurar un rendimiento para unos instrumentos financieros que componen una cartera o portafolio de inversión, durante un periodo de tiempo determinado y que se ven afectados o influenciados por los tipos de interés y su variación.

Esta estrategia ha tenido desde sus orígenes como parámetro de evaluación a la duración. Por lo anterior, el objetivo principal consiste en realizar una optimización de los pesos que se le otorgan a cada activo que conforma el portafolio y de esta manera maximizar el retorno obtenido. En este caso no es influyente si se cuenta con información histórica o no, toda vez que lo importante es conocer la duración desde la fecha de corte establecida previamente. Para este análisis, la fecha de corte establecida es el 31 de diciembre de 2021.

Ahora bien, se estipula un vector de pesos a cada activo, que luego será optimizado mediante la herramienta solver de Excel. Una vez se calculan los pesos reales de los activos se obtienen los valores presentes de los activos.

Finalmente, se implementa la metodología de inmunización de portafolios que consiste en replicar el anterior proceso usando como variable a optimizar la duración modificada.

Selección de los activos financieros

Para determinar los activos financieros que van a componer la cartera de inversión de la compañía, se hizo un análisis de diferentes activos en el mercado colombiano. Se basó el estudio

en la información que publica la Bolsa de Valores de Colombia (BVC). Se determinó trabajar con títulos de deuda TES, UVR, bonos ordinarios, acciones, índices y CDT's. La anterior selección fue producto de la información pública consultada sobre estos activos y que permitía tener los datos históricos del comportamiento del precio o valor de este.

A continuación, se visualiza una captura de los activos financieros utilizados en el análisis de las diferentes metodologías para el cálculo de la RIA:

Activo	Tipo de título	SFC	Markowitz-retorno	Markowitz-volatilidad	Ratio de Sharpe	Inmunización-duración	Inmunización-duración modificada
TFIT08031127	TES	x	x	x	x	x	x
TFIT08261125	TES	x	x	x	x	x	x
TFIT10040522	TES	x	x	x	x	x	x
TFIT10260331	TES	x	x	x	x	x	x
TFIT15260826	TES	x	x	x	x	x	x
TFIT16180930	TES	x	x	x	x	x	x
TFIT16181034	TES	x	x	x	x	x	x
TFIT16240724	TES	v	v	v	v	v	v

Ilustración 5. Visualización tabla activos financieros seleccionados por metodología.

Cada metodología plantea ciertos parámetros para la selección de los activos. Para ver el listado completo ver el Anexo 3.

Selección de los pasivos actuariales

La información de las carteras de las compañías aseguradoras no es información pública o accesible dado que están obligadas a no publicar información personal de sus asegurados. De acuerdo con lo anterior, se procedió a simular una cartera de pasivos, en donde se escogieron los productos de renta y seguros temporales con las características mencionadas en el capítulo 1 – pasivos actuariales.

Esta cartera se simuló y se verificó que se adaptara a posibles casos reales de acuerdo con información obtenida pero que es de carácter confidencial. Las condiciones de la cartera se mencionan en el capítulo 4.

Capítulo 3. Cálculos actuariales

Cálculo del valor presente actuarial de los pasivos

El cálculo del valor presente actuarial consiste en traer a valor presente los flujos futuros de la cartera de pasivos. Estos valores presentes se calculan con una probabilidad que para este caso será la probabilidad de sobrevivir o morir, de acuerdo con las tablas de mortalidad e invalidez mencionadas anteriormente (ver Anexo 1 y 2).

Por lo anterior, para realizar el cálculo mencionado se tuvo en cuenta la siguiente ecuación:

$$A_{x:n}^1 = V^n nPx$$

Donde,

- $A_{x:n}^1$ es el valor actuarial de una renta.
- V^n es el factor de actualización financiera, el cual corresponde a $\frac{1}{(1+i)^n}$.
- i es el tipo de interés.
- nPx representa la probabilidad de que una persona de edad X sobreviva n periodos.

Ahora bien, el cálculo de las edades para los pasivos no siempre es entero, puesto que la fecha desde el nacimiento hasta la de inicio de la renta, no siempre va a coincidir en días. El cálculo antes descrito se realiza en años, motivo por el cual se habla de una diferencia fraccionada. Por lo anterior, se calcula tanto la parte entera como la parte fraccionada a la que se hace referencia. Para el cálculo de esa parte fraccionada se utilizó la aproximación como cálculo actuarial.

La aproximación UDD (uniform distribution deaths) consiste en las siguientes ecuaciones:

- $sPx = 1 - SQx$
- $sQx = SQx$

Donde,

- sPx es la probabilidad de que una persona de edad X sobreviva en una fracción S , para la siguiente condición: $0 < S < 1$.
- S es la porción del año recorrido entre la edad x y $x+1$.
- Qx es la probabilidad de que un individuo de edad X fallezca en el siguiente periodo.

Si la renta es temporal, la ecuación correspondiente es la siguiente:

$$a_{x:n} = \sum_{k=1}^n v^k kPx$$

Donde,

- $a_{x:n}$ es la renta temporal vencida.
- n representa el plazo de la renta.
- kPx es la probabilidad de que un individuo de edad X sobreviva k periodos.
- v^k es el descuento financiero, donde v representa $\frac{1}{(1+i)}$.
- i es el rendimiento esperado.
- k es cada periodo objeto de estudio.

Ahora bien, si la renta se paga de manera anticipada, esos flujos se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$\ddot{a}_x = \sum_{k=0}^{\infty} v^k kP_x$$

Donde,

- \ddot{a}_x es la renta vitalicia anticipada.

Por último, la relación existente entre las rentas de vida anticipadas y vencidas es la siguiente:

$$a_x = \ddot{a}_x - 1$$

Las probabilidades de sobrevivencia se calculan teniendo en cuenta las tablas de mortalidad e invalidez establecidas por la Superintendencia Financiera de Colombia, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$kP_x = \frac{l_{x+k}}{l_x}$$

Donde,

- l_x es el número esperado de sobrevivientes a la edad x .
- l_{x+k} es el número esperado de personas de edad x sobrevivan k años.

Modelos financieros para medir el riesgo

Para evaluar la diferencia entre activos y pasivos, las instituciones financieras han planteado diferentes modelos que permiten medir la desigualdad de los vencimientos de los activos y los pasivos.

Dentro de estos modelos se encuentran los modelos de reevaluación, de vencimiento y de duración.

Modelo de reevaluación

El modelo de reevaluación⁵ consiste en realizar un análisis de los flujos del descalce ocurrido por la reevaluación entre los intereses obtenidos por los activos y los intereses pagados por los pasivos para un determinado periodo. Uno de los grandes inconvenientes de aplicar este modelo, es que el cambio en tasas de interés tiene un efecto en el mercado que este modelo ignora. Adicionalmente, al definir subgrupos sobre un rango de vencimientos hace que no se tome en cuenta la distribución de los activos y pasivos dentro de esos subgrupos. Por último, la reinversión del flujo de efectivo generado por la amortización de activos a largo plazo, generan riesgos por tasa de interés. Para determinar esa variación se aplica la siguiente ecuación:

$$\frac{\Delta P_1}{\Delta_i} < \frac{\Delta P_2}{\Delta_i} < \frac{\Delta P_3}{\Delta_i} < \dots < \frac{\Delta P_N}{\Delta_i}$$

Donde,

⁵ Concepto que fue introducido en el Decreto Nacional 2496 de 2015 en diciembre de 2015, fue expedido por la presidencia de la República de Colombia.

- ΔP_k : Cambio en precio del instrumento con vencimiento dentro de k periodos.
- Δ_i : Cambio en tasa de interés.
- i : Periodo.

Duración y duración modificada

La duración tanto de un activo como de un pasivo se define como el tiempo promedio ponderado de los valores presentes de los flujos al vencimiento y se considera como la medida de sensibilidad más completa de un activo o pasivo a las tasas de interés.

Como la duración es una medida de sensibilidad a las tasas de interés, entre mayor es la duración del activo o pasivo, más sensible es el mismo a cambios en las tasas de interés.

Para conocer la duración de un bono primero es importante conocer su precio, el cual se determina mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{C}{(1+i)} + \frac{C}{(1+i)^2} + \dots + \frac{C}{(1+i)^n} + \frac{VN}{(1+i)^n}$$

Donde,

- P es el precio del bono.
- C = es el Cupón del bono.
- i = Rendimiento esperado.
- n = Número de periodos (al vencimiento).
- VN = Valor nominal.

Ahora bien, a continuación se ilustra un ejemplo del cálculo de la duración para un tipo de activo del mercado colombiano:

$$D = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{t * C}{(1+i)^t} + \frac{n * VN}{(1+i)^n}}{P}$$

Donde,

- D es la duración.
- t es el tiempo de maduración del bono.

La duración modificada es un indicador que permite determinar la sensibilidad de un activo financiero, más específicamente del rendimiento establecido inicialmente, a variaciones que se presenten en los tipos de interés. La ecuación que permite el cálculo de la duración modificada es la siguiente:

$$D_m = \frac{D}{1+i}$$

Donde

- D_m es la duración modificada.
- D es la duración.
- i es el rendimiento esperado.

La insuficiencia en los modelos utiliza una sola variable como parámetro de estudio para la variación del interés y esto genera la necesidad de determinar si eso influye en el comportamiento del activo, por lo que es importante plantear nuevos métodos de evaluación que generen seguridad y confiabilidad. Para este estudio, los parámetros utilizados para evaluar esa seguridad y confiabilidad fueron el porcentaje de reducción del descalce, el retorno y el riesgo de los portafolios seleccionados.

Capítulo 4. Condiciones iniciales

Las condiciones iniciales del problema son parámetros establecidos desde el principio del ejercicio con el fin de poder realizar el análisis de las metodologías aplicadas. Estos parámetros son los que determinan el comportamiento de los modelos y los resultados obtenidos, por lo tanto, su elección es muy importante.

A continuación, se enumeran los parámetros seleccionados por instrumento:

Activos financieros

El parámetro inicial seleccionado fue la tasa de descuento utilizada para el cálculo de los valores presentes y actuariales. Se utilizaron las curvas de proyección estipuladas por la Superintendencia Financiera de Colombia. Este parámetro se utilizó tanto en el cálculo del valor presente de los activos financieros seleccionados, como en el cálculo del valor actuarial de los pasivos.

A su vez, estas curvas también fueron utilizadas para el respectivo análisis de los títulos de deuda en pesos y en UVR, pues esta información también la estipula la SFC.

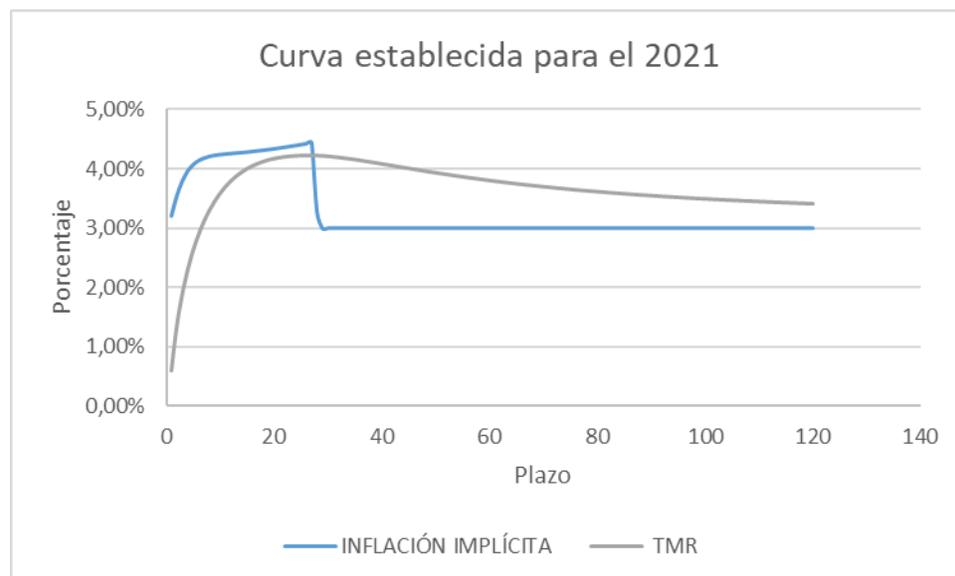


Ilustración 6. Curva tasas de interés.

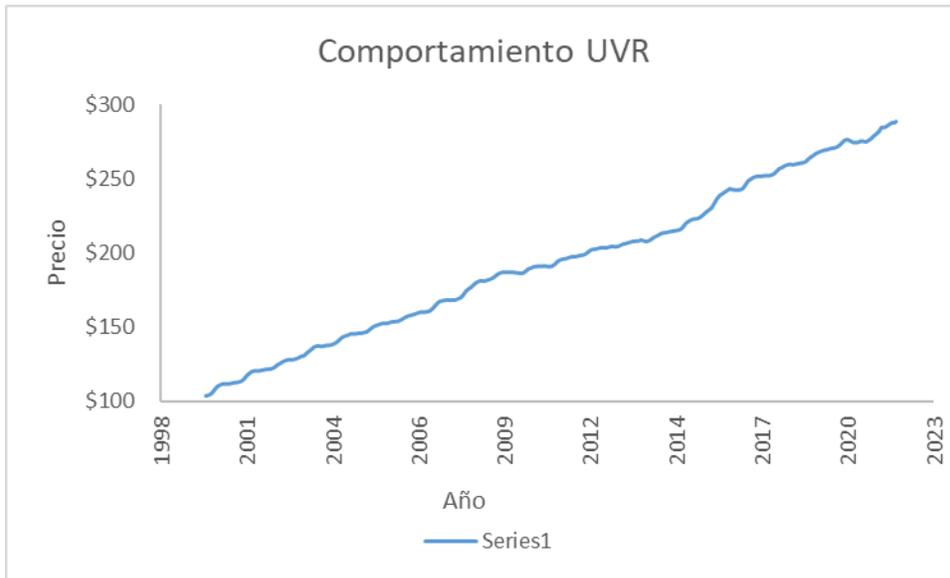


Ilustración 7. Curva comportamiento valor UVR.

El siguiente parámetro establecido fue la fecha de corte. Se determinó que la fecha de corte es el 31 de diciembre de 2021.

Por otro lado, se determinó el valor del pasivo que será la base del modelo de análisis de los activos de acuerdo con la fecha de corte. El valor de entrada del modelo es el resultado de la reserva matemática analizada mediante el cálculo del valor actuarial de los pasivos, que para el ejercicio fue de COP\$ 3,076 billones.

Otro parámetro establecido fue la distribución que tendrían cada tipo de activo (títulos de deuda TES, UVR, bonos ordinarios, acciones, índices y CDT's) del valor antes mencionado. Se estableció que el parámetro que determinaría esta distribución sería el porcentaje de inversión de la reserva matemática que se destinaría a los activos título de deuda TES, UVR y bonos ordinarios. Con el objetivo de evitar sesgos en la aplicación de las metodologías, se generaron 100 iteraciones variando ese porcentaje. Para cada iteración se halló el valor presente correspondiente a cada activo seleccionado en la metodología correspondiente.

Adicionalmente se decidió que, para cada tipología la distribución de inversión en cada activo sería igual dependiendo de la cantidad de activos por tipología.

El vector de pesos inicial estará distribuido de igual proporción de acuerdo con la cantidad de activos financieros que se hayan seleccionado por tipología, es decir, si para los títulos de deuda TES se seleccionaron 9 activos financieros, el vector de pesos estará conformado por 9 pesos, cada uno de 0.11% (1/9).

Con respecto al parámetro de periodicidad de los flujos futuros, se usaron los intrínsecos a cada instrumento financiero, sin embargo, para acciones e índices que no tienen flujos determinísticos, se optó por definir que los flujos futuros sean analizados para el primer tramo, es decir el año 1.

Tanto para los activos financieros como para los pasivos actuariales, se definió usar 365 días como año calendario.

Para la metodología vigente es necesario afectar los activos financieros por riesgo de crédito, razón por la cual se utilizó un factor de castigo con el cual se aplicó un descuento al valor presente de los activos. Este factor está directamente relacionado con la calificación del instrumento y con los estándares que establece el mercado (ver Anexo 9).

Pasivos actuariales

Como se mencionó para los activos financieros, el primer parámetro seleccionado fue la tasa de descuento, la cual ya fue explicada previamente. Adicionalmente se definió una tasa de deslizamiento del 1%, de acuerdo con las condiciones establecidas para la cartera base que sirvió para hacer la simulación de la cartera de pasivos.

El siguiente parámetro establecido es que se tuvo en cuenta la mesada 14 para el cálculo del valor actuarial de la renta.

Se analizó el comportamiento del salario mínimo de acuerdo con la ilustración 6. Estos resultados se ven influenciados por el comportamiento de la inflación año a año. Para la fecha de corte, el valor del salario mínimo es de COP\$ 908.526.



Ilustración 8. Comportamiento histórico del precio del salario mínimo

Otra condición establecida es que el sustituto 1 y 2 pueden corresponder al cónyuge o los hijos del titular rentista.

Se estableció como parámetro para las rentas temporales, que la periodicidad máxima es a 10 años. Este valor se determinó de acuerdo con las condiciones establecidas por la cartera base que se utilizó para la simulación.

No se tuvo en cuenta el auxilio funerario para las rentas vitalicias.

El IPC utilizado fue el establecido por el Banco de la República al 2021: 5.6%. Adicionalmente, el porcentaje utilizado de los gastos financieros fue del 2%. Este porcentaje se tomó teniendo en cuenta el establecido en la cartera que se utilizó para realizar la simulación.

Simulaciones e iteraciones

La cartera de pasivos seleccionada fue simulada teniendo como una base una cartera con información real de una compañía aseguradora cuya información no puede ser publicada por ser privada. Por lo anterior, lo que se hizo fue simular esa cartera base, teniendo en cuenta las condiciones y parámetros con los que cuenta para finalmente simular 3000 rentistas.

Por otro lado, los activos financieros seleccionados fueron 116 de acuerdo con la información obtenida del sitio web de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC). Adicionalmente, se realizaron 100 iteraciones por cada metodología, teniendo en cuenta que algunos parámetros fueron establecidos de acuerdo con lo mencionado en los capítulos 4 y 5.

Capítulo 5. Resultados

Modelo implementado

Le metodología en general consistió en realizar el cálculo de la reserva matemática generada por la cartera de pasivos seleccionada a la fecha de corte, pues este valor es el input para el análisis de los modelos descritos previamente.

Una vez se obtuvo los resultados, se creó una calculadora con las siguientes funcionalidades:

1. Calcula el valor presente actuarial de una cartera de pasivos para rentistas, de acuerdo con las condiciones iniciales establecidas previamente.
2. Calcula el valor presente de los activos financieros, de acuerdo con las condiciones iniciales establecidas previamente.
3. Calcula la diferencia generada entre el valor de los activos financieros y los pasivos actuariales.
4. Muestra el comportamiento de la reserva por insuficiencia de activos para un intervalo de tiempo establecido (cada año).

Por último, se hace el análisis correspondiente al descalce generado entre los activos financieros y los pasivos actuariales con el fin de determinar si se requiere constitución de la reserva por insuficiencia de activos.

Pasivos actuariales

La cartera correspondiente a los pasivos está conformada por rentas vitalicias y temporales. En total está compuesta por 3000 rentistas, los cuales pueden no tener sustitutos, tener 1 o dos sustitutos, y estos pueden estar en estado rentistas o inválidos. A continuación, se muestran algunos gráficos que permiten entender el comportamiento de la cartera y algunos estadísticos importantes.



Ilustración 9. Distribución cartera pasivos por género.

De acuerdo con el gráfico anterior, se observa que la simulación quedó balanceada al presentarse un aproximado del 50% de las rentas distribuidas en rentistas hombres. Esto toda vez que, el género del rentista condiciona el cálculo del valor actuarial de los pasivos.

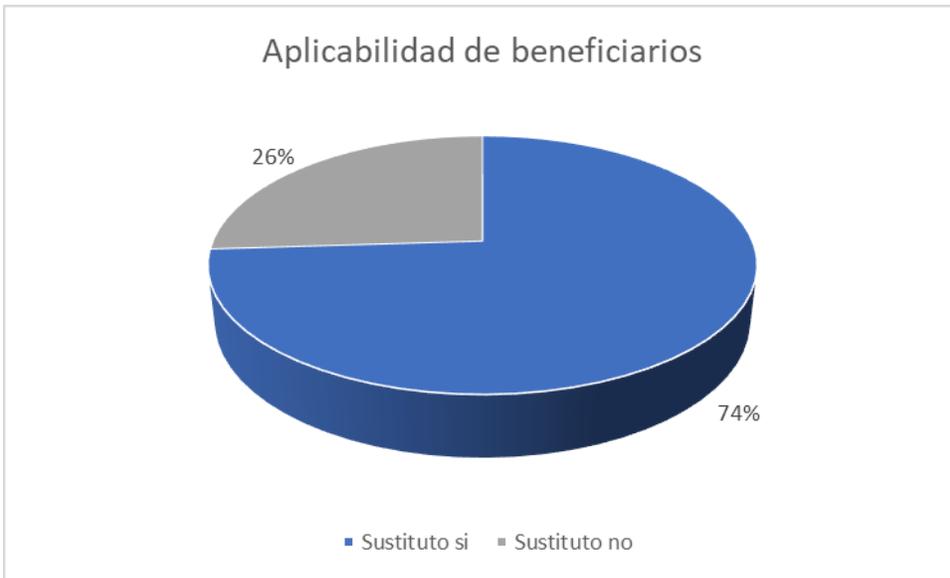


Ilustración 10. Distribución de los sustitutos cartera de pasivos.

De la cartera seleccionada, la mayoría de las rentas tienen al menos un beneficiario.

Con relación a la distribución de género para los beneficiarios, se comporta de manera similar la cartera seleccionada.

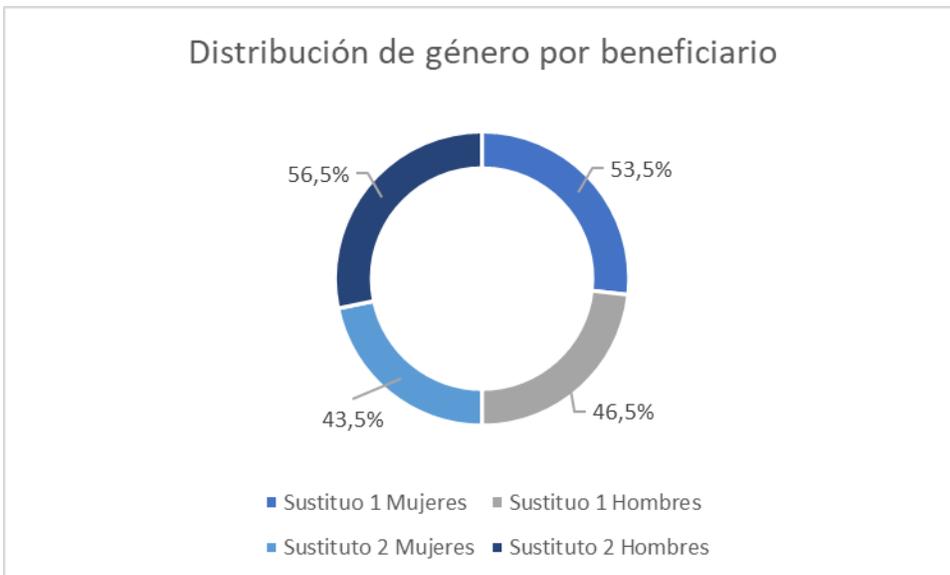


Ilustración 11. Distribución de los sustitutos 1 y 2 por género.

Por otra parte, la distribución en edades tanto para los titulares como para los beneficiarios se comportan de la siguiente manera:

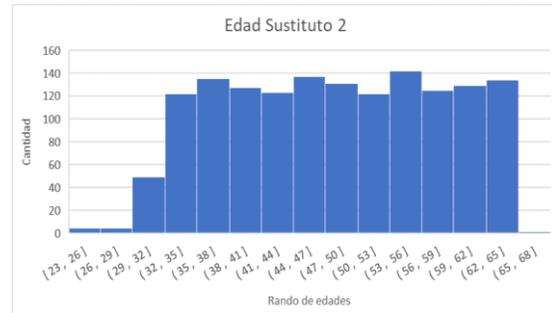
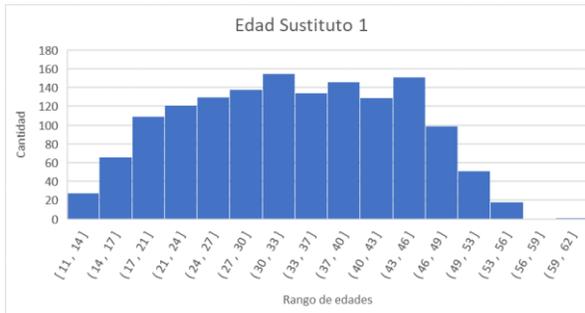
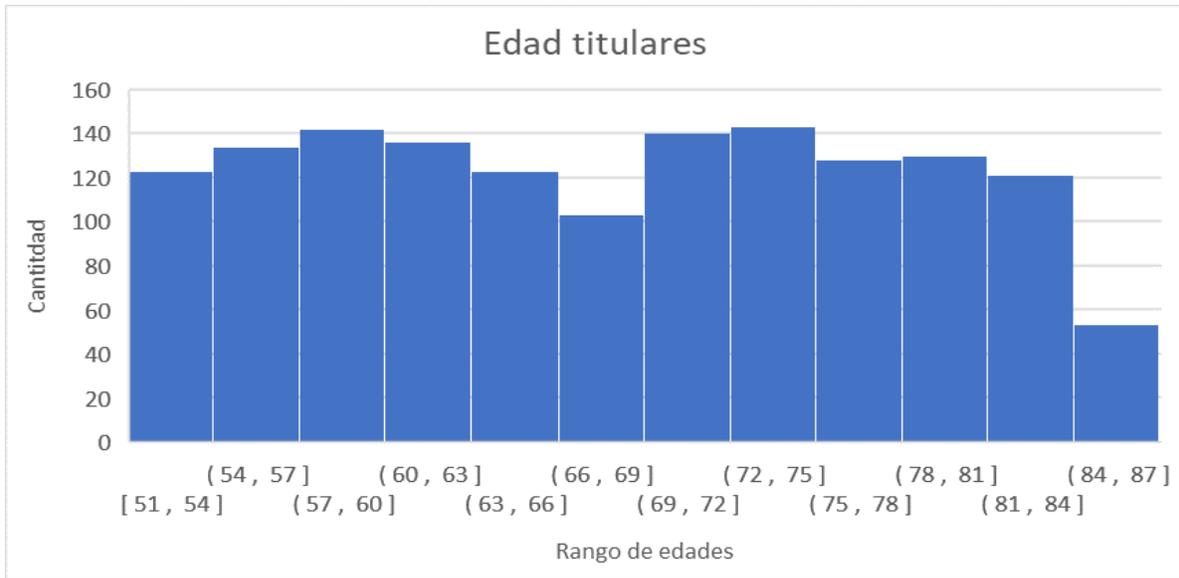


Ilustración 12. Distribución por edades para titulares y sustitutos.

Es importante también determinar el comportamiento de la cartera por el tipo de renta que se seleccionó para este ejercicio. Dentro de los tipos de renta seleccionado encontramos la vitalicia y la temporal. Para las rentas temporales (ver ilustración 7) se observa que la mayor cantidad tiene una temporalidad 7 y 8 años.

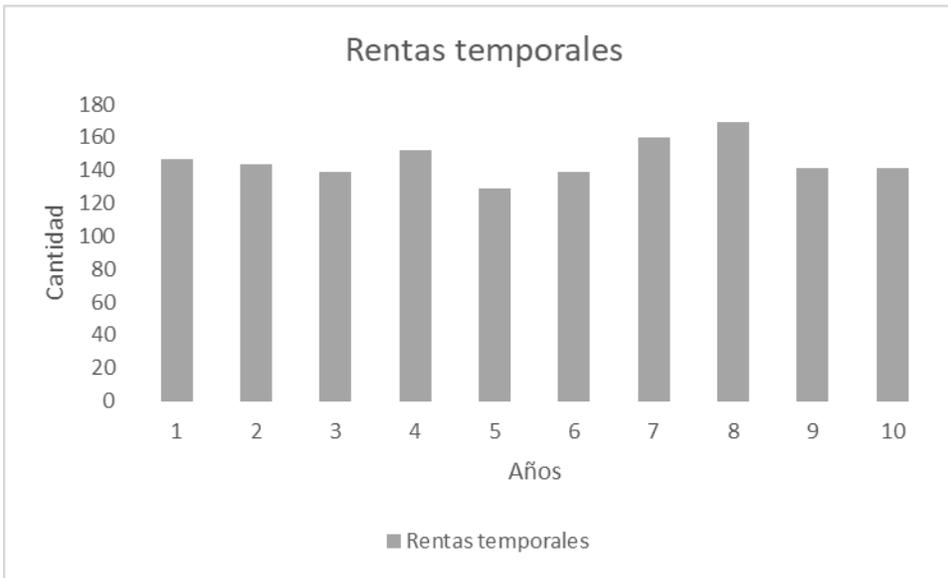


Ilustración 13. Distribución de las rentas temporales.

La distribución respecto al estado de los beneficiarios (sustituto 1 y 2) corresponde a los siguientes gráficos:

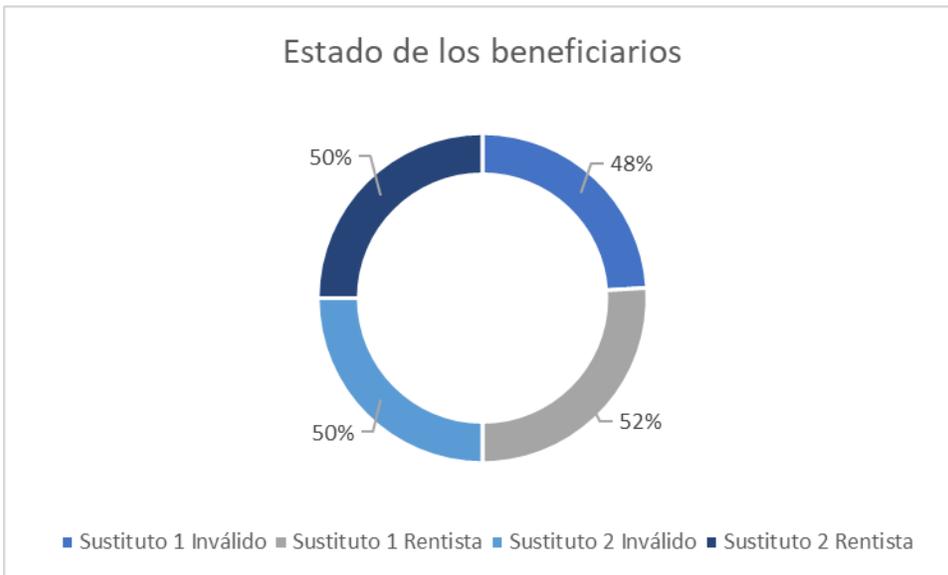


Ilustración 14. Estados de los beneficiarios.

Con respecto a tipo de renta, la simulación cuenta con 1500 rentas de invalidez y vitalicia.

ID	Fecha nacimiento titular	Género titular	Estado titular	Temporalidad	Tiempo (años)	Fecha nacimiento sustituto 1	Género sustituto 1	Estado sustituto 1	Fecha nacimiento sustituto 2	Género sustituto 2	Estado sustituto 2	Fecha de inicio de la renta	Renta mensual	Duración (Años)
1	28/10/1951	M	R	V	NA	1/03/1978	M	I	16/09/1993	F	R	24/01/1907	\$ 3.633.333,33	44,79
2	17/02/1964	M	R	V	NA	20/07/1986	M	R	NA	NA	I	8/02/1926	\$ 3.633.333,33	38,05
3	26/07/1963	F	R	T	2	8/01/1989	F	R	NA	NA	R	11/03/1935	\$ 5.150.000,00	2,00
4	17/06/1964	F	R	T	10	5/03/1985	F	R	26/05/1978	M	R	21/07/1907	\$ 3.633.333,33	10,00
5	10/11/1963	F	R	V	NA	12/12/1988	M	R	NA	NA	R	2/01/1908	\$ 3.633.333,33	55,89

Ilustración 15. Captura composición cartera pasivos.

La ilustración 15 muestra la composición de la cartera de pasivos, mostrando información útil para el análisis de esta, como fecha de nacimiento del titular y/o beneficiarios, tipo de renta, tiempo, valor de la renta, duración, etc. (ver Anexo 11).

Activos financieros

La cantidad de activos seleccionados fueron entre 86 a 116 entre títulos de deuda TES, UVR, bonos ordinarios, acciones que cotizan en bolsa, índices y CDT'S. La cantidad varía dependiendo de la metodología a implementar y de la información a la cual se pueda acceder. Para el análisis realizado en este documento, se utilizó toda la información disponible en el sitio web de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC). En la actualidad, existen sitios web de referencia como Yahoo Finance o Standard & Poor's que son de pago, pero que pueden brindar más información para realizar este análisis.

El valor total del pasivo que se invierte en cada tipo de instrumento se determinó teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$VI = \frac{(P * a_i)}{3}$$

Donde:

- VI , es el valor a invertir en títulos de deuda TES, UVR y bonos ordinarios.
- P , es el valor total del pasivo.
- a_i es el porcentaje a invertir en cada tipología (títulos de deuda TES, UVR y bonos ordinarios), para $1 \leq a \leq 3$.

El valor por invertir en cada activo dependiendo de su tipología se distribuyó uniformemente para cada tipo de instrumento financiero. Por ejemplo, el portafolio seleccionado contiene en total 11 títulos de deuda TES, por lo tanto, a cada título se le hace una inversión del peso de cada instrumento por este monto total. La siguiente ecuación se utilizó para esa distribución:

$$W = \frac{VP * \mu}{n}$$

Donde,

- W es el peso.

- VP es el valor correspondiente al tipo de instrumento del total del pasivo.
- μ es el peso correspondiente al tipo de instrumento.
- n es la cantidad de activos financieros por tipo de instrumento.

Metodología Superintendencia Financiera de Colombia

En total se utilizaron 86 activos distribuidos entre títulos de deuda TES, UVR, bonos ordinarios, acciones que cotizan en bolsa, índices y CDT'S (ver Ilustración 5). Esta distribución se determinó toda vez que se seleccionaron las 5 mejores acciones e índices utilizando como criterio la rentabilidad.

Se realizó una revisión de los formatos que estipula la SFC, y de acuerdo con la información obtenida, se determinó la asignación de los porcentajes de inversión para cada tipología de instrumentos. La distribución se detalla en la tabla 2.

El siguiente gráfico representa la diferencia entre activos y pasivos obtenido una vez se realizó las iteraciones del porcentaje del pasivo destinado a inversión en títulos de deuda TES, UVR y bonos ordinarios.

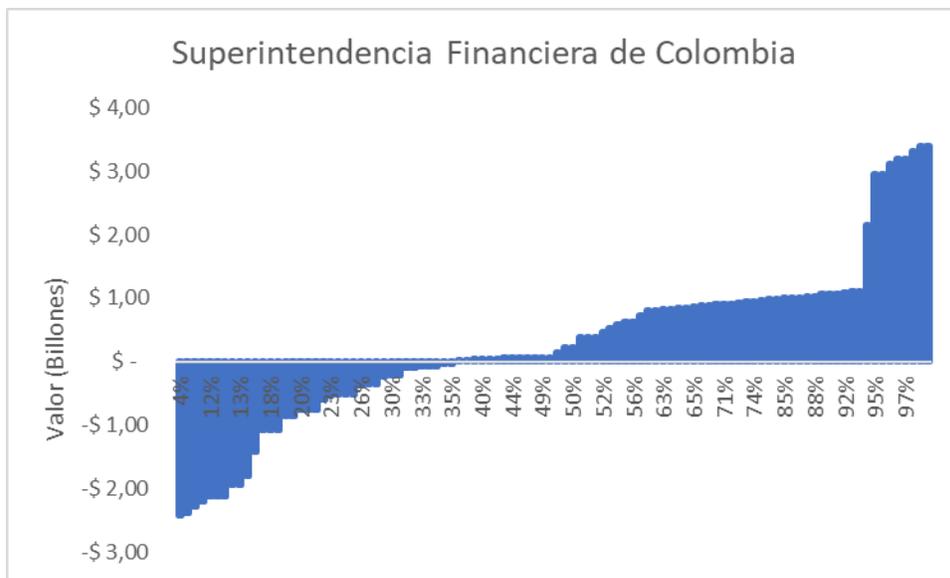


Ilustración 16. Porcentaje distribución activos metodología Superintendencia Financiera de Colombia.

De acuerdo a la ilustración 16 se observa que, si se decide invertir entre un 35% o menos en los instrumentos títulos de deuda TES, UVR y bonos ordinarios, se va a presentar desfalco y por ende será necesario constituir la reserva.

Como el objetivo de este estudio es intentar disminuir el desfalco, si se selecciona entre un 35% y 37% destinado a la inversión en los activos títulos de deuda TES, UVR y bonos ordinarios, el desfalco se reducirá generando con esto que no se tenga que constituir la reserva (ver Anexo 4).

Adicionalmente, se observa que la gráfica muestra una tendencia ascendente, sin embargo, presenta algunos picos con descálces. Esto se debe al comportamiento de los activos seleccionados para esta metodología en cada simulación.

Total pasivo	Porcentaje	Activo	Total activo	Descalce
\$ 3.076.596.538.237,52	20,0%	TES	\$ 3.813.725.073.185,02	\$ 737.128.534.947,49
	20,0%	UVR		
	20,0%	BONO		
	13,3%	ACCIÓN		
	13,3%	ÍNDICE		
	13,3%	CDT		

Tabla 1. Composición portafolio inversión activos metodología Superintendencia Financiera de Colombia.

El escenario que mejor se comporta se presenta al destinar un 60% de la inversión para los activos antes mencionados, pues se obtiene un calce de COP\$ 0.737 billones, lo cual significa que no habría lugar a la constitución de la reserva y se cumpliría con varias de las condiciones del mercado que limitan el porcentaje de inversión. La composición queda distribuida de esta manera con un 20.0% para los títulos de deuda TES, UVR y bonos ordinarios y un 13.3% para acciones, índices y CDT's.

Ahora bien, de las distribuciones seleccionadas previamente para el portafolio se tuvo la siguiente distribución mostrada al detalle:

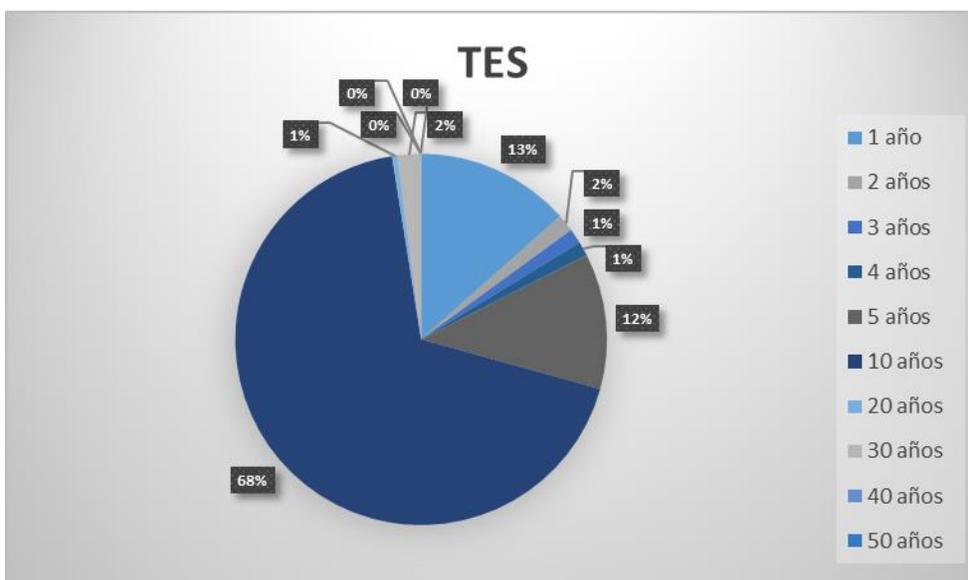


Ilustración 17. Distribución títulos de deuda TES metodología Superintendencia Financiera de Colombia.

La ilustración 17 muestra la distribución de los bonos TES en la metodología de la SFC, en donde se evidencia que el peso más fuerte se presenta en el intervalo del décimo año. Esto es importante

porque para ese intervalo el valor del activo será significativo, teniendo en cuenta que para el siguiente intervalo (20 años) es de poco peso.

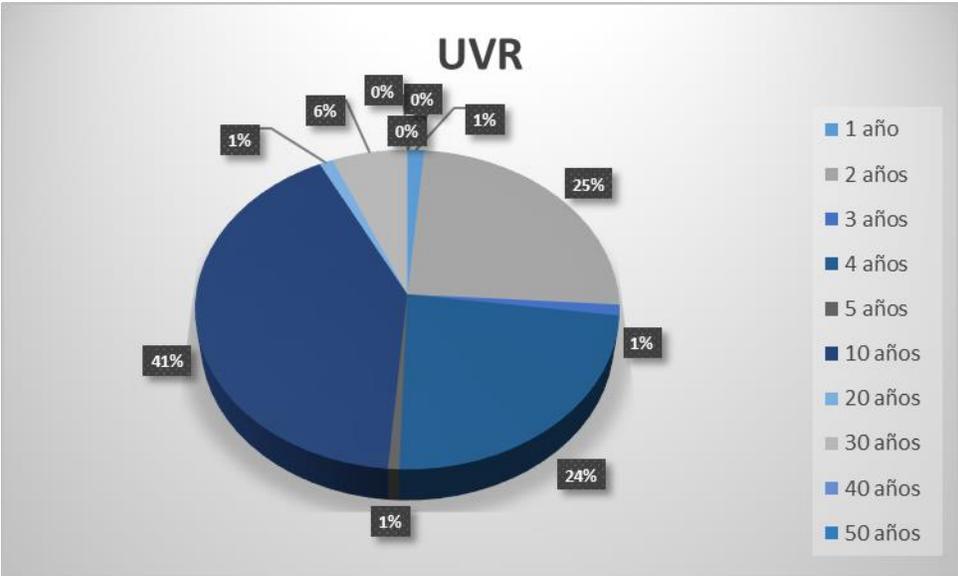


Ilustración 18. Distribución títulos de deuda UVR metodología Superintendencia Financiera de Colombia.

La ilustración 18 nos muestra que los bonos UVR seleccionados para la metodología de la SFC, presentan la mayor distribución y peso en los intervalos de 2, 4 y 10 años. Esto es importante al momento del cálculo de la RIA, toda vez que los flujos van a estar relacionados con estos pesos para determinar el comportamiento de la reserva a lo largo del tiempo de estudio seleccionado.

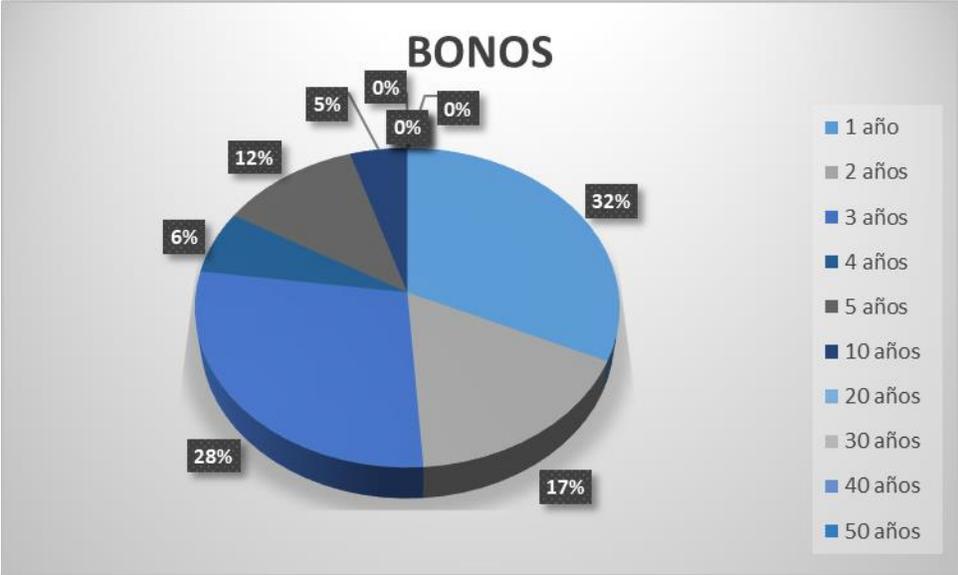


Ilustración 19. Distribución bonos ordinarios metodología Superintendencia Financiera de Colombia.

La ilustración 19 nos muestra que los bonos ordinarios seleccionados presentan su mayor peso en los intervalos de 1 y 3 años, es decir, la mayoría de los bonos cuyo vencimiento se encuentra dentro de estos intervalos, aportan el mayor peso a la cartera seleccionada y por ende al resultado obtenido para el cálculo de la reserva.

Metodología Markowitz por retorno

En total se utilizaron 116 activos distribuidos entre títulos de deuda TES, UVR, bonos ordinarios, acciones que cotizan en bolsa, índices y CDT'S (ver tabla 2).

El siguiente gráfico representa la diferencia entre activos y pasivos obtenido una vez se realizó las iteraciones del porcentaje mencionado.

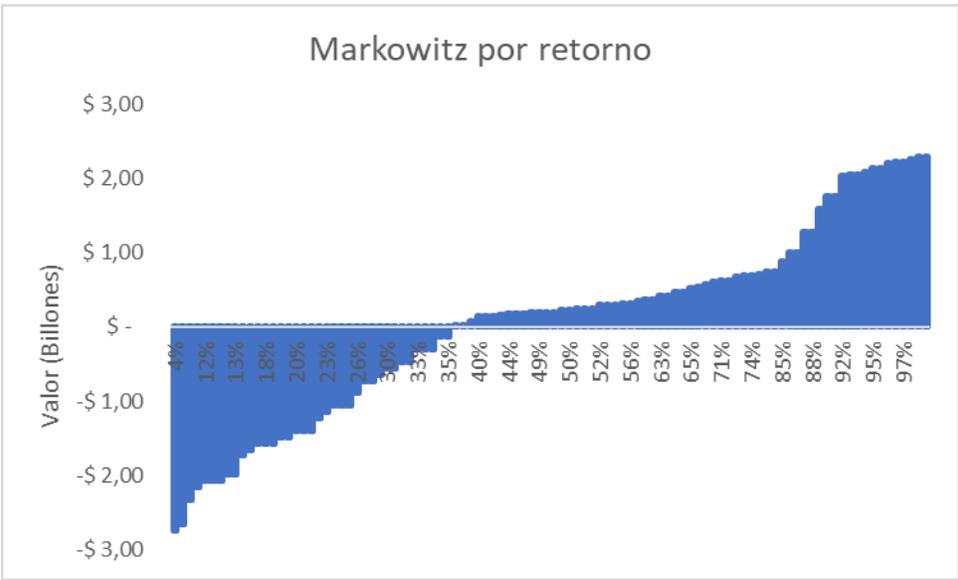


Ilustración 20. Porcentaje distribución activos metodología Markowitz por retorno.

De acuerdo a la ilustración 20 se observa que, si se decide invertir entre un 0% y 35% en los instrumentos títulos de deuda TES, UVR y bonos ordinarios, se va a presentar descalce y por ende será necesario constituir la reserva.

Para esta metodología, el porcentaje mediante el cual el descalce se reduce a cero o pasa a ser calce se encuentra entre el 35% y el 37% (ver Anexo 5).

Se observa que la ilustración 16 muestra una tendencia ascendente que nos da a entender que entre más crezca ese porcentaje, el calce va a aumentar bajo esta metodología. Es importante tener en cuenta que existen algunas condiciones del mercado como por ejemplo la cantidad de cupones emitidos por activo, entre otros, que limitan la inversión.

Total pasivo	Porcentaje	Activo	Total activo	Descalce
\$ 3.076.596.538.237,52	22,7%	TES	\$ 3.689.683.411.571,19	\$ 613.086.873.333,67
	22,7%	UVR		
	22,7%	BONO		
	10,7%	ACCIÓN		
	10,7%	ÍNDICE		
	10,7%	CDT		

Tabla 2. Composición portafolio inversión activos metodología Markowitz por retorno.

De acuerdo con lo mencionado previamente, el escenario ideal se presenta al destinar un 68% de la inversión para los activos antes mencionados, pues se obtiene un calce de COP\$ 0.613 billones, lo cual significa que no habría lugar a la constitución de la reserva y se cumpliría con varias de las condiciones del mercado que limitan el porcentaje de inversión.

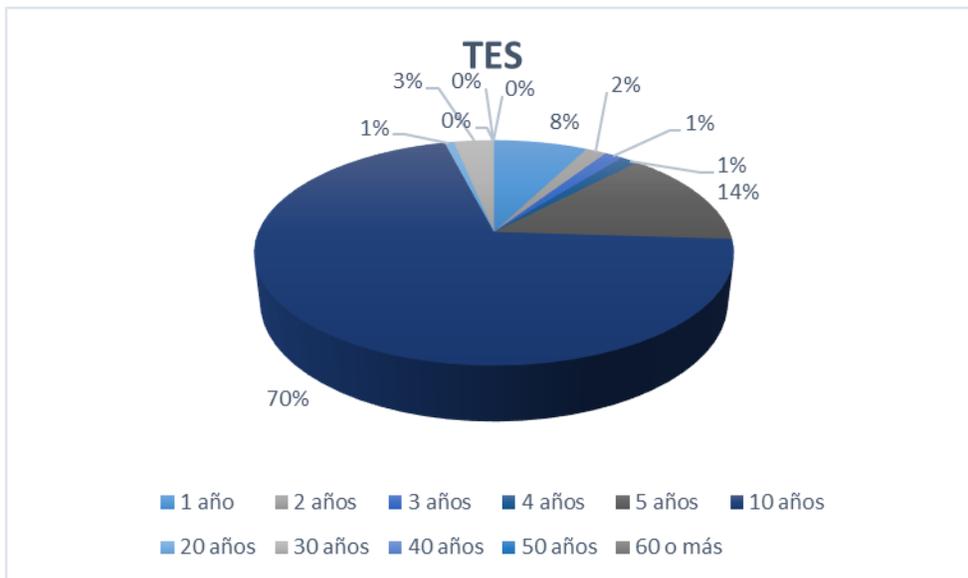


Ilustración 21. Distribución títulos de deuda TES metodología Markowitz por retorno.

La ilustración 21 muestra la distribución de los bonos TES seleccionados para la metodología evaluada muestra que el mayor peso de la cartera se encuentra en el intervalo del año 10. Aun cuando el 70% se encuentra en el intervalo mencionado, también se observa que el intervalo del año 5 presenta un peso del 14%.

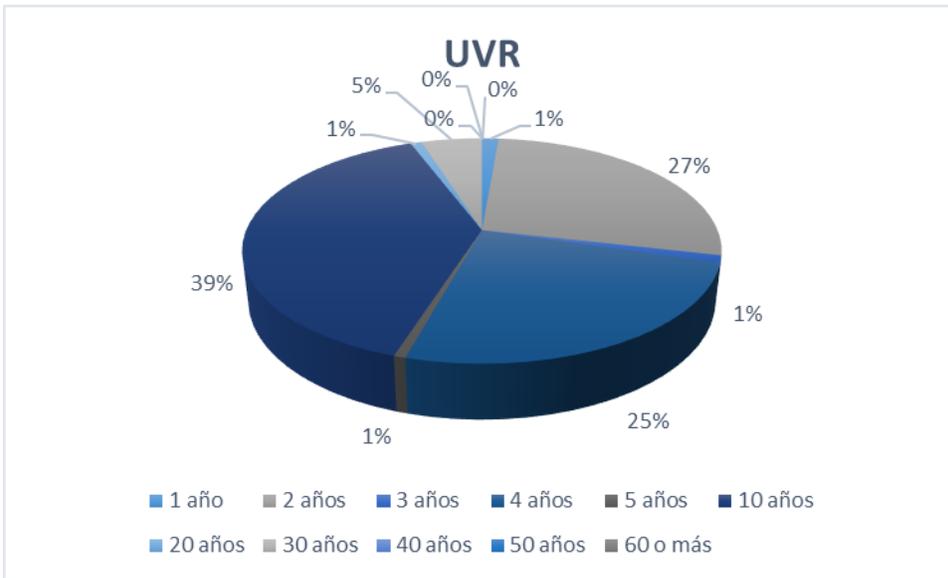


Ilustración 22. Distribución títulos de deuda UVR metodología Markowitz por retorno.

La ilustración 22 muestra que la composición de los bonos UVR seleccionados para la metodología evaluada, presenta su mayor peso en los intervalos de 2, 4 y 10 años. De acuerdo con lo anterior, se observa que la influencia de los bonos TES, UVR y ordinarios para los intervalos de los primeros años hasta el 10 aportan la mayor parte de los pesos de estos activos en la cartera de activos seleccionada.

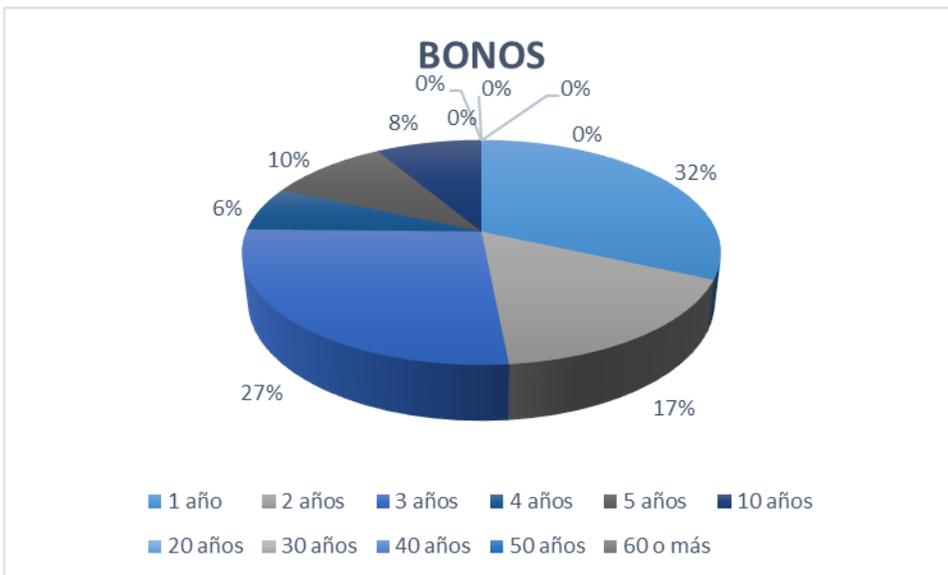


Ilustración 23. Distribución bonos ordinarios metodología Markowitz por retorno.

De acuerdo con la ilustración 23, de los bonos ordinarios seleccionados para esta metodología el mayor peso se encuentra en el primer año, seguido de los años 2 y 3 respectivamente.

Metodología Markowitz por volatilidad

En total se utilizaron 116 activos distribuidos entre títulos de deuda TES, UVR, bonos ordinarios, acciones que cotizan en bolsa, índices y CDT'S (ver tabla 2).

El siguiente gráfico representa la diferencia entre activos y pasivos obtenido una vez se realizó las iteraciones del porcentaje mencionado.



Ilustración 24. Porcentaje distribución activos metodología Markowitz por volatilidad.

De acuerdo con la ilustración 24, si se decide invertir entre un 0% y 35% en los instrumentos títulos de deuda TES, UVR y bonos ordinarios, será necesario constituir la reserva toda vez que se presentará descalce en esos intervalos.

Como el objetivo de este estudio es intentar disminuir el descalce, de acuerdo con el Anexo 6, entre un 35% y 36% destinado a la inversión en los activos títulos de deuda TES, UVR y bonos ordinarios, el descalce se reducirá generando con esto que no se tenga que constituir la reserva.

Adicionalmente, se observa que la ilustración 20 visualiza una tendencia ascendente en donde entre más crece el porcentaje de reducción en el eje x, el calce va a aumentar en el eje y. Es importante tener en cuenta que existen algunas condiciones del mercado que limitan ese porcentaje de inversión. Esas condiciones del mercado son por ejemplo la cantidad de cupones emitidos por activo, entre otros.

Total pasivo	Porcentaje	Activo	Total activo	Descalce
\$ 3.076.596.538.237,52	23,7%	TES	\$ 4.643.433.496.977,99	\$ 1.566.836.958.740,47
	23,7%	UVR		
	23,7%	BONO		
	9,7%	ACCIÓN		
	9,7%	ÍNDICE		
	9,7%	CDT		

Tabla 3. Composición portafolio inversión activos metodología Markowitz por volatilidad.

De acuerdo con lo mencionado previamente, el escenario ideal se presenta al destinar un 71% de la inversión para los activos antes mencionados, pues se obtiene un calce de COP\$ 1.566 billones, lo cual significa que no habría lugar a la constitución de la reserva y se cumpliría con varias de las condiciones del mercado que limitan el porcentaje de inversión.

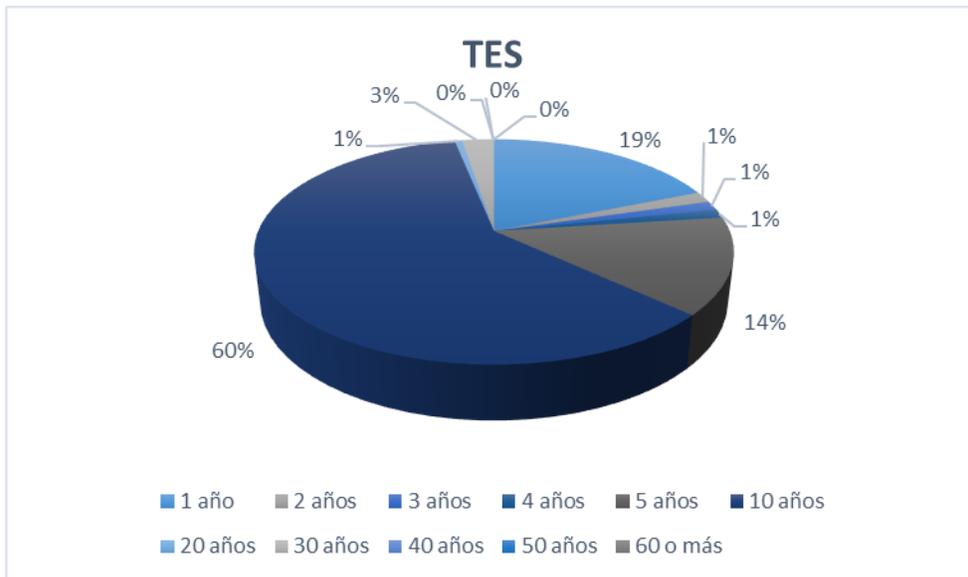


Ilustración 25. Distribución títulos de deuda TES metodología Markowitz por volatilidad.

La ilustración 25 visualiza que los bonos TES seleccionados para esta metodología contiene su mayor peso en el intervalo de 10 años. Adicionalmente, se observan pesos significativos en los intervalos de 1 y 5 años.

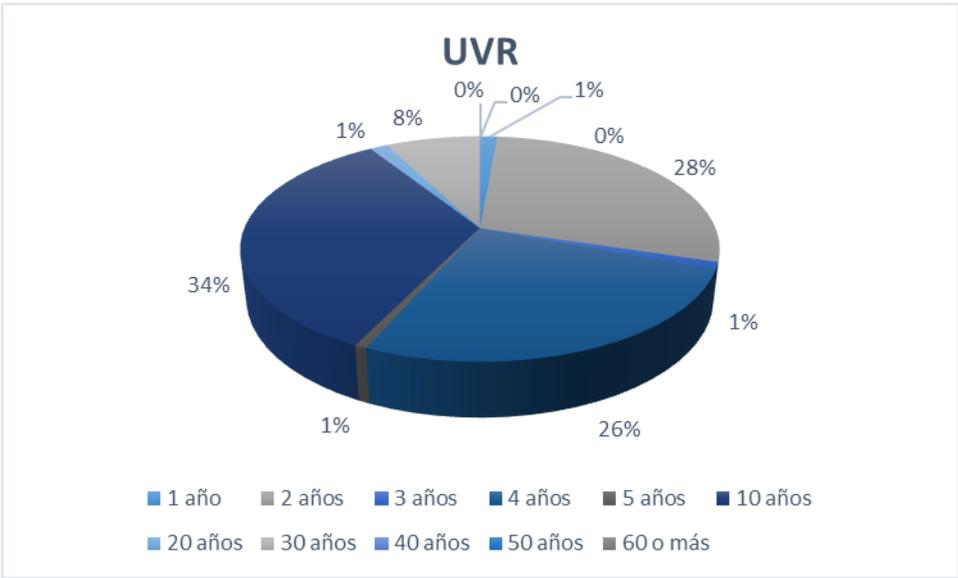


Ilustración 26. Distribución títulos de deuda UVR metodología Markowitz por volatilidad.

La ilustración 26 nos muestra que el mayor peso de esta distribución está en intervalo de los 10 años. También presenta aporte significativo en los primeros años.

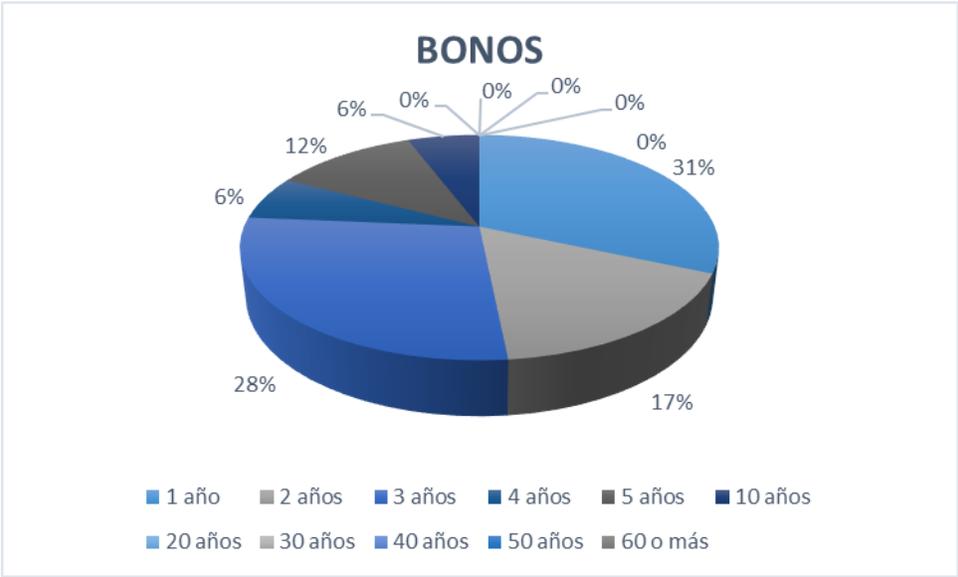


Ilustración 27. Distribución bonos ordinarios metodología Markowitz por volatilidad.

De acuerdo con la ilustración 27, el mayor peso de los bonos ordinarios seleccionados se presenta durante el primero año. Adicionalmente, para intervalos de los 2 y 3 años, el peso también resulta ser significativo para la cartera seleccionada.

Metodología Ratio de Sharpe

En total se utilizaron 116 activos distribuidos entre títulos de deuda TES, UVR, bonos ordinarios, acciones que cotizan en bolsa, índices y CDT'S (ver tabla 2).

El siguiente gráfico representa la diferencia entre activos y pasivos obtenido una vez se realizó las iteraciones del porcentaje mencionado.

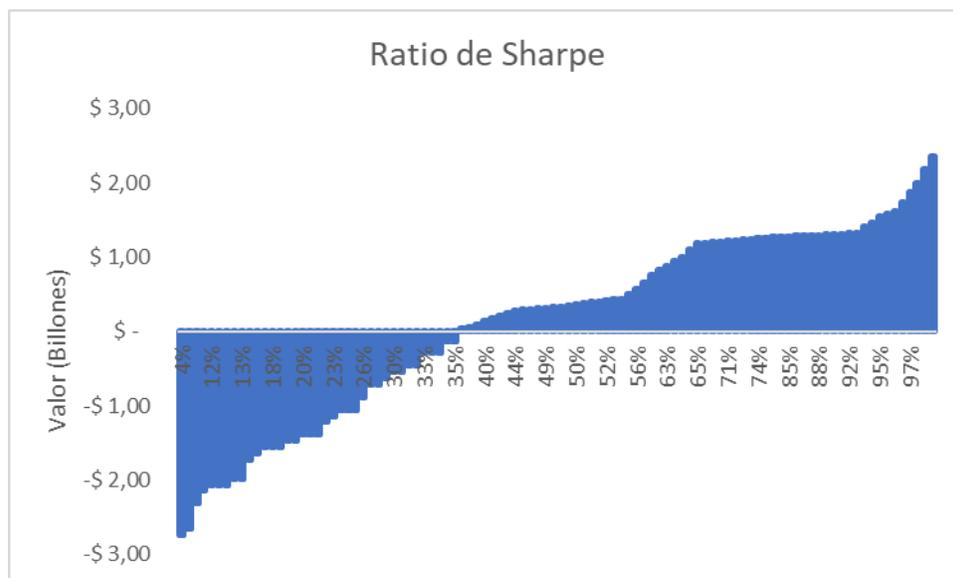


Ilustración 28. Porcentaje distribución activos metodología Ratio de Sharpe.

De acuerdo con la ilustración 28, si se invierte entre un 0% y 35% en los instrumentos títulos de deuda TES, UVR y bonos ordinarios, habrá descalce y esto generará que la compañía esté obligada a constituir la reserva.

La inversión entre un 35% y 37% (ver anexo 7) en los activos títulos de deuda TES, UVR y bonos ordinarios, el descalce se reducirá o pasará a ser calce, generando con esto que no se tenga que constituir la reserva.

Adicionalmente se observa que, la ilustración 24 muestra una tendencia ascendente de la diferencia a medida que el porcentaje aumenta. Es importante tener en cuenta que existen algunas condiciones del mercado que limitan ese porcentaje de inversión. Esas condiciones del mercado son por ejemplo la cantidad de cupones emitidos por activo, entre otros.

Total pasivo	Porcentaje	Activo	Total activo	Descalce
\$ 3.076.596.538.237,52	23,7%	TES	\$ 4.295.235.304.656,52	\$ 1.218.638.766.419,00
	23,7%	UVR		
	23,7%	BONO		
	9,7%	ACCIÓN		
	9,7%	ÍNDICE		
	9,7%	CDT		

Tabla 4. Composición portafolio inversión activos metodología Ratio de Sharpe.

De acuerdo con lo mencionado previamente, el escenario ideal se presenta al destinar un 71% de la inversión para los activos antes mencionados, pues se obtiene un calce de COP\$ 1.218 billones, lo cual significa que no habría lugar a la constitución de la reserva y se cumpliría con varias de las condiciones del mercado que limitan el porcentaje de inversión.

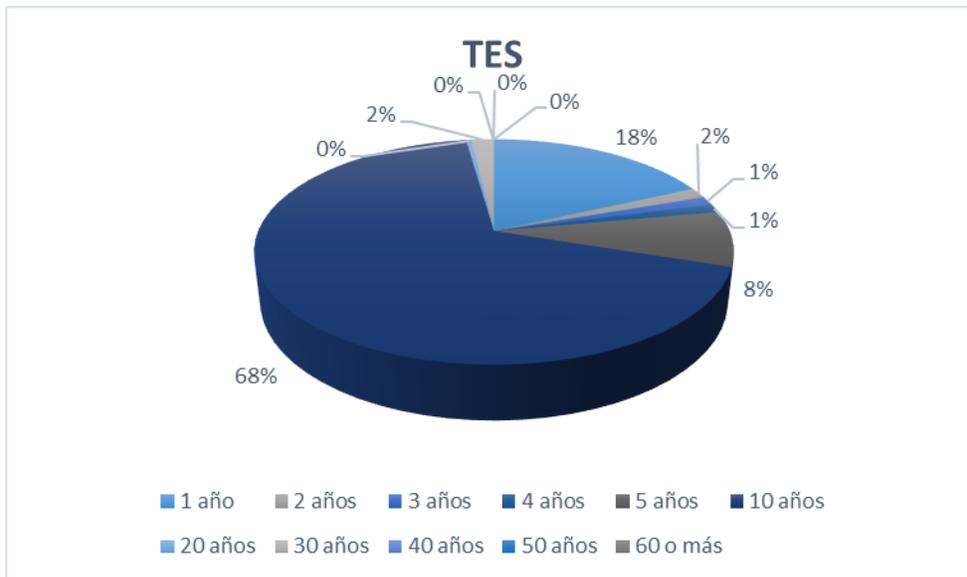


Ilustración 29. Distribución títulos de deuda TES metodología Ratio de Sharpe.

La ilustración 29 evidencia que el mayor peso de la distribución de los títulos de deuda TES se presentan en el intervalo de los 10 años. Por otra parte, el primer año también se convierte en un periodo a considerar toda vez que también aporta un peso significativo en el comportamiento del portafolio.

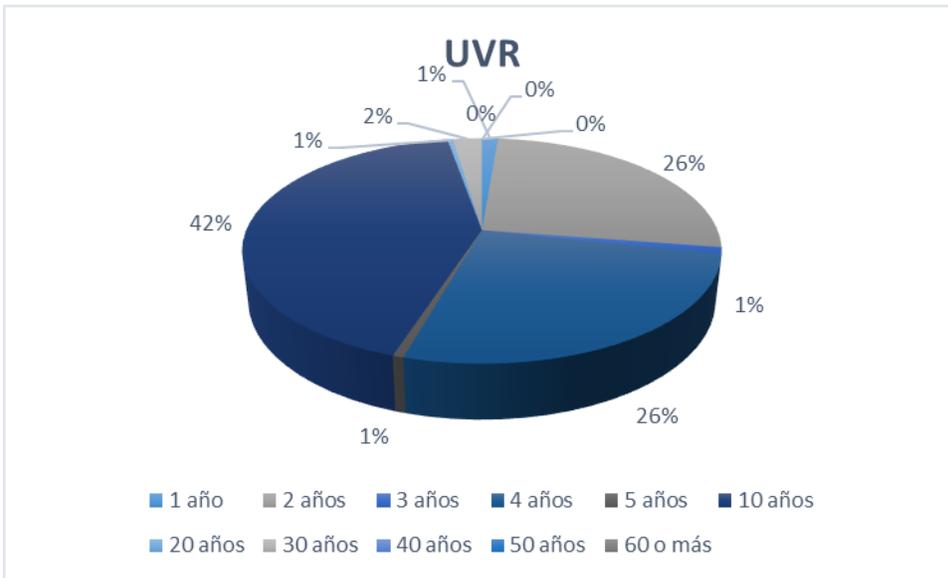


Ilustración 30. Distribución títulos de deuda UVR metodología Ratio de Sharpe.

La ilustración 30 nos indica que el mayor peso de los títulos de deuda TES seleccionados para esta metodología se presentan en el intervalo de 10 años. Adicionalmente, los intervalos de 2 y 4 años también están aportando más del 80% de peso de este activo.

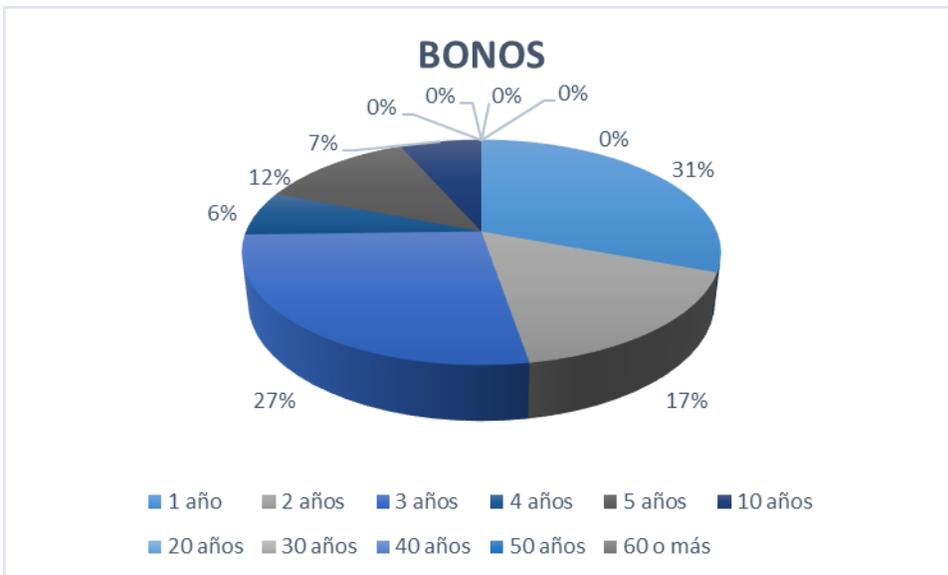


Ilustración 31. Distribución bonos ordinarios metodología Ratio de Sharpe.

La ilustración 31 nos detalla en donde se encuentra el mayor peso de los bonos ordinarios seleccionados para esta metodología. El intervalo del primero año contiene el mayor peso de los activos seleccionados, aunque para los respectivos intervalos de 1 y 3 años, el peso es considerable.

Inmunización por duración

En total se utilizaron 116 activos distribuidos entre títulos de deuda TES, UVR, bonos ordinarios, acciones que cotizan en bolsa, índices y CDT'S (ver tabla 2).

El siguiente gráfico representa el comportamiento del descalce entre activos y pasivos a medida que cambia el valor del porcentaje destinado a la inversión en títulos de deuda TES, UVR y bonos ordinarios.

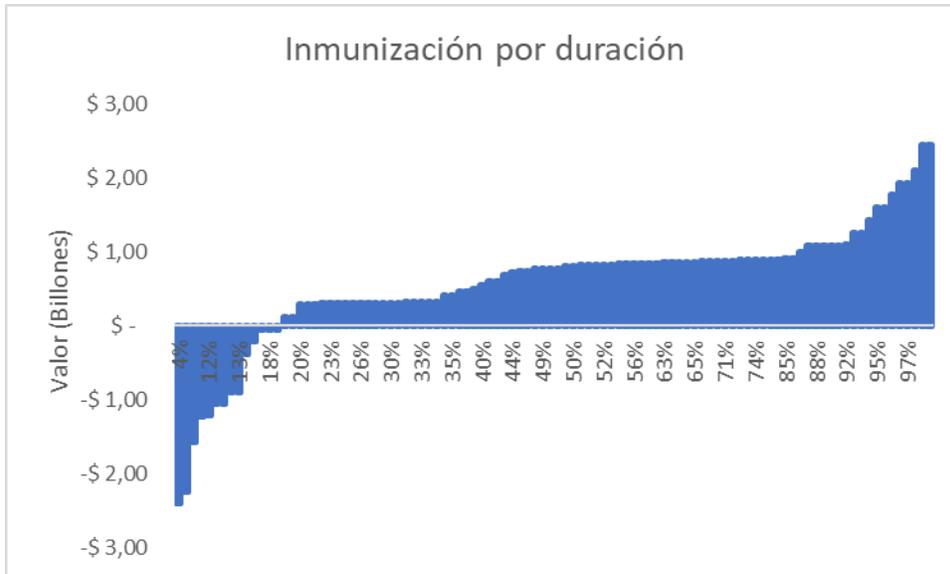


Ilustración 32. Porcentaje distribución activos metodología inmunización por duración.

De acuerdo a la ilustración 32, se observa que si se invierte entre un 0% y 18% en los instrumentos títulos de deuda TES, UVR y bonos ordinarios, se va a presentar descalce y por ende será necesario constituir la reserva.

Como el objetivo de este estudio es intentar disminuir el descalce, de acuerdo con el Anexo 8, entre un 18% y 19% destinado a la inversión en los activos títulos de deuda TES, UVR y bonos ordinarios, el descalce se reducirá generando con esto que no se tenga que constituir la reserva.

Adicionalmente, se observa que la gráfica muestra una tendencia ascendente, sin embargo, presenta algunos picos con descalces. Esto se debe al comportamiento de los activos seleccionados para esta metodología.

Total pasivo	Porcentaje	Activo	Total activo	Descalce
\$ 3.076.596.538.237,52	20,0%	TES	\$ 3.920.114.791.763,52	\$ 843.518.253.526,00
	20,0%	UVR		
	20,0%	BONO		
	13,3%	ACCIÓN		
	13,3%	ÍNDICE		
	13,3%	CDT		

Tabla 5. Composición portafolio inversión activos metodología inmunización por duración.

De acuerdo con lo mencionado previamente, el escenario ideal se presenta al destinar un 60% de la inversión para los activos antes mencionados, pues se obtiene un calce de COP\$ 0.843 billones, lo cual significa que no habría lugar a la constitución de la reserva y se cumpliría con varias de las condiciones del mercado que limitan el porcentaje de inversión.

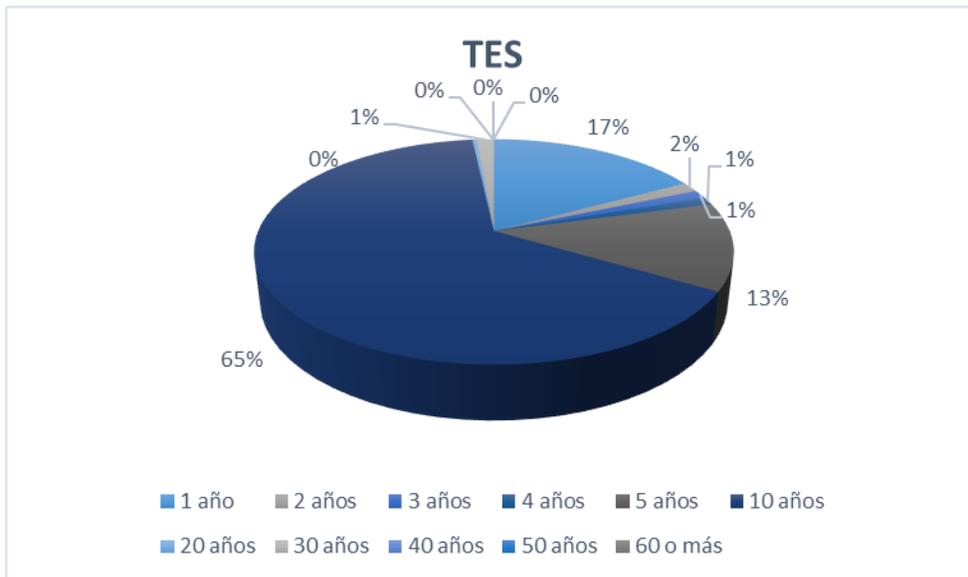


Ilustración 33. Distribución títulos de deuda TES metodología inmunización por duración.

La ilustración 33 nos muestra que el mayor peso de los activos seleccionados para esta metodología se encuentra en el intervalo del año 10. Adicionalmente, otros pesos significativos son los presentados en los años 1 y 5 respectivamente.

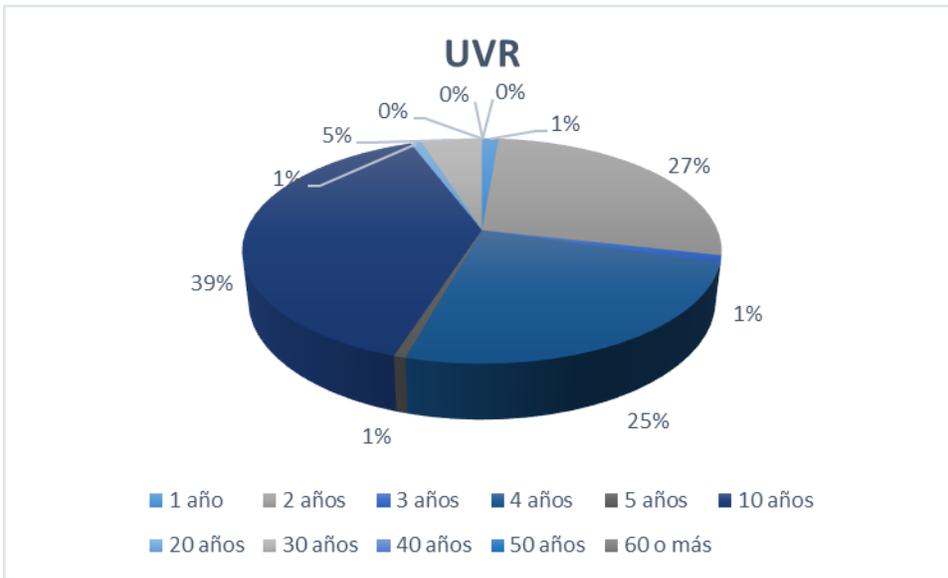


Ilustración 34. Distribución títulos de deuda UVR metodología inmunización por duración.

La ilustración 34 refleja que la mayoría de los pesos significativos para los títulos de deuda UVR seleccionados para esta metodología se encuentran en los intervalos de 2, 4 y 10 años.

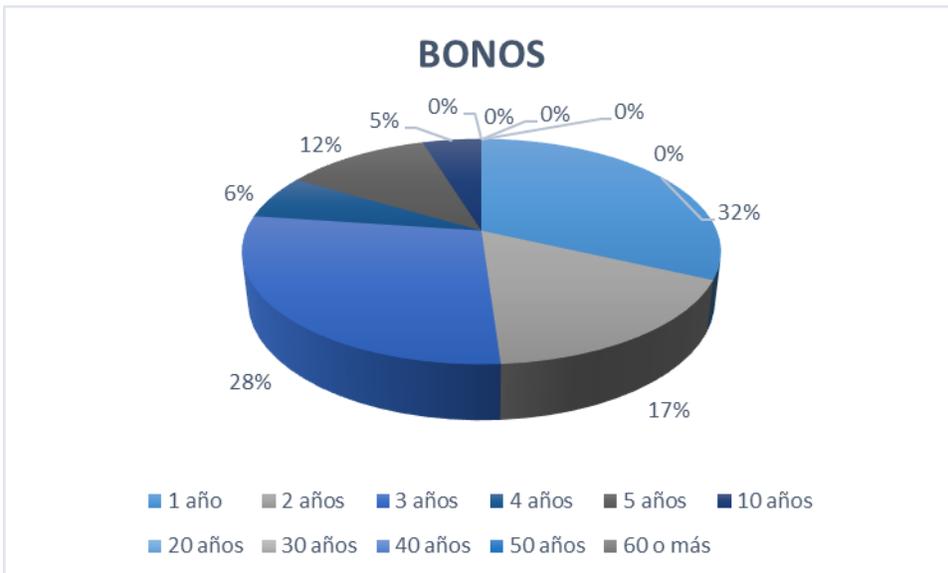


Ilustración 35. Distribución bonos ordinarios metodología inmunización por duración.

La ilustración 35 nos muestra que el mayor peso de los bonos ordinarios seleccionados, se encuentran en el primer año. Adicionalmente, para los años 2 y 3 también hay un alto porcentaje que influye en el comportamiento de la cartera para esos intervalos de tiempo.

Inmunización por duración modificada

En total se utilizaron 116 activos distribuidos entre títulos de deuda TES, UVR, bonos ordinarios, acciones que cotizan en bolsa, índices y CDT'S (ver tabla 2).

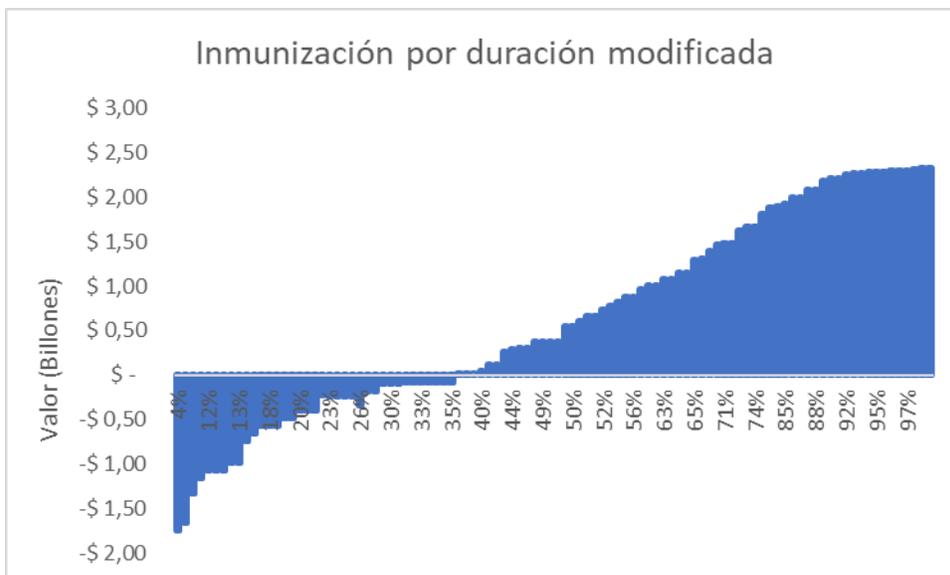


Ilustración 36. Porcentaje distribución activos metodología inmunización por duración modificada.

De acuerdo a la ilustración 36, se observa que si se toma la decisión de invertir entre un 0% y 35% en los instrumentos títulos de deuda TES, UVR y bonos ordinarios, se va a presentar descalce, lo cual generará la obligación de constituir la reserva.

Como el objetivo de este estudio es intentar disminuir el descalce, de acuerdo con el Anexo 9, entre un 35% y 37% destinado a la inversión en los activos títulos de deuda TES, UVR y bonos ordinarios, el descalce se reducirá generando con esto que no se tenga que constituir la reserva.

Adicionalmente, se observa que la gráfica muestra una tendencia ascendente en donde si el porcentaje crece, directamente aumenta el valor de calce. Es importante tener en cuenta que existen algunas condiciones del mercado que limitan ese porcentaje de inversión. Esas condiciones del mercado son por ejemplo la cantidad de cupones emitidos por activo, entre otros.

Total pasivo	Porcentaje	Activo	Total activo	Descalce
\$ 3.076.596.538.237,52	23,7%	TES	\$ 4.555.354.883.834,13	\$ 1.478.758.345.596,61
	23,7%	UVR		
	23,7%	BONO		
	9,7%	ACCIÓN		
	9,7%	ÍNDICE		
	9,7%	CDT		

Tabla 6. Composición portafolio inversión activos metodología inmunización por duración modificada.

De acuerdo con lo mencionado previamente, el escenario ideal se presenta al destinar un 69.5% de la inversión para los activos antes mencionados, pues se obtiene un calce de COP\$ 2.76 billones, lo cual significa que no habría lugar a la constitución de la reserva y se cumpliría con varias de las condiciones del mercado que limitan el porcentaje de inversión.

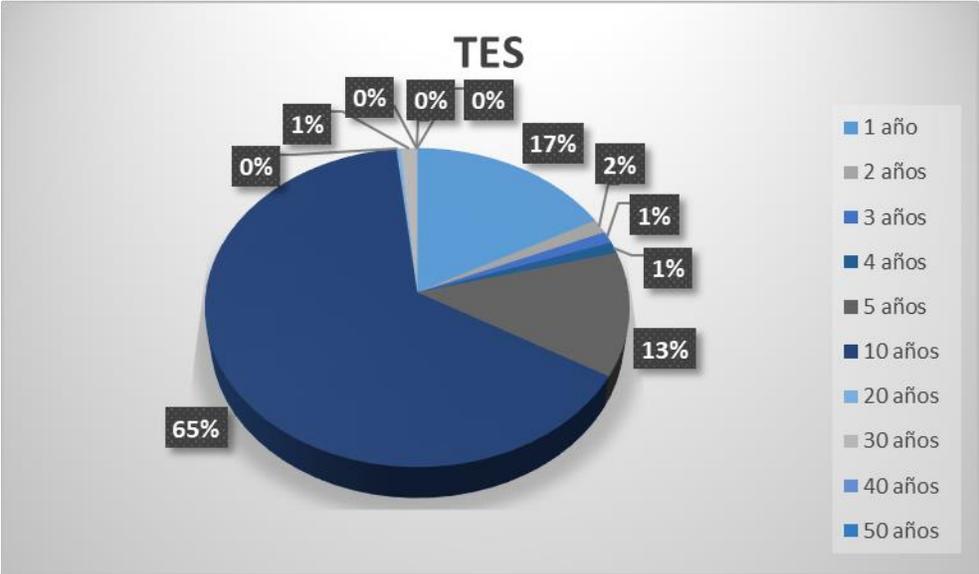


Ilustración 37. Distribución títulos de deuda TES metodología inmunización por duración modificada.

La ilustración 37 refleja el peso de los activos seleccionados para esta metodología, presentando la mayor influencia en el intervalo de los 10 años. Adicionalmente, los años 1 y 5 también son significativos para analizar el comportamiento de la cartera en los intervalos de tiempo.

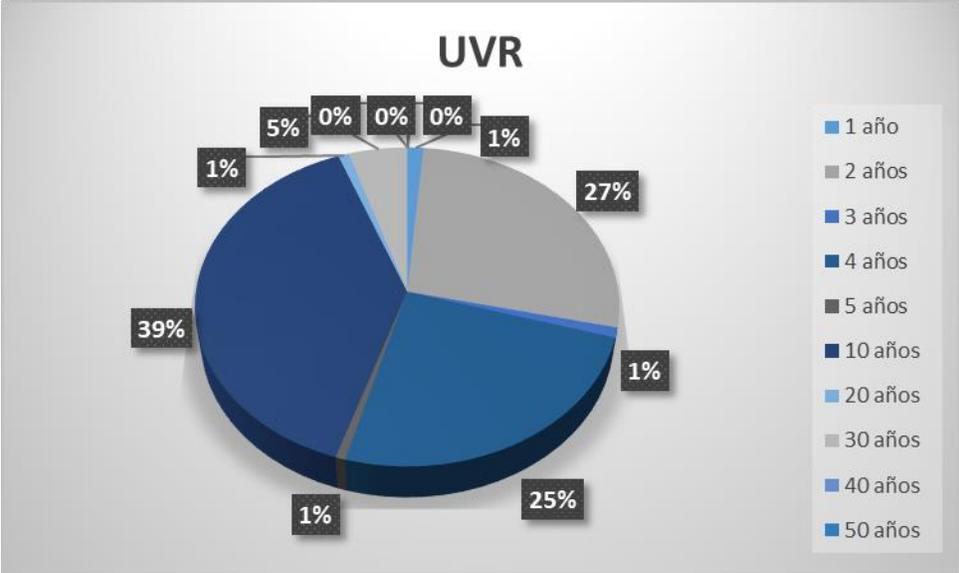


Ilustración 38. Distribución títulos de deuda UVR metodología inmunización por duración modificada.

La ilustración 38 indica que el mayor peso de los títulos de deuda UVR seleccionados se encuentran en el intervalo de tiempo de 10 años. Seguido de esto, los intervalos de 2 y 4 años también presentan pesos significativos.

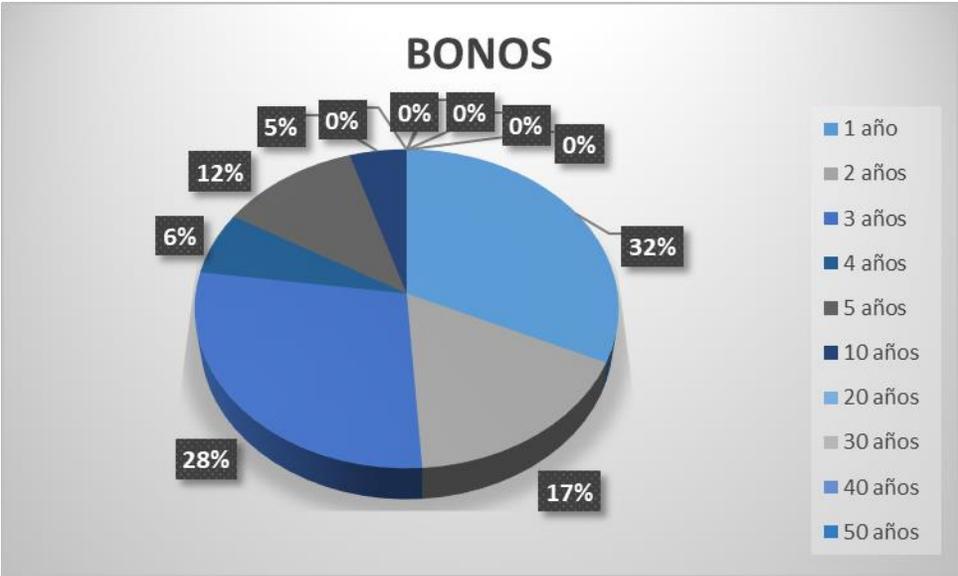


Ilustración 39. Distribución bonos ordinarios metodología inmunización por duración modificada.

La ilustración 39 refleja que la mayor concentración de los bonos ordinarios respecto a su peso se encuentra en los intervalos 1, 2 y 3 respectivamente. Esto nos muestra que, durante los primeros años, los bonos ordinarios seleccionados van a aportar el mayor peso a la cartera de activos.

Reserva por insuficiencia de activos (RIA)

Para determinar la RIA se utilizó la diferencia entre activos y pasivos, por lo tanto, si este valor es negativo se debe interpretar como que se presenta un descalce y si es positivo se presenta un calce. Para este estudio, se calculó la RIA para todas las metodologías implementadas.

Metodología Superintendencia Financiera de Colombia

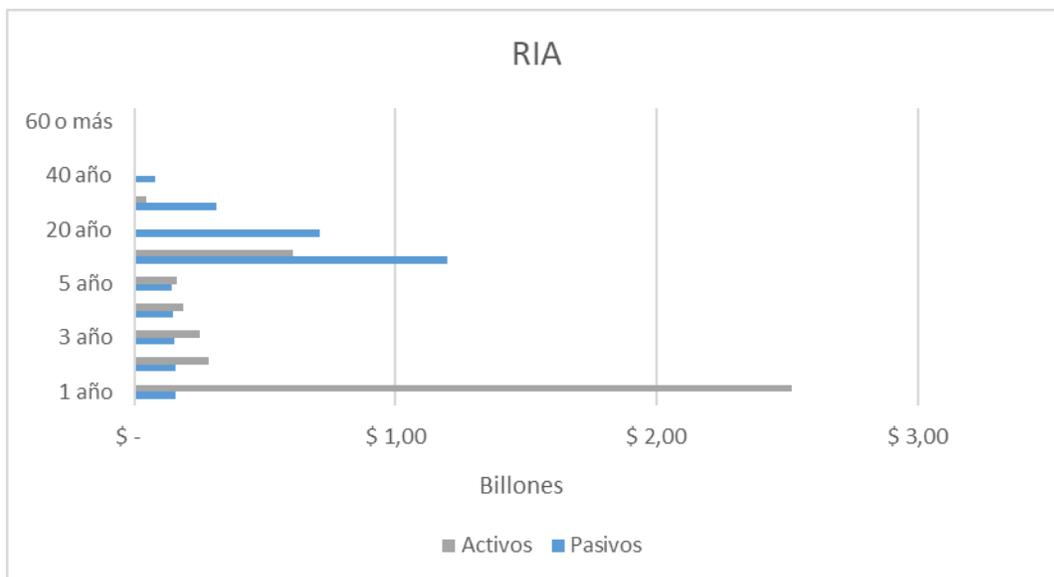


Ilustración 40. Cálculo RIA metodología Superintendencia Financiera de Colombia.

Como se observa en la ilustración anterior, en el primer año de flujo es más amplio el valor de los activos que de los pasivos, pero a medida que pasa el tiempo, esta diferencia empieza a disminuir considerablemente. A partir de los 10 años, el anterior análisis se invierte por el parámetro de duración, encontrando que el valor de los pasivos a largo plazo empieza a ser mayor que el de los activos. Adicionalmente, en el primero año se observa que el valor del activo está entre los 2.5 y 3 billones. El valor de los activos es mayor y principalmente se debe a que los flujos de los activos acciones, índices y CDT's están a un año, por lo tanto, le aportan considerablemente a este acumulado. Otro factor por considerar es el intervalo de 10 años, pues es un acumulado de 5 años motivo por el cual en el gráfico se presenta un salto en la tendencia que se muestra para ese intervalo.

ACTIVOS	TOTAL	1 año	2 año	3 año	4 año	5 año	10 año	20 año	30 año	40 año	50 año	60 o más
TES	\$ 0,50	\$ 0,07	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,06	\$ 0,34	\$ 0,00	\$ 0,01	\$ -	\$ -	\$ -
UVR	\$ 0,54	\$ 0,01	\$ 0,13	\$ 0,01	\$ 0,13	\$ 0,00	\$ 0,22	\$ 0,01	\$ 0,03	\$ -	\$ -	\$ -
BONO	\$ 0,88	\$ 0,27	\$ 0,14	\$ 0,24	\$ 0,05	\$ 0,10	\$ 0,04	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACCIÓN	\$ 0,09	\$ 0,10	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ÍNDICE	\$ 0,35	\$ 0,35	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
CDT	\$ 1,73	\$ 1,73	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Tabla 7. Distribución activos cálculo RIA metodología Superintendencia Financiera de Colombia en billones.

De acuerdo con la tabla 7, en la cual se detallan los flujos de los activos a lo largo del tiempo, se observa que el mayor peso se encuentra en los primeros años, información que se relaciona con la ilustración 33. A largo plazo, es decir, a partir de los 10 años el aporte de todos los activos es muy mínimo respecto de los valores obtenidos para los primeros años.

Por otro lado, se observa que el mayor peso lo tiene los CDT's, pero vale la pena resaltar que el flujo corresponde únicamente a un año.

Metodología Markowitz por retorno

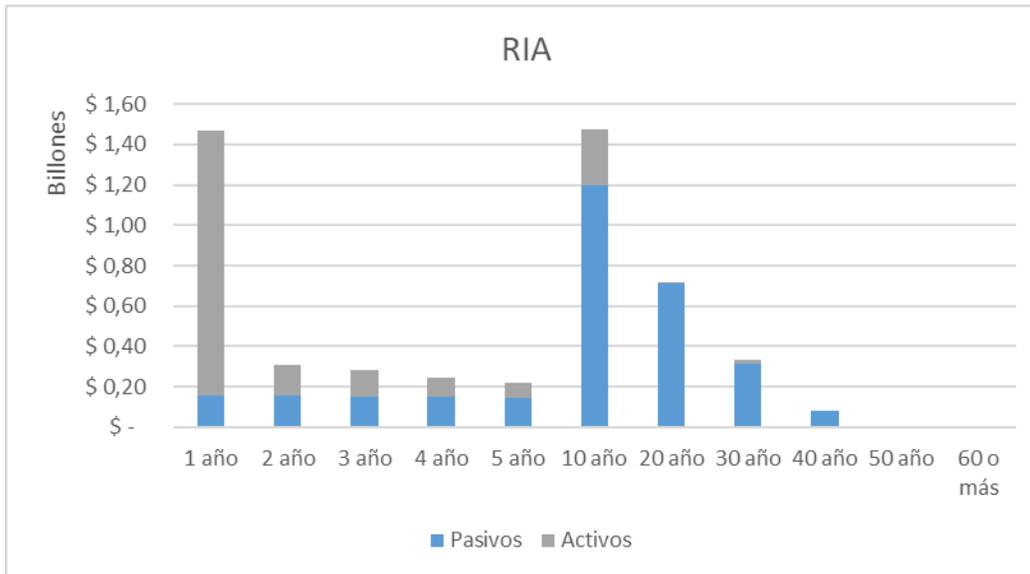


Ilustración 41. Cálculo RIA metodología Markowitz por retorno.

La ilustración anterior muestra el comportamiento de la RIA a lo largo del tiempo de acuerdo con la metodología de Markowitz por retorno. Al igual que el método de la SFC, en el primero año se presenta un valor del activo mayor que el del pasivo, pero esta situación se invierte desde el tercer año en adelante. También se puede observar que, en el décimo año el valor del pasivo incrementa considerablemente, pero de acuerdo a la escala que refleja el gráfico, corresponde al acumulado desde el año 6 hasta el año 10. Otro dato que se evidencia es que desde el año 20 en adelante, el flujo del pasivo es notable, mientras que el de los activos es casi que nulo.

ACTIVOS	TOTAL	1 año	2 año	3 año	4 año	5 año	10 año	20 año	30 año	40 año	50 año	60 o más
TES	\$ 0,19	\$ 0,01	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,03	\$ 0,13	\$ 0,00	\$ 0,01	\$ -	\$ -	\$ -
UVR	\$ 0,26	\$ 0,00	\$ 0,07	\$ 0,00	\$ 0,06	\$ 0,00	\$ 0,10	\$ 0,00	\$ 0,01	\$ -	\$ -	\$ -
BONO	\$ 0,48	\$ 0,14	\$ 0,08	\$ 0,12	\$ 0,03	\$ 0,04	\$ 0,04	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACCIÓN	\$ 1,05	\$ 1,09	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ÍNDICE	\$ 1,43	\$ 1,43	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
CDT	\$ 0,35	\$ 0,35	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Tabla 8. Distribución activos cálculo RIA metodología Markowitz por retorno en billones.

Para esta metodología, se observa de acuerdo con la distribución de los activos reflejada en la tabla 8, que el mayor peso lo ejercen las acciones y los índices seleccionados para este portafolio. El comportamiento de los activos presenta un valor significativo en los primeros años comparado

con el pasivo, aportando la mayor parte del peso a la reserva, pero desde el décimo año en adelante disminuye considerablemente presentando muy poco peso.

Metodología Markowitz por volatilidad

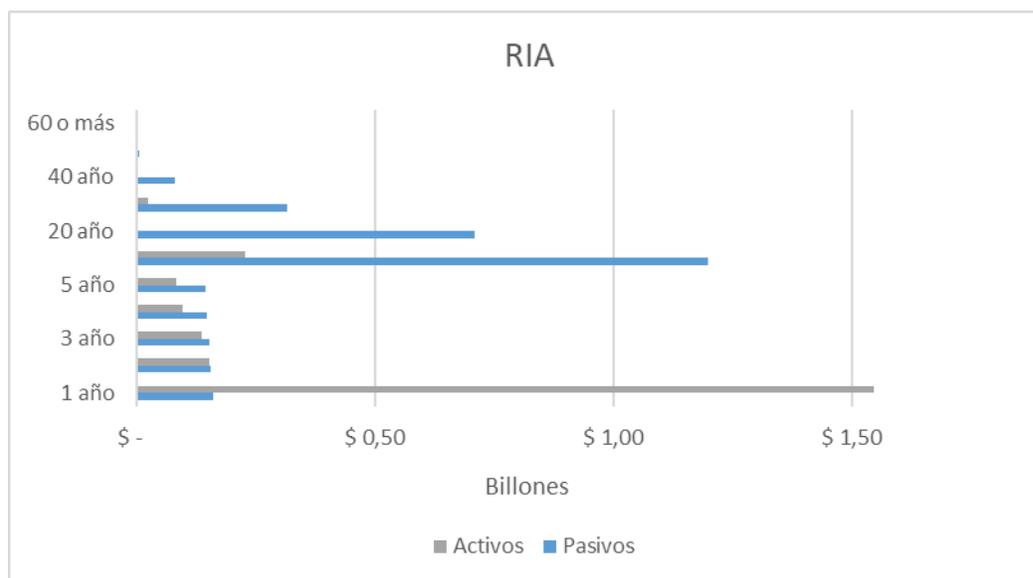


Ilustración 42. Cálculo RIA metodología Markowitz por volatilidad.

Para esta metodología se observa que el valor de los activos es considerablemente mayor para el primer año. El valor de los activos se encuentra entre 1.6 y 1.8 billones respectivamente, comparado con el valor de los pasivos que se encuentra entre 0 y 0.2 billones. Este comportamiento se invierte a partir del cuarto año en adelante. El valor máximo del activo en el primer año para esta metodología es considerablemente menor al obtenido para la metodología de la SFC. El comportamiento de la reserva a lo largo del tiempo presenta similitud con los resultados obtenidos en las otras metodologías, pero los valores en cada intervalo sí presentan diferencias considerables.

ACTIVOS	TOTAL	1 año	2 año	3 año	4 año	5 año	10 año	20 año	30 año	40 año	50 año	60 o más
TES	\$ 0,19	\$ 0,04	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,03	\$ 0,11	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ -	\$ -	\$ -
UVR	\$ 0,25	\$ 0,00	\$ 0,07	\$ 0,00	\$ 0,07	\$ 0,00	\$ 0,09	\$ 0,00	\$ 0,02	\$ -	\$ -	\$ -
BONO	\$ 0,49	\$ 0,15	\$ 0,08	\$ 0,13	\$ 0,03	\$ 0,05	\$ 0,03	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACCIÓN	\$ 0,15	\$ 0,15	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ÍNDICE	\$ 0,32	\$ 0,32	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
CDT	\$ 0,35	\$ 0,35	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Tabla 9. Distribución activos cálculo RIA metodología Markowitz por volatilidad en billones.

Para esta distribución de activos (tabla 9), el peso de cada instrumento es menor a los obtenidos en las demás metodologías ya evaluadas. Para esta metodología el peso que más aporta al

comportamiento de la reserva es el de los bonos, cuyos flujos van hasta el año 10. Al igual que las demás metodologías, los activos aportan considerablemente en los primeros años, para a partir del año 10 presentar un aporte mucho menor.

Metodología Ratio de Sharpe

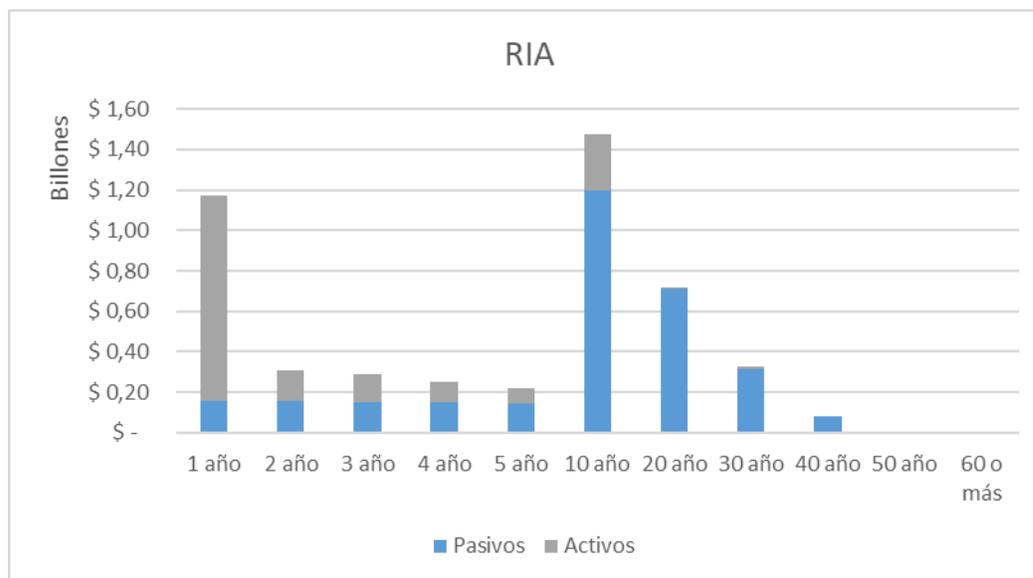


Ilustración 43. Cálculo RIA metodología Ratio de Sharpe.

En la ilustración 43 se observa el comportamiento de la reserva para la metodología de Radio de Sharpe. En el primer año se observa que el valor de los activos oscila entre el 1.0 y 1.2 billones mientras que el valor de los pasivos está entre 0 y 0.2 billones. Lo anterior se debe al aporte que le hacen las acciones, los índices y CDT's. Es importante resaltar que los anteriores activos financieros están con flujos a un año, por eso el comportamiento de la reserva en el primer año de los flujos.

Para los demás años se observa que, a partir del año 4 la relación entre activos y pasivos se invierte, presentándose que los pasivos empiezan a ser mayores que los activos y esto se debe a la duración de los activos y los pasivos seleccionados.

ACTIVOS	TOTAL	1 año	2 año	3 año	4 año	5 año	10 año	20 año	30 año	40 año	50 año	60 o más
TES	\$ 0,19	\$ 0,04	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,02	\$ 0,13	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ -	\$ -	\$ -
UVR	\$ 0,27	\$ 0,00	\$ 0,07	\$ 0,00	\$ 0,07	\$ 0,00	\$ 0,11	\$ 0,00	\$ 0,01	\$ -	\$ -	\$ -
BONO	\$ 0,50	\$ 0,15	\$ 0,08	\$ 0,13	\$ 0,03	\$ 0,06	\$ 0,03	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACCIÓN	\$ 0,14	\$ 0,15	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ÍNDICE	\$ 0,31	\$ 0,31	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
CDT	\$ 0,34	\$ 0,34	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Tabla 10. Distribución activos cálculo RIA metodología Ratio de Sharpe en billones.

La distribución de los activos para la metodología de Ratio de Sharpe, tiene su mayor peso en los bonos ordinarios. Es importante mencionar que, la duración de los bonos ordinarios seleccionados va hasta los 10 años. Se observa que el peso de la cartera de activos tiene su mayor distribución en los primeros años, en los últimos años este peso se reduce considerablemente toda vez que la duración de los pasivos es de largo plazo respecto de la de los activos.

Metodología inmunización por duración



Ilustración 44. Cálculo RIA metodología inmunización por duración.

La anterior ilustración, nos muestra el comportamiento de la RIA para la metodología de inmunización por duración. Se observa que el valor de los activos para el primer año se encuentra entre los 2.0 y 2.5 billones, mientras que, el valor de los pasivos se encuentra entre los 0 y 0.5 billones. Este comportamiento es similar a los obtenidos en las anteriores metodologías evaluadas, pero presenta diferencias en los valores. La situación se invierte desde el año 10 de acuerdo con la ilustración, aunque esta situación se analizará más a fondo con la tabla 16.

ACTIVOS	TOTAL	1 año	2 año	3 año	4 año	5 año	10 año	20 año	30 año	40 año	50 año	60 o más
TES	\$ 0,35	\$ 0,06	\$ 0,01	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,04	\$ 0,23	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ -	\$ -	\$ -
UVR	\$ 0,45	\$ 0,01	\$ 0,12	\$ 0,00	\$ 0,11	\$ 0,00	\$ 0,18	\$ 0,00	\$ 0,02	\$ -	\$ -	\$ -
BONO	\$ 0,83	\$ 0,25	\$ 0,13	\$ 0,22	\$ 0,05	\$ 0,09	\$ 0,04	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACCIÓN	\$ 0,08	\$ 0,09	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ÍNDICE	\$ 0,15	\$ 0,15	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
CDT	\$ 0,60	\$ 0,60	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Tabla 11. Distribución activos cálculo RIA metodología inmunización por duración en billones.

El comportamiento de los activos en la reserva presenta su mayor peso para los bonos ordinarios y los CDT's. Se observa que, a partir del año 10 el aporte de los activos financieros es poco respecto de los flujos de los pasivos. Otro indicador notable es que el índice está aportando muy poco peso a la cartera y eso determinó la distribución de la cartera a lo largo del tiempo.

Metodología inmunización por duración modificada

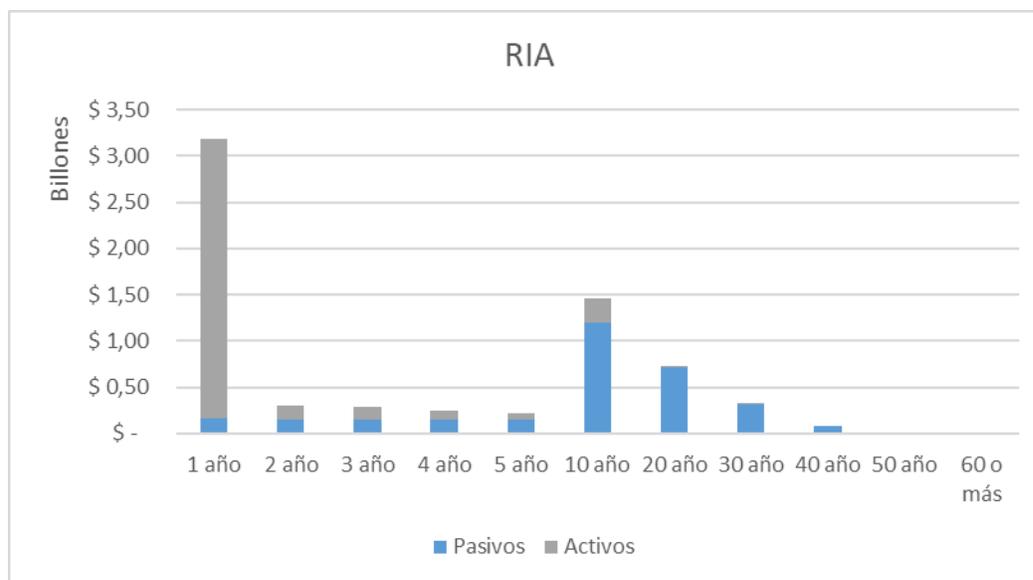


Ilustración 45. Cálculo RIA metodología inmunización por duración modificada.

La ilustración 45 nos muestra la reserva obtenida para la metodología de inmunización por duración modificada. Se observa que el valor de los activos oscila entre 3.0 y 3.5 billones, siendo este el valor más alto obtenido de las metodologías evaluadas. El valor de los pasivos se encuentra entre 0 y 0.5 billones. A partir del año 5 el valor de los pasivos incrementa considerablemente respecto del valor de los activos, y así se comporta la cartera seleccionada a partir del año 5 en adelante.

ACTIVOS	TOTAL	1 año	2 año	3 año	4 año	5 año	10 año	20 año	30 año	40 año	50 año	60 o más
TES	\$ 0,21	\$ 0,04	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,03	\$ 0,13	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ -	\$ -	\$ -
UVR	\$ 0,26	\$ 0,00	\$ 0,07	\$ 0,00	\$ 0,06	\$ 0,00	\$ 0,10	\$ 0,00	\$ 0,01	\$ -	\$ -	\$ -
BONO	\$ 0,48	\$ 0,15	\$ 0,08	\$ 0,13	\$ 0,03	\$ 0,05	\$ 0,02	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACCIÓN	\$ 0,14	\$ 0,15	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ÍNDICE	\$ 0,31	\$ 0,31	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
CDT	\$ 0,34	\$ 0,34	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Tabla 12. Distribución activos cálculo RIA metodología inmunización por duración modificada en billones.

En esta metodología se observa que el mayor peso lo tiene los bonos, aunque también le aportan un gran peso los índices y los CDT's. Para el primero año el activo que más aporta a la cartera son los CDT's. A partir del año 10 el valor de los activos se reducen considerablemente.

Selección de la metodología más adecuada para reducir el descalce

Para determinar la metodología más adecuada para reducir el descalce presentado entre activos y pasivos, se tuvo en cuenta el porcentaje límite en el cual el descalce se reduce a cero o pasa a ser calce para cada una de las metodologías. Adicionalmente, se analizó el retorno y el riesgo del portafolio para tomar esa decisión.

Por otro lado, se tuvo en cuenta el riesgo del portafolio el cual se define como la afectación que se pueda presentar en el portafolio seleccionado debido a las variaciones que puedan tener las tasas de interés y el mercado.

<i>Metodología</i>	<i>Límite*</i>	<i>Rentabilidad portafolio</i>	<i>Riesgo portafolio</i>
Inmunización por duración	19%	4,72%	1,77%
Inmunización por duración modificada	35%	4,16%	0,44%
Superintendencia Financiera de Colombia	37%	3,91%	0,60%
Markowitz por volatilidad	37%	1,73%	1,25%
Markowitz por retorno	37%	1,00%	1,22%
Ratio de Sharpe	38%	3,93%	1,50%
<i>* hasta que el descalce se reduce a cero o pasa a ser calce</i>			

Tabla 13. Análisis de las metodologías.

Se observa que la metodología que mejor se comporta dados los parámetros para la selección es la de inmunización por duración, pues el porcentaje en el cual el descalce llega a cero o se convierte en calce es el menor (18%) y su rentabilidad es la mayor de las comparadas (4.72%). Existe un riesgo significativo de inversión (1.76%), pero como el objetivo de este estudio es determinar el método de reducir el descalce, prima el porcentaje de reducción y la rentabilidad del portafolio.

Como segunda medida aparece la inmunización por duración modificada. Se observa que el porcentaje en el cual el descalce se reduce a cero o pasa a ser calce es del 35%, mucho mayor que el 18% de la inmunización por duración. Adicionalmente, tiene una de las mayores rentabilidades y el menor riesgo de la tabla. La metodología de inmunización por duración modificada presenta buenos indicadores por ende también sería una buena opción en temas de rentabilidad y riesgo, pero el porcentaje de reducción del descalce es mucho mayor.

La composición de la cartera optima cuando el porcentaje de reducción hace que el descalce sea cero o se vuelva calce es:

Activos	Porcentaje	Duración (años)
TFIT08031127	7,15%	5,66
TFIT08261125	7,15%	5,66
TFIT10040522	0,43%	0,34
TFIT10260331	10,87%	8,60
TFIT15260826	5,73%	4,54
TFIT16180930	10,40%	8,22
TFIT16181034	14,60%	11,55
TFIT16240724	1,32%	1,05
TFIT16280428	7,66%	6,06
TFIT16300632	12,25%	9,69
TFIT31261050	22,42%	17,74
TUVT11070525	8,00%	3,29
TUVT11170327	12,29%	5,04
TUVT17230223	2,77%	1,14
TUVT20040435	29,28%	12,02
TUVT32160649	47,66%	19,56
BBCB02109D15	6,05%	0,03
BBCX09129B12	1,18%	0,01
BBCX1218C024	2,26%	0,01
BBOC01129B10	1,04%	0,00
BBOC01129B15	7,20%	0,03
BBOC1069B144	8,42%	0,04
BBOC1209B072	6,86%	0,03
BBPO2179C005	1,21%	0,01
BBPO419SB060	3,07%	0,01
BBPO7215B003	3,89%	0,02
BBPO82228D002	3,17%	0,01
BBPO8225B003	4,07%	0,02
BBPO8228D002	3,17%	0,01
BDVI1139C12	1,88%	0,01
BDVI1218B036	4,02%	0,02
BDVI1215F060	5,83%	0,03
BDVI9205F084	6,28%	0,03
BEEP219SA003	0,54%	0,00
BGAA119SC05	3,99%	0,02
BISG521SA005	5,56%	0,03
BITU619SA036	0,67%	0,00
BSFDT1199A05	3,98%	0,02
BSOG1139A20	11,89%	0,05
BVFAN0228D24	3,09%	0,01
BVWVB119SA003	0,70%	0,00
BBVACOL	3,45%	NA
BCOLOMBIA	3,45%	NA
BOGOTA	3,45%	NA
BVC	3,45%	NA
CELSIA	3,45%	NA
CEMARGOS	3,45%	NA
CLH	3,45%	NA
CNEC	3,45%	NA
CONCONCRET	3,45%	NA
ECOPETROL	3,45%	NA
ENKA	3,45%	NA
ETB	3,45%	NA
FABRICATO	3,45%	NA
GRUPOARGOS	3,45%	NA
GRUPOAVAL	3,45%	NA
GRUPOSURA	3,45%	NA
ICOLCAP	3,45%	NA

ISA	3,45%	NA
MINEROS	3,45%	NA
NUTRESA	3,45%	NA
PFAVAL	3,45%	NA
PFBCOLOM	3,45%	NA
PFCEMARGOS	3,45%	NA
PFCORFICOL	3,45%	NA
PFDVVNDA	3,45%	NA
PFGRUPOARG	3,45%	NA
PFGRUPSURA	3,45%	NA
PROMIGAS	3,45%	NA
VILLAS	3,45%	NA
COLEQTY	11,11%	NA
COLSC	11,11%	NA
COLIR	11,11%	NA
MSCI COLCAP	11,11%	NA
COLIBR	11,11%	NA
COLTES CP	11,11%	NA
COLTES	11,11%	NA
COLTES LP	11,11%	NA
COLTES UVR	11,11%	NA
CREDIFAMILIA	2,70%	1,00
BANCO SERFINANZA S.A.	2,70%	1,00
BANCO FALABELLA S.A.	2,70%	0,50
BANCO SANTANDER	2,70%	0,25
BANCO PICHINCHA S.A.	2,70%	0,50
BANCAMÍA S.A.	2,70%	1,00
BANCO DE OCCIDENTE	2,70%	0,50
GIROS & FINANZAS C.F.	2,70%	1,00
MIBANCO S.A.	2,70%	0,50
CREZCAMOS	2,70%	1,00
BANCO W S.A.	2,70%	1,00
ITAÚ	2,70%	1,00
BANCO CORPBANCA	2,70%	1,00
BANCO MUNDO MUJER S.A.	2,70%	0,50
BANCO DAVIVIENDA	2,70%	1,00
IRIS CF	2,70%	1,00
BANCOOMEVA	2,70%	1,00
BANCO GNB SUDAMERIS	2,70%	0,50
FINANDINA BIC	2,70%	1,00
BANCO CREDIFINANCIERA S.A.	2,70%	0,50
COTRAFA FINANCIERA	2,70%	1,00
COLTEFINANCIERA	2,70%	1,00
BANCO POPULAR	2,70%	0,50
SCOTIABANK COLPATRIA	2,70%	1,00
BBVA COLOMBIA	2,70%	1,00
COOPCENTRAL	2,70%	1,00
FINANCIERA JURISCOOP C.F.	2,70%	1,00
COOFINEP C.F.	2,70%	1,00
BANCO BOGOTA	2,70%	1,00
COOPERATIVA FINANCIERA DE ANTIOQUIA	2,70%	1,00
CONFIAR COOPERATIVA FINANCIERA	2,70%	1,00
AV VILLAS	2,70%	1,00
JFK COOPERATIVA FINANCIERA	2,70%	1,00
BANCOLOMBIA	2,70%	1,00
BANCO CAJA SOCIAL	2,70%	1,00
BANAGRARIO	2,70%	1,00
LA HIPOTECARIA	2,70%	0,25

Tabla 14. Composición cartera inmunización por duración.

La distribución por tipo de instrumento quedó de la siguiente manera:

- Títulos de deuda TES: 6%.
- Títulos de deuda UVR: 6%.
- Bonos ordinarios: 6%.
- Acciones: 27.3%
- Índices: 27.3%
- CDT's: 27.3%.

De acuerdo con la distribución antes mencionada, los instrumentos financieros (acciones, índices y CDT's) aportan el mayor peso de la cartera.

Los pesos de los tres instrumentos iniciales de la distribución mencionada corresponden al 18% del porcentaje de reducción, por lo tanto, a medida que aumente este valor, el descalce disminuirá y se empezará a presentar calce.

Es muy importante analizar la metodología que implementan la mayoría de las empresas en el mercado colombiano, la establecida por la Superintendencia Financiera de Colombia. Se observa que tiene el segundo menor porcentaje de reducción de descalce, pero presenta una rentabilidad cercana al 4% y uno de los menores riesgos presentados en la comparación (0.595%). El resultado obtenido no es exactamente 4% debido a las simulaciones realizadas, aunque es considerablemente cercano a ese porcentaje. Si dentro de los criterios de selección la compañía decide otorgar más peso al porcentaje de reducción que a la rentabilidad o incluso al riesgo, se podría decir entonces que esta metodología es mejor que la inmunización por duración modificada, dado que requiere menos porcentaje para reducir el descalce o volverlo calce. El porcentaje de reducción será el que se destine a la inversión de título de deuda TES, UVR y bonos ordinarios.

Conclusiones

La valoración de activos financieros es un aspecto muy importante a la hora de decidir en qué invertir, cuando se tiene la necesidad de minimizar la insuficiencia de activos para respaldar una obligación. Como se puede evidenciar en este documento, existen varias metodologías que se centran en optimizar portafolios, muchas veces maximizando su rentabilidad y disminuyendo el riesgo asociado a esa inversión. Realizar un análisis previo y detallado es muy importante para conocer el comportamiento del activo, del portafolio y determinar que tanto se adapta a las necesidades de la compañía.

La correcta determinación de los parámetros que van a delimitar la evaluación y el análisis de las metodologías también se convierte en parte importante de los resultados obtenidos. Esa correcta determinación implica conocer todas las posibles variables que pueden afectar el problema, así

como, intentar determinar si esa afectación influye en la rentabilidad y el riesgo de cada portafolio.

Cuando se quiere analizar la reserva por insuficiencia de activos, es muy importante conocer de antemano el input para el planteamiento del modelo a analizar: la reserva matemática.

Otro factor importante es la información con la que se dispone o a la cual se puede acceder. Para efectos de este estudio, se utilizó la información pública y de libre acceso con el fin de realizar los respectivos análisis por cada metodología. Muchas veces el acceso a la información limita el análisis y por ende los resultados van a estar sesgados. El análisis desarrollado en este documento se realizó mediante diferentes simulaciones con características Pareto del mercado colombiano para disminuir dichos sesgos.

Para este estudio fue de vital importancia usar técnicas descriptivas y de visualización de datos de los instrumentos financieros, pues denotaron comportamientos y tendencias que sirvieron para entender el comportamiento de los activos seleccionados y del portafolio como tal. Adicionalmente, se definieron KPI's como la duración, Ratio de Sharpe, valor de descalce que ayudan a determinar una posible solución metodológica objeto de estudio, útil para las áreas de inversiones.

La inmunización de portafolios por duración se convierte entonces en la metodología con mejores resultados de acuerdo con los indicadores de medición definidos. El porcentaje de reducción del descalce es el menor y la rentabilidad del portafolio es la mayor. Esta metodología presenta un riesgo considerable, si se compara con los demás, pero no es tan significativo lo cual permite seleccionar esta metodología como respuesta al problema formulado inicialmente para este trabajo.

Otro factor importante para este estudio fue la asignación de pesos para la composición del portafolio de acuerdo con los activos financieros seleccionados para cada metodología. Para este estudio se utilizó la herramienta solver de Excel, con el fin de optimizar esas celdas objetivo (los pesos). Adicionalmente se utilizó Microsoft Excel y Visual Basic para hacer todo el análisis del estudio, desde la consolidación de la información, las iteraciones por los parámetros establecidos, la creación de las calculadoras, el cálculo de la reserva técnica por insuficiencia de activos hasta los gráficos y demás resultados.

Finalmente es importante mencionar que, aunque el presente trabajo se centró en la minimización de la reserva por insuficiencia de activos, el calce entre activos y pasivos en las compañías aseguradoras tendrá un impacto significativo con la entrada en vigor de las nuevas normatividades como lo son IFRS17 y naturalmente en el requerimiento de capital de riesgo de mercado (particularmente riesgo de tasas de interés) en Solvencia II. En tanto, las metodologías de estudio del presente documento pueden ser usadas dentro de los procesos actuales de gestión de pasivos de seguros (ALM), permitiendo tomar decisiones en el presente que minimicen los

impactos en dichos proyectos normativos que enfrentarán las aseguradoras en Colombia a mediano plazo.

Por otro lado, este análisis podría generar resultados mucho más precisos si se tuviera el acceso a más información de datos históricos y de instrumentos financieros. Esto significaría una mejora toda vez que se podría analizar un mercado mucho más amplio que el colombiano. Adicionalmente, se podría considerar replicar la función de las calculadoras creadas en Microsoft Excel en otros software o programas cuyo rendimiento y desempeño sean óptimos en procesos de iteraciones con grandes cantidades de datos como lo son R o Python. El anterior supuesto significaría generar resultados más rápidos que permiten una mejor toma de decisiones para la selección de KPI's o parámetros.

El contar con información de carteras de pasivos reales significaría otro importante factor a tener en cuenta, pues se estaría trabajando con datos reales que permitirían estudiar y analizar a profundidad la realidad del mercado colombiano asegurador.

Referencias

Gudiño, J. (2006). *Estimación del valor en riesgo por calce entre activos y pasivos de seguros*. Recuperado de <http://www.red-mat.unam.mx/foro/volumenes/vol025/Calce-J-Gudino-2006-3.pdf> el día 18 de febrero de 2021.

Ibáñez Rodríguez, Alfredo. (1996). Una teoría de inmunización de carteras de bonos (tesis doctoral). Departamento de Economía de la Empresa. Universidad Carlos III de Madrid. España.

Iturricastillo, Iván. Iñaki De La Peña, Esteban. Moreno, Rafael. Trigo, Eduardo. (2014). *GESTIÓN DEL RIESGO: INMUNIZACIÓN VERSUS RÉPLICA DE CARTERAS*. Recuperado de http://actuarios.org/wp-content/uploads/2017/02/anales2014_4.pdf el día 18 de febrero de 2021.

Kondratiuk, Alina y Kaluszka, Marek (2006). *Assets/liabilities portfolio immunization as an optimization problem*. Recuperado de http://cmf.p.lodz.pl/~akondratiuk/articles/assets_liabilities_portfolio_immunization.pdf el día 05 de mayo de 2021.

Matarrita Venegas, Rodrigo (2001). *Duración, convexidad e inmunización de portafolios de inversión*. Recuperado de <https://zdocs.mx/doc/nt-2001-01duracion-y-convexidad-36oejglw7pl> el día 18 de febrero de 2021.

Melo, Luis y Hamann Franz. (1998). *Inflación básica. Una estimación basada en modelos VAR estructurales*. Recuperado de <https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/pdfs/borra093.pdf> el día 11 de octubre de 2021.

Muñoz Castiblanco, Renan y Huertas Campos, Jaime. (2015). Cálculo del valor presente de rentas vitalicias y temporales de una y hasta cuatro vidas para el sistema pensional colombiano (tesis de maestría). Maestría de Matemáticas Aplicadas. Universidad EAFIT. Colombia.

Soto Pacheco, Gloria M. (2001). Modelos de inmunización de carteras de renta fija. *Revista de Economía Aplicada*, páginas 57 a 93.

Venegas Martínez, Francisco. (2003). Inmunización de flujos financieros con futuros de tasas de interés: un análisis de duración y convexidad con el modelo de Nelson y Siegel. *Revista de administración Mackenzie*, páginas 108 a 123.

Anexos

Anexo 1. Tabla RV08.

HOMBRE		MUJER	
x	lx	x	lx
15	1.000.000	15	1.000.000
16	999.515	16	999.728
17	999.019	17	999.450
18	998.510	18	999.165
19	997.988	19	998.872
20	997.451	20	998.570
21	996.898	21	998.259
22	996.327	22	997.938
23	995.736	23	997.606
24	995.124	24	997.262
25	994.488	25	996.905
26	993.826	26	996.533
27	993.136	27	996.145
28	992.415	28	995.740
29	991.660	29	995.315
30	990.868	30	994.869
31	990.036	31	994.400
32	989.159	32	993.906
33	988.233	33	993.384
34	987.254	34	992.832
35	986.216	35	992.247
36	985.114	36	991.625
37	983.942	37	990.963
38	982.693	38	990.258
39	981.360	39	989.505
40	979.936	40	988.699
41	978.411	41	987.836
42	976.776	42	986.910
43	975.021	43	985.916
44	973.135	44	984.846
45	971.105	45	983.694
46	968.919	46	982.452
47	966.561	47	981.111
48	964.017	48	979.663
49	961.269	49	978.097
50	958.298	50	976.402
51	955.085	51	974.566
52	951.608	52	972.576
53	947.843	53	970.418
54	943.766	54	968.077
55	939.348	55	965.536
56	934.604	56	962.801
57	929.498	57	959.851
58	923.991	58	956.662
59	918.039	59	953.206
60	911.595	60	949.454
61	904.607	61	945.372
62	897.019	62	940.925
63	888.769	63	936.072
64	879.635	64	930.769
65	869.557	65	924.968
66	858.477	66	918.617
67	846.334	67	911.658
68	833.069	68	904.029
69	818.623	69	895.662
70	802.940	70	886.485
71	785.968	71	876.420
72	767.658	72	865.384
73	747.970	73	853.289
74	726.872	74	840.044
75	704.342	75	825.554
76	680.372	76	809.722
77	654.970	77	792.450
78	628.162	78	773.641
79	599.994	79	753.202
80	570.538	80	731.048
81	539.892	81	707.105
82	508.181	82	681.314
83	475.562	83	653.637
84	442.222	84	624.065
85	408.381	85	592.620
86	374.288	86	559.368
87	340.219	87	524.423
88	306.474	88	487.954
89	273.371	89	450.192
90	241.235	90	411.435
91	210.391	91	372.049
92	181.152	92	332.340
93	153.808	93	292.640
94	128.609	94	253.452
95	105.758	95	215.411
96	85.395	96	179.222
97	67.556	97	145.594
98	52.206	98	115.166
99	39.285	99	88.438
100	28.688	100	65.719
101	20.255	101	47.092
102	13.771	102	32.413
103	8.975	103	21.338
104	5.580	104	13.370
105	3.290	105	7.930
106	1.828	106	4.425
107	950	107	2.306
108	458	108	1.112
109	202	109	492
110	81	110	197

Anexo 2. Tabla de inválidos.

HOMBRE		MUJER	
x	lx	x	lx
0	1.000.000	0	1.000.000
1	985.214	1	990.888
2	970.629	2	981.851
3	956.243	3	972.888
4	942.051	4	963.998
5	928.049	5	955.180
6	914.234	6	946.431
7	900.603	7	937.752
8	887.151	8	929.140
9	873.875	9	920.595
10	860.771	10	912.114
11	847.836	11	903.698
12	835.066	12	895.343
13	822.457	13	887.049
14	810.005	14	878.815
15	797.707	15	870.638
16	785.559	16	862.516
17	773.558	17	854.449
18	761.698	18	846.434
19	749.977	19	838.470
20	738.390	20	830.555
21	726.934	21	822.686
22	715.605	22	814.861
23	704.398	23	807.079
24	693.310	24	799.337
25	682.336	25	791.632
26	671.472	26	783.963
27	660.714	27	776.326
28	650.057	28	768.719
29	639.497	29	761.138
30	629.030	30	753.582
31	618.651	31	746.046
32	608.356	32	738.528
33	598.139	33	731.023
34	587.995	34	723.528
35	577.921	35	716.040
36	567.910	36	708.554
37	557.958	37	701.065
38	548.060	38	693.570
39	538.210	39	686.063
40	528.403	40	678.540
41	518.633	41	670.995
42	508.895	42	663.423
43	499.182	43	655.818
44	489.492	44	648.174
45	479.816	45	640.484
46	470.149	46	632.742
47	460.486	47	624.941
48	450.820	48	617.073
49	441.145	49	609.131
50	431.457	50	601.107
51	421.749	51	592.992
52	412.017	52	584.777
53	402.253	53	576.455
54	392.454	54	568.015
55	382.614	55	559.448
56	372.729	56	550.744
57	362.794	57	541.893
58	352.805	58	532.885
59	342.760	59	523.709
60	332.655	60	514.354
61	322.489	61	504.811
62	312.260	62	495.068
63	301.968	63	485.114
64	291.614	64	474.940
65	281.199	65	464.536
66	270.727	66	453.892
67	260.202	67	443.000
68	249.631	68	431.852
69	239.022	69	420.441
70	228.383	70	408.761
71	217.726	71	396.809
72	206.853	72	384.176
73	195.789	73	370.850
74	184.564	74	356.826
75	173.216	75	342.106
76	161.786	76	326.703
77	150.324	77	310.644
78	138.885	78	293.965
79	127.528	79	276.722
80	116.318	80	258.984
81	105.325	81	240.841
82	94.620	82	222.400
83	84.276	83	203.787
84	74.366	84	185.145
85	64.960	85	166.636
86	56.121	86	148.434
87	47.909	87	130.722
88	40.369	88	113.688
89	33.539	89	97.516
90	27.440	90	82.381
91	22.079	91	68.438
92	17.446	92	55.815
93	13.516	93	44.604
94	10.250	94	34.855
95	7.594	95	26.573
96	5.486	96	19.716
97	3.856	97	14.197
98	2.631	98	9.892
99	1.737	99	6.647
100	1.108	100	4.291
101	680	101	2.651
102	400	102	1.560
103	225	103	870
104	121	104	458
105	61	105	226
106	29	106	104
107	13	107	44
108	6	108	17
109	2	109	6
110	1	110	2

Activo	Tipo de título	SFC	Markowitz-retorno	Markowitz-volatilidad	Ratio de Sharpe	Inmunización-duración	Inmunización-duración modificada
TFIT08031127	TES	x	x	x	x	x	x
TFIT08261125	TES	x	x	x	x	x	x
TFIT10040522	TES	x	x	x	x	x	x
TFIT10260331	TES	x	x	x	x	x	x
TFIT15260826	TES	x	x	x	x	x	x
TFIT16180930	TES	x	x	x	x	x	x
TFIT16181034	TES	x	x	x	x	x	x
TFIT16240724	TES	x	x	x	x	x	x
TFIT16280428	TES	x	x	x	x	x	x
TFIT16300632	TES	x	x	x	x	x	x
TFIT16261050	TES	x	x	x	x	x	x
TUV111070525	UVR	x	x	x	x	x	x
TUV111170327	UVR	x	x	x	x	x	x
TUV117230223	UVR	x	x	x	x	x	x
TUV120040435	UVR	x	x	x	x	x	x
TUV132160649	UVR	x	x	x	x	x	x
BBOC02109015	BONO	x					
BBOC09129812	BONO	x	x	x	x	x	x
BBOC12180024	BONO	x					
BBOC01129810	BONO	x					
BBOC01129815	BONO	x					
BBOC10698144	BONO	x					
BBOC12098072	BONO	x					
BBPO21790005	BONO	x	x	x	x	x	x
BBPO41958060	BONO	x					
BBPO72158003	BONO	x					
BBPO82280002	BONO	x					
BBPO82258003	BONO	x					
BBPO82280002	BONO	x					
BDV1129C12	BONO	x	x	x	x	x	x
BDV12188036	BONO	x					
BDV1215F060	BONO	x					
BDV1920F084	BONO	x					
BEEP2195A003	BONO	x					
BGA4119C05	BONO	x					
BIG5215A005	BONO	x					
BITU6195A036	BONO	x					
BSFD1139A05	BONO	x					
BSOG1139A20	BONO	x					
BVFA0228024	BONO	x					
BWWB1195A003	BONO	x					
BBOC11798144	BONO	x					
BODS1179C005	BONO	x	x	x	x	x	x
BDV101169C84	BONO	x					
BDV13129C120	BONO	x					
BCC801129C10	BONO	x					
BDV13129C180	BONO	x					
BBIVACOL	ACCIÓN		x	x	x	x	x
BCOLOMBIA	ACCIÓN		x	x	x	x	x
BOGOTA	ACCIÓN		x	x	x	x	x
BVC	ACCIÓN		x	x	x	x	x
CELSIA	ACCIÓN		x	x	x	x	x
CEMARGOS	ACCIÓN		x	x	x	x	x
CLH	ACCIÓN		x	x	x	x	x
CNEC	ACCIÓN		x	x	x	x	x
CONCONCRET	ACCIÓN		x	x	x	x	x
ECOPETROL	ACCIÓN		x	x	x	x	x
ENKA	ACCIÓN		x	x	x	x	x
ETB	ACCIÓN		x	x	x	x	x
FABRICATO	ACCIÓN		x	x	x	x	x

GRUPOARGOS	ACCIÓN		x	x	x	x	x
GRUPOAVAL	ACCIÓN	x	x	x	x	x	x
GRUPOSURA	ACCIÓN		x	x	x	x	x
ICOLCAP	ACCIÓN		x	x	x	x	x
ISA	ACCIÓN	x	x	x	x	x	x
MINEROS	ACCIÓN		x	x	x	x	x
NUTRESA	ACCIÓN		x	x	x	x	x
PFAVAL	ACCIÓN		x	x	x	x	x
PFCOLOM	ACCIÓN		x	x	x	x	x
PFCEMARGOS	ACCIÓN		x	x	x	x	x
PFCORFICOL	ACCIÓN		x	x	x	x	x
PFDVWDA	ACCIÓN		x	x	x	x	x
PFGRUPOARG	ACCIÓN		x	x	x	x	x
PFGRUPSURA	ACCIÓN		x	x	x	x	x
PROMIGAS	ACCIÓN	x	x	x	x	x	x
VILLAS	ACCIÓN		x	x	x	x	x
COLEQTY	ÍNDICE	x	x	x	x	x	x
COLSC	ÍNDICE	x	x	x	x	x	x
COLUR	ÍNDICE		x	x	x	x	x
MSCI COLCAP	ÍNDICE		x	x	x	x	x
COLBR	ÍNDICE		x	x	x	x	x
COLTES CP	ÍNDICE		x	x	x	x	x
COLTES	ÍNDICE		x	x	x	x	x
COLTES LP	ÍNDICE	x	x	x	x	x	x
COLTES UVR	ÍNDICE	x	x	x	x	x	x
CREDFAMILIA	CDT		x	x	x	x	x
BANCO SERFINANZA S.A.	CDT	x	x	x	x	x	x
BANCO FALABELLA S.A.	CDT	x	x	x	x	x	x
BANCO SANTANDER	CDT	x	x	x	x	x	x
BANCO PICHINCHA S.A.	CDT	x	x	x	x	x	x
BANCAMÍA S.A.	CDT	x	x	x	x	x	x
BANCO DE OCCIDENTE	CDT	x	x	x	x	x	x
GIROS & FINANZAS C.F.	CDT	x	x	x	x	x	x
MIBANCO S.A.	CDT	x	x	x	x	x	x
CREZCAMOS	CDT	x	x	x	x	x	x
BANCO W.S.A.	CDT	x	x	x	x	x	x
ITAÚ	CDT	x	x	x	x	x	x
BANCO CORPBANCA	CDT	x	x	x	x	x	x
BANCO MUNDO MUJER S.A.	CDT	x	x	x	x	x	x
BANCO DAVIVIENDA	CDT	x	x	x	x	x	x
IRIS CF	CDT	x	x	x	x	x	x
BANCOOMEVA	CDT	x	x	x	x	x	x
BANCO GNB SUDAMERIS	CDT	x	x	x	x	x	x
FINANDINA BIC	CDT	x	x	x	x	x	x
BANCO CREDIT FINANCIERA S.A.	CDT	x	x	x	x	x	x
COTRAFA FINANCIERA	CDT	x	x	x	x	x	x
COLTEFINANCIERA	CDT	x	x	x	x	x	x
BANCO POPULAR	CDT	x	x	x	x	x	x
SCOTIABANK COLPATRIA	CDT	x	x	x	x	x	x
BBVA COLOMBIA	CDT	x	x	x	x	x	x
COOPCENTRAL	CDT	x	x	x	x	x	x
FINANCIERA JURISCOOP C.F.	CDT	x	x	x	x	x	x
COOFINEP C.F.	CDT	x	x	x	x	x	x
BANCO BOGOTA	CDT	x	x	x	x	x	x
COOPERATIVA FINANCIERA DE ANTIOQUIA	CDT	x	x	x	x	x	x
CONFAR COOPERATIVA FINANCIERA	CDT	x	x	x	x	x	x
AV VILLAS	CDT	x	x	x	x	x	x
JFK COOPERATIVA FINANCIERA	CDT	x	x	x	x	x	x
BANCOLOMBIA	CDT	x	x	x	x	x	x
BANCO CAJA SOCIAL	CDT	x	x	x	x	x	x
BANAGRARIO	CDT	x	x	x	x	x	x
LA HIPOTECARIA	CDT	x	x	x	x	x	x

Anexo 3. Activos financieros seleccionados por metodología implementada.

Anexo 4. Porcentajes activos metodología Superintendencia Financiera de Colombia.

Porcentaje bonos	Valor Pasivo	Valor activo	Diferencia	Porcentaje activos sobre pasivo
4%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 672.146.481.044,32	-\$ 2.404.450.057.193,21	-78%
5%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 702.059.400.939,32	-\$ 2.374.537.137.298,21	-77%
6%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 795.963.903.674,32	-\$ 2.280.632.634.563,21	-74%
11%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 884.606.100.987,32	-\$ 2.191.990.437.250,21	-71%
12%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 956.082.832.920,31	-\$ 2.120.513.705.317,21	-69%
12%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 956.082.832.920,31	-\$ 2.120.513.705.317,21	-69%
12%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 956.082.832.920,31	-\$ 2.120.513.705.317,21	-69%
13%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.145.482.758.978,31	-\$ 1.931.113.779.259,21	-63%
13%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.145.482.758.978,31	-\$ 1.931.113.779.259,21	-63%
16%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.293.696.855.848,32	-\$ 1.782.900.682.389,21	-58%
17%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.673.896.881.674,32	-\$ 1.402.699.656.563,21	-46%
18%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.002.882.690.254,31	-\$ 1.073.713.847.983,21	-35%
18%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.002.882.690.254,31	-\$ 1.073.713.847.983,21	-35%
18%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.002.882.690.254,31	-\$ 1.073.713.847.983,21	-35%
19%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.227.621.026.766,32	-\$ 848.975.511.971,21	-28%
19%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.227.621.026.766,32	-\$ 848.975.511.971,21	-28%
20%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.323.200.977.956,32	-\$ 753.395.560.281,21	-24%
20%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.323.200.977.956,32	-\$ 753.395.560.281,21	-24%
22%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.488.682.036.575,32	-\$ 587.914.501.662,21	-19%
23%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.537.914.165.227,32	-\$ 538.682.373.010,21	-18%
24%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.557.923.724.003,32	-\$ 518.672.814.234,21	-17%
24%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.557.923.724.003,32	-\$ 518.672.814.234,21	-17%
24%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.557.923.724.003,32	-\$ 518.672.814.234,21	-17%
26%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.700.713.775.545,32	-\$ 375.882.762.692,21	-12%
28%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.734.062.782.772,32	-\$ 342.533.755.465,21	-11%
28%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.734.062.782.772,32	-\$ 342.533.755.465,21	-11%
29%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.851.300.358.623,32	-\$ 225.296.179.614,21	-7%
30%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.865.108.836.957,32	-\$ 211.487.701.280,21	-7%
30%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.865.108.836.957,32	-\$ 211.487.701.280,21	-7%
31%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.992.752.458.417,32	-\$ 83.844.079.820,21	-3%
31%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.992.752.458.417,32	-\$ 83.844.079.820,21	-3%
33%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.994.954.285.118,32	-\$ 81.642.253.119,21	-3%
33%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.994.954.285.118,32	-\$ 81.642.253.119,21	-3%
33%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.994.954.285.118,32	-\$ 81.642.253.119,21	-3%
34%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.048.628.345.249,32	-\$ 27.968.192.988,21	-1%
35%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.048.628.345.249,32	-\$ 27.968.192.988,21	-1%
37%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.098.827.047.535,02	-\$ 22.230.509.297,49	1%
37%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.098.827.047.535,02	-\$ 22.230.509.297,49	1%
39%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.118.102.093.995,02	-\$ 41.505.555.757,49	1%
40%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.123.541.032.545,02	-\$ 46.944.494.307,49	2%
42%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.127.411.280.760,02	-\$ 50.814.742.522,49	2%
42%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.127.411.280.760,02	-\$ 50.814.742.522,49	2%
43%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.138.499.335.614,02	-\$ 61.902.797.376,49	2%
44%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.139.612.641.168,02	-\$ 63.016.102.930,49	2%
45%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.145.536.150.505,02	-\$ 68.939.612.267,49	2%
45%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.145.536.150.505,02	-\$ 68.939.612.267,49	2%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.152.860.156.876,02	-\$ 76.263.618.638,49	2%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.152.860.156.876,02	-\$ 76.263.618.638,49	2%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.152.860.156.876,02	-\$ 76.263.618.638,49	2%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.230.518.589.337,02	-\$ 153.922.051.099,49	5%
50%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.306.458.116.153,02	-\$ 229.861.577.915,49	7%
50%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.306.458.116.153,02	-\$ 229.861.577.915,49	7%
51%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.455.315.393.799,02	-\$ 378.718.855.561,49	12%
51%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.455.315.393.799,02	-\$ 378.718.855.561,49	12%
51%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.455.315.393.799,02	-\$ 378.718.855.561,49	12%
52%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.539.861.718.371,02	-\$ 463.265.190.135,49	15%
53%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.606.157.289.070,02	-\$ 529.560.750.832,49	17%
54%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.656.137.563.751,02	-\$ 579.541.025.513,49	19%
56%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.701.740.340.331,02	-\$ 625.143.802.093,49	20%
56%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.701.740.340.331,02	-\$ 625.143.802.093,49	20%
60%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.813.725.073.185,02	-\$ 737.128.534.947,49	24%
61%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.878.316.303.532,02	-\$ 801.719.765.294,49	26%
61%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.878.316.303.532,02	-\$ 801.719.765.294,49	26%
63%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.895.988.966.362,02	-\$ 819.392.428.124,49	27%
63%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.895.988.966.362,02	-\$ 819.392.428.124,49	27%
64%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.924.032.963.932,02	-\$ 847.436.425.694,49	28%
64%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.924.032.963.932,02	-\$ 847.436.425.694,49	28%
65%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.945.600.381.378,02	-\$ 869.003.843.140,49	28%
66%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.961.512.257.199,02	-\$ 884.915.718.961,49	29%
67%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.969.118.102.639,02	-\$ 892.521.564.401,49	29%
68%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.977.320.050.846,02	-\$ 900.723.512.608,49	29%
71%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.990.629.520.008,02	-\$ 914.032.981.770,49	30%
71%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.990.629.520.008,02	-\$ 914.032.981.770,49	30%
73%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.006.524.563.206,02	-\$ 929.928.024.968,49	30%
74%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.025.635.290.069,02	-\$ 949.038.751.831,49	31%
74%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.025.635.290.069,02	-\$ 949.038.751.831,49	31%
75%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.050.920.069.541,02	-\$ 974.323.531.303,49	32%
77%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.058.459.058.696,02	-\$ 981.862.520.458,49	32%
79%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.073.000.666.102,02	-\$ 996.404.127.864,49	32%
85%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.079.336.799.231,02	-\$ 1.002.740.260.993,49	33%
87%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.084.063.524.231,01	-\$ 1.007.466.985.993,49	33%
87%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.084.063.524.231,01	-\$ 1.007.466.985.993,49	33%
88%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.113.943.953.317,01	-\$ 1.037.347.415.079,49	34%
88%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.113.943.953.317,01	-\$ 1.037.347.415.079,49	34%
89%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.146.677.894.437,02	-\$ 1.070.081.356.199,49	35%
90%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.153.650.770.402,01	-\$ 1.077.054.232.164,49	35%
90%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.153.650.770.402,01	-\$ 1.077.054.232.164,49	35%
92%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.171.971.374.022,02	-\$ 1.095.374.835.784,49	36%
93%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.191.553.520.249,01	-\$ 1.114.956.982.011,49	36%
93%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.191.553.520.249,01	-\$ 1.114.956.982.011,49	36%
94%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.227.505.152.741,02	-\$ 2.150.908.614.503,49	70%
95%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 6.027.158.029.532,01	-\$ 2.950.561.491.294,49	96%
95%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 6.027.158.029.532,01	-\$ 2.950.561.491.294,49	96%
96%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 6.185.193.039.839,02	-\$ 3.108.596.671.601,49	101%
97%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 6.272.548.607.392,01	-\$ 3.195.952.069.154,49	104%
97%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 6.272.548.607.392,01	-\$ 3.195.952.069.154,49	104%
98%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 6.394.504.303.700,02	-\$ 3.317.907.765.462,49	108%
100%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 6.457.274.216.853,01	-\$ 3.380.677.678.615,49	110%
100%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 6.457.274.216.853,01	-\$ 3.380.677.678.615,49	110%

Anexo 5. Porcentajes activos metodología Markowitz por retorno.

Porcentaje bonos	Valor Pasivo	Valor Activo	Diferencia	Porcentaje activos sobre pasivos
4%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 336.073.257.194,13	-\$ 2.740.523.281.043,40	-89%
5%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 420.091.563.156,67	-\$ 2.656.504.975.080,85	-86%
6%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 756.154.787.006,86	-\$ 2.320.431.751.230,66	-75%
11%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 924.201.398.931,96	-\$ 2.152.395.139.305,56	-70%
12%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.008.219.704.894,51	-\$ 2.068.376.833.343,02	-67%
12%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.008.219.704.894,51	-\$ 2.068.376.833.343,02	-67%
12%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.008.219.704.894,51	-\$ 2.068.376.833.343,02	-67%
13%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.092.238.010.857,05	-\$ 1.984.358.527.380,47	-64%
13%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.092.238.010.857,05	-\$ 1.984.358.527.380,47	-64%
16%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.344.292.528.744,70	-\$ 1.732.303.609.492,83	-56%
17%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.438.311.234.707,24	-\$ 1.648.285.308.530,28	-54%
18%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.512.329.540.669,79	-\$ 1.564.266.997.567,73	-51%
18%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.512.329.540.669,79	-\$ 1.564.266.997.567,73	-51%
18%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.512.329.540.669,79	-\$ 1.564.266.997.567,73	-51%
19%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.596.347.846.632,34	-\$ 1.480.248.691.605,19	-48%
19%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.596.347.846.632,34	-\$ 1.480.248.691.605,19	-48%
20%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.680.366.152.594,89	-\$ 1.396.230.385.642,64	-45%
20%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.680.366.152.594,89	-\$ 1.396.230.385.642,64	-45%
20%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.680.366.152.594,89	-\$ 1.396.230.385.642,64	-45%
22%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.848.402.764.519,98	-\$ 1.228.193.773.717,54	-40%
23%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.932.421.070.482,53	-\$ 1.144.175.467.755,00	-37%
24%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.016.439.376.445,08	-\$ 1.060.157.161.792,45	-34%
24%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.016.439.376.445,08	-\$ 1.060.157.161.792,45	-34%
24%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.016.439.376.445,08	-\$ 1.060.157.161.792,45	-34%
26%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.184.475.988.70,17	-\$ 892.120.549.867,35	-29%
28%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.352.512.600.295,27	-\$ 724.083.937.942,26	-24%
28%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.352.512.600.295,27	-\$ 724.083.937.942,26	-24%
29%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.436.530.906.257,81	-\$ 640.065.631.979,71	-21%
30%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.520.549.212.220,36	-\$ 556.047.326.017,16	-18%
30%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.520.549.212.220,36	-\$ 556.047.326.017,16	-18%
31%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.604.567.518.182,91	-\$ 472.029.020.054,62	-15%
31%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.604.567.518.182,91	-\$ 472.029.020.054,62	-15%
33%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.772.604.130.108,00	-\$ 303.992.408.129,52	-10%
33%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.772.604.130.108,00	-\$ 303.992.408.129,52	-10%
33%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.772.604.130.108,00	-\$ 303.992.408.129,52	-10%
35%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.940.640.742.033,10	-\$ 135.955.796.204,43	-4%
35%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.940.640.742.033,10	-\$ 135.955.796.204,43	-4%
37%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.078.677.353.958,19	\$ 2.080.815.720,67	0%
37%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.078.677.353.958,19	\$ 2.080.815.720,67	0%
39%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.156.713.965.883,29	\$ 80.117.427.645,76	3%
40%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.219.482.403.976,19	\$ 142.885.865.738,67	5%
42%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.229.337.582.332,19	\$ 152.741.044.094,67	5%
42%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.229.337.582.332,19	\$ 152.741.044.094,67	5%
43%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.244.669.659.108,19	\$ 168.072.521.020,67	5%
44%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.257.135.869.674,19	\$ 180.539.331.436,67	6%
45%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.258.546.733.573,19	\$ 181.950.195.335,67	6%
45%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.258.546.733.573,19	\$ 181.950.195.335,67	6%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.273.065.835.737,19	\$ 196.469.297.499,67	6%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.273.065.835.737,19	\$ 196.469.297.499,67	6%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.273.065.835.737,19	\$ 196.469.297.499,67	6%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.273.065.835.737,19	\$ 196.469.297.499,67	6%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.273.065.835.737,19	\$ 196.469.297.499,67	6%
50%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.302.856.594.127,19	\$ 226.260.055.889,67	7%
50%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.302.856.594.127,19	\$ 226.260.055.889,67	7%
51%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.317.029.074.715,19	\$ 240.432.536.477,67	8%
51%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.317.029.074.715,19	\$ 240.432.536.477,67	8%
51%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.317.029.074.715,19	\$ 240.432.536.477,67	8%
52%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.370.119.414.999,19	\$ 293.522.876.755,67	10%
53%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.371.653.925.390,19	\$ 295.057.387.152,67	10%
54%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.375.043.812.380,19	\$ 298.447.274.742,67	10%
56%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.388.648.130.445,19	\$ 312.051.592.207,67	10%
56%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.388.648.130.445,19	\$ 312.051.592.207,67	10%
60%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.422.771.539.054,19	\$ 346.174.800.816,67	11%
61%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.437.590.440.167,19	\$ 360.993.901.929,67	12%
61%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.437.590.440.167,19	\$ 360.993.901.929,67	12%
63%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.492.447.807.299,19	\$ 415.851.269.061,67	14%
63%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.492.447.807.299,19	\$ 415.851.269.061,67	14%
64%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.549.254.017.954,19	\$ 472.657.479.716,67	15%
64%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.549.254.017.954,19	\$ 472.657.479.716,67	15%
65%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.601.714.941.273,19	\$ 525.118.309.035,67	17%
66%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.613.993.870.098,19	\$ 537.397.331.860,67	17%
67%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.657.742.952.108,19	\$ 581.146.413.870,67	19%
68%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.689.683.411.571,19	\$ 613.086.873.333,67	20%
71%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.700.487.620.365,19	\$ 623.891.082.127,67	20%
71%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.700.487.620.365,19	\$ 623.891.082.127,67	20%
73%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.754.774.818.171,19	\$ 678.178.279.933,67	22%
74%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.762.107.077.143,19	\$ 685.510.538.905,67	22%
74%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.762.107.077.143,19	\$ 685.510.538.905,67	22%
75%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.794.290.882.838,19	\$ 717.694.344.600,67	23%
77%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.823.972.590.839,19	\$ 747.376.052.601,67	24%
79%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.827.869.199.317,19	\$ 751.272.661.079,67	24%
85%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.958.700.168.172,19	\$ 882.103.629.934,67	29%
87%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.074.251.867.987,19	\$ 997.655.329.749,67	32%
87%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.074.251.867.987,19	\$ 997.655.329.749,67	32%
88%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.350.255.790.362,19	\$ 1.273.659.252.124,67	41%
88%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.350.255.790.362,19	\$ 1.273.659.252.124,67	41%
89%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.665.133.576.967,19	\$ 1.588.537.038.728,67	52%
90%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.836.888.997.778,19	\$ 1.760.292.459.540,67	57%
90%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.836.888.997.778,19	\$ 1.760.292.459.540,67	57%
92%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.101.977.979.315,19	\$ 2.025.381.441.077,67	66%
93%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.123.388.131.605,19	\$ 2.046.791.593.367,67	67%
93%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.123.388.131.605,19	\$ 2.046.791.593.367,67	67%
94%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.164.500.163.271,19	\$ 2.047.903.625.033,67	67%
94%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.164.500.163.271,19	\$ 2.047.903.625.033,67	67%
95%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.211.700.183.769,19	\$ 2.135.103.645.531,67	69%
95%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.211.700.183.769,19	\$ 2.135.103.645.531,67	69%
96%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.273.677.071.013,19	\$ 2.197.080.532.775,67	71%
97%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.301.989.738.731,19	\$ 2.225.393.200.493,67	72%
97%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.301.989.738.731,19	\$ 2.225.393.200.493,67	72%
98%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.332.467.740.230,19	\$ 2.255.871.201.992,67	73%
100%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.367.833.464.249,19	\$ 2.291.236.926.011,67	74%
100%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.367.833.464.249,19	\$ 2.291.236.926.011,67	74%

Porcentaje bonos	Valor Pasivo	Valor Activo	Diferencia	Porcentaje activos sobre pasivos
4%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 334.382.707.345,44	\$ 2.742.213.830.892,08	-89%
5%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 417.978.375.845,82	\$ 2.658.618.162.391,71	-86%
9%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 752.361.049.847,32	\$ 2.324.235.488.390,20	-76%
11%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 919.952.396.848,28	\$ 2.156.644.141.391,24	-70%
12%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.003.148.055.348,45	\$ 2.073.448.482.889,07	-67%
12%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.003.148.055.348,45	\$ 2.073.448.482.889,07	-67%
12%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.003.148.055.348,45	\$ 2.073.448.482.889,07	-67%
13%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.086.743.723.848,83	\$ 1.989.852.814.388,70	-65%
13%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.086.743.723.848,83	\$ 1.989.852.814.388,70	-65%
16%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.337.530.729.349,95	\$ 1.739.065.808.887,57	-57%
17%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.421.126.397.800,33	\$ 1.655.470.140.397,19	-54%
18%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.504.722.066.350,71	\$ 1.571.874.471.886,82	-51%
18%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.504.722.066.350,71	\$ 1.571.874.471.886,82	-51%
18%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.504.722.066.350,71	\$ 1.571.874.471.886,82	-51%
19%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.588.317.734.851,08	\$ 1.488.278.803.386,44	-48%
19%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.588.317.734.851,08	\$ 1.488.278.803.386,44	-48%
20%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.671.913.403.351,46	\$ 1.404.683.134.886,07	-46%
20%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.671.913.403.351,46	\$ 1.404.683.134.886,07	-46%
22%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.839.104.740.352,21	\$ 1.237.491.797.885,31	-40%
23%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.922.700.408.852,59	\$ 1.153.896.129.384,94	-38%
24%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.006.296.077.352,96	\$ 1.070.300.460.884,56	-35%
24%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.006.296.077.352,96	\$ 1.070.300.460.884,56	-35%
24%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.006.296.077.352,96	\$ 1.070.300.460.884,56	-35%
26%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.173.487.413.833,72	\$ 903.109.133.883,81	-29%
28%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.340.678.751.354,47	\$ 735.917.786.883,06	-24%
28%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.340.678.751.354,47	\$ 735.917.786.883,06	-24%
29%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.424.274.419.854,84	\$ 652.322.118.382,68	-21%
30%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.507.870.088.355,22	\$ 568.726.449.882,31	-18%
30%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.507.870.088.355,22	\$ 568.726.449.882,31	-18%
31%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.591.465.756.855,60	\$ 485.130.781.381,93	-16%
31%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.591.465.756.855,60	\$ 485.130.781.381,93	-16%
32%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.758.657.093.856,35	\$ 317.939.444.381,18	-10%
33%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.758.657.093.856,35	\$ 317.939.444.381,18	-10%
35%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.925.848.430.857,10	\$ 150.748.107.380,42	-5%
35%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.925.848.430.857,10	\$ 150.748.107.380,42	-5%
37%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.093.039.767.857,85	\$ 16.443.229.620,33	1%
37%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.093.039.767.857,85	\$ 16.443.229.620,33	1%
37%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.093.039.767.857,85	\$ 16.443.229.620,33	1%
42%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.378.954.385.534,00	\$ 302.357.847.296,47	10%
42%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.378.954.385.534,00	\$ 302.357.847.296,47	10%
43%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.411.785.892.036,00	\$ 335.189.353.798,47	11%
44%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.412.938.263.036,00	\$ 336.341.724.798,47	11%
45%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.420.041.123.049,00	\$ 343.444.584.811,47	11%
45%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.420.041.123.049,00	\$ 343.444.584.811,47	11%
46%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.437.973.356.956,00	\$ 361.376.818.718,47	12%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.437.973.356.956,00	\$ 361.376.818.718,47	12%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.437.973.356.956,00	\$ 361.376.818.718,47	12%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.437.973.356.956,00	\$ 361.376.818.718,47	12%
50%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.489.677.312.472,00	\$ 413.080.774.234,47	13%
50%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.489.677.312.472,00	\$ 413.080.774.234,47	13%
51%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.499.627.168.357,00	\$ 423.030.630.119,47	14%
51%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.499.627.168.357,00	\$ 423.030.630.119,47	14%
51%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.499.627.168.357,00	\$ 423.030.630.119,47	14%
52%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.516.640.321.394,00	\$ 440.043.783.156,47	14%
53%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.517.696.141.804,00	\$ 441.099.603.566,47	14%
54%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.579.776.900.027,00	\$ 503.179.851.789,47	16%
56%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.660.551.960.290,00	\$ 583.955.422.052,47	19%
58%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.660.551.960.290,00	\$ 583.955.422.052,47	19%
60%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.834.846.981.000,00	\$ 738.042.322.624,47	23%
61%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.910.029.309.810,00	\$ 833.432.771.572,47	27%
61%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.910.029.309.810,00	\$ 833.432.771.572,47	27%
63%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.085.838.755.919,99	\$ 1.009.242.217.682,47	33%
63%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.085.838.755.919,99	\$ 1.009.242.217.682,47	33%
64%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.204.406.351.727,99	\$ 1.127.809.813.490,47	37%
64%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.204.406.351.727,99	\$ 1.127.809.813.490,47	37%
65%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.261.860.866.938,00	\$ 1.285.273.328.690,47	42%
66%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.417.912.527.366,00	\$ 1.341.315.989.128,47	44%
67%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.499.949.662.863,00	\$ 1.423.353.124.625,47	46%
68%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.569.868.620.280,00	\$ 1.493.272.082.042,47	49%
71%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.643.433.496.977,99	\$ 1.566.836.958.740,47	51%
71%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.643.433.496.977,99	\$ 1.566.836.958.740,47	51%
73%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.726.804.300.989,00	\$ 1.650.207.762.751,47	54%
74%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.768.046.737.874,99	\$ 1.691.450.199.637,47	55%
74%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.768.046.737.874,99	\$ 1.691.450.199.637,47	55%
75%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.798.235.120.529,00	\$ 1.721.638.582.201,47	56%
77%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.819.799.364.314,00	\$ 1.743.202.826.076,47	57%
79%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.833.385.907.576,00	\$ 1.756.789.369.338,47	57%
85%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.859.880.700.022,00	\$ 1.783.284.161.784,47	58%
87%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.882.610.739.988,00	\$ 1.806.014.201.750,47	59%
87%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.917.589.751.172,00	\$ 1.840.993.212.994,47	60%
88%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.955.488.226.869,99	\$ 1.878.891.688.632,47	61%
88%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.955.488.226.869,99	\$ 1.878.891.688.632,47	61%
89%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.007.870.639.387,00	\$ 1.931.274.101.149,47	63%
90%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.011.955.631.877,99	\$ 1.935.359.093.640,47	63%
90%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.011.955.631.877,99	\$ 1.935.359.093.640,47	63%
92%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.050.257.675.857,00	\$ 1.973.661.137.619,47	64%
93%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.094.124.288.977,99	\$ 2.017.527.750.760,47	66%
93%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.094.124.288.977,99	\$ 2.017.527.750.760,47	66%
94%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.140.520.119.208,00	\$ 2.063.923.580.970,47	67%
95%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.190.387.531.811,99	\$ 2.113.790.993.574,47	69%
95%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.190.387.531.811,99	\$ 2.113.790.993.574,47	69%
96%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.233.133.658.504,00	\$ 2.156.537.120.266,47	70%
97%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.260.638.180.169,00	\$ 2.184.041.641.931,47	71%
97%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.282.152.685.383,00	\$ 2.205.556.147.125,47	72%
98%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.288.032.011.393,00	\$ 2.211.436.474.155,47	72%
100%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.356.017.455.981,99	\$ 2.279.420.917.744,47	74%
100%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.356.017.455.981,99	\$ 2.279.420.917.744,47	74%

Anexo 6. Porcentajes activos metodología Markowitz por volatilidad.

Porcentaje bonos	Valor Pasivo	Valor Activo	Diferencia	Porcentaje activos sobre pasivos
4%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 337.201.796.270,93	\$ 2.739.394.741.966,60	-89%
5%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 421.502.237.002,68	\$ 2.655.094.301.234,85	-86%
9%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 758.703.990.929,67	\$ 2.317.892.547.307,85	-75%
11%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 977.804.881.393,17	\$ 2.100.791.656.844,35	-70%
12%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.011.605.322.124,91	\$ 2.064.991.216.112,61	-67%
12%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.011.605.322.124,91	\$ 2.064.991.216.112,61	-67%
12%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.011.605.322.124,91	\$ 2.064.991.216.112,61	-67%
13%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.095.905.762.856,66	\$ 1.980.690.775.380,86	-64%
13%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.095.905.762.856,66	\$ 1.980.690.775.380,86	-64%
16%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.348.807.085.051,90	\$ 1.727.789.453.185,62	-56%
17%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.431.107.525.783,65	\$ 1.645.489.012.453,87	-53%
18%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.517.407.966.515,40	\$ 1.559.188.571.722,12	-51%
18%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.517.407.966.515,40	\$ 1.559.188.571.722,12	-51%
18%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.517.407.966.515,40	\$ 1.559.188.571.722,12	-51%
19%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.601.708.407.247,15	\$ 1.474.888.130.990,38	-48%
19%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.601.708.407.247,15	\$ 1.474.888.130.990,38	-48%
20%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.686.008.847.978,90	\$ 1.390.587.690.258,63	-45%
20%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.686.008.847.978,90	\$ 1.390.587.690.258,63	-45%
22%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.854.609.729.442,39	\$ 1.221.986.808.795,13	-40%
23%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.938.910.170.174,14	\$ 1.137.686.368.063,38	-37%
24%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.023.210.610.905,89	\$ 1.053.385.927.331,64	-34%
24%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.023.210.610.905,89	\$ 1.053.385.927.331,64	-34%
24%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.023.210.610.905,89	\$ 1.053.385.927.331,64	-34%
26%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.191.811.492.369,39	\$ 884.785.045.868,14	-29%
28%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.360.412.373.832,88	\$ 716.184.164.404,64	-23%
28%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.360.412.373.832,88	\$ 716.184.164.404,64	-23%
29%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.444.712.814.564,63	\$ 631.883.723.672,90	-21%
30%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.529.013.255.296,38	\$ 547.583.282.941,15	-18%
30%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.529.013.255.296,38	\$ 547.583.282.941,15	-18%
31%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.613.313.696.028,13	\$ 463.282.842.209,40	-15%
31%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.613.313.696.028,13	\$ 463.282.842.209,40	-15%
32%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.781.914.577.491,62	\$ 294.681.960.745,90	-10%
33%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.781.914.577.491,62	\$ 294.681.960.745,90	-10%
35%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.950.515.458.955,12	\$ 126.081.079.282,41	-4%
35%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.950.515.458.955,12	\$ 126.081.079.282,41	-4%
37%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.119.116.340.418,61	\$ 42.510.802.181,09	1%
37%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.119.116.340.418,61	\$ 42.510.802.181,09	1%
37%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.119.116.340.418,61	\$ 42.510.802.181,09	1%
39%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.331.537.872.519,52	\$ 54.941.333.282,00	2%
40%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.466.454.913.838,52	\$ 69.883.376.621,00	3%
40%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.208.422.230.194,52	\$ 131.825.691.957,00	4%
42%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.247.237.615.680,52	\$ 170.641.077.443,00	6%
42%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.277.997.601.975,52	\$ 201.401.063.738,00	7%
43%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.326.789.282.889,52	\$ 250.192.744.652,00	8%
44%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.360.386.318.520,52	\$ 283.789.780.283,00	9%
45%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.369.780.196.983,52	\$ 295.183.658.746,00	10%
45%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.369.780.196.983,52	\$ 295.183.658.746,00	10%
46%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.383.831.482.955,52	\$ 307.734.944.718,00	10%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.386.340.387.676,52	\$ 309.743.849.439,00	10%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.401.512.428.536,52	\$ 324.915.890.299,00	11%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.405.497.587.195,52	\$ 328.901.048.958,00	11%
50%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.420.563.424.690,52	\$ 343.966.886.453,00	11%
50%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.435.331.307.412,52	\$ 358.734.769.175,00	12%
51%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.451.780.344.915,52	\$ 376.192.886.678,00	12%
51%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.470.883.387.825,52	\$ 394.296.849.588,00	13%
51%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.475.681.874.799,52	\$ 399.085.336.562,00	13%
52%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.492.955.537.013,52	\$ 416.358.998.776,00	14%
53%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.499.872.584.572,52	\$ 423.276.046.335,00	14%
54%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.516.617.893.579,52	\$ 440.021.355.342,00	14%
56%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.581.697.366.004,52	\$ 505.100.827.767,00	16%
58%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.637.311.872.356,52	\$ 560.715.334.110,00	18%
60%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.731.191.815.315,52	\$ 651.952.278.078,00	21%
61%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.826.311.546.276,52	\$ 749.715.008.039,00	24%
61%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.904.511.830.173,52	\$ 827.915.291.936,00	27%
63%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.958.690.975.072,52	\$ 882.094.436.835,00	29%
63%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.031.114.775.212,52	\$ 954.518.236.975,00	31%
64%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.082.298.348.347,52	\$ 1.005.701.810.110,00	33%
64%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.174.872.604.223,52	\$ 1.098.276.065.985,00	36%
65%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.260.648.394.907,52	\$ 1.184.051.856.750,00	39%
66%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.268.071.894.454,52	\$ 1.191.475.356.217,00	39%
67%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.276.232.490.829,52	\$ 1.199.635.952.592,00	39%
68%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.285.298.902.245,52	\$ 1.208.702.364.008,00	39%
71%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.295.235.304.656,52	\$ 1.218.638.766.419,00	40%
71%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.303.491.198.557,52	\$ 1.226.894.660.320,00	40%
73%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.312.300.847.476,52	\$ 1.235.704.399.239,00	40%
74%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.317.202.107.443,52	\$ 1.240.605.569.206,00	40%
74%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.323.972.902.530,52	\$ 1.247.376.364.293,00	41%
75%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.333.396.826.511,52	\$ 1.256.800.288.274,00	41%
77%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.341.292.268.576,52	\$ 1.264.695.730.339,00	41%
79%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.345.808.337.803,52	\$ 1.269.211.799.566,00	41%
85%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.351.886.038.660,52	\$ 1.275.289.500.423,00	41%
87%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.360.290.001.307,52	\$ 1.283.693.463.070,00	42%
87%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.364.472.837.050,52	\$ 1.287.876.288.813,00	42%
88%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.370.956.021.491,52	\$ 1.294.359.483.254,00	42%
88%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.373.446.961.549,52	\$ 1.296.850.423.312,00	42%
89%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.376.230.763.783,52	\$ 1.299.634.225.546,00	42%
90%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.382.649.308.742,52	\$ 1.306.052.770.505,00	42%
90%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.389.478.720.557,52	\$ 1.312.882.182.320,00	43%
92%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.393.207.967.588,52	\$ 1.316.611.429.351,00	43%
93%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.400.018.742.433,52	\$ 1.323.422.194.196,00	43%
93%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.402.611.129.708,52	\$ 1.405.017.591.471,00	46%
94%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.543.659.811.354,52	\$ 1.467.063.273.117,00	48%
95%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.617.858.994.106,52	\$ 1.541.262.455.869,00	50%
95%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.659.166.468.007,52	\$ 1.582.569.929.770,00	51%
96%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.686.540.623.665,19	\$ 1.609.944.085.427,66	52%
97%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.806.795.002.194,19	\$ 1.730.198.463.956,66	56%
97%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.947.584.696.434,19	\$ 1.870.988.138.196,66	61%
98%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.068.738.032.539,19	\$ 1.992.141.496.301,66	65%
100%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.252.301.628.476,19	\$ 2.175.705.090.238,66	71%
100%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.426.494.679.119,19	\$ 2.349.898.140.881,66	76%

Anexo 7. Porcentajes activos metodología Ratio de Sharpe.

Porcentaje bonos	Valor Pasivo	Valor activo	Diferencia	Porcentaje activos sobre pasivos
4%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 672.146.481.044,32	\$ 2.404.450.057.193,21	-78%
5%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 840.183.092.960,41	\$ 2.236.413.445.288,11	-73%
9%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.511.229.540.660,79	\$ 1.564.266.997.567,73	-51%
11%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.848.402.764.539,98	\$ 1.228.193.773.717,54	-40%
12%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.865.644.783.912,20	\$ 1.210.951.754.325,32	-39%
12%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.016.439.376.445,08	\$ 1.060.157.161.792,45	-34%
12%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.016.439.376.445,08	\$ 1.060.157.161.792,45	-34%
13%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.184.475.988.370,17	\$ 892.120.549.867,35	-29%
13%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.184.475.988.370,17	\$ 892.120.549.867,35	-29%
16%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.688.985.824.145,45	\$ 388.010.714.092,07	-13%
17%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.856.622.436.070,55	\$ 219.974.102.166,98	-7%
18%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.024.659.047.995,65	\$ 51.937.490.241,88	-2%
18%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.024.659.047.995,65	\$ 51.937.490.241,88	-2%
18%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.024.659.047.995,65	\$ 51.937.490.241,88	-2%
19%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.192.695.659.920,74	\$ 116.099.121.683,22	4%
19%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.192.695.659.920,74	\$ 116.099.121.683,22	4%
20%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.360.732.271.845,83	\$ 284.135.733.608,31	9%
20%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.360.732.271.845,83	\$ 284.135.733.608,31	9%
20%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.360.732.271.845,83	\$ 284.135.733.608,31	9%
22%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.382.266.004.092,52	\$ 306.669.465.855,00	10%
23%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.382.973.717.171,52	\$ 306.377.178.934,00	10%
24%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.383.719.638.704,52	\$ 307.123.100.467,00	10%
24%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.383.719.638.704,52	\$ 307.123.100.467,00	10%
24%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.383.719.638.704,52	\$ 307.123.100.467,00	10%
26%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.385.536.193.624,52	\$ 308.939.655.387,00	10%
28%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.386.085.759.300,52	\$ 309.489.221.063,00	10%
28%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.386.738.213.171,52	\$ 310.141.674.934,00	10%
29%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.387.571.147.414,52	\$ 310.974.609.177,00	10%
30%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.388.430.104.919,52	\$ 311.833.566.682,00	10%
30%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.388.430.104.919,52	\$ 311.833.566.682,00	10%
31%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.396.430.104.919,52	\$ 319.833.566.682,00	10%
31%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.396.430.104.919,52	\$ 319.833.566.682,00	10%
33%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.398.108.623.172,52	\$ 321.512.084.935,00	10%
33%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.398.108.623.172,52	\$ 321.512.084.935,00	10%
33%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.398.108.623.172,52	\$ 321.512.084.935,00	10%
35%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.485.717.110.538,52	\$ 409.120.572.281,00	13%
35%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.485.717.110.538,52	\$ 409.120.572.281,00	13%
37%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.536.474.229.253,52	\$ 459.877.691.016,00	15%
37%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.536.474.229.253,52	\$ 459.877.691.016,00	15%
39%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.577.706.780.081,52	\$ 501.110.241.844,00	16%
40%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.619.582.006.424,52	\$ 542.985.468.187,00	18%
42%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.669.461.777.789,52	\$ 592.865.239.552,00	19%
42%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.669.461.777.789,52	\$ 592.865.239.552,00	19%
43%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.752.301.025.187,52	\$ 685.704.486.930,00	22%
44%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.789.116.191.202,52	\$ 712.519.652.965,00	23%
45%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.805.528.279.653,52	\$ 728.931.741.416,00	24%
45%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.805.528.279.653,52	\$ 728.931.741.416,00	24%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.840.411.365.493,52	\$ 763.814.827.256,00	25%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.840.411.365.493,52	\$ 763.814.827.256,00	25%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.840.411.365.493,52	\$ 763.814.827.256,00	25%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.840.411.365.493,52	\$ 763.814.827.256,00	25%
50%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.888.627.665.637,52	\$ 812.031.127.400,00	26%
50%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.888.627.665.637,52	\$ 812.031.127.400,00	26%
51%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.891.940.417.264,52	\$ 815.343.879.027,00	27%
51%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.891.940.417.264,52	\$ 815.343.879.027,00	27%
51%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.891.940.417.264,52	\$ 815.343.879.027,00	27%
52%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.903.198.308.058,52	\$ 826.601.769.821,00	27%
53%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.907.088.023.059,52	\$ 830.491.484.822,00	27%
54%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.911.014.580.180,52	\$ 834.418.041.943,00	27%
56%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.914.485.596.937,52	\$ 837.889.058.700,00	27%
56%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.914.485.596.937,52	\$ 837.889.058.700,00	27%
60%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.920.114.791.763,52	\$ 843.518.253.526,00	27%
61%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.922.720.583.931,52	\$ 846.124.045.694,00	28%
61%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.922.720.583.931,52	\$ 846.124.045.694,00	28%
63%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.927.750.597.553,52	\$ 851.154.059.316,00	28%
63%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.927.750.597.553,52	\$ 851.154.059.316,00	28%
64%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.934.774.457.722,52	\$ 858.177.919.485,00	28%
64%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.934.774.457.722,52	\$ 858.177.919.485,00	28%
65%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.941.314.989.386,52	\$ 864.718.451.129,00	28%
66%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.944.435.231.847,52	\$ 867.839.693.610,00	28%
67%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.948.338.849.535,52	\$ 871.742.311.298,00	28%
68%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.951.950.542.745,52	\$ 875.354.004.508,00	28%
71%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.954.879.381.179,52	\$ 878.282.842.942,00	29%
71%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.954.879.381.179,52	\$ 878.282.842.942,00	29%
73%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.962.594.026.812,52	\$ 885.997.488.575,00	29%
74%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.964.976.078.210,52	\$ 888.379.539.973,00	29%
74%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.964.976.078.210,52	\$ 888.379.539.973,00	29%
75%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.969.512.696.328,52	\$ 892.916.158.091,00	29%
77%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.974.204.880.706,52	\$ 897.608.342.469,00	29%
79%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.976.311.477.021,52	\$ 899.714.938.784,00	29%
85%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.980.601.729.526,52	\$ 904.005.191.289,00	29%
87%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.983.752.494.376,52	\$ 907.155.956.139,00	29%
87%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.070.140.415.433,52	\$ 993.532.877.020,00	23%
88%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.158.251.392.558,52	\$ 1.081.654.854.321,00	35%
88%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.158.251.392.558,52	\$ 1.081.654.854.321,00	35%
89%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.159.720.522.693,52	\$ 1.083.123.984.456,00	35%
90%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.161.696.538.237,52	\$ 1.085.100.000.000,00	35%
90%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.161.696.538.237,52	\$ 1.085.100.000.000,00	35%
92%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.166.411.212.038,07	\$ 1.089.814.673.800,94	35%
93%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.334.447.823.963,16	\$ 1.257.851.285.725,64	41%
93%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.334.447.823.963,16	\$ 1.257.851.285.725,64	41%
94%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.502.484.435.888,27	\$ 1.425.887.897.650,75	46%
95%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.670.521.047.813,37	\$ 1.593.924.509.575,85	52%
95%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.670.521.047.813,37	\$ 1.593.924.509.575,85	52%
96%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.838.557.659.738,46	\$ 1.761.961.121.500,93	57%
97%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.006.594.271.663,54	\$ 1.929.907.733.426,02	63%
97%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.006.594.271.663,54	\$ 1.929.907.733.426,02	63%
98%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.174.630.883.588,65	\$ 2.098.034.345.351,13	68%
100%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.510.704.107.438,84	\$ 2.434.107.569.201,32	79%
100%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.510.704.107.438,84	\$ 2.434.107.569.201,32	79%

Anexo 8. Porcentajes activos metodología inmunización por duración.

Porcentaje bonos	Valor Pasivo	Valor activo	Diferencia	Porcentaje activos sobre pasivos
4%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 336.073.257.194,13	-\$ 2.740.523.281.043,40	-89%
5%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 420.091.563.156,67	-\$ 2.656.504.975.080,85	-86%
9%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 756.164.787.006,86	-\$ 2.320.431.751.230,66	-75%
11%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 924.201.398.931,96	-\$ 2.152.395.139.305,56	-70%
12%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.008.219.704.894,51	-\$ 2.068.376.833.343,02	-67%
12%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.008.219.704.894,51	-\$ 2.068.376.833.343,02	-67%
12%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.008.219.704.894,51	-\$ 2.068.376.833.343,02	-67%
12%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.008.219.704.894,51	-\$ 2.068.376.833.343,02	-67%
13%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.092.238.010.857,05	-\$ 1.984.358.527.380,47	-64%
13%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.092.238.010.857,05	-\$ 1.984.358.527.380,47	-64%
16%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.344.292.928.744,70	-\$ 1.732.303.609.492,83	-56%
17%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.428.311.234.707,24	-\$ 1.648.285.303.530,28	-54%
18%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.512.329.540.669,79	-\$ 1.564.266.997.567,73	-51%
18%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.512.329.540.669,79	-\$ 1.564.266.997.567,73	-51%
18%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.512.329.540.669,79	-\$ 1.564.266.997.567,73	-51%
19%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.596.347.846.632,34	-\$ 1.480.248.691.605,19	-48%
19%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.596.347.846.632,34	-\$ 1.480.248.691.605,19	-48%
20%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.680.366.152.594,89	-\$ 1.396.230.385.642,64	-45%
20%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.680.366.152.594,89	-\$ 1.396.230.385.642,64	-45%
20%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.680.366.152.594,89	-\$ 1.396.230.385.642,64	-45%
22%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.848.402.764.519,98	-\$ 1.228.189.773.717,54	-40%
23%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 1.932.421.070.482,53	-\$ 1.144.175.467.755,00	-37%
24%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.016.439.376.445,08	-\$ 1.060.157.161.792,45	-34%
24%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.016.439.376.445,08	-\$ 1.060.157.161.792,45	-34%
24%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.016.439.376.445,08	-\$ 1.060.157.161.792,45	-34%
24%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.016.439.376.445,08	-\$ 1.060.157.161.792,45	-34%
26%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.184.475.988.370,17	-\$ 892.120.549.867,35	-29%
28%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.352.512.600.295,27	-\$ 724.083.937.942,26	-24%
28%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.352.512.600.295,27	-\$ 724.083.937.942,26	-24%
29%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.436.530.906.257,81	-\$ 640.065.631.979,71	-21%
30%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.520.549.212.220,36	-\$ 556.047.326.017,16	-18%
30%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.520.549.212.220,36	-\$ 556.047.326.017,16	-18%
31%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.604.567.518.182,91	-\$ 472.029.020.054,62	-15%
31%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.604.567.518.182,91	-\$ 472.029.020.054,62	-15%
33%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.772.604.130.108,00	-\$ 303.992.408.129,52	-10%
33%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.772.604.130.108,00	-\$ 303.992.408.129,52	-10%
33%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.772.604.130.108,00	-\$ 303.992.408.129,52	-10%
35%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.940.640.742.033,10	-\$ 135.955.796.204,43	-4%
35%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 2.940.640.742.033,10	-\$ 135.955.796.204,43	-4%
37%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.108.677.353.958,19	-\$ 32.080.815.720,67	1%
37%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.108.677.353.958,19	-\$ 32.080.815.720,67	1%
39%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.276.713.965.883,29	-\$ 200.117.427.645,76	7%
40%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.360.732.271.845,83	-\$ 284.135.733.608,31	9%
42%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.528.768.883.770,93	-\$ 452.172.345.533,40	15%
42%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.528.768.883.770,93	-\$ 452.172.345.533,40	15%
43%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.612.787.189.733,48	-\$ 536.190.651.495,96	17%
44%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.696.805.495.696,03	-\$ 620.208.957.458,50	20%
45%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.780.823.801.658,57	-\$ 704.227.263.421,05	23%
45%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 3.780.823.801.658,57	-\$ 704.227.263.421,05	23%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.116.897.025.508,76	-\$ 1.040.300.487.271,24	34%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.116.897.025.508,76	-\$ 1.040.300.487.271,24	34%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.116.897.025.508,76	-\$ 1.040.300.487.271,24	34%
49%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.116.897.025.508,76	-\$ 1.040.300.487.271,24	34%
50%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.200.915.331.471,31	-\$ 1.124.318.793.233,79	37%
50%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.200.915.331.471,31	-\$ 1.124.318.793.233,79	37%
51%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.284.933.637.433,86	-\$ 1.208.337.099.196,33	39%
51%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.284.933.637.433,86	-\$ 1.208.337.099.196,33	39%
51%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.284.933.637.433,86	-\$ 1.208.337.099.196,33	39%
52%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.368.951.943.396,41	-\$ 1.292.355.405.158,88	42%
53%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.452.970.249.358,95	-\$ 1.376.373.711.121,43	45%
54%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.536.988.555.321,50	-\$ 1.460.392.017.083,98	47%
56%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.705.025.167.246,59	-\$ 1.628.428.629.009,07	53%
56%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 4.705.025.167.246,59	-\$ 1.628.428.629.009,07	53%
60%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.041.098.391.096,78	-\$ 1.964.501.852.859,26	64%
61%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.125.116.697.059,33	-\$ 2.048.520.158.821,81	67%
61%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.125.116.697.059,33	-\$ 2.048.520.158.821,81	67%
63%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.293.153.308.984,43	-\$ 2.216.556.770.746,90	72%
63%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.293.153.308.984,43	-\$ 2.216.556.770.746,90	72%
64%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.377.171.614.946,97	-\$ 2.300.575.076.709,45	75%
64%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.377.171.614.946,97	-\$ 2.300.575.076.709,45	75%
65%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.461.189.920.909,52	-\$ 2.384.593.382.672,00	78%
66%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.545.208.226.872,07	-\$ 2.468.611.688.634,55	80%
67%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.629.226.532.834,62	-\$ 2.552.629.994.597,09	83%
68%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.713.244.838.797,16	-\$ 2.636.648.300.559,64	86%
71%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.965.299.756.684,80	-\$ 2.888.703.218.447,28	94%
71%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 5.965.299.756.684,80	-\$ 2.888.703.218.447,28	94%
73%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 6.133.336.368.609,90	-\$ 3.056.739.830.372,38	99%
74%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 6.217.354.674.572,45	-\$ 3.140.758.136.334,92	102%
74%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 6.217.354.674.572,45	-\$ 3.140.758.136.334,92	102%
75%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 6.301.372.980.534,99	-\$ 3.224.776.442.297,47	105%
77%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 6.469.409.592.460,09	-\$ 3.392.813.054.222,57	110%
79%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 6.637.446.204.385,18	-\$ 3.560.849.666.147,66	116%
85%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 7.141.556.040.160,47	-\$ 4.064.959.501.922,95	132%
87%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 7.309.592.652.085,57	-\$ 4.232.996.113.848,05	138%
87%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 7.309.592.652.085,57	-\$ 4.232.996.113.848,05	138%
88%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 7.393.610.958.048,12	-\$ 4.317.014.419.810,59	140%
88%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 7.393.610.958.048,12	-\$ 4.317.014.419.810,59	140%
89%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 7.477.629.264.010,66	-\$ 4.401.032.725.773,14	143%
90%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 7.561.647.569.973,20	-\$ 4.485.051.031.735,68	146%
90%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 7.561.647.569.973,20	-\$ 4.485.051.031.735,68	146%
92%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 7.729.684.181.898,30	-\$ 4.653.087.643.660,77	151%
93%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 7.813.702.487.860,84	-\$ 4.737.105.949.623,32	154%
93%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 7.813.702.487.860,84	-\$ 4.737.105.949.623,32	154%
94%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 7.897.720.793.823,40	-\$ 4.821.124.255.585,87	157%
95%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 7.981.739.099.785,95	-\$ 4.905.142.561.548,42	159%
95%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 7.981.739.099.785,95	-\$ 4.905.142.561.548,42	159%
96%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 8.065.757.405.748,49	-\$ 4.989.160.867.510,97	162%
97%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 8.149.775.711.711,04	-\$ 5.073.179.173.473,51	165%
97%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 8.149.775.711.711,04	-\$ 5.073.179.173.473,51	165%
98%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 8.233.794.017.673,59	-\$ 5.157.197.479.436,06	168%
100%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 8.401.830.629.598,68	-\$ 5.325.234.091.361,16	173%
100%	\$ 3.076.596.538.237,52	\$ 8.401.830.629.598,68	-\$ 5.325.234.091.361,16	173%

Anexo 9. Porcentajes activos metodología inmunización por duración modificada.

CALIFICACIÓN	CASTIGO	
AAA	0,00%	0,00%
AAA-	0,00%	0,00%
AAA+	0,00%	0,00%
BBB	0,00%	0,00%
BBB-	0,00%	0,00%
BBB+	0,00%	0,00%
CCC	0,00%	0,00%
CCC-	0,00%	0,00%
CCC+	0,00%	0,00%
AA	0,00%	3,11%
AA-	0,00%	3,11%
AA+	0,00%	3,11%
BB	3,12%	3,50%
BB-	3,12%	3,50%
BB+	3,12%	3,50%
CC	3,51%	3,62%
CC-	3,51%	3,62%
CC+	3,51%	3,62%
A	3,63%	4,10%
A-	3,63%	4,10%
A+	3,63%	4,10%
B	4,11%	5,20%
B-	4,11%	5,20%
B+	4,11%	5,20%
C	5,21%	6,30%
C-	5,21%	6,30%
C+	5,21%	6,30%

Anexo 10. Porcentaje de castigo por calificación.

ID	Fecha nacimiento titular	Género titular	Estado titular	Temporalidad	Tiempo (años)	Fecha nacimiento sustituto 1	Género sustituto 1	Estado sustituto 1	Fecha nacimiento sustituto 2	Género sustituto 2	Estado sustituto 2	Fecha de inicio de la renta	Renta mensual	Duración (Años)
1	28/10/1951	M	R	V	NA	1/03/1978	M	I	16/09/1993	F	R	24/01/1907	\$ 3.633.333,33	44,79
2	17/02/1964	M	R	V	NA	20/07/1986	M	R	NA	NA	I	8/02/1926	\$ 3.633.333,33	38,05
3	26/07/1963	F	R	T	2	8/01/1989	F	R	NA	NA	R	11/03/1935	\$ 5.150.000,00	2,00
4	17/06/1964	F	R	T	10	5/03/1985	F	R	26/05/1978	M	R	21/07/1907	\$ 3.633.333,33	10,00
5	10/11/1963	F	R	V	NA	12/12/1988	M	R	NA	NA	R	3/01/1908	\$ 3.633.333,33	55,89
6	30/06/1960	M	R	V	NA	NA	NA	NA	NA	NA	R	11/08/1920	\$ 1.650.000,00	39,91
7	14/11/1963	F	R	T	2	5/05/1983	M	R	23/05/1978	M	R	10/11/1910	\$ 3.633.333,33	2,00
8	21/11/1962	M	R	V	NA	NA	NA	NA	5/02/1993	M	I	10/05/1933	\$ 4.800.000,00	29,55
9	5/02/1960	F	R	V	NA	NA	NA	NA	24/10/1992	F	I	12/04/1931	\$ 3.633.333,33	28,84
10	22/01/1963	M	R	T	5	1/01/1985	M	R	22/09/1997	F	R	23/12/1918	\$ 3.633.333,33	5,00
11	11/01/1962	F	R	V	NA	NA	NA	NA	NA	NA	I	19/08/1912	\$ 3.633.333,33	49,43
12	7/05/1963	F	R	V	NA	5/12/1989	F	R	NA	NA	R	20/08/1932	\$ 1.650.000,00	30,73
13	12/09/1962	F	R	T	4	NA	NA	NA	NA	NA	R	17/10/1915	\$ 3.633.333,33	4,00
14	24/09/1937	F	R	V	NA	13/08/1960	M	R	22/07/1997	M	I	6/03/1934	\$ 6.433.333,33	3,56
15	13/11/1960	F	R	V	NA	15/08/1983	F	I	NA	NA	R	9/06/1924	\$ 4.800.000,00	36,45
16	2/07/1954	F	R	V	NA	NA	NA	NA	22/10/1972	F	R	25/01/1919	\$ 6.433.333,33	35,46
17	1/10/1969	F	R	T	5	5/06/1989	M	I	NA	NA	I	12/04/1922	\$ 7.483.333,33	5,00
18	7/12/1955	M	R	V	NA	NA	NA	NA	NA	NA	I	18/05/1925	\$ 3.633.333,33	30,58
19	5/09/1954	M	R	T	5	NA	NA	NA	25/07/1973	F	I	25/12/1920	\$ 1.475.000,00	5,00
20	23/04/1958	F	R	T	10	5/04/1990	F	I	28/07/1984	M	I	20/08/1912	\$ 959.947,00	10,00
21	17/09/1969	F	R	T	10	5/08/1991	M	R	NA	NA	I	16/05/1907	\$ 1.766.666,67	10,00
22	26/10/1967	F	R	V	NA	NA	NA	NA	16/06/1993	M	R	8/04/1932	\$ 4.683.333,33	35,57
23	8/06/1949	F	R	T	5	12/09/1988	F	I	NA	NA	I	28/03/1907	\$ 3.633.333,33	5,00
24	14/05/1956	F	R	V	NA	23/01/1989	F	I	NA	NA	I	21/02/1919	\$ 3.633.333,33	37,25
25	15/02/1967	F	R	T	3	18/05/1986	F	R	NA	NA	R	11/03/1909	\$ 3.633.333,33	3,00
26	23/11/1965	F	R	T	4	NA	NA	NA	NA	NA	I	11/11/1917	\$ 3.166.666,67	4,00
27	2/01/1963	F	R	V	NA	1/02/1990	F	R	NA	NA	I	11/07/1923	\$ 2.886.666,67	39,51
28	12/10/1969	M	R	T	2	5/07/1991	M	R	NA	NA	I	23/12/1929	\$ 2.700.000,00	2,00
29	3/05/1966	M	R	V	NA	NA	NA	NA	30/09/1975	M	I	1/11/1920	\$ 1.475.000,00	45,53
30	2/05/1965	M	R	V	NA	NA	NA	NA	27/05/1966	M	I	25/07/1932	\$ 1.603.333,33	32,79
31	28/02/1964	F	R	V	NA	3/03/1995	M	R	NA	NA	I	20/10/1919	\$ 1.475.000,00	44,39
32	8/06/1959	M	R	V	NA	NA	NA	NA	18/11/1978	F	R	12/05/1933	\$ 1.475.000,00	26,09
33	3/12/1965	M	R	T	2	NA	NA	NA	6/07/1984	M	I	23/09/1924	\$ 1.650.000,00	2,00
34	22/04/1965	M	R	V	NA	NA	NA	NA	8/02/1996	F	R	20/07/1919	\$ 1.475.000,00	45,79
35	21/10/1958	F	R	V	NA	26/09/1992	M	I	NA	NA	R	9/01/1930	\$ 1.475.000,00	28,80
36	21/12/1964	M	R	T	10	NA	NA	NA	16/06/1964	M	I	29/04/1913	\$ 1.475.000,00	10,00
37	7/07/1960	M	R	T	5	3/09/1995	F	I	6/09/1976	F	R	21/05/1913	\$ 1.393.333,33	5,00
38	22/06/1954	M	R	T	1	29/11/1998	F	I	NA	NA	I	19/08/1906	\$ 1.475.000,00	1,00
39	7/04/1961	M	R	V	NA	5/09/1998	F	R	NA	NA	R	13/04/1912	\$ 1.475.000,00	49,02
40	18/11/1968	M	R	T	9	NA	NA	NA	NA	NA	R	3/03/1926	\$ 6.433.333,33	9,00
41	26/10/1965	M	R	V	NA	2/02/1999	F	I	NA	NA	I	12/07/1927	\$ 3.050.000,00	38,32
42	26/03/1951	F	R	T	8	NA	NA	NA	NA	NA	I	10/09/1916	\$ 2.583.333,33	8,00
43	13/12/1964	M	R	T	1	NA	NA	NA	4/12/1977	F	I	21/03/1928	\$ 2.583.333,33	1,00
44	2/09/1960	F	R	V	NA	10/10/1995	F	I	27/06/1982	F	R	22/01/1923	\$ 2.583.333,33	37,64
45	29/09/1963	F	R	V	NA	NA	NA	NA	2/03/1970	F	I	24/06/1928	\$ 2.583.333,33	35,29
46	13/10/1960	M	R	T	8	5/08/1996	F	R	NA	NA	I	22/11/1929	\$ 2.583.333,33	8,00
47	21/06/1965	F	R	T	3	11/10/1996	M	R	NA	NA	I	29/10/1922	\$ 4.683.333,33	3,00
48	25/07/1965	M	R	T	3	30/10/1996	F	I	NA	NA	R	30/08/1922	\$ 4.333.333,33	3,00
49	18/05/1956	M	R	V	NA	NA	NA	NA	NA	NA	R	31/10/1935	\$ 1.475.000,00	20,56
50	27/07/1970	F	R	T	2	NA	NA	NA	19/08/1977	M	I	19/10/1924	\$ 2.816.666,67	2,00
51	9/04/1951	M	R	T	5	NA	NA	NA	NA	NA	I	15/03/1923	\$ 2.933.333,33	5,00
52	3/11/1968	F	R	T	7	NA	NA	NA	5/05/1963	F	I	12/06/1906	\$ 3.353.333,33	7,00
53	15/10/1967	M	R	V	NA	3/05/1990	F	I	11/03/1962	F	R	7/01/1907	\$ 1.475.000,00	60,81
54	30/11/1961	F	R	V	NA	12/10/1991	M	I	NA	NA	I	22/10/1934	\$ 4.975.000,00	27,13
55	9/11/1970	F	R	V	NA	5/09/1990	M	R	24/01/1991	M	R	15/12/1907	\$ 6.433.333,33	62,95
56	8/10/1970	M	R	T	4	NA	NA	NA	NA	NA	I	13/01/1924	\$ 5.616.666,67	4,00
57	28/09/1959	M	R	T	3	23/08/1991	F	I	NA	NA	I	22/03/1919	\$ 2.233.333,33	3,00
58	11/11/1961	F	R	T	3	10/06/1989	M	R	NA	NA	I	14/07/1907	\$ 1.416.666,67	3,00

Anexo 11. Comportamiento cartera pasivos 58 muestras.