

# **Modelo de portafolio para fondos de inversión a través del análisis cluster y la teoría de Markowitz**

**Diego Coria Villca**

## **Resumen**

En el presente trabajo se desarrolla procedimientos para construir un modelo de portafolio para fondos de inversión que son administradas por las Sociedades Administradoras de Fondos de Inversión (SAFI) y se sustenta en la teoría de portafolios desarrollado por Harry Markowitz (1952) y el análisis cluster, en ella se analiza los tipos de fondos como los abiertos y cerrados, tipo de moneda, rendimiento y volatilidad. El modelo permitirá dar alternativas de inversión a los participantes Bolivianos o inversionistas en fondos, coadyuvando en la generación de máximos rendimientos a menor riesgo.

*Palabras clave: rendimiento, portafolio de Markowitz, análisis cluster.*

*Clasificación JEL: 3C*

## I. Introducción

Los inversionistas se encuentran frecuentemente tomando decisiones de inversión con el propósito de maximizar la rentabilidad, para ello uno de los factores predominantes es el riesgo que está enmarcadas en un escenario de incertidumbre, realizando revisiones bibliográficas encontramos una publicación que remonta al año 1952 de Harry M. Markowitz "Portfolio Selection" (The Journal of Finance, p. 77-91), en ella muestra la composición de un portafolio utilizando conceptos básicos de Estadística como la esperanza matemática y la desviación estándar relacionándolo con el rendimiento y el riesgo, de esta manera propone al inversionista que aborde el portafolio como un todo y no de manera particular por cada activo financiero, posteriormente fue merecedor del premio Nobel de Economía 1990.

Posteriormente William F. Sharpe (1964), "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk" (The Journal of Finance, p. 425-442) en base a los resultados de Markowitz desarrolló la teoría de Equilibrio donde los precios de los activos se ajustarán para igualar la oferta y la demanda de cualquier activo riesgoso (premio Nobel 1990).

Además de las teorías de Markowitz y Sharpe se pretende incluir el análisis cluster en la construcción de portafolios aplicables a los fondos de inversión que son administradas por las sociedades administradoras de fondos de inversión (SAFI), cuyos participantes son personas naturales o jurídicas que constituyen un fondo común de aportes de dinero en efectivo. Los accionistas podrán ser agencias de bolsa, bancos y compañías de seguros, su patrimonio debe ser separado del patrimonio del fondo que administran.

Las SAFIs establecen e implementan las políticas de inversión que persigue el fondo, realizando inversiones a favor de los participantes a través del mercado de valores nacional y del extranjero. Los ingresos de las sociedades administradoras de fondos de inversión provienen de las comisiones que cobran a los aportantes por la administración del fondo y las políticas de inversión son de conocimiento de los aportantes con anterioridad a su ingreso al fondo.

Toda persona natural o jurídica requiere de dinero, y una forma de tener seguridad económica es el ahorro que permite dejar de gastar y se puede invertir con la finalidad de hacer crecer. La diferencia entre invertir y ahorrar es el riesgo de la inversión.

Según el BCB en el informe de política económica enero 2014, el índice Global de Actividad Económica (IGAE) a noviembre del 2013, el crecimiento de la actividad global, fue de 6,5%. A nivel sectorial, todas las actividades aportaron al crecimiento destacando entre las más relevantes Hidrocarburos, Transportes y Almacenamiento, Otras Industrias, Agropecuaria junto al continuo dinamismo de Servicios Financieros; estos cinco sectores explicaron más de dos terceras partes del crecimiento registrado a precios básicos (BCB, 2014, p. 28-36).

Durante el 2013, el crédito del sistema financiero al sector privado presentó el crecimiento absoluto más alto en la historia económica del país y los depósitos continuaron aumentando a un ritmo importante. Asimismo, los ratios de bolivianización se profundizaron y los principales indicadores financieros se mantuvieron sólidos (BCB, 2014, p. 28-36).

Los depósitos cerraron la gestión 2013 en 17,5% de crecimiento interanual, el flujo registrado es el segundo más alto después del observado en 2012, en un contexto de acciones de esterilización monetaria que re direccionó una parte importante del ahorro en el sistema financiero tradicional hacia títulos del BCB, respondiendo a rendimientos más atractivos. El crecimiento de los depósitos, por orden de importancia, se registró en cajas de ahorro, depósito a plazo fijo y depósitos a la vista, impulsando el alargamiento de la estructura de fondeo de las EIF. El incremento de los depósitos en MN fue mayor al incremento total (BCB, 2014 p.28-36).

El mercado de valores en Bolivia tiene un comportamiento predominante por la Bolsa Boliviana de Valores (BBV) y el Banco Central de Bolivia (BCB) el cual emite la venta directa de valores al público convirtiéndose en un mecanismo que mejoró las condiciones de ahorro de la población, ofreciendo a las familias la seguridad de un título del BCB y tasas de interés más altas que en las Entidades de Intermediación Financiera (EIF). Adicionalmente, estos títulos se constituyeron en un instrumento alternativo para regular la liquidez y señalar las tasas pasivas del sistema financiero (BCB, 2014 p.28-36).

Frente a la liquidez que presenta la sociedad Boliviana, las SAFIs son una alternativa de inversión conformado por la captación de aportes de personas naturales o jurídicas, denominadas participantes, constituyéndose en un importante canal del ahorro hacia la inversión. Asimismo, es una alternativa para aquellas personas que deseen participar con sus ahorros en el mercado, permitiendo una mayor accesibilidad al mismo. Pero surge algunas

interrogantes ¿cuáles son los mejores fondos de inversión?, en este sentido, realizando revisiones bibliográficas no existe indicador que muestre tal situación, además elegir entre la gran diversidad de fondos de inversión que ofertan las SAFIs publicados en la bolsa boliviana de valores ¿será posible construir un portafolio de fondos de inversión?, ¿podrá aplicarse la teoría de portafolios de Markowitz en los fondos de inversión que administran las SAFIs? ¿Cómo seleccionar de entre 52 fondos de inversión administradas por las SAFIs, aquellos activos financieros que le permita construir a los inversionistas Bolivianos un portafolio óptimo?

Para resolver los problemas planteados anteriormente se prosigue a elaborar un modelo de portafolio para fondos de inversión caracterizado por la incorrelación y correlación negativa de los mejores fondos abiertos y cerrados que administran las SAFIs, en base a datos publicados por la ASFI periodo enero 2014 hasta mayo de 2015.

El modelo de portafolios para fondos de inversión permitirá determinar los mejores fondos de inversión en base a rendimiento, volatilidad, desempeño y correlación. De esta manera dar alternativas de inversión a los participantes Bolivianos o pequeños inversionistas en fondos, coadyuvando en la generación de buenos rendimientos a menor riesgo.

## **II. Portafolios de inversión**

Un portafolio de inversión es un conjunto de activos seleccionados de un universo de alternativas existentes en los mercados financieros, el proceso de elección está sujeto a la diversificación, e implica la proporción de inversión que se destinará a cada activo financiero, esta acción permite equilibrar los rendimientos esperados y el riesgo que se obtienen de cada uno de los activos.

A continuación se desarrollan los componentes que intervienen en la composición de un portafolio de inversión basados en la teoría de Markowitz, y Sharpe con un alto nivel de desarrollo cuantitativo induciendo en la toma de decisiones financieras en las cuales intervienen características propias como el riesgo y rendimiento.

## II.1. Riesgo y rendimiento esperado de un activo financiero

El rendimiento esperado de un activo financiero es medido utilizando la esperanza matemática para un conjunto de rendimientos aleatorios que ocurrieron en diferentes periodos o escenarios con cierta distribución de probabilidades ( $p$ ).

$$E(R) = \mu = \sum_t r_t p_t$$

El gran dilema de todo inversionista es conocer el nivel de riesgo que asume cuando realiza una inversión, para ello el riesgo es una probabilidad de ocurrencia del evento asociado al impacto financiero, sobre cuya ocurrencia existe incertidumbre.

Las inversiones cuyos rendimientos son más inciertos se consideran generalmente más riesgosas. El riesgo es el grado de variación de los rendimientos relacionados con un activo específico. Un bono gubernamental de \$1.000 que garantiza a su tenedor de \$5 de interés después de 30 días no tiene ningún riesgo porque no existe ningún grado de variación relacionada con el rendimiento. Una inversión de \$1.000 en acciones comunes de una empresa, cuyo valor durante los mismos 30 días puede aumentar y disminuir en un intervalo amplio, es muy riesgosa debido al alto grado de variación de su rendimiento (Lawrence y Chad, 2012, p. 287).

Para medir cuantitativamente el **riesgo** de un activo financiero se calcula la **desviación estándar** ( $\sigma$ ) de un conjunto de rendimientos aleatorios que ocurrieron en diferentes periodos, situación que lo analizó Markowitz.

$$\sigma = +\sqrt{\text{var}(R)}$$

La varianza de un activo financiero es la esperanza de la diferencia entre los rendimientos con el rendimiento esperado.

$$\text{var}(R) = \sigma^2 = E[R - E(R)] = \sum_{t=1}^T (r_t - \mu)^2 p_t$$

Una de las propiedades de la varianza indica que siempre será un valor positivo y esta expresado en unidad diferente a los rendimientos, por ejemplo si los rendimientos están expresados en pesos; la varianza estará en pesos al cuadrado. Por esta situación en Finanzas se utiliza la desviación estándar para medir el riesgo, que es la raíz cuadrada de la varianza y de esta manera expresar en la misma unidad de medida.

Si observa la fórmula de la varianza, no se podrá calcular sin tener el resultado de la media, lo que implica que la varianza depende de la media, en finanzas ocurre lo mismo; el riesgo está estrechamente ligado al rendimiento esperado, por esto un buen inversionista debe relacionar el rendimiento esperado de un instrumento financiero con el riesgo posible que pueda ocurrir.

Como los rendimientos de un activo financiero son variables aleatorias y tiene una distribución de probabilidades que inicialmente puede que sea una distribución discreta, aplicando el teorema del límite central que indica que si las muestras de una distribución cualesquiera tienden a infinito, esta se aproxima a la distribución normal.

La distribución normal es la madre de las distribuciones de probabilidad que pueden encontrarlos en cualquier libro de Estadística, en tal sentido caracterizamos la distribución de los rendimientos para una muestra suficientemente grande, siendo la función de densidad que depende de dos parámetros  $\mu$  y  $\sigma$ ; esto es,

$$f(R) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{R-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

Donde:

$R$  = rendimientos históricos del activo

$\mu = E(R)$  Rendimiento esperado del activo, si  $-\infty < R < \infty$

$\sigma = \sqrt{\text{var}(R)}$  Desviación típica o estándar de los rendimientos, si  $\sigma > 0$

$\pi = 3,14159\dots$

$e = 2,71828\dots$

Los parámetros de la distribución normal de rendimientos  $\mu$  y  $\sigma$  están estrechamente ligados, no se puede calcular la desviación estándar sin la media.

$$\mu = E(R) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{R-\mu}{\sigma}\right)^2} dR$$

$$\text{var}(R) = \sigma^2 = E[R - E(R)] = E[R^2] - [E(X)]^2$$

Una característica importante de la distribución normal es que la proporción de casos que se encuentran en el intervalo  $(\mu - k\sigma, \mu + k\sigma)$ , para ello, la probabilidad de tener un rendimiento inferior y/o superior a la media de los rendimientos es una cantidad dependiente de la desviación estándar.

## II.2. Riesgo y rendimiento esperado para dos activos financieros

Para dos activos  $R_1$  y  $R_2$ , la distribución de probabilidad bivalente discreta será,

$$P(R_1 = r_i; R_2 = r_j) = p_{ij}$$

Esto ocurre cuando las dos variables de forma marginal siguen una distribución discreta y la masa total de la distribución debe ser igual a 1.

$$\sum_i \sum_j p_{ij} = 1$$

Para el rendimiento esperado de manera conjunta  $R_1$  y  $R_2$ , está dada por la siguiente expresión,

$$E(R_1; R_2) = \sum_i \sum_j r_i r_j p_{ij}$$

Mientras, para medir el riesgo de manera conjunta entre dos activo acudimos a la teoría de la **covarianza** "covarian".

$$cov(R_1, R_2) = \sigma_{R_1 R_2} = E[(R_1 - E(R_1))(R_2 - E(R_2))] = \sum_i \sum_j (R_1 - \mu_{R_1})(R_2 - \mu_{R_2}) p_{ij}$$

La covarianza en Finanzas tiene sus efectos interesantes.

- Si  $\sigma_{R_1 R_2} = 0$  indica que el riesgo de ambos activos es nulo, tasa libre de riesgo. Lo deseable de una inversión.
- Si  $\sigma_{R_1 R_2} > 0$ , covarianza positiva, varían conjuntamente en el mismo sentido, es decir; covarían positivamente pero no sabemos qué tan alta es, existe riesgo en la inversión; para mayor precisión acudimos a la correlación.
- Si  $\sigma_{R_1 R_2} < 0$ , covarían negativamente, el riesgo esta inversamente, quiere decir que los rendimientos varían inversamente. Existe menor riesgo en la inversión.

Además, para precisar el grado de asociación entre los dos activos  $R_1$  y  $R_2$  utilizamos la **correlación lineal** de Pearson e indica el sentido directo o inverso de la relación y no es otra cosa que el cociente entre la covarianza y las desviaciones típicas de cada variable.

$$corr(R_1, R_2) = \rho_{R_1 R_2} = \frac{\sigma_{R_1 R_2}}{\sigma_{R_1} \sigma_{R_2}}$$

La interpretación de la correlación como medida del grado de relación lineal entre dos variables es una interpretación Estadística pura. En finanzas ocurre lo siguiente:

- si  $\rho_{R_1 R_2} = 0$ , los dos activos están incorreladas e indica independencia, el inversionista tiene la tasa libre de riesgo de ambos activos. El rendimiento de un activo no afecta al otro.

- si  $\rho_{R_1R_2} = 1$ , relación lineal perfecta, implica que si el rendimiento de un activo aumente el otro también lo hará y viceversa. Invertir en un activo da lo mismo invertir en otro activo.
- Si  $\rho_{R_1R_2} = -1$ , relación lineal perfecta y negativa, como varían inversamente, si uno aumenta en su rendimiento el otro disminuye o viceversa. En esta situación se recomienda admitir el mejor rendimiento marginal.
- Si  $0 < \rho_{R_1R_2} < 1$ , correlación positiva, implica pérdidas muy altas en la inversión cuando disminuye el rendimiento de un activo, también disminuye el otro, pero si ocurre lo contrario las ganancias se incrementan. Como los mercados son vulnerables, no se recomienda invertir en estos activos con este tipo de correlación.
- Si  $-1 < \rho_{R_1R_2} < 0$ , correlación negativa, implica que los rendimientos podría estar compensando la disminución de un activo con el aumento del otro. En inversiones sería lo más recomendable para el inversionista con este tipo de correlación.

Con el anterior análisis de correlación se puede determinar el riesgo de dos activos de manera general, pero surge la interrogante ¿es posible reducir el riesgo?, para dar respuesta se utiliza el concepto de **diversificación** que consiste en agregar activos que tienen correlaciones negativas e incorreladas en un **portafolio**.

Cuando la correlación es nula y negativa entre los rendimientos de los activos, mayor es la reducción del riesgo que los inversionistas pueden lograr con la diversificación. En resumen: correlación, diversificación, rendimiento y riesgo son elementos fundamentales a hora de construir portafolios, en los siguientes acápite se desarrolla con toda la rigurosidad científica y sustentada en la Estadística.

### II.3. Riesgo y rendimiento de portafolio

Un portafolio está compuesto por un conjunto de activos financieros diversificados en base a la correlación y la proporción de inversión que se destinará a cada activo. La meta de un gerente financiero es crear un portafolio que proporcione el rendimiento máximo para un nivel de riesgo determinado.

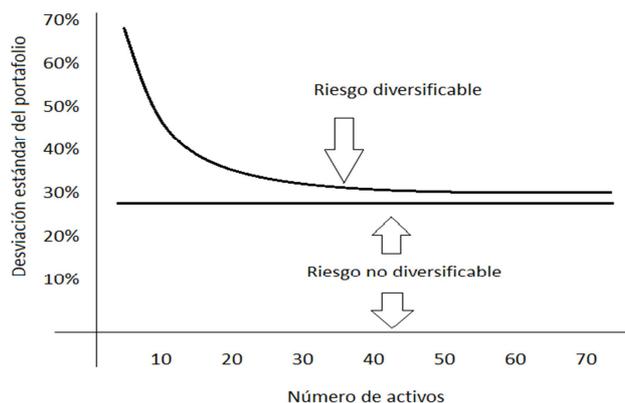
Sharpe (1974) la teoría de portafolio constituye una guía de toma de decisiones de inversión valiéndose de la diversificación de la incertidumbre y siguiendo la frase “no ponga todos los huevos en la misma canasta”, de este modo distribuir el riesgo asociado a cada huevo (activo

financiero) en varias canastas de inversión (mercados financieros), de manera que si se cae una canasta; la pérdida no será tan grande porque será compensado por las otras canasta.

Por lo tanto, para medir el riesgo y rendimiento promedio del portafolio es simplemente aplicar la media ponderada y la desviación estándar. Sin embargo el rendimiento está influenciado por los distintos niveles de correlación existentes entre los distintos activos de inversión, el cual subyace en el proceso de diversificación que se usa para construir un portafolio eficiente, esta situación se encuentra en el modelo de Markowitz.

La diversificación le permite al inversionista disminuir el riesgo de su portafolio sin sacrificar rendimientos o, alternativamente, aumentar el rendimiento de su portafolio sin incrementar su riesgo. Desde luego, la diversificación no garantiza ganancias bajo cualquier circunstancia, pero ayuda a amortiguar la variabilidad de los rendimientos de los activos individuales.

Figura 1: Diversificación del riesgo en portafolios



Fuente: Extraído de Administración Financiera II Villarreal (2008)

El efecto de la diversificación indica si el riesgo disminuye a medida en que se agregan un mayor número de activos al portafolio de inversión. En un principio, la disminución del riesgo es considerable, lo que se aprecia en la fuerte pendiente negativa en la curva que representa el riesgo total. En un segundo momento, el riesgo sigue disminuyendo, pero a un ritmo menor. Finalmente, aunque el riesgo no deja de caer, su descenso es muy pequeño; esto es, se llega a un punto en el cual por más activos que se agreguen al portafolio el riesgo disminuye muy poco.

### II.3.1. Riesgo y rendimiento de portafolio con dos activos

El rendimiento de portafolio con dos activos financieros  $R_1$  y  $R_2$ , es un **promedio ponderado** de los rendimientos esperados  $E(R_1), E(R_2)$  con la proporción invertida  $w_1$  y  $w_2$ . Esto es,

$$R_p = w_1E(R_1) + w_2E(R_2) = \sum_{i=1}^2 w_iE(R_i)$$

Donde:

$E(R_i)$ =Rendimiento esperado del activo  $i$

$w_i$ =proporción invertida en el activo  $i$

$$\sum_{i=1}^2 w_i = 1$$

El riesgo de portafolio se da a través de la variación, de tal manera la varianza del portafolio con dos activos, se expresa de la siguiente manera.

$$\sigma_p^2 = w_1^2\sigma_{R_1}^2 + 2w_1w_2\sigma_{R_1R_2} + w_2^2\sigma_{R_2}^2$$

Lo que puede ocurrir si los rendimientos del portafolio se encuentren muy alejados del promedio, se obtendrá una mayor desviación o variabilidad de los rendimientos, lo que representa un mayor riesgo.

Observe que la varianza del portafolio está en función de la covarianza que ya se estudió anteriormente y se dijo que lo deseable son aquellos que varían de manera inversa para compensar las pérdidas con las ganancias. Además se incluyen las varianzas de cada activo multiplicados por las ponderaciones correspondientes.

La covarianza permite obtener el coeficiente de correlación entre dos activos,  $\sigma_{R_1R_2} = \rho_{R_1R_2}\sigma_{R_1}\sigma_{R_2}$

Reemplazando la correlación por la covarianza, se obtiene otra fórmula para la varianza del portafolio.

$$\sigma_p^2 = w_1^2\sigma_{R_1}^2 + w_2^2\sigma_{R_2}^2 + 2w_1w_2\rho_{R_1R_2}\sigma_{R_1}\sigma_{R_2}$$

El riesgo del portafolio es precisamente la desviación estándar del portafolio.

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_p^2}$$

### II.3.2. Riesgo y rendimiento de portafolio con n-activos

Ampliando de manera análoga que el anterior a  $n$  activos, el rendimiento del portafolio es un promedio ponderado de los rendimientos esperados  $E(R_1), E(R_2), \dots, E(R_n)$  de un grupo de activos diversificados.

$$R_p = \sum_{i=1}^n w_i E(R_i)$$

Donde:

$E(R_i)$  = Rendimiento esperado del activo  $i$

$w_i$  = proporción invertida en el activo  $i$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

$n$  = total de activos que se analizan.

El riesgo del portafolio es,

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}}$$

Otra forma de expresar en su forma **matricial** el rendimiento del portafolio.

$$R_p = W^T E(R)$$

El riesgo o volatilidad del portafolio

$$\sigma_p = \sqrt{W^T \Sigma W}$$

Donde:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \cdots & \sigma_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \cdots & \sigma_n^2 \end{bmatrix}, \text{ Matriz de varianzas y covarianzas}$$

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}, \text{ Vector de proporciones invertidos en los activos}$$

$$E(R) = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_n \end{bmatrix}, \text{ Vector de medias}$$

### II.3.3. La correlación en la teoría de portafolios

La varianza del portafolio.

$$\sigma_p^2 = w^2 \sigma_X^2 + (1-w)^2 \sigma_Y^2 + 2w(1-w) \rho_{XY} \sigma_X \sigma_Y$$

Se utiliza para establecer la relación que existe entre dos rendimientos esperados y el nivel de riesgo de los portafolios. Para ello se sustituyen los valores de correlación 1, -1 y 0.

**Para  $\rho_{XY} = 1$** , la varianza del portafolio,

$$\sigma_p^2 = w^2\sigma_X^2 + (1-w)^2\sigma_Y^2 + 2w(1-w)\sigma_X\sigma_Y = [w\sigma_X + (1-w)\sigma_Y]^2$$

y el riesgo,

$$\sigma_p = w\sigma_X + (1-w)\sigma_Y$$

Como la correlación entre los rendimientos y el riesgo de portafolios es uno, ambos van en la misma dirección y es una función lineal. Esta situación indica el máximo riesgo que pueda ocurrir, obsérvese la figura 1.2 en la línea AB se encuentran todos los portafolios representados por el rendimiento y riesgo para todas las combinaciones posibles de la inversión, el punto A representa el riesgo y rendimiento del portafolio cuando se invierte el 100% en el activo X y el punto B cuando se invierte el 100% en Y. Entonces la proporción  $w$  con la cual se obtiene el riesgo es,

$$w = \frac{\sigma_Y^2 - \sigma_X\sigma_Y}{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 - 2\sigma_X\sigma_Y} = \frac{\sigma_Y(\sigma_Y - \sigma_X)}{(\sigma_Y - \sigma_X)^2} = \frac{\sigma_Y}{\sigma_Y - \sigma_X}$$

**Para  $\rho_{XY} = -1$** , de manera análoga al anterior caso se procede, siendo la varianza del portafolio,

$$\sigma_p^2 = w^2\sigma_X^2 + (1-w)^2\sigma_Y^2 + 2w(1-w)(-1)\sigma_X\sigma_Y = [w\sigma_X - (1-w)\sigma_Y]^2$$

y el riesgo.

$$\sigma_p = \pm[w\sigma_X - (1-w)\sigma_Y]$$

Como la correlación entre los rendimientos y el riesgo de portafolios es perfectamente inversa, obsérvese la figura 1.2 que se da en la línea ACB. Existe un riesgo cero en el punto C, la línea CB tiene pendiente positiva, mientras la línea CA una pendiente negativa, esto debido al riesgo del portafolio y se obtiene a través de la proporción de inversión  $w$ .

$$w = \frac{\sigma_Y^2 + \sigma_X\sigma_Y}{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + 2\sigma_X\sigma_Y} = \frac{\sigma_Y(\sigma_Y + \sigma_X)}{(\sigma_X + \sigma_Y)^2} = \frac{\sigma_Y}{\sigma_X + \sigma_Y}$$

**Para  $\rho_{XY} = 0$** , la varianza del portafolio,

$$\sigma_p^2 = w^2\sigma_X^2 + (1-w)^2\sigma_Y^2$$

y el riesgo,

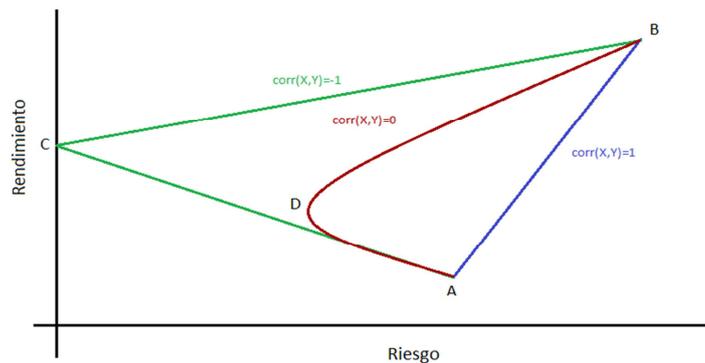
$$\sigma_p = \sqrt{w^2\sigma_X^2 + (1-w)^2\sigma_Y^2}$$

Como la correlación entre los rendimientos y el riesgo de portafolios es cero, obsérvese la figura 1.2 es una curva convexa entre ADB, siendo el punto D caracterizado por el riesgo mínimo y se obtiene a través de la proporción de inversión  $w$ .

$$w = \frac{\sigma_Y^2}{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2}$$

En la práctica lo que ocurre es  $-1 < \rho_{XY} < 1$  y dichos portafolios se encuentran dentro del triángulo ACB y serán convexas.

Figura 2: Correlación en portafolios



Fuente: Extraído de Finanzas Corporativas Ross et all. (2009)

#### II.4. Portafolios eficientes

Esta teoría fue planteada por Markowitz donde un portafolio eficiente proporciona al inversionista el máximo rendimiento esperado con el menor nivel de riesgo y estos se encuentran en la frontera eficiente, para ello ocurre el siguiente proceso de optimización.

$$\text{Maximizar } R_p = W^T E(R)$$

Sujeto a:

$$\sigma_p = \sqrt{W^T \Sigma W}$$

$$W^T \mathbf{1} = 1$$

$$w_i \geq 0; w_i \in W$$

La otra alternativa para minimizar el riesgo se tiene.

$$\text{Minimizar } \sigma_p = \sqrt{W^T \Sigma W}$$

Sujeto a:

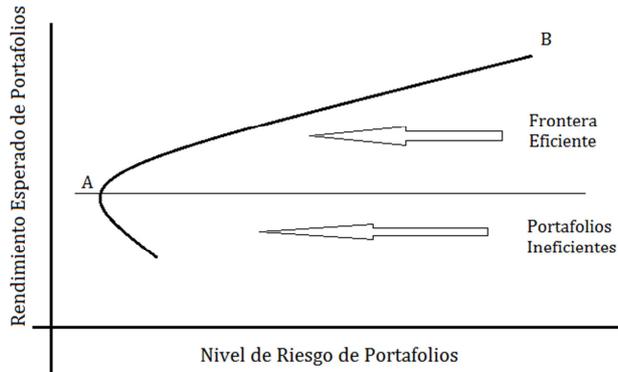
$$R_p = W^T E(R)$$

$$W^T \mathbf{1} = 1$$

$$w_i \geq 0; w_i \in W$$

El portafolio eficiente permite determinar la proporción idónea de invertir en cada uno de los activos, de tal manera que maximicen los rendimientos para un nivel de riesgo dado, estos portafolios se encuentran en la llamada frontera eficiente.

Figura 3: Frontera eficiente



Fuente: Extraído de Finanzas Corporativas Ross et all. (2009)

En la anterior figura ocurre que a mayor nivel de riesgo se obtiene un mayor rendimiento, el gran problema que se da es determinar aquellos portafolios que se encuentran en la frontera eficiente. Obsérvese el punto A (curva de frontera) donde ocurre el mínimo riesgo y se puede obtener con la mínima varianza y en ella se encuentra el portafolio de mínima varianza.

$$\text{Minimizar } \sigma_p = \sqrt{W^T \Sigma W}$$

Sujeto a:

$$W^T \mathbf{1} = 1$$

$$w_i \geq 0; w_i \in W$$

## II.5. Portafolio óptimo

Para determinar el portafolio óptimo se utiliza el concepto de desempeño del portafolio, para ello aplicamos el índice de Sharpe, que mide el exceso de rentabilidad sobre la tasa de interés libre de riesgo.

$$IS_p = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p}$$

Donde:

$R_p$  = Rendimiento del portafolio eficiente

$R_f$  = Tasa libre de riesgo

$\sigma_p$  = Riesgo del portafolio eficiente

La tasa libre de riesgo es la rentabilidad que se obtendría de una inversión segura. Normalmente se considera inversión segura la adquisición de letras, bonos, obligaciones o pagarés emitidos por el tesoro del país en el que se está realizando la inversión.

La mayoría de los investigadores considera que los activos sin riesgo que deben ser tomados como referencia, para la valoración de empresas, han de ser los que vencen a largo plazo, ya que el horizonte de inversión en el caso de las acciones es a largo plazo (Castaño, 2008, p. 128).

En su paper el profesor Bravo S. de la ESAN menciona sobre el particular agrega Damodarán (2002, p.154) que los gobiernos están libres del riesgo de incumplimiento no por ser mejores administradores que las empresas privadas sino porque ellos manejan la emisión de la moneda y Ross (2002, p. 232) que los gobiernos pueden crear más impuestos para cumplir sus obligaciones por lo que sus bonos están virtualmente libres de riesgo.

De otro lado, se han dado casos (Argentina, uno de los más recientes) de gobiernos de economías emergentes que han incumplido con el pago de sus obligaciones provenientes de la emisión de sus bonos soberanos, por lo que se descarta, en este caso, el que puedan ser considerados como tasa libre de riesgo. En general, los bonos de los gobiernos de las economías emergentes no son percibidos como libres de riesgo de incumplimiento por los inversionistas. En cuanto a los bonos emitidos por los gobiernos de otros países desarrollados (Japón, Suecia, por citar algunos ejemplos) la ventaja de los bonos del tesoro americano es que tienen mayor liquidez y existe una amplia gama de instrumentos de diferente vencimiento actualmente en circulación. (Bravo, s/a, p.3).

### **III. Análisis cluster**

El análisis Cluster es una técnica del análisis multivariado que permite agrupar un conjunto de observaciones o de variables en grupos (cluster) de acuerdo a ciertos criterios de distancia y similitud fijados, de tal manera que cada grupo esté integrado por unidades homogéneas y los grupos entre sí sean muy heterogéneos.

Los grupos no están definidos a priori y la conformación de los mismos tiene un carácter exploratorio. La cercanía o alejamiento entre las unidades de análisis o de variables se

determina por ejemplo con la distancia euclídea, esto condiciona el análisis a variables cuantitativas. De este modo dos unidades se consideran muy semejantes cuando menor es la distancia entre ellas.

Existen dos tipos de análisis cluster. Aquellos que asignan los casos o grupos diferenciados que el propio análisis lo configura, sin que unos dependan de otros, se conoce como **no jerárquico**, y aquellos que configuran grupos con estructura arborescente, de forma que clústeres más bajos van siendo englobados en otros de niveles superiores, se denomina **jerárquicos**.

La **proximidad** expresa la semejanza que existe entre individuos o variable. Es decir, es el grado de asociación que existe entre ellos. Las proximidades pueden medir la distancia o la similitud (similaridad) entre observaciones o variable. El valor que se obtiene es una medida de distancia es tanto mayor cuando más alejado están los individuos o puntos entre los que se mide.

La **similitud**, al contrario de las distancias, el valor que se obtiene es tanto mayor cuanto más próximo están las características consideradas (activos financieros). La similitud es medida a través de la correlación de Pearson, coeficientes de Spearman y de Kendall entre otros según el tipo de variable.

El **dendograma** es un árbol invertido de formación de grupos con estructura arborescente de dependencia, de acuerdo con diferentes niveles de jerarquía. Existe varios métodos de agrupación, en está utilizaremos el **método** de encadenamiento simple "**vecino más cercano**", consiste en ir agrupando las variables (activos financieros) que tienen mayor similitud en clusters, luego entre variables-clusters, continúa hasta que todas las variables se encuentran en un cluster.

### **III.1. Criterios de selección para activos financieros incorrelacionados y correlación negativa**

El análisis cluster por procedimientos jerárquicos permite agrupar los activos financieros a través del nivel de similitud de mayor a menor. Para la validación de la solución cluster se incluye el análisis de correlación de los activos a un nivel de significación del 1%, bajo la siguiente hipótesis Estadística.

$H_0$ : Los activos financieros no están correlacionados.

$H_1$ : Los activos financieros están correlacionados.

En aquellos activos financieros significativamente correlacionados, seleccionar aquellos activos con mejores rendimientos, menor volatilidad, coeficiente de variación, asimetría positiva y mayor desempeño. Si aún existen fondos correlacionados y significativos, es necesario refinarlos, hasta lograr fondos incorrelacionados y con correlación negativa, para este cometido se itera a través del análisis cluster.

## **IV. Resultados**

### **IV.1. Fondos de inversión en Bolivia**

Los fondos de inversión en Bolivia son administradas por las Sociedades Administradoras de Fondos de Inversión (SAFI), cuyos accionistas son los bancos, agencias de bolsa, compañías de seguros y otras entidades conforme al reglamento del mercado de valores. Actualmente están supervisadas y reguladas por la Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero (ASFI) y tienen la responsabilidad de proporcionar informes sobre sus ingresos, rentabilidad y demuestren su estado actual sobre un adecuado servicio técnico por la buena administración del fondo.

El fondo de inversión es el patrimonio común autónomo y separado jurídica y contablemente de la sociedad administradora, constituido a partir de los aportes de personas naturales y jurídicas denominadas participantes, para su inversión en valores, bienes y demás activos determinados por la ley del mercado de valores y demás normativa aplicable, por cuenta y riesgo de los participantes. La propiedad de los participantes respecto al fondo de inversión se expresa a través de las cuotas de participación emitidas por el mismo.

Los fondos de inversión se clasifican en Abiertos y Cerrado según el plazo, rentabilidad, políticas de inversión, moneda, cuotas de participación y características propias del fondo. Es abierto dadas sus características de variabilidad respecto a su patrimonio, los instrumentos en los que se invierte son de renta fija o variable y las cuotas de participación colocadas entre el público son redimibles directamente por el fondo siendo su plazo de duración indefinido.

El fondo es del tipo cerrado cuyo patrimonio es fijo y las cuotas de participación colocadas entre el público no son redimibles directamente por el fondo, salvo en las circunstancias y procedimientos dispuestos específicamente por su reglamento interno como liquidación por vencimiento del plazo del fondo y el procedimiento de transferencia, fusión, liquidación y disolución. Las cuotas de participación se encuentran autorizadas e inscritas en el registro de mercado de valores de la autoridad de supervisión del sistema financiero, así como la oferta pública de las mismas y pueden ser negociadas en la bolsa boliviana de valores

Establecen e implementan las políticas de inversión que persigue el fondo, realizando inversiones a discreción propia, a favor de los participantes del fondo y por cuenta y riesgo de los mismos. Las políticas de inversión son de conocimiento de los aportantes con anterioridad a su ingreso al fondo. La compra de cuotas, es la operación en la que el participante mediante aportes de dinero adquiere cuotas de participación de un fondo de inversión, ya sea a través de la sociedad administradora en el caso de fondos de inversión abiertos o a través de intermediarios autorizados en mercado primario o secundario en el caso de fondos de inversión cerrados.

La cuota de participación es una de las partes alícuotas, iguales y de similares características en las que se divide el patrimonio de un fondo de inversión y que expresa los aportes de los participantes. La venta de cuotas, es la operación mediante la cual el participante hace líquidas o convierte en dinero las cuotas de un fondo de inversión cerrado a través del mercado secundario.

La entidad calificadora de riesgos es una sociedad anónima de objeto exclusivo autorizada por ASFI para calificar riesgos en el mercado de valores, conforme a lo previsto por la ley del mercado de valores y el reglamento para entidades calificadoras de riesgo. Asimismo, se encuentran comprendidas dentro de esta definición las entidades calificadoras de riesgo constituidas en el extranjero que se encuentren autorizadas para prestar el servicio de calificación de riesgo en el país conforme a lo previsto por la normativa pertinente

Según la BBV y la ASFI (2014), son 10 SAFIs las que operan en el mercado de valores y 52 fondos de Inversión que administran.

Tabla 1: Tipo de fondo y moneda

|               |         |             | MONEDA |      |       | Total  |
|---------------|---------|-------------|--------|------|-------|--------|
|               |         |             | BOB    | UFV  | USD   |        |
| TIPO DE FONDO | Abierto | Recuento    | 13     | 1    | 16    | 30     |
|               |         | % del total | 25,0%  | 1,9% | 30,8% | 57,7%  |
|               | Cerrado | Recuento    | 17     | 0    | 5     | 22     |
|               |         | % del total | 32,7%  | ,0%  | 9,6%  | 42,3%  |
| Total         |         | Recuento    | 30     | 1    | 21    | 52     |
|               |         | % del total | 57,7%  | 1,9% | 40,4% | 100,0% |

Fuente: Elaborado en base a informe de la BBV (2014)

Tabla 2: Tipo de fondo y calificación de riesgo

|               |         | CALIFICACIÓN DE RIESGO |             |      |      |      |       |       |       | Total |       |        |
|---------------|---------|------------------------|-------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|               |         | A1                     | A2          | A3   | AA1  | AA2  | AA3   | AAA   | BB1   |       |       |        |
| TIPO DE FONDO | Abierto | Recuento               | 1           | 0    | 1    | 4    | 18    | 4     | 2     | 0     | 30    |        |
|               |         | % del total            | 1,9%        | ,0%  | 1,9% | 7,7% | 34,6% | 7,7%  | 3,8%  | ,0%   | 57,7% |        |
|               | Cerrado | Recuento               | 3           | 4    | 2    | 3    | 2     | 6     | 0     | 2     | 22    |        |
|               |         | % del total            | 5,8%        | 7,7% | 3,8% | 5,8% | 3,8%  | 11,5% | ,0%   | 3,8%  | 42,3% |        |
|               | Total   |                        | Recuento    | 4    | 4    | 3    | 7     | 20    | 10    | 2     | 2     | 52     |
|               |         |                        | % del total | 7,7% | 7,7% | 5,8% | 13,5% | 38,5% | 19,2% | 3,8%  | 3,8%  | 100,0% |

Fuente: Elaborado en base a informe de la BBV (2014)

En las anteriores tablas, se observa mayor participación el mercado de valores los fondos de inversión abiertos (57,7%), con relación a la moneda y tipo de fondos el 32,7% operan fondos cerrados en moneda nacional, reflejando la importancia para el financiamiento de las microempresas.

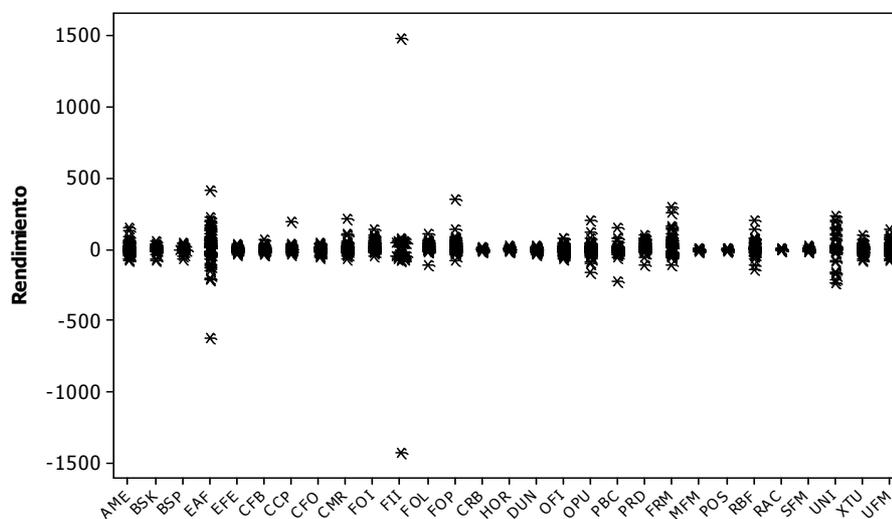
Los fondos de inversión están calificadas entre BB1- AAA implica que cuentan con capacidad de pago hasta muy alta capacidad de pago. El 34,6% de los fondos tienen una calificación de riesgo de AA2 y son abiertos (alta capacidad de pago y dentro de ella el nivel medio). El 11,5% de los fondos cerrados tienen una calificación de riesgo AA3, indica alta capacidad de pago y dentro de ella el más bajo.

#### IV.2. Portafolios de fondos abiertos

Los fondos de inversión del tipo abierto que se operan en el mercado de valores son 30, de los cuales 13 en moneda nacional, uno en UFV y 16 en moneda extranjera. Para el análisis se excluye el fondo en moneda UFV por generar pérdidas durante el periodo.

El periodo de análisis se determinó desde el primero de enero de 2014 hasta 31 de mayo de 2015, contabilizando 516 días. Con los datos de la ASFI-2015 se procede a la exploración de los fondos de inversión abierto, utilizando conceptos propios de Estadística como valor esperado, varianza, desviación típica (volatilidad), coeficiente de variación, curtosis, asimetría, mediana, mínimo, máximo y el diagrama de caja.

Figura 4: Diagrama de caja para fondos abiertos de inversión



Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

En la anterior gráfica todos los fondos de inversión abiertos presentan datos atípicos, generando alta volatilidad, puede verificarse con el coeficiente de variación.

Tabla 3: Estadísticos para fondos abiertos de inversión.

| Variable | Media  | Desv.Est. | CoefVar  | Mínimo   | Mediana | Máximo  | Asimetría |
|----------|--------|-----------|----------|----------|---------|---------|-----------|
| AME      | 2,620  | 14,557    | 555,54   | -72,107  | 1,062   | 149,976 | 4,00      |
| BSK      | 1,733  | 7,013     | 404,58   | -72,876  | 1,209   | 56,258  | -1,63     |
| BSP      | 1,207  | 5,665     | 469,45   | -66,683  | 0,981   | 48,256  | -2,31     |
| EAF      | 4,44   | 49,65     | 1117,89  | -617,95  | -0,24   | 413,13  | -2,29     |
| EFE      | 0,937  | 5,169     | 551,88   | -37,811  | 0,414   | 38,729  | 0,80      |
| CFB      | 2,255  | 6,516     | 288,95   | -33,400  | 1,763   | 70,338  | 2,47      |
| CCP      | 2,029  | 9,893     | 487,61   | -37,481  | 1,319   | 193,991 | 14,50     |
| CFO      | 1,967  | 7,163     | 364,20   | -49,669  | 1,466   | 55,498  | 0,14      |
| CMR      | 3,255  | 14,684    | 451,10   | -61,474  | 1,764   | 218,268 | 8,05      |
| FOI      | 3,152  | 12,508    | 396,86   | -41,179  | 1,142   | 149,450 | 6,21      |
| FII      | 0,14   | 91,64     | 63558,29 | -1425,60 | 0,00    | 1484,38 | 0,94      |
| FOL      | 1,659  | 10,576    | 637,41   | -109,237 | 0,719   | 117,266 | 2,37      |
| FOP      | 3,512  | 20,695    | 589,19   | -79,049  | 0,430   | 354,593 | 10,69     |
| CRB      | 1,6826 | 2,0533    | 122,04   | -13,2570 | 1,5901  | 21,2928 | 1,96      |
| HOR      | 1,572  | 2,504     | 159,26   | -17,027  | 1,036   | 25,776  | 1,72      |
| DUN      | 1,172  | 4,633     | 395,27   | -34,403  | 0,966   | 33,353  | -0,63     |
| OFI      | 1,766  | 10,268    | 581,39   | -62,218  | 1,280   | 84,560  | 1,24      |
| OPU      | 2,416  | 17,092    | 707,46   | -154,284 | 1,616   | 208,645 | 2,13      |
| PBC      | 1,044  | 14,446    | 1384,20  | -224,907 | 0,903   | 149,905 | -4,67     |
| PRD      | 2,214  | 12,616    | 569,78   | -110,136 | 0,524   | 105,215 | 2,43      |
| FRM      | 3,89   | 27,15     | 697,25   | -109,61  | 0,38    | 305,14  | 5,49      |
| MFM      | 0,4131 | 1,1246    | 272,20   | -8,9547  | 0,3747  | 6,3055  | -1,52     |
| POS      | 0,6891 | 1,0211    | 148,18   | -8,0448  | 0,6149  | 6,1242  | -0,32     |
| RBF      | 1,691  | 17,192    | 1016,54  | -142,439 | -0,175  | 206,716 | 3,72      |
| RAC      | 1,5407 | 0,9868    | 64,05    | -0,0366  | 1,4057  | 9,9115  | 7,80      |
| SFM      | 2,340  | 2,663     | 113,82   | -12,490  | 2,126   | 25,217  | 1,08      |
| UNI      | 1,86   | 31,33     | 1685,98  | -236,38  | 0,37    | 238,19  | -0,41     |
| XTU      | 2,664  | 11,647    | 437,16   | -75,134  | 1,190   | 107,735 | 1,11      |
| UFM      | 3,164  | 14,755    | 466,40   | -75,776  | 1,622   | 147,265 | 2,70      |

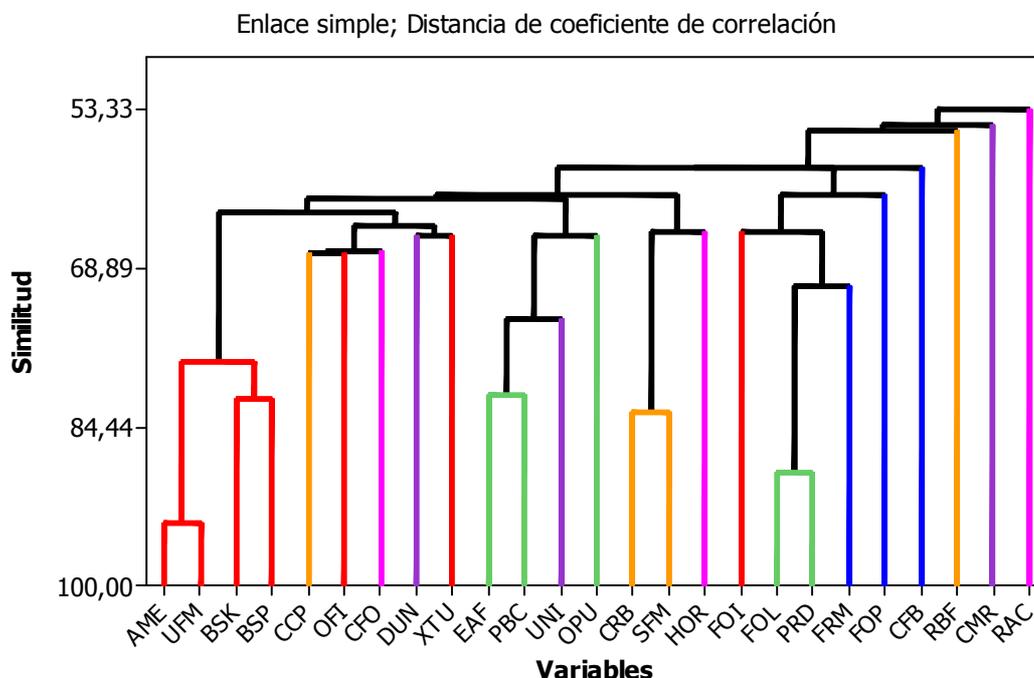
Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

Según la exploración de los fondos se observa en la anterior tabla a mayor rendimiento la volatilidad varía, el mejor fondo de inversión abierto es de la serie RAC, por presentar la menor volatilidad con relación a los fondos del mismo tipo, siendo su rendimiento esperado de 1,5407% en dólares y corresponde a Santa Cruz Investment S.A. Con relación al mayor rendimiento sabiendo que todos son volátiles es de la serie EAF genera 4,44% en bolivianos (BNB SAFI S.A.).

El peor de los fondos es la serie FII por presentar muy alta volatilidad generando rendimientos entre -1.425,6% hasta 1484,3%, y un rendimiento promedio de 0,14%. En esta dirección se observa que existen 4 fondos con bajos rendimientos y alto riesgo para la inversión, por lo tanto se eliminan del portafolio: FII, MFM, POS y EFE.

Con el objetivo de construir el portafolio de fondos abiertos de inversión, caracterizado por la incorrelación y correlación negativa, se aplica el análisis cluster en los 25 fondos, obteniéndose los resultados a través del dendograma.

Figura 5: Dendograma de 25 fondos abiertos a nivel de similitud del 75%



Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

En base al dendograma procedemos a seleccionar de los fondos que presentan mayor similitud los mejores rendimientos con menor volatilidad. Siendo el resultado doce fondos eliminados y seis elegidos.

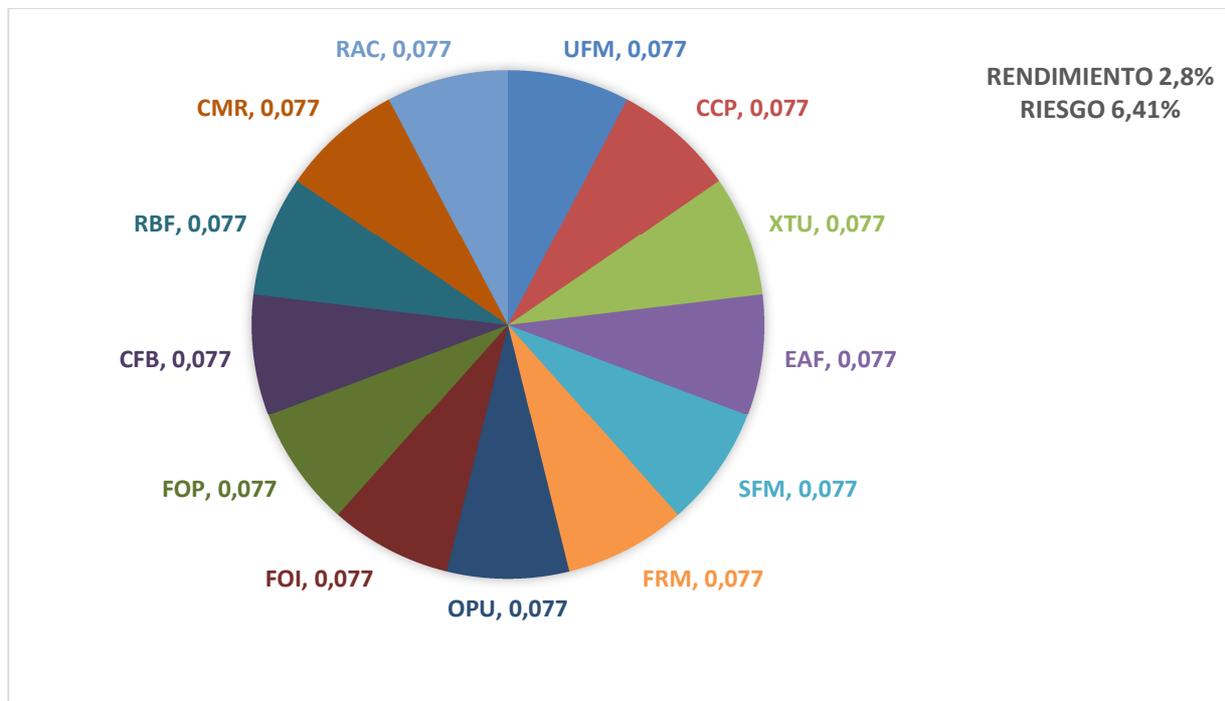
Tabla 4: Selección fondos con mayor similitud

| Fondos de inversión similares | Nivel de similitud | Fondo seleccionado |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|
| AME UFM BSK BSP               | 78,13              | UFM                |
| CCP OFI CFO                   | 67,16              | CCP                |
| DUN XTU                       | 65,75              | XTU                |
| EAF PBC UNI                   | 73,81              | EAF                |
| CRB SFM HOR                   | 65,39              | SFM                |
| FOL PRD FRM                   | 70,65              | FRM                |

Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

Con los fondos seleccionados y los de menor similitud construimos el portafolio de inversión compuesta por 13 fondos abiertos. UFM CCP XTU EAF SFM FRM OPU FOI FOP CFB RBF CMR y RAC, generando un rendimiento de 2,8% a un riesgo de 6,41.

Figura 5: Composición del portafolio con proporción de inversión equitativa en los 13 fondos



Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

Veamos que nos dice la correlación.

Tabla 6: Matriz de correlación de 13 fondos abiertos del portafolio

|     | EAF    | CFB    | CCP    | CMR    | FOI    | FOP    | OPU    | FRM    | RBF   | RAC    | SFM   | XTU   |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|
| CFB | 0,026  |        |        |        |        |        |        |        |       |        |       |       |
|     | 0,552  |        |        |        |        |        |        |        |       |        |       |       |
| CCP | -0,005 | 0,042  |        |        |        |        |        |        |       |        |       |       |
|     | 0,919  | 0,344  |        |        |        |        |        |        |       |        |       |       |
| CMR | 0,021  | 0,068  | 0,052  |        |        |        |        |        |       |        |       |       |
|     | 0,630  | 0,125  | 0,239  |        |        |        |        |        |       |        |       |       |
| FOI | 0,022  | 0,040  | 0,074  | 0,000  |        |        |        |        |       |        |       |       |
|     | 0,615  | 0,359  | 0,091  | 0,993  |        |        |        |        |       |        |       |       |
| FOP | 0,032  | -0,061 | 0,063  | 0,004  | 0,100  |        |        |        |       |        |       |       |
|     | 0,472  | 0,164  | 0,152  | 0,927  | 0,023  |        |        |        |       |        |       |       |
| OPU | 0,172  | 0,082  | 0,002  | 0,097  | -0,081 | 0,009  |        |        |       |        |       |       |
|     | 0,000  | 0,064  | 0,972  | 0,027  | 0,067  | 0,840  |        |        |       |        |       |       |
| FRM | 0,021  | 0,006  | 0,012  | 0,003  | 0,306  | 0,233  | -0,019 |        |       |        |       |       |
|     | 0,632  | 0,889  | 0,785  | 0,951  | 0,000  | 0,000  | 0,675  |        |       |        |       |       |
| RBF | -0,046 | 0,068  | 0,079  | -0,008 | 0,054  | -0,046 | -0,050 | -0,024 |       |        |       |       |
|     | 0,297  | 0,121  | 0,073  | 0,859  | 0,220  | 0,292  | 0,261  | 0,591  |       |        |       |       |
| RAC | -0,069 | -0,033 | -0,001 | -0,024 | -0,021 | 0,038  | 0,002  | 0,019  | 0,031 |        |       |       |
|     | 0,115  | 0,454  | 0,976  | 0,581  | 0,634  | 0,392  | 0,962  | 0,669  | 0,488 |        |       |       |
| SFM | -0,053 | 0,163  | 0,156  | 0,024  | 0,020  | -0,015 | 0,134  | 0,089  | 0,044 | -0,046 |       |       |
|     | 0,226  | 0,000  | 0,000  | 0,589  | 0,649  | 0,736  | 0,002  | 0,044  | 0,321 | 0,292  |       |       |
| XTU | 0,037  | 0,178  | 0,054  | 0,080  | -0,002 | -0,026 | 0,111  | 0,096  | 0,000 | 0,038  | 0,197 |       |
|     | 0,405  | 0,000  | 0,223  | 0,069  | 0,965  | 0,551  | 0,012  | 0,029  | 0,991 | 0,385  | 0,000 |       |
| UFM | 0,165  | 0,006  | 0,080  | -0,024 | 0,172  | 0,127  | 0,065  | 0,179  | 0,017 | -0,035 | 0,227 | 0,113 |
|     | 0,000  | 0,895  | 0,070  | 0,585  | 0,000  | 0,004  | 0,143  | 0,000  | 0,703 | 0,424  | 0,000 | 0,010 |

Contenido de la celda: Correlación de Pearson  
Valor P

Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

Observamos que los fondos del portafolio presentan muy baja correlación y la mayoría están incorreladas, esto garantiza la conformación de un portafolio suficiente para poder aplicar posteriormente la teoría de Markowitz. Este genera rendimientos desde 1,54% hasta 4,44%.

#### IV.2.1. Portafolios eficientes de fondos abiertos

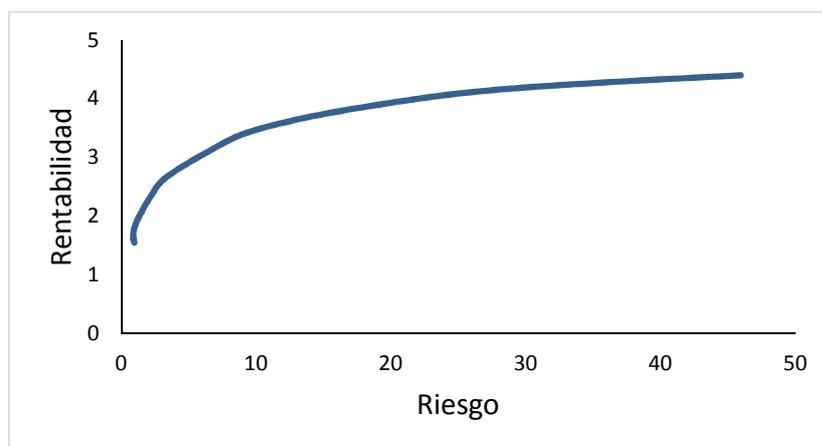
Con los 13 fondos se construyen los portafolios eficientes aplicando la teoría de Markowitz, para tal efecto se utiliza programación no lineal en Solver, que permite maximizar el rendimiento a cierto nivel de riesgo (volatilidad) a través de la matriz de varianzas-covarianza y el promedio de los fondos.

Tabla 7: Matriz de varianzas-covarianzas

|     | UFM     | CCP     | XTU     | EAF     | SFM     | FRM     | OPU     | FOI     | FOP     | CFB     | RBF     | CMR     | RAC     |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| UFM | 217,303 | 11,6334 | 19,3692 | 120,532 | 8,90046 | 71,7746 | 16,2372 | 31,7719 | 38,7588 | 0,5581  | 4,26498 | -5,2154 | -0,5122 |
| CCP | 11,6334 | 97,6797 | 6,17586 | -2,2116 | 4,10777 | 3,23226 | 0,26381 | 9,19124 | 12,9106 | 2,68312 | 13,3903 | 7,52098 | -0,0127 |
| XTU | 19,3692 | 6,17586 | 135,387 | 21,2158 | 6,11019 | 30,2813 | 22,0845 | -0,2831 | -6,3306 | 13,5134 | 0,09648 | 13,6881 | 0,43926 |
| EAF | 120,532 | -2,2116 | 21,2158 | 2460,32 | -7,0423 | 28,4253 | 145,527 | 13,7431 | 32,5138 | 8,48158 | -39,208 | 15,4698 | -3,3982 |
| SFM | 8,90046 | 4,10777 | 6,11019 | -7,0423 | 7,07808 | 6,39681 | 6,07684 | 0,66692 | -0,8172 | 2,81736 | 1,99963 | 0,93128 | -0,1219 |
| FRM | 71,7746 | 3,23226 | 30,2813 | 28,4253 | 6,39681 | 735,798 | -8,5814 | 103,769 | 130,54  | 1,08619 | -11,048 | 1,06949 | 0,5046  |
| OPU | 16,2372 | 0,26381 | 22,0845 | 145,527 | 6,07684 | -8,5814 | 291,573 | -17,195 | 3,13647 | 9,06693 | -14,533 | 24,346  | 0,03497 |
| FOI | 31,7719 | 9,19124 | -0,2831 | 13,7431 | 0,66692 | 103,769 | -17,195 | 156,144 | 25,9307 | 3,29316 | 11,603  | 0,06703 | -0,2585 |
| FOP | 38,7588 | 12,9106 | -6,3306 | 32,5138 | -0,8172 | 130,54  | 3,13647 | 25,9307 | 427,464 | -8,2548 | -16,508 | 1,22062 | 0,76939 |
| CFB | 0,5581  | 2,68312 | 13,5134 | 8,48158 | 2,81736 | 1,08619 | 9,06693 | 3,29316 | -8,2548 | 42,379  | 7,64997 | 6,46626 | -0,2119 |
| RBF | 4,26498 | 13,3903 | 0,09648 | -39,208 | 1,99963 | -11,048 | -14,533 | 11,603  | -16,508 | 7,64997 | 295,002 | -1,9797 | 0,51857 |
| CMR | -5,2154 | 7,52098 | 13,6881 | 15,4698 | 0,93128 | 1,06949 | 24,346  | 0,06703 | 1,22062 | 6,46626 | -1,9797 | 215,204 | -0,3522 |
| RAC | -0,5122 | -0,0127 | 0,43926 | -3,3982 | -0,1219 | 0,5046  | 0,03497 | -0,2585 | 0,76939 | -0,2119 | 0,51857 | -0,3522 | 0,97186 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

Figura 6: Portafolios eficientes para fondos abiertos



Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

#### IV.2.2. Portafolios óptimos y de mínima varianza

En base a los portafolios eficientes el de mínima varianza está compuesto por siete fondos y genera una rentabilidad de 1,67% al mínimo riesgo de 0,895%; siendo la mayor participación RAC seguido de SFM y los demás.

Tabla 8: Composición del portafolio de mínima varianza de fondos abiertos

| FONDO       | PARTICIPACIÓN % |
|-------------|-----------------|
| CCP         | 0,2             |
| EAF         | 0,2             |
| SFM         | 12,1            |
| FOI         | 0,5             |
| CFB         | 1,4             |
| CMR         | 0,4             |
| RAC         | 85,2            |
| RENDIMIENTO | 1,669           |
| RIESGO      | 0,895           |
| Coef.Var.   | 53,613          |

Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

Mientras los portafolios óptimos tienen el siguiente comportamiento generado para diferentes tasas libres de riesgo propuesto por Sharpe.

Tabla 9: Composición de portafolios óptimos con fondos abiertos

|       | Port. 1         | Port. 2 | Port. 3 | Port. 4 | Port. 5 | Port. 6 |
|-------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| FONDO | PARTICIPACIÓN % |         |         |         |         |         |
| UFM   | 0               | 0,1     | 2,0     | 14,0    | 0       | 0       |
| CCP   | 0               | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| XTU   | 0               | 0,8     | 2,8     | 0       | 0       | 0       |
| EAF   | 0,3             | 0,7     | 1,4     | 6,4     | 16,2    | 38,6    |
| SFM   | 22,7            | 53,9    | 68,9    | 0       | 0       | 0       |
| FRM   | 0               | 0       | 0,8     | 10,4    | 30,2    | 60,0    |
| OPU   | 0               | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| FOI   | 1,5             | 4,3     | 8,8     | 23,0    | 0       | 0       |
| FOP   | 0,5             | 2,0     | 4,4     | 15,4    | 23,3    | 1,4     |
| CFB   | 2,1             | 4,2     | 2,9     | 0       | 0       | 0       |
| RBF   | 0               | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| CMR   | 1,2             | 3,4     | 8,0     | 30,8    | 30,3    | 0       |
| RAC   | 71,7            | 30,6    | 0       | 0       | 0       | 0       |
| REND. | 1,8             | 2,2     | 2,6     | 3,4     | 3,7     | 4,1     |

|          |       |       |        |        |        |        |
|----------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| RIESGO   | 0,98  | 1,82  | 3,02   | 9,04   | 14,14  | 25,44  |
| T.L.R. % | 1     | 1,5   | 2      | 2,5    | 3      | 3,5    |
| Sharpe   | 0,82  | 0,39  | 0,20   | 0,10   | 0,05   | 0,02   |
| Coef.Var | 54,19 | 82,61 | 116,26 | 265,88 | 382,21 | 620,50 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

Según el Banco Central de Bolivia sobre el resultado de subasta de bonos del tesoro (2014) la tasa libre de riesgo se consideró como una aproximación los bonos del tesoro en un plazo de 8 años con un rendimiento del 3%, (ver anexo 5). En tal sentido el portafolio óptimo es el Port.5, se tomó el máximo desempeño de los portafolios eficientes a través del índice de Sharpe.

El portafolio óptimo está compuesto por cuatro fondos abierto, con relación a la moneda es equitativo y tienen una calificación de riesgo entre AA2-A1, el resultado final se detalla en el orden de participación en la siguiente tabla.

Tabla 10: Portafolio óptimo de fondos abiertos

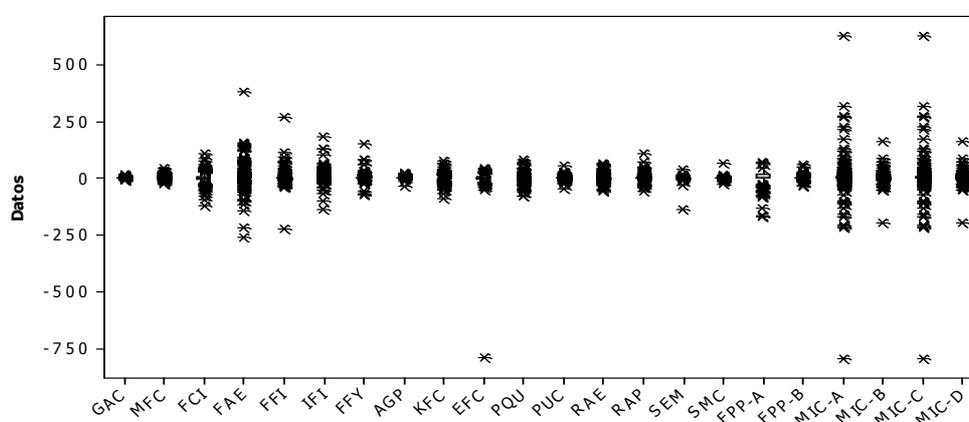
| Serie | Fondos de Inversión  | Participación | Cal.Riesgo | Moneda | SAFI       |
|-------|--|---------------|------------|--------|------------|
| EAF   | En Acción Fondo de Inversión Abierto Mediano Plazo                           | 16,2 %        | A1         | BOB    | BNB        |
| FRM   | Fortaleza Renta Mixta Internacional Fondo de Inversión Abierto mediano Plazo | 30,2 %        | AA3        | USD    | Fortaleza  |
| FOP   | Fortaleza Porvenir Fondo de Inversión Abierto Mediano Plazo                  | 23,3 %        | AA2        | USD    | Fortaleza  |
| CMR   | Credifondo + Rendimiento Fondo de Inversión Abierto a Mediano Plazo          | 30,3 %        | A3         | BOB    | Credifondo |

Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

### IV.3. Portafolios de fondos cerrados

Los fondos de inversión del tipo cerrado que se operan en el mercado de valores son 22, de los cuales 17 en moneda nacional, y 5 en moneda extranjera. El periodo de análisis se determinó desde el primero de enero de 2014 hasta 31 de mayo de 2015, contabilizando 516 días. Con los datos de la ASFI-2015 se procede a la exploración de los fondos de inversión abierto, utilizando conceptos propios de Estadística como valor esperado, varianza, desviación típica (volatilidad), coeficiente de variación, asimetría, mediana, mínimo, máximo y el diagrama de caja.

Figura 7: Diagrama de caja para fondos de inversión cerrado



Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

En la anterior gráfica todos los fondos de inversión presentan datos atípicos, generando alta volatilidad, puede verificarse con el coeficiente de variación.

Tabla 11: Estadísticos para fondos cerrados de inversión

| Variable | N   | Media  | Desv.Est. | CoefVar | Mínimo   | Mediana | Máximo  |
|----------|-----|--------|-----------|---------|----------|---------|---------|
| GAC      | 516 | 2,1278 | 1,5572    | 73,18   | -11,0547 | 2,0112  | 15,4673 |
| MFC      | 516 | 4,367  | 5,363     | 122,80  | -27,469  | 3,900   | 44,089  |
| FCI      | 516 | 2,329  | 18,614    | 799,27  | -119,116 | 1,942   | 108,982 |
| FAE      | 516 | 5,02   | 34,17     | 680,67  | -258,53  | 2,96    | 383,90  |
| FFI      | 516 | 2,360  | 19,334    | 819,40  | -224,574 | 1,707   | 268,129 |
| IFI      | 516 | 4,051  | 17,394    | 429,33  | -135,820 | 3,325   | 183,866 |
| FFY      | 376 | 3,267  | 13,579    | 415,69  | -72,908  | 1,806   | 152,857 |
| AGP      | 516 | 3,148  | 2,931     | 93,10   | -37,706  | 3,042   | 23,730  |
| KFC      | 510 | 1,904  | 13,172    | 691,79  | -88,987  | 2,295   | 74,864  |
| EFC      | 516 | 0,63   | 36,84     | 5828,91 | -791,70  | 2,11    | 47,27   |
| PQU      | 516 | 3,859  | 13,293    | 344,42  | -79,229  | 3,800   | 82,827  |
| PUC      | 516 | 3,951  | 5,843     | 147,89  | -47,992  | 3,946   | 55,402  |
| RAE      | 516 | 3,481  | 10,112    | 290,47  | -57,901  | 3,026   | 64,521  |
| RAP      | 516 | 3,431  | 10,817    | 315,25  | -57,672  | 3,215   | 110,301 |
| SEM      | 516 | 2,255  | 6,806     | 301,82  | -137,515 | 2,412   | 36,735  |
| SMC      | 516 | 3,339  | 3,885     | 116,36  | -24,977  | 3,207   | 66,771  |
| FPP-A    | 516 | 5,090  | 20,342    | 399,65  | -170,337 | 0,000   | 73,792  |
| FPP-B    | 516 | 2,959  | 6,372     | 215,32  | -36,197  | 2,582   | 60,971  |
| MIC-A    | 516 | 5,86   | 60,09     | 1025,07 | -797,33  | 4,70    | 629,26  |
| MIC-B    | 516 | 4,629  | 15,232    | 329,06  | -199,131 | 4,316   | 160,238 |
| MIC-C    | 516 | 5,86   | 60,09     | 1025,07 | -797,33  | 4,70    | 629,26  |
| MIC-D    | 516 | 4,629  | 15,232    | 329,06  | -199,131 | 4,316   | 160,238 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

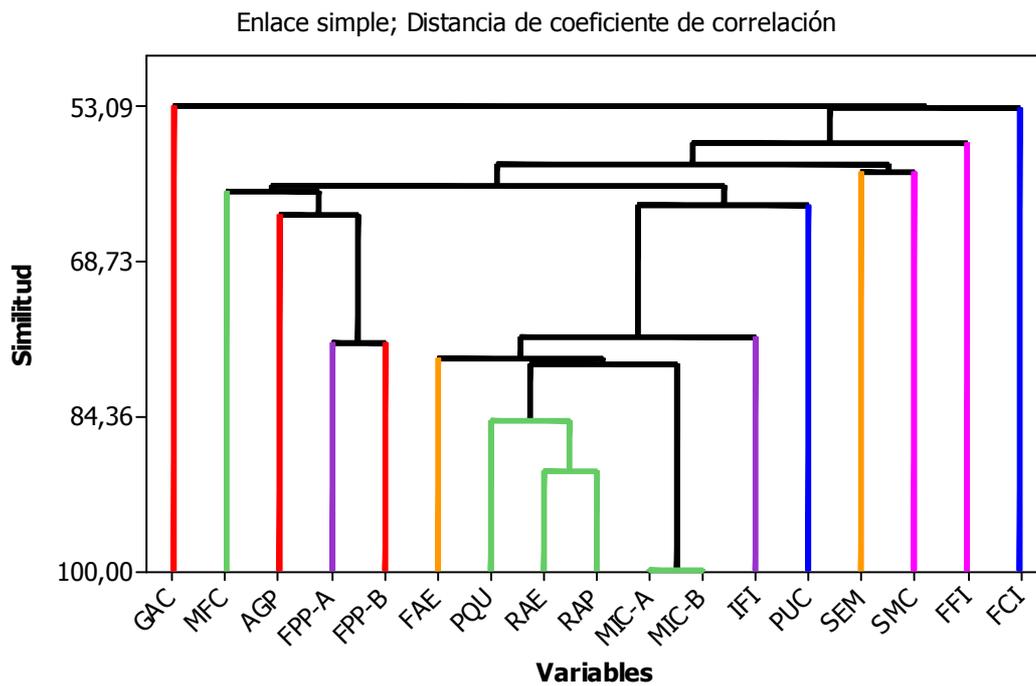
Según la exploración de los fondos se observa siendo el mejor fondo de inversión cerrado con menor volatilidad es GAC siendo su rendimiento esperado de 2,1278% en Bolivianos de BISA y AGP con 3,148% en bolivianos de Marca Verde SAFI. Con relación al mejor rendimiento

sabiendo que todos son volátiles es de la serie MIC-A genera 5,86% en bolivianos de Fortaleza SAFI S.A.

El peor de los fondos es la serie EFC por presentar muy alta volatilidad generando rendimientos entre -791,7% hasta 47,27%, y un rendimiento promedio de 0,63%. En esta dirección se genera alto riesgo para la inversión, por lo tanto se elimina para el análisis. Además los fondos KFC y FFY se eliminan por no ser fondos nuevos y no cumplen con los 516 días de rendimientos históricos.

Los fondos MIC-C se elimina por generar el mismo rendimiento de MIC-A, lo mismo ocurre con MIC-D y MIC-B existiendo una correlación perfecta. Entonces el análisis cluster se centra en 17 fondos con el objetivo de construir un portafolio caracterizado por la incorrelación y correlación negativa, obteniéndose los resultados a través del dendograma.

Figura 8: Dendograma de 17 fondos cerrados



Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

En base al dendograma seleccionamos de los fondos que presentan mayor similitud los mejores rendimientos con menor volatilidad. Siendo el resultado seis fondos eliminados y dos elegidos.

Tabla 12: Selección de fondos cerrados con mayor similitud

| Fondos de inversión similares |                   | Nivel de similitud | Fondo seleccionado |
|-------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| MIC-A                         | MIC-B PQU RAE RAP | 79,16              | MIC-A              |
| FPP-A                         | FPP-B             | 76,89              | FPP-A              |

Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

Con los fondos seleccionados y los de menor similitud el portafolio de inversión está compuesta por 12 fondos cerrados GAC MFC AGP FPP-A FAE MIC-A IFI PUC SEM SMC FFI y FCI, generando un rendimiento de 3,65% a un riesgo de 9,05 invirtiendo en cada fondo de igual proporción. Veamos que nos dice la correlación.

Tabla 13: Matiz de correlación de 12 fondos cerrados del portafolio

|       | GAC    | MFC    | FCI    | FAE    | FFI    | IFI    | AGP    | PQU    | SEM    | SMC    | FPP-A  | MIC-A |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| GAC   | 1      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
| MFC   | -0,106 | 1      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
| FCI   | -0,102 | 0,0652 | 1      |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
| FAE   | -0,025 | 0,0673 | 0,0607 | 1      |        |        |        |        |        |        |        |       |
| FFI   | 0,0619 | 0,0855 | -0,051 | -0,03  | 1      |        |        |        |        |        |        |       |
| IFI   | -0,026 | 0,069  | 0,0411 | 0,4987 | 0,0123 | 1      |        |        |        |        |        |       |
| AGP   | -0,038 | 0,1767 | -0,022 | 0,002  | 0,0282 | -0,041 | 1      |        |        |        |        |       |
| PQU   | -0,111 | 0,1753 | -0,016 | 0,4353 | 0,1348 | 0,3418 | 0,0339 | 1      |        |        |        |       |
| SEM   | 0,0198 | 0,0111 | -0,05  | -0,056 | 0,0203 | -0,024 | 0,0484 | -0,073 | 1      |        |        |       |
| SMC   | -0,036 | -0,017 | -0,099 | -0,105 | 0,0796 | -0,038 | 0,0301 | -0,025 | 0,1941 | 1      |        |       |
| FPP-A | -0,006 | 0,1856 | -0,063 | 0,0667 | 0,0287 | 0,11   | 0,2816 | 0,0969 | -0,037 | 0,1776 | 1      |       |
| MIC-A | -0,039 | 0,09   | -0,028 | 0,5699 | 0,0227 | 0,3305 | -0,016 | 0,4874 | -0,008 | -0,063 | -0,009 | 1     |

Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

Obsérvese que los fondos del portafolio presentan muy baja correlación y la mayoría está incorrelada, esto garantiza la conformación de un portafolio suficiente para poder aplicar posteriormente la teoría de Markowitz.

#### IV.3.1. Portafolios eficientes de fondos abiertos

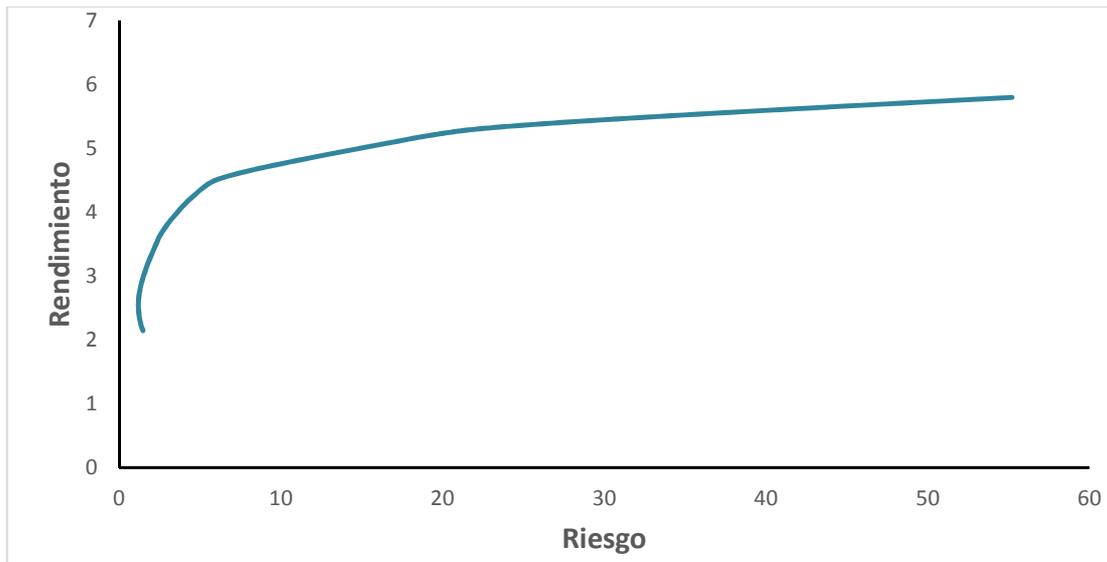
En los 12 fondos aplicando la teoría de Markowitz, se obtienen portafolios eficientes.

Tabla 14: Matriz de varianzas-covarianzas para fondos cerrados

|       | GAC    | MFC    | FCI    | FAE    | FFI    | IFI    | AGP    | PQU    | SEM    | SMC    | FPP-A  | MIC-A |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| GAC   | 2,4202 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
| MFC   | -0,887 | 28,703 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
| FCI   | -2,945 | 6,4949 | 345,8  |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
| FAE   | -1,306 | 12,315 | 38,535 | 1165,4 |        |        |        |        |        |        |        |       |
| FFI   | 1,8589 | 8,8501 | -18,16 | -19,47 | 373,09 |        |        |        |        |        |        |       |
| IFI   | -0,708 | 6,4279 | 13,272 | 295,86 | 4,1274 | 301,97 |        |        |        |        |        |       |
| AGP   | -0,175 | 2,7714 | -1,224 | 0,1977 | 1,5967 | -2,103 | 8,5737 |        |        |        |        |       |
| PQU   | -2,285 | 12,476 | -3,872 | 197,33 | 34,587 | 78,877 | 1,3189 | 176,36 |        |        |        |       |
| SEM   | 0,2097 | 0,4032 | -6,383 | -13,07 | 2,6646 | -2,892 | 0,9632 | -6,587 | 46,227 |        |        |       |
| SMC   | -0,22  | -0,344 | -7,174 | -13,93 | 5,9694 | -2,531 | 0,3416 | -1,272 | 5,1217 | 15,061 |        |       |
| FPP-A | -0,202 | 20,211 | -23,88 | 46,25  | 11,27  | 38,854 | 16,757 | 26,142 | -5,119 | 14,008 | 413    |       |
| MIC-A | -3,685 | 28,949 | -30,85 | 1167,9 | 26,337 | 344,78 | -2,867 | 388,6  | -3,079 | -14,58 | -10,57 | 3604  |

Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

Figura 9: Portafolios eficientes para fondos cerrados



Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

#### IV.3.2. Portafolios óptimos y de mínima varianza

En base a los portafolios eficientes el de mínima varianza está compuesto por ocho fondos y genera una rentabilidad de 2,55% al mínimo riesgo de 1,19%; siendo la mayor participación GAC seguido de AGP, SMC y los demás.

Tabla 15: Composición del portafolio de mínima varianza de fondos cerrados

| FONDO        | PARTICIPACIÓN % |
|--------------|-----------------|
| GAC          | 64,9            |
| MFC          | 4,6             |
| FCI          | 1,2             |
| IFI          | 0,4             |
| AGP          | 15,8            |
| PQU          | 1,2             |
| SEM          | 1,6             |
| SMC          | 10,3            |
| Rentabilidad | 2,5501          |
| Riesgo       | 1,1907          |
| Sharpe       | 2,1417          |
| Coef.Var     | 46,692          |

Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

Los portafolios óptimos tienen el siguiente comportamiento generado para diferentes tasas libres de riesgo propuesto por Sharpe.

Tabla 16: Composición de portafolios óptimos con fondos cerrados

| FONDO        | Port. 1         | Port. 2    | Port. 3  | Port. 4    | Port. 5  | Port. 6    | Port. 7  | Port. 8    | Port. 9  | Port. 10   |
|--------------|-----------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|
|              | PARTICIPACIÓN % |            |          |            |          |            |          |            |          |            |
| GAC          | 52,9            | 43,7       | 24,4     | 0,0        | 0,0      | 0,0        | 0,0      | 0,0        | 0,0      | 0,0        |
| MFC          | 9,1             | 12,5       | 19,3     | 29,5       | 65,3     | 87,6       | 83,2     | 1,3        | 0,0      | 0,0        |
| FCI          | 1,0             | 0,9        | 0,6      | 0,0        | 0,0      | 0,0        | 0,0      | 0,0        | 0,0      | 0,0        |
| FAE          | 0,0             | 0,0        | 0,3      | 0,6        | 1,6      | 1,9        | 2,5      | 5,8        | 0,0      | 0,0        |
| IFI          | 0,7             | 0,9        | 1,3      | 1,9        | 1,8      | 1,3        | 0,0      | 0,0        | 0,0      | 0,0        |
| AGP          | 19,9            | 22,9       | 28,8     | 34,9       | 0,0      | 0,0        | 0,0      | 0,0        | 0,0      | 0,0        |
| PQU          | 1,1             | 1,0        | 0,8      | 0,5        | 0,0      | 0,0        | 0,0      | 0,0        | 0,0      | 0,0        |
| SEM          | 0,5             | 0,0        | 0,0      | 0,0        | 0,0      | 0,0        | 0,0      | 0,0        | 0,0      | 0,0        |
| SMC          | 14,8            | 18,1       | 24,5     | 32,6       | 28,5     | 2,5        | 0,0      | 0,0        | 0,0      | 0,0        |
| FPP-A        | 0,0             | 0,0        | 0,0      | 0,0        | 2,8      | 6,3        | 12,6     | 76,9       | 46,9     | 8,1        |
| MIC-A        | 0,0             | 0,0        | 0,0      | 0,0        | 0,0      | 0,4        | 1,7      | 16,0       | 53,1     | 91,9       |
| Rentabilidad | 2,75            | 2,9        | 3,2      | 3,6        | 4,1      | 4,4        | 4,5      | 5,2        | 5,5      | 5,8        |
| Riesgo       | 1,2576          | 1,3852     | 1,7775   | 2,4491     | 3,9439   | 5,2606     | 5,9175   | 19,082     | 33,191   | 55,207     |
| T.L.R.%      | <b>1</b>        | <b>1,5</b> | <b>2</b> | <b>2,5</b> | <b>3</b> | <b>3,5</b> | <b>4</b> | <b>4,5</b> | <b>5</b> | <b>5,5</b> |
| Sharpe       | 1,3916          | 1,0107     | 0,6751   | 0,4491     | 0,2789   | 0,1711     | 0,0845   | 0,0367     | 0,0151   | 0,0054     |
| Coef.Var     | 45,73           | 47,767     | 55,548   | 68,031     | 96,192   | 119,56     | 131,5    | 366,95     | 603,47   | 951,85     |

Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

Considerando la tasa libre de riesgo del 3%, como una aproximación a los bonos del tesoro en un plazo de 8 años (ver anexo 5). En tal sentido el portafolio óptimo es el Port.5, se tomó el máximo desempeño de los portafolios eficientes a través del índice de Sharpe.

Tabla 17: Portafolio óptimo de fondos cerrados

| Serie | Fondos de Inversión cerrado                                     | Participación | Cal.Riesgo | Moneda | SAFI        |
|-------|---|---------------|------------|--------|-------------|
| MFC   | Fondo de Microfinancieras Fondo de Inversión Cerrado (MICROFIC) | 65,3          | A2         | BOB    | BISA        |
| SMC   | Sembrar Micro Capital Fondo de Inversión Cerrado                | 28,5          | A2         | BOB    | Capital+    |
| FPP-A | PYME Progreso Fondo de Inversión Cerrado A                      | 2,8           | A3         | BOB    | Panamerican |
| IFI   | Impulsor Fondo de Inversión Cerrado                             | 1,8           | A3         | BOB    | Fortaleza   |
| FAE   | Acelerador de Empresas Fondo de Inversión Cerrado               | 1,6           | AA3        | BOB    | Fortaleza   |

Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

## V. Conclusiones

- El modelo elaborado permite a los inversionistas construir portafolios con niveles mínimos de riesgo en el cual solo participan fondos de inversión incorrelados y correlación negativa.
- En la elaboración del modelo de portafolio para fondos de inversión, se utilizó en profundidad la Estadística como el análisis descriptivo, exploración, correlación y cluster; posteriormente se aplicó la teoría de portafolios de Markowitz y el índice de Sharpe.
- De los 30 fondos abiertos el mejor es de la serie RAC, por presentar la menor volatilidad con relación a los fondos del mismo tipo, siendo su rendimiento esperado de 1,5407% en dólares y corresponde a Santa Cruz Investment S.A. Con relación al mayor rendimiento sabiendo que todos son volátiles es de la serie EAF genera 4,44% en bolivianos (BNB SAFI S.A.).
- El peor de los fondos es la serie FII por presentar muy alta volatilidad generando rendimientos entre -1.425,6% hasta 1484,3%, y un rendimiento promedio de 0,14%. En esta dirección se observa que existen 4 fondos con bajos rendimientos y alto riesgo para la inversión, por lo tanto se eliminan del portafolio: FII, MFM, POS y EFE.
- Aplicando análisis cluster con los fondos abiertos de menor similitud, el portafolio de inversión está compuesta por 13 fondos. UFM CCP XTU EAF SFM FRM OPU FOI FOP CFB RBF CMR y RAC, generando un rendimiento de 2,8% a un riesgo de 6,41%.
- Aplicando la teoría de Markowitz obtenemos portafolio eficientes de los cuales el de mínima varianza está compuesto por siete fondos y genera una rentabilidad de 1,67% al mínimo riesgo de 0,895%; siendo la mayor participación RAC 85,5% seguido de SFM 12,1% SFM 1,4% y el resto 1,3%(EAF, CCP, FOI CMR).

- El portafolio óptimo para fondos abiertos de inversión genera un rendimiento de 3,7% y el riesgo es de 14,14%, con relación a la diversificación el orden de participación es CMR 30,3% FRM 30,2% FOP 23,3% y EAF 16,2%.
- Mientras en los fondos cerrados el mejor fondo con menor volatilidad es GAC siendo su rendimiento esperado de 2,1278% en Bolivianos de BISA y AGP con 3,148% en bolivianos de Marca Verde SAFI. Con relación al mejor rendimiento sabiendo que todos son volátiles es de la serie MIC-A genera 5,86% en bolivianos de Fortaleza SAFI S.A.
- El peor de los fondos cerrados es la serie EFC por presentar muy alta volatilidad generando rendimientos entre -791,7% hasta 47,27%, y un rendimiento promedio de 0,63% generando alto riesgo para la inversión,
- A través del análisis cluster los fondos con menor similitud son GAC MFC AGP FPP-A FAE MIC-A IFI PUC SEM SMC FFI y FCI, generando un rendimiento de 3,65% a un riesgo de 9,05% invirtiendo en cada fondo de igual proporción.
- Aplicando la teoría de Markowitz obtenemos portafolio eficientes, el de mínima varianza genera una rentabilidad de 2,55% al mínimo riesgo de 1,19%; siendo la mayor participación GAC 64% seguido de AGP 15,8% SMC 10,3% MFC 4,6% y los demás 4,4% (SEM PQU, FCI y IFI).
- Considerando la tasa libre de riesgo del 3%, como una aproximación a los bonos del tesoro en un plazo de 8 años, se tomó el máximo desempeño de los portafolios eficientes a través del índice de Sharpe para construir el portafolio óptimo que maximiza el rendimiento a 4,1% con un riesgo de 3,94% participación de cada fondo MFC 65,3 SMC 28,5 FPP-A 2,8% IFI 1,8% y FAE 1,6%.

## VI. Referencias bibliográficas

- Banco Central de Bolivia (2014). *Informe de Política Monetaria*, [en línea]. La Paz: Asesoría de Política Económica. Disponible en: <http://www.bcb.gob.bo> [2014, 10 de mayo].
- Banco de México (2005). *Definiciones Básicas de Riesgos*.
- Bolsa Boliviana de Valores (2014 abril). *Número de emisores y tipos de valores vigentes en bolsa*, [en línea]. La Paz: Gerencia de Desarrollo e Información. Disponible en: <http://www.bbv.com.bo> [2014, 10 de junio].
- Bolsa Boliviana de Valores (2014 julio). *La bolsa en el mes*, [en línea]. La Paz: Gerencia de Desarrollo e Información. Disponible en: <http://www.bbv.com.bo> [2014, 20 de agosto].

- Bolsa Boliviana de Valores (2014, julio). *Montos Negociados en Bolsa*, [en línea]. La Paz: Gerencia de Desarrollo e Información. Disponible en: <http://www.bbv.com.bo> [2014, 20 de agosto].
- Bolsa de Valores de Lima (2014). *Una guía paso a paso sobre cómo listar valores en el Registro de Valores*, [en línea]. Lima: BVL. Disponible en: <http://www.bvl.com.pe> [2014, 24 de enero].
- Bravo, S., (s/a). *Los parámetros del capital asset pricing model Conceptos y Estimación*. ESAN
- Castaño, C., (2008). *Valoración de pequeñas empresas: una aplicación a la marca "denominación de origen dehesa de extremadura"*. Departamento de Economía de la Empresa y Contabilidad. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la UNED. Tesis doctoral.
- Coria, D., (2012). *Análisis de Datos Estadísticos Nivel Descriptivo*. Bolivia: Kipus.
- Crecer Fondo Mutuo Mediano Plazo (2014). *Prospecto*. SAFI Mercantil Santa Cruz.
- Efectivo Fondo de inversión Corto Plazo (2013). *Reglamento interno*. BNB SAFI S.A.
- Fondo Microfinancieras Fondo de Inversión Cerrado (2013). *Reglamento interno*. BISA SAFI S.A.
- Hair j. et. all. (1999). *Análisis Multivariante*. España: Prentice Hall Iberia S.R.L.
- Opción Fondo de Inversión Mediano Plazo (2013). *Reglamento interno*. BNB SAFI S.A.
- Pérez, C., (2004). *Técnicas de Análisis Multivariante de Datos*. España: Pearson Prentice Hall.
- Proximo Fondo de Inversión Abierto Mediano Plazo (2014). *Reglamento interno*. SAFI Mercantil Santa Cruz.
- PyMe Progres Fondo de inversión Cerrado (2013). *Reglamento interno*. PANAMERICAN SAFI S.A.
- Lawrence, G., Chad, Z., (2012). *Principios de Administración Financiera* (12va Ed.). (Trad. A. Enriquez). México: Pearson. (Original en inglés 2011).
- Markowicz, H., (1959). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investment*. Nueva York: John Wiley.
- Markowicz, H., (1952). *Portfolio Selection*. The Journal of Finance, Vol. 7, No. 1. p. 77-91.
- Modigliani, F., Miller, M., (1958). *The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment*. The American Economic Review, Vol. 48, No. 3, p. 261-297.
- Ross, S., Westerfield, R., Jaffe, J., (2009). *Finanzas Corporativas* (8va Ed.). (Trad. J. Gómez y P. Carril). México: McGraw Hill. (Original en inglés 2008).

- Sharpe, W., (1964). *Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk*. The Journal of Finance, Vol. 19, No. 3, p. 425-442.
- Superintendencia de Bancos y Entidades Financieras de Bolivia (2008) *Guías para la gestión de riesgos* (1ra Ed.). La Paz, Bolivia: Fundación para el Desarrollo Productivo y Financiero.
- Villarreal, J., (2008). *Administración financiera II*, [en línea]. EUMED. Disponible en: <http://www.eumed.net> [2014, 13 de septiembre].

## VII. Anexos

### A1: Fondos de inversión administradas por las SAFIs

| Serie                       | Fondos de Inversión  | Cal. de Riesgo | Tipo    | Moneda |
|-----------------------------|--|----------------|---------|--------|
| <b>BISA SAFI S.A.</b>       |  |                |         |        |
| AME                         | A Medida Fondo de Inversión Abierto de Corto Plazo                       | AA2            | Abierto | BOB    |
| BSK                         | Capital Fondo de Inversión Abierto de Mediano Plazo                      | AA2            | Abierto | USD    |
| BSP                         | Premier Fondo de Inversión Abierto de Corto Plazo                        | AA2            | Abierto | USD    |
| GAC                         | Gestión Activa Fondos de Inversión Cerrado                               | AA2            | Cerrado | USD    |
| MFC                         | Fondo de Microfinancieras Fondo de Inversión Cerrado (MICROFIC)          | A2             | Cerrado | BOB    |
| UFM                         | Ultra Fondo de Inversión Abierto de Mediano Plazo                        | AA2            | Abierto | BOB    |
| <b>BNB SAFI S.A.</b>        |  |                |         |        |
| EAF                         | En Acción Fondo de Inversión Abierto Mediano Plazo                       | A1             | Abierto | BOB    |
| EFE                         | Efectivo Fondo de Inversión Corto Plazo                                  | AA2            | Abierto | USD    |
| FCI                         | Internacional Fondo de Inversión Cerrado                                 | AA1            | Cerrado | USD    |
| OFI                         | Oportuno Fondo de Inversión Corto Plazo                                  | AAA            | Abierto | BOB    |
| OPU                         | Opción Fondo de Inversión Mediano Plazo                                  | AA2            | Abierto | BOB    |
| PBC                         | Portafolio Fondo de Inversión Mediano Plazo                              | AA2            | Abierto | USD    |
| <b>Capital+ SAFI S.A.</b>   |  |                |         |        |
| SEM                         | Sembrar Alimentario Fondo de Inversión Cerrado                           | A1             | Cerrado | BOB    |
| SMC                         | Sembrar Micro Capital Fondo de Inversión Cerrado                         | A2             | Cerrado | BOB    |
| <b>Credifondo SAFI S.A.</b> |  |                |         |        |
| CFB                         | Credifondo Bolivianos, Fono de Inversión Abierto a Corto Plazo           | AA2            | Abierto | BOB    |
| CCP                         | Credifondo Corto Plazo, Fondo de Inversión Abierto                       | AA2            | Abierto | USD    |
| CFO                         | Credifondo Renta Fija, Fondo de Inversión Abierto a Mediano Plazo        | AA2            | Abierto | USD    |
| CMR                         | Credifondo + Rendimiento Fondo de Inversión Abierto a Mediano Plazo      | A3             | Abierto | BOB    |
| <b>Fortaleza SAFI S.A.</b>  |  |                |         |        |
| FAE                         | Acelerador de Empresas Fondo de Inversión Cerrado                        | AA3            | Cerrado | BOB    |
| FOI                         | Fortaleza Interés + Fondo de Inversión Abierto Corto Plazo               | AA2            | Abierto | BOB    |
| FFI                         | Fondo de Inversión Cerrado Fortaleza Factoring Internacional             | AA3            | Cerrado | USD    |
| FII                         | Fortaleza Inversión Internacional Fondo de Inversión Abierto Corto Plazo | AAA            | Abierto | USD    |
| FOL                         | Fortaleza Liquidez Fondo de Inversión Abierto                            | AA2            | Abierto | USD    |

|  |  |     |         |     |
|--|--|-----|---------|-----|
|  | Corto Plazo  |     |         |     |
| FOP                                    | Fortaleza Porvenir Fondo de Inversión Abierto Mediano Plazo                  | AA2 | Abierto | USD |
| PRD                                    | Fortaleza Produce Ganancia Fondo de Inversión Abierto Mediano Plazo          | AA2 | Abierto | USD |
| FRM                                    | Fortaleza Renta Mixta Internacional Fondo de Inversión Abierto mediano Plazo | AA3 | Abierto | USD |
|  | Fortaleza UFV Rend. Total FIA Mediano Plazo                                  | AA1 | Abierto | UFV |
| IFI                                    | Impulsor Fondo de Inversión Cerrado  | A3  | Cerrado | BOB |
| MIC_A                                  | Microfinanzas - Fondo de Inversión Cerrado Serie A                           | BB1 | Cerrado | BOB |
| MIC_B                                  | Microfinanzas - Fondo de Inversión Cerrado Serie B                           | AA1 | Cerrado | BOB |
| MIC_C                                  | Microfinanzas - Fondo de Inversión Cerrado Serie C                           | BB1 | Cerrado | BOB |
| MIC_D                                  | Microfinanzas - Fondo de Inversión Cerrado Serie D                           | AA1 | Cerrado | BOB |
| FFY                                    | PYME II Fondo de Inversión Cerrado   | AA3 | Cerrado | BOB |
| <b>Marca Verde SAFI S.A.</b>           |  |     |         |     |
| AGP                                    | Agrooperativo Fondo de Inversión Cerrado                                     | AA3 | Cerrado | BOB |
| KFC                                    | K12 Fondo de Inversión Cerrado   | AA3 | Cerrado | USD |
| <b>Mercantil Santa Cruz SAFI S.A.</b>  |  |     |         |     |
| CRB                                    | Crecer Bolivianos - Fondo Mutuo Corto Plazo                                  | AA1 | Abierto | BOB |
| EFC                                    | MSC Estratégico Fondo de Inversión Cerrado                                   | A2  | Cerrado | USD |
| HOR                                    | Horizonte Fondo de Inversión Abierto - Mediano Plazo                         | AA2 | Abierto | USD |
| MFM                                    | Mercantil Fondo Mutuo - Corto Plazo  | AA2 | Abierto | USD |
| POS                                    | Prossimo - Fondo de Inversión Abierto - Mediano Plazo                        | AA2 | Abierto | USD |
| SFM                                    | Superior Fondo Mutuo Mediano Plazo   | AA2 | Abierto | BOB |
| <b>Panamerican SAFI S.A.</b>           |  |     |         |     |
| FPP_A                                  | PYME Progreso Fondo de Inversión Cerrado A                                   | A3  | Cerrado | BOB |
| FPP_B                                  | PYME Progreso Fondo de Inversión Cerrado B                                   | A2  | Cerrado | BOB |
| <b>SAFI Unión S.A.</b>                 |  |     |         |     |
| DUN                                    | Fondo de Inversión Dinero Unión - Corto Plazo                                | AA1 | Abierto | BOB |
| UNI                                    | Fondo de Inversión Mutuo Unión - Corto Plazo                                 | AA1 | Abierto | USD |
| PQU                                    | Proquinua Unión Fondo de Inversión Cerrado                                   | AA3 | Cerrado | BOB |
| PUC                                    | PROPYME Unión Fondo de Inversión Cerrado                                     | AA2 | Cerrado | BOB |
| XTU                                    | XTRAVOLOR Unión FIA Mediano Plazo  | AA3 | Abierto | BOB |
| <b>Santa Cruz Investment SAFI S.A.</b> |  |     |         |     |
| RBF                                    | Renta Activa Bolivianos - Fondo de Inversión Abierto de Corto Plazo          | AA3 | Abierto | BOB |
| RAC                                    | Renta Activa Fondo de Inversión Abierto Corto Plazo                          | AA3 | Abierto | USD |
| RAE                                    | Renta Activa Emergente Fondo de Inversión Cerrado de Capital Privado         | A1  | Cerrado | BOB |
| RAP                                    | Renta Activa PYME Fondo de Inversión Cerrado de Capital Privado              | A1  | Cerrado | BOB |

Fuente: En base a los datos de la ASFI y la BBV (2014).

## A2: Portafolios eficientes y participación de cada fondo abierto

| PLIO. | UFM    | CCP    | XTU    | EAF    | SFM    | FRM    | OPU | FOI    | FOP    | CFB    | RBF    | CMR    | RAC    | SUMA | REND.  | RIESGO |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------|--------|
| 1     | 0      | 0,0031 | 0      | 0,0002 | 0,0039 | 0      | 0   | 0      | 0      | 0,0053 | 0,0006 | 0      | 0,9868 | 1    | 1,55   | 0,9721 |
| 2     | 0      | 0,0031 | 0      | 0,0005 | 0,0263 | 0      | 0   | 0      | 0      | 0,0071 | 0,0005 | 0      | 0,9624 | 1    | 1,57   | 0,948  |
| 3     | 0      | 0,003  | 0      | 0,001  | 0,06   | 0      | 0   | 0      | 0      | 0,0097 | 0,0004 | 0      | 0,9259 | 1    | 1,6    | 0,9204 |
| 4     | 0      | 0,0028 | 0      | 0,0012 | 0,0788 | 0      | 0   | 0,0013 | 0      | 0,0109 | 0,0003 | 0,0009 | 0,9038 | 1    | 1,62   | 0,9079 |
| 5     | 0      | 0,003  | 0      | 0,001  | 0,06   | 0      | 0   | 0      | 0      | 0,0097 | 0,0004 | 0      | 0,9259 | 1    | 1,6    | 0,9204 |
| 6     | 0      | 0,002  | 0      | 0,0017 | 0,1209 | 0      | 0   | 0,0054 | 0,0003 | 0,0137 | 0      | 0,0039 | 0,8521 | 1    | 1,6691 | 0,8949 |
| 7     | 0      | 0,0014 | 0      | 0,002  | 0,1463 | 0      | 0   | 0,0076 | 0,0015 | 0,0153 | 0      | 0,0057 | 0,8202 | 1    | 1,7    | 0,8993 |
| 8     | 0      | 0,0004 | 0      | 0,0025 | 0,187  | 0      | 0   | 0,0112 | 0,0034 | 0,0181 | 0      | 0,0087 | 0,7688 | 1    | 1,75   | 0,9261 |
| 9     | 0      | 0      | 0      | 0,003  | 0,2275 | 0      | 0   | 0,0148 | 0,0053 | 0,0209 | 0      | 0,0116 | 0,7171 | 1    | 1,8    | 0,9753 |
| 10    | 3E-05  | 0      | 0,0007 | 0,0039 | 0,3064 | 0      | 0   | 0,0221 | 0,0091 | 0,0268 | 0      | 0,0174 | 0,6137 | 1    | 1,9    | 1,1281 |
| 11    | 0,0001 | 0      | 0,0018 | 0,0044 | 0,3464 | 0      | 0   | 0,0254 | 0,0109 | 0,0288 | 0      | 0,0202 | 0,562  | 1    | 1,95   | 1,2247 |
| 12    | 0      | 0      | 0,0025 | 0,0046 | 0,3882 | 0,0002 | 0   | 0,0283 | 0,0121 | 0,035  | 0      | 0,0223 | 0,5069 | 1    | 2      | 1,3316 |
| 13    | 0,0064 | 0      | 0,0101 | 0,0057 | 0,4042 | 0,0003 | 0   | 0,0406 | 0,0185 | 0,0534 | 0      | 0,0334 | 0,4273 | 1    | 2,1    | 1,5807 |
| 14    | 0,0013 | 0      | 0,0075 | 0,0066 | 0,5389 | 0      | 0   | 0,0432 | 0,0204 | 0,0422 | 0      | 0,0344 | 0,3054 | 1    | 2,2    | 1,8174 |
| 15    | 0,0015 | 0      | 0,0096 | 0,0075 | 0,6187 | 0,0003 | 0   | 0,0499 | 0,024  | 0,0463 | 0      | 0,04   | 0,2022 | 1    | 2,3    | 2,0819 |
| 16    | 0,0019 | 0      | 0,0118 | 0,0084 | 0,6964 | 0,0005 | 0   | 0,0568 | 0,0276 | 0,0513 | 0      | 0,0457 | 0,0996 | 1    | 2,4    | 2,3545 |
| 17    | 0,0027 | 0      | 0,0144 | 0,0094 | 0,7693 | 0,001  | 0   | 0,0642 | 0,0316 | 0,0554 | 0      | 0,052  | 0      | 1    | 2,5    | 2,6327 |
| 18    | 0,0199 | 0      | 0,0277 | 0,0136 | 0,6893 | 0,0079 | 0   | 0,0884 | 0,0438 | 0,0292 | 0      | 0,0802 | 0      | 1    | 2,6    | 3,0228 |
| 19    | 0,0371 | 0      | 0,0411 | 0,0177 | 0,6098 | 0,0148 | 0   | 0,1127 | 0,056  | 0,0024 | 0      | 0,1084 | 0      | 1    | 2,7    | 3,5683 |
| 20    | 0,0558 | 0      | 0,0528 | 0,0218 | 0,5052 | 0,0222 | 0   | 0,1366 | 0,0688 | 0      | 0      | 0,1368 | 0      | 1    | 2,8    | 4,212  |
| 21    | 0,0747 | 0      | 0,0643 | 0,0259 | 0,3981 | 0,0296 | 0   | 0,1605 | 0,0818 | 0      | 0      | 0,1652 | 0      | 1    | 2,9    | 4,9192 |
| 22    | 0,0935 | 0      | 0,0758 | 0,03   | 0,291  | 0,0371 | 0   | 0,1843 | 0,0947 | 0      | 0      | 0,1936 | 0      | 1    | 3      | 5,6661 |
| 23    | 0,1123 | 0      | 0,0874 | 0,0341 | 0,1838 | 0,0445 | 0   | 0,2082 | 0,1076 | 0      | 0      | 0,222  | 0      | 1    | 3,1    | 6,439  |
| 24    | 0,1312 | 0      | 0,0989 | 0,0382 | 0,0767 | 0,0519 | 0   | 0,2321 | 0,1206 | 0      | 0      | 0,2504 | 0      | 1    | 3,2    | 7,2296 |
| 25    | 0,1453 | 0      | 0,0809 | 0,0456 | 0      | 0,0667 | 0   | 0,2468 | 0,135  | 0      | 0      | 0,2798 | 0      | 1    | 3,3    | 8,043  |
| 26    | 0,1407 | 0      | 0      | 0,0636 | 0      | 0,104  | 0   | 0,2301 | 0,154  | 0      | 0      | 0,3076 | 0      | 1    | 3,4    | 9,0399 |
| 27    | 0,0862 | 0      | 0      | 0,0961 | 0      | 0,1694 | 0   | 0,1572 | 0,1816 | 0      | 0      | 0,3095 | 0      | 1    | 3,5    | 10,422 |
| 28    | 0,032  | 0      | 0      | 0,1287 | 0      | 0,2348 | 0   | 0,0842 | 0,2091 | 0      | 0      | 0,3113 | 0      | 1    | 3,6    | 12,165 |
| 29    | 0      | 0      | 0      | 0,1619 | 0      | 0,3018 | 0   | 0      | 0,2327 | 0      | 0      | 0,3035 | 0      | 1    | 3,7    | 14,142 |
| 30    | 0      | 0      | 0      | 0,2096 | 0      | 0,373  | 0   | 0      | 0,225  | 0      | 0      | 0,1925 | 0      | 1    | 3,8    | 16,461 |
| 31    | 0      | 0      | 0      | 0,2573 | 0      | 0,4441 | 0   | 0      | 0,2172 | 0      | 0      | 0,0814 | 0      | 1    | 3,9    | 19,122 |
| 32    | 0      | 0      | 0      | 0,312  | 0      | 0,5181 | 0   | 0      | 0,1699 | 0      | 0      | 0      | 0      | 1    | 4      | 22,021 |
| 33    | 0      | 0      | 0      | 0,3859 | 0      | 0,6001 | 0   | 0      | 0,0139 | 0      | 0      | 0      | 0      | 1    | 4,1    | 25,44  |
| 34    | 0      | 0      | 0      | 0,5589 | 0      | 0,4411 | 0   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1    | 4,2    | 30,427 |
| 35    | 0      | 0      | 0      | 0,7417 | 0      | 0,2583 | 0   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1    | 4,3    | 37,595 |
| 36    | 0      | 0      | 0      | 0,9244 | 0      | 0,0756 | 0   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1    | 4,4    | 45,941 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

### A3: Portafolios eficientes y participación de cada fondo cerrado

| GAC     | MFC     | FCI     | FAE     | FFI | IFI     | AGP     | PQU     | SEM     | SMC     | FPP-A   | MIC-A   | RENTA.  | RIESGO  |
|---------|---------|---------|---------|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0,93513 | 0       | 0,01388 | 0       | 0   | 0       | 0,00668 | 0,00433 | 0,03998 | 0       | 0       | 0       | 2,15    | 1,47299 |
| 0,89056 | 0       | 0,01363 | 0       | 0   | 0       | 0,04781 | 0,00737 | 0,03811 | 0,00252 | 0       | 0       | 2,2     | 1,4033  |
| 0,84958 | 0       | 0,01358 | 0       | 0   | 0       | 0,07182 | 0,00917 | 0,03444 | 0,02142 | 0       | 0       | 2,25    | 1,34455 |
| 0,80868 | 0       | 0,01352 | 0       | 0   | 0       | 0,09585 | 0,01104 | 0,03073 | 0,04018 | 0       | 0       | 2,3     | 1,29567 |
| 0,76938 | 0,00173 | 0,01341 | 0       | 0   | 0       | 0,11778 | 0,01263 | 0,02716 | 0,05791 | 0       | 0       | 2,35    | 1,25778 |
| 0,73916 | 0,01281 | 0,01299 | 0       | 0   | 0,00098 | 0,12801 | 0,01244 | 0,02443 | 0,06917 | 0       | 0       | 2,4     | 1,2289  |
| 0,70907 | 0,02402 | 0,01257 | 0       | 0   | 0,00189 | 0,13813 | 0,01226 | 0,02169 | 0,08037 | 0       | 0       | 2,45    | 1,20784 |
| 0,67876 | 0,03517 | 0,01225 | 0       | 0   | 0,00282 | 0,14776 | 0,01237 | 0,01925 | 0,09161 | 0       | 0       | 2,5     | 1,19503 |
| 0,6488  | 0,04648 | 0,01174 | 0       | 0   | 0,00372 | 0,15839 | 0,01191 | 0,01618 | 0,10279 | 0       | 0       | 2,55013 | 1,1907  |
| 0,6187  | 0,0577  | 0,01141 | 0       | 0   | 0,00465 | 0,16846 | 0,01166 | 0,01346 | 0,11397 | 0       | 0       | 2,6     | 1,19497 |
| 0,58875 | 0,06875 | 0,01094 | 0       | 0   | 0,0054  | 0,17852 | 0,0118  | 0,01051 | 0,12534 | 0       | 0       | 2,65    | 1,20776 |
| 0,55864 | 0,08008 | 0,01048 | 0,00011 | 0   | 0,00637 | 0,18867 | 0,0113  | 0,00796 | 0,1364  | 0       | 0       | 2,7     | 1,22876 |
| 0,52855 | 0,09129 | 0,01006 | 0,00011 | 0   | 0,00728 | 0,19878 | 0,01113 | 0,00521 | 0,1476  | 0       | 0       | 2,75    | 1,25759 |
| 0,49865 | 0,10239 | 0,0096  | 0,0007  | 0   | 0,00773 | 0,20873 | 0,01049 | 0,00259 | 0,15911 | 0       | 0       | 2,8     | 1,29361 |
| 0,46868 | 0,11361 | 0,00916 | 0,00104 | 0   | 0,00838 | 0,21869 | 0,01005 | 0       | 0,17039 | 0       | 0       | 2,85    | 1,33632 |
| 0,43655 | 0,12503 | 0,00873 | 0,0013  | 0   | 0,00909 | 0,22856 | 0,00977 | 0       | 0,18098 | 0       | 0       | 2,9     | 1,38523 |
| 0,37226 | 0,14804 | 0,00774 | 0,00143 | 0   | 0,01087 | 0,24836 | 0,00939 | 0       | 0,20191 | 0       | 0       | 3       | 1,49946 |
| 0,30702 | 0,17203 | 0,00773 | 0,00143 | 0   | 0,01104 | 0,26953 | 0,00946 | 0       | 0,22169 | 0       | 7,7E-05 | 3,1     | 1,63208 |
| 0,24389 | 0,19342 | 0,00612 | 0,00311 | 0   | 0,01317 | 0,28771 | 0,0077  | 0       | 0,2448  | 0       | 7,5E-05 | 3,2     | 1,77753 |
| 0,17873 | 0,21582 | 0,0059  | 0,00329 | 0   | 0,01489 | 0,30749 | 0,00783 | 0       | 0,26599 | 0       | 7,5E-05 | 3,3     | 1,93439 |
| 0,11547 | 0,23903 | 0,00436 | 0,00441 | 0   | 0,0159  | 0,32706 | 0,00648 | 0       | 0,28729 | 0       | 0       | 3,4     | 2,0994  |
| 0,05108 | 0,26162 | 0,00367 | 0,00512 | 0   | 0,01702 | 0,34659 | 0,00622 | 0       | 0,30869 | 0       | 0       | 3,5     | 2,27108 |
| 0       | 0,29497 | 0,00127 | 0,00598 | 0   | 0,01854 | 0,34875 | 0,00486 | 0       | 0,32562 | 0       | 0       | 3,6     | 2,44911 |
| 0       | 0,37616 | 0,00127 | 0,00607 | 0   | 0,01886 | 0,26795 | 0,00487 | 0       | 0,32453 | 0       | 0,00028 | 3,7     | 2,67304 |
| 0       | 0,44489 | 0       | 0,01065 | 0   | 0,01806 | 0,19232 | 0,00302 | 0       | 0,32651 | 0,00427 | 0,00027 | 3,8     | 2,94577 |
| 0       | 0,51387 | 0       | 0,01201 | 0   | 0,01929 | 0,11779 | 0       | 0       | 0,3249  | 0,01188 | 0,00025 | 3,9     | 3,25409 |
| 0       | 0,58195 | 0       | 0,01367 | 0   | 0,01919 | 0,04203 | 0       | 0       | 0,32371 | 0,01921 | 0,00025 | 4       | 3,58756 |
| 0       | 0,65323 | 0       | 0,01554 | 0   | 0,01848 | 0       | 0       | 0       | 0,28414 | 0,02835 | 0,00026 | 4,1     | 3,94388 |
| 0       | 0,72857 | 0       | 0,0178  | 0   | 0,01676 | 0       | 0       | 0       | 0,19688 | 0,03973 | 0,00026 | 4,2     | 4,34689 |
| 0       | 0,80159 | 0       | 0,01731 | 0   | 0,01471 | 0       | 0       | 0       | 0,1121  | 0,05126 | 0,00303 | 4,3     | 4,78833 |
| 0       | 0,87616 | 0       | 0,01856 | 0   | 0,01295 | 0       | 0       | 0       | 0,02565 | 0,06266 | 0,00402 | 4,4     | 5,26063 |
| 0       | 0,83231 | 0       | 0,02492 | 0   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0,12533 | 0,01745 | 4,5     | 5,91754 |
| 0       | 0,71529 | 0       | 0,02962 | 0   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0,21727 | 0,03782 | 4,6     | 7,19492 |
| 0       | 0,59828 | 0       | 0,03432 | 0   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0,30921 | 0,05819 | 4,7     | 8,86591 |
| 0       | 0,48125 | 0       | 0,03902 | 0   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0,40116 | 0,07857 | 4,8     | 10,7486 |
| 0       | 0,36424 | 0       | 0,04373 | 0   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0,49309 | 0,09894 | 4,9     | 12,7492 |
| 0       | 0,24721 | 0       | 0,04843 | 0   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0,58504 | 0,11932 | 5       | 14,8204 |
| 0       | 0,13019 | 0       | 0,05313 | 0   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0,67698 | 0,13969 | 5,1     | 16,9362 |
| 0       | 0,01318 | 0       | 0,05783 | 0   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0,76892 | 0,16006 | 5,2     | 19,0815 |
| 0       | 0       | 0       | 0       | 0   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0,72802 | 0,27198 | 5,3     | 21,9388 |
| 0       | 0       | 0       | 0       | 0   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0,59852 | 0,40148 | 5,40001 | 26,9032 |
| 0       | 0       | 0       | 0       | 0   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0,46904 | 0,53096 | 5,5     | 33,191  |
| 0       | 0       | 0       | 0       | 0   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0,33954 | 0,66046 | 5,60001 | 40,1866 |
| 0       | 0       | 0       | 0       | 0   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0,21006 | 0,78994 | 5,70001 | 47,5782 |
| 0       | 0       | 0       | 0       | 0   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0,08057 | 0,91943 | 5,80001 | 55,2071 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la ASFI (2015)

#### A4: Categorías de clasificación y calificación de riesgo

##### **Categorías de clasificación asignadas por la Superintendencia de Pensiones, Valores y Seguros mediante Resolución Administrativa N° 645/2002**

###### **Categorías de Clasificación de Valores de Deuda a Corto Plazo**

**Nivel 1 (N-1):** Alta capacidad de pago, la cual no se vería afectada en forma significativa, ante posibles cambios en el emisor en el sector al que pertenece o en la economía.

**Nivel 2 (N-2):** Buena capacidad de pago, siendo susceptible de deteriorarse ante posibles cambios en el emisor, en el sector al que pertenece o en la economía.

**Nivel 3 (N-3):** Cuentan con una suficiente capacidad de pago siendo susceptible a debilitarse ante posibles cambios en el emisor, en el sector al que pertenece en la economía.

**Nivel 4 (N-4):** No reúne los requisitos para clasificar en los niveles de riesgo N-1, N-2 o N-3, pero que posee información representativa para el período mínimo exigido para la clasificación.

**Nivel 5 (N-5):** No posee información representativa para el período mínimo exigido para la clasificación y además no existen garantías suficientes para el pago de capital e intereses.

###### **Categorías de Clasificación de Valores de Deuda a Largo Plazo**

**AAA:** Muy alta capacidad de pago, no se vería afectada ante posibles cambios en el emisor, en el sector al que pertenece o en la economía.

**AA:** Alta capacidad de pago, no se vería afectada ante posibles cambios en el emisor, en el sector al que pertenece o en la economía.

**A:** Buena capacidad de pago, susceptible a deteriorarse levemente ante posibles cambios en el emisor, en el sector al que pertenece o en la economía.

**BBB:** Suficiente capacidad de pago, susceptible a debilitarse ante posibles cambios en el emisor, en el sector al que pertenece o en la economía.

**BB:** Cuentan con capacidad de pago, la que es variable y susceptible a debilitarse ante posibles cambios en el emisor en el sector al que pertenece o en la economía, pudiendo incurrirse en retraso en el pago de intereses y del capital.

**B:** Cuentan con una mínima capacidad de pago, pero ésta es muy variable y susceptible de debilitarse ante posibles cambios en los emisores del sector al que pertenece o en la economía pudiendo incurrirse en la pérdida del capital e intereses.

**C:** No cuentan con la capacidad para el pago, existiendo alto riesgo de pérdida de capital e intereses.

Se autoriza añadir los numerales 1,2 y 3 en cada categoría genérica, desde AA a B con el objeto de establecer una clasificación específica de los Valores de Largo Plazo de acuerdo a las siguientes especificaciones:

- Si el numeral 1 acompaña a una de las categorías anteriormente señaladas, se entenderá que el Valor se encuentra en el nivel más alto de la calificación asignada.
- Si el numeral 2 acompaña a una de las categorías anteriormente señaladas, se entenderá que el Valor se encuentra en el nivel medio de la calificación asignada.
- Si el numeral 3 acompaña a una de las categorías anteriormente señaladas, se entenderá que el Valor se encuentra en el nivel más bajo de la calificación asignada.

Fuente: Extraído de la ASFI (2014)

