



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**ANÁLISIS RETROSPECTIVO Y PROSPECTIVO DE
PORTAFOLIOS CON FONDOS DE INVERSIÓN
CLASIFICADOS Y SUS MEDIDAS DE DESEMPEÑO**

**REPORTE DE TRABAJO
PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
ACTUARIO

P R E S E N T A:

ANDRÉS OMAR HERNÁNDEZ JUÁREZ

TUTOR:

**M. EN C. RAÚL ÁLVAREZ DEL CASTILLO
PENNA**

2018





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja De Datos Del Jurado

1. Datos del alumno

Hernández

Juárez

Andrés Omar

91 80 02 46

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de ciencias

Actuaría

305109279

2. Datos del tutor

M. en C.

Raúl

Álvarez Del Castillo

Penna

3. Datos del sinodal 1

M. en C.

Jesús David

Gómez

Téllez

4. Datos del sinodal 2

Act.

Yolanda

Martínez

Guerrero

5. Datos del sinodal 3

Act.

Barbara

Alba

Giottonini

6. Datos del sinodal 4

Dr.

David Conaly

Martínez

Vázquez

7. Datos del trabajo escrito

Análisis retrospectivo y prospectivo de portafolios con fondos de inversión clasificados y sus medidas de desempeño

47 p.

2018

Índice general

Introducción y objetivos	4
1. Sociedades de inversión: Tipos, clasificación y algunas notas	5
2. Volatilidad, teoría de portafolios y medidas de desempeño de una cartera	8
2.1 Volatilidad: Métodos para su pronóstico	8
2.2 Teoría de portafolios de inversión	11
2.3 Medidas de desempeño	17
3. Regulación. Lineamientos del manejo de disposiciones	19
3.1 Principios de Basilea	21
4. Medidas de riesgo: VaR	23
4.1 VaR por simulación histórica	24
5. Construcción del modelo de clasificación y compra-venta de fondos de inversión	26
5.1 Descripción del problema	26
5.2 Análisis retrospectivo	27
5.3 Análisis prospectivo	27
5.3.1 Proyección de precios	28
5.4 Implementación práctica	29
6. Comparativo de los portafolios construidos por rendimiento, volatilidad, valor en riesgo y medidas de desempeño	32
6.1 Análisis retrospectivo	39
6.2 Análisis prospectivo	41
7. Conclusiones	45
Bibliografía y fuentes de información	46

Introducción y objetivos

Este trabajo busca ser una herramienta de apoyo para la estrategia de inversión de los portafolios del instituto FONACOT cuya base son las sociedades de inversión, también conocidos como fondos de inversión, de deuda gubernamental mediante un análisis retrospectivo y prospectivo de los precios históricos, volatilidades, rendimientos y nivel de riesgo medido por el Valor en Riesgo (VaR por sus siglas en inglés) de forma individual y dentro de una cartera de activos.

El objetivo principal es buscar el mayor rendimiento manteniendo un nivel de riesgo bajo y con costo mínimo, para ello se llevará a cabo el cálculo de las medidas de desempeño de las carteras de inversión conformadas de todos los posibles subconjuntos de 4,5 o 6 integrantes de un portafolio con sociedades de inversión que han sido contempladas para invertir proponiendo y comparando las diversas alternativas generadas.

Para tener una perspectiva general de los fondos de inversión, en el primer capítulo se presentarán sus características primordiales y clasificación. Dentro del segundo capítulo se expone la teoría de portafolios y el modelo CAPM los cuales servirán de apoyo para la construcción de parámetros y definición de ponderadores con información de mercado desde enero de 2014 y de fuentes como la CNBV y Banxico para conseguir la clasificación de una cartera compuesta de 41 sociedades de inversión de las cuales se elegirán las mejores además de simular compras y ventas de acciones.

En el tercer capítulo se revisan los lineamientos que rigen las disponibilidades del Instituto y así poder entender la estrategia de inversión diseñada por el área de tesorería además de una mención muy corta de los principios del comité de Basilea en materia de riesgo. Posteriormente en el cuarto capítulo se detalla una de las metodologías más comunes para la medición de riesgo de mercado como lo es el valor en riesgo por simulación histórica.

Con ello, en el quinto capítulo se procede a la construcción del modelo de análisis; primero de forma retrospectiva donde se presentarán las medidas de desempeño usuales de los portafolios conformados seguido de un análisis de mercado contra un índice de referencia ligado a la composición de las características propias de las sociedades de inversión implicadas en las carteras; en este caso de deuda, que será de gran ayuda al momento de elegir el mejor de los portafolios experimentales. Para la parte prospectiva se proyectarán precios para efectuar la compra-venta de acciones confrontándose contra operaciones reales de tesorería y así ofrecer una opción para evaluar futuras estrategias de inversión del Instituto.

Finalmente, en el sexto capítulo se describen los resultados obtenidos donde queda de manifiesto que el análisis en conjunto de los instrumentos juega un papel primordial en la construcción del mejor portafolio comparado con estudio individual de cada sociedad de inversión como en inicio se planteó la tesorería dejando muchas áreas de oportunidad para la optimización considerando la contribución al riesgo de la cartera por ejemplo.

Capítulo 1

Fondos de inversión: Tipos, clasificación y algunas notas.

Las sociedades o fondos de inversión son entidades especializadas que reúnen los recursos monetarios del público inversionista para invertirlos en un portafolio conformado por diversos valores, títulos o documentos siendo estos los activos objeto de inversión¹. Son regulados por la ley de fondos de inversión y de manera supletoria por la ley del mercado de valores, donde a las sociedades de inversión se les considera como valores (art. 2 fracción XXIV).

Una de las características principales de los fondos de inversión es que los recursos de los ahorradores se captan a través de acciones, convirtiéndose en socios participando en utilidades o pérdidas de la sociedad de inversión¹.

El objeto de estas sociedades es exclusivamente la adquisición y venta profesional de activos objeto de inversión con recursos provenientes de la colocación de acciones representativas de su capital social mediante servicios de intermediación financiera².

La clasificación de los fondos de inversión, de acuerdo a su régimen de inversión, generalmente puede ser de 3 tipos:

- Instrumentos de deuda: Los activos objeto de inversión son valores, títulos o documentos representativos de una deuda a cargo de un tercero². En estas sociedades, la inversión se hace en instrumentos en moneda nacional, de alta liquidez y alta calidad crediticia.
También se pueden clasificar por la duración de los activos objeto de inversión en tres bloques: corto, mediano y largo plazo. Deben contar con una calificación para reflejar los riesgos de los activos que integran su cartera³.
- Renta variable: La naturaleza de los activos objeto de inversión son acciones, obligaciones y demás valores representativos de una deuda a cargo de un tercero para efectos prácticos, un fondo de inversión de renta variable es aquel que puede invertir en acciones, títulos de capital de empresas privadas, instrumentos de deuda pública y también de empresas privadas. Se catalogan como sociedades especializadas en acciones, mayoritariamente en acciones, mayoritariamente en valores de deuda y especializadas en valores de deuda⁴. Los valores de deuda, como ya se mencionó, pueden ser tanto pública como privada.
- Fondos discrecionales: Sociedades de inversión cuya estrategia está basada en un límite de exposición al riesgo o a un objetivo de rendimiento señalado en su prospecto de colocación y no en una composición de los activos objeto de inversión⁴.

¹ BMV-Educación. (2016). Notas curso FONDOS DE INVERSION. Pág. 3

² BMV-Educación. (2016). Notas curso FONDOS DE INVERSION. Pág. 4

³ BMV-Educación. (2016). Notas curso FONDOS DE INVERSION. Pág. 5

⁴ BMV-Educación. (2016). Notas curso FONDOS DE INVERSION. Pág. 6

Regresando a las sociedades de instrumentos de deuda deberán contar con una calificación otorgada por una de las calificadoras autorizadas por la CNBV, esta reflejará los riesgos de los activos que conforman su cartera, operaciones que realicen y la calidad de su administración. La calificación se basa en dos componentes principalmente⁵:

- Calidad crediticia: Mide la capacidad de que las emisoras cumplan oportunamente con el compromiso de pago⁵.
- Riesgo de mercado: Mide la sensibilidad de los fondos ante variables de mercado como lo son tasas de interés, paridad cambiaria, inflación, etc⁵.

A continuación, se muestra la nomenclatura estándar y general tanto para la calidad crediticia como para el riesgo de mercado⁵:

Administración y calidad de activos		Riesgo de mercado	
Sobresaliente	AAA	Extremadamente bajo	1
Alta	AA	Baja	2
Buena	A	Baja a moderada	3
Aceptable	BBB	Moderada	4
Baja	BB	Moderada alta	5
Mínima	B	Alta	6
		Muy alta	7

Cabe mencionar que en México existen varias instituciones calificadoras autorizadas cuya nomenclatura es distinta entre sí pero mantienen un patrón similar a los cuadros anteriores. Entre las calificadoras principales encontramos a Fitch, Standard & Poor's, Moody's, HR ratings y Verum.

En la cartera de fondos de inversión prospecto para conformar los portafolios experimentales, 37 de los 41 fondos tienen su cartera constituida por instrumentos gubernamentales de mediano y corto plazo por lo cual su calidad crediticia es la máxima de AAA. Los restantes 4 fondos contienen instrumentos de deuda corporativa, pero mantienen una nota sobresaliente en este rubro.

Más adelante se mostrarán las calificaciones de los fondos cuyo rango está entre la AAA/1 y la AAA/3; siendo este un requisito para la tesorería del Instituto al momento de incluir un fondo de inversión en el listado de prospectos. Las calificaciones de los fondos de inversión son públicas y pueden consultarse desde el portal de la CNBV⁶.

En este trabajo, la comisión es un tema relevante por tratarse de uno de los parámetros del modelo para hacer la clasificación de los fondos de inversión. Las sociedades de inversión, ya sean de renta variable o en instrumentos de deuda, podrán pactar las comisiones y cobros por la prestación de servicios por diversos conceptos en forma general y diferenciada por series accionarias proporcionando a sus clientes esta información mediante sus lineamientos de difusión⁷.

⁵ BMV-Educación. (2016). Notas curso FONDOS DE INVERSIÓN. Pág. 21-22

⁶ <http://www.cnbv.gob.mx/SECTORES-SUPERVISADOS/SOCIEDADES-DE-INVERSION/Buscador-de-Sociedades-de-Inversión/Paginas/Avanzado.aspx>

Los conceptos sujetos a cobro de comisiones son el incumplimiento de plazo mínimo de permanencia establecido en el prospecto, incumplimiento de saldo mínimo de inversión señalado en el prospecto, prestación de servicio de depósito y custodia, demás servicios que la operadora o distribuidora puedan tener y por la compra o venta de acciones representativas del capital social del fondo por citar algunos⁷.

En este último concepto es importante marcar una diferencia entre los fondos de renta variable y de instrumentos de deuda: Si el fondo es de renta variable, la comisión es explícita y se cobra por transacción. La comisión tiene un tope máximo establecido hace unos años de alrededor del 5% que más que estar establecido por la ley de fondos de inversión se trata de un acuerdo de buena práctica en el sector.

Para los fondos de deuda, por tratarse de este tipo de instrumentos la comisión se encuentra de forma implícita en la tasa de interés negociada en la transacción de los bonos, el diferencial de esta tasa negociada con la tasa de adquisición del bono fungiría como comisión. Regulatoriamente, no hay nada que impida que el administrador de los fondos de inversión de deuda cobre una comisión de entrada/salida como en el caso de los fondos de renta variable, pero pierde competitividad en el mercado si lo hiciese. El Instituto FONACOT no tiene restricción en este sentido, ya que es parte del riesgo asumido al comprar un instrumento de inversión.

Como ya se mencionó, entre las comisiones cobradas por las sociedades de inversión más importantes se encuentran la de entrada/salida o por intermediación (la que se cobra por transacción) y la de administración del fondo.

La primera sólo se aplica en fondos de renta variable porque la negociación de los activos sujetos de inversión (las acciones o instrumentos del mercado de capitales) involucra el cobro de comisión e IVA. Para fondos de deuda la comisión por administración esta embebida en el precio de mercado calculado por la valuadora; este involucra los activos, pasivos y el número de acciones de la sociedad de inversión.

Por esta razón la comisión por administración pudiera considerarse un elemento no determinante, aunque sí es un factor relevante en la clasificación de los fondos ya que al hacerlo las sociedades de inversión por la media de rendimiento diario lleva incluido un “ranking” de comisión por estar mezclado el cobro de administración en el precio de fondo. Para la comparación de los fondos es importante considerar sus calificaciones ya que ahí también se puede medir el riesgo al que está sujeto y nos habla un poco del rendimiento esperado.

Diariamente el administrador del fondo de inversión provisiona un pasivo que se incluye en el precio de mercado siendo la comisión de administración.

⁷ CNBV & SHCP. (2006). Disposiciones de carácter general aplicables a las sociedades de inversión y a las personas que les prestan servicios. Artículo 79. Pág. 53

Capítulo 2

Volatilidad, teoría de portafolios y medidas de desempeño de una cartera de inversión

2.1 Volatilidad: Algunos métodos para su pronóstico

Como medida estadística la desviación estándar de cierta información da una idea de la dispersión de los datos respecto de una medida de tendencia central como lo es el promedio. En el caso de variables financieras como tasas, precios, tipos de cambio, etc. la desviación estándar, también conocida como volatilidad, debe ser vigilada muy de cerca porque de ello depende en gran medida el valor de un portafolio de inversión acorde a un perfil de riesgo.

Para la estimación y pronóstico de la volatilidad de un activo existen diversos métodos como lo son el de volatilidad implícita, histórica y dinámica.

- Método de volatilidad implícita

La volatilidad implícita se obtiene mediante el despeje de este parámetro en la fórmula del modelo de Black-Scholes del precio teórico de las opciones⁸ call y put, en pocas palabras es la volatilidad esperada por el mercado. La complejidad de este método es que, este tipo de opciones existen sobre un número muy reducido de subyacentes. Otra desventaja es que si llegara a haber opciones de un subyacente que no suele cotizarse tanto en el mercado la volatilidad implícita no sería la más confiable porque son ilíquidas dado su volumen de operación.

- Método de volatilidad histórica

En este método los datos involucrados en el cálculo tienen el mismo peso específico, el pronóstico está basado en n observaciones históricas⁹; su fórmula es la misma que la desviación estándar.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \mu)^2}{n - 1}}$$

Donde

σ : Es la volatilidad del activo

R_i : Es la i -ésima observación de los rendimientos del activo

μ : Es el valor esperado de los datos.

- Método de volatilidad dinámica

En este método se puede manipular el peso de la información mediante ponderadores a los datos en un lapso, regularmente anual dándole mayor "importancia" a los datos más recientes que a los

⁸De Lara Haro, Alfonso. (2016). Medición y control de riesgos financieros 3ra. Edición, Limusa Pág. 49

⁹De Lara Haro, Alfonso. (2016). Medición y control de riesgos financieros 3ra. Edición, Limusa Pág. 44

más antiguos, capturando fuertes variaciones de precios en los mercados con esta ponderación y llegando a mejores pronósticos en épocas de alta volatilidad¹⁰. Su fórmula es:

$$\sigma = \sqrt{(1 - \lambda) \sum_{i=1}^m \lambda^{i-1} R_i^2}$$

Donde

σ : Es la volatilidad del activo

R_i^2 : Es el i-ésimo rendimiento diario del activo al cuadrado

λ : Es el factor de decaimiento es mayor a 0 y menor a 1, determina los pesos y la cantidad efectiva de datos para la estimación¹⁰.

m : Número de observaciones

Este cálculo también se aplica a la covarianza de los activos con la siguiente fórmula

$$\sigma_{xy} = \sqrt{(1 - \lambda) \sum_{i=1}^m \lambda^{i-1} x_i y_i}$$

Donde

σ_{xy} : Es la volatilidad del activo

x_i : Es el i-ésimo rendimiento diario del activo x

y_i : Es el i-ésimo rendimiento diario del activo y

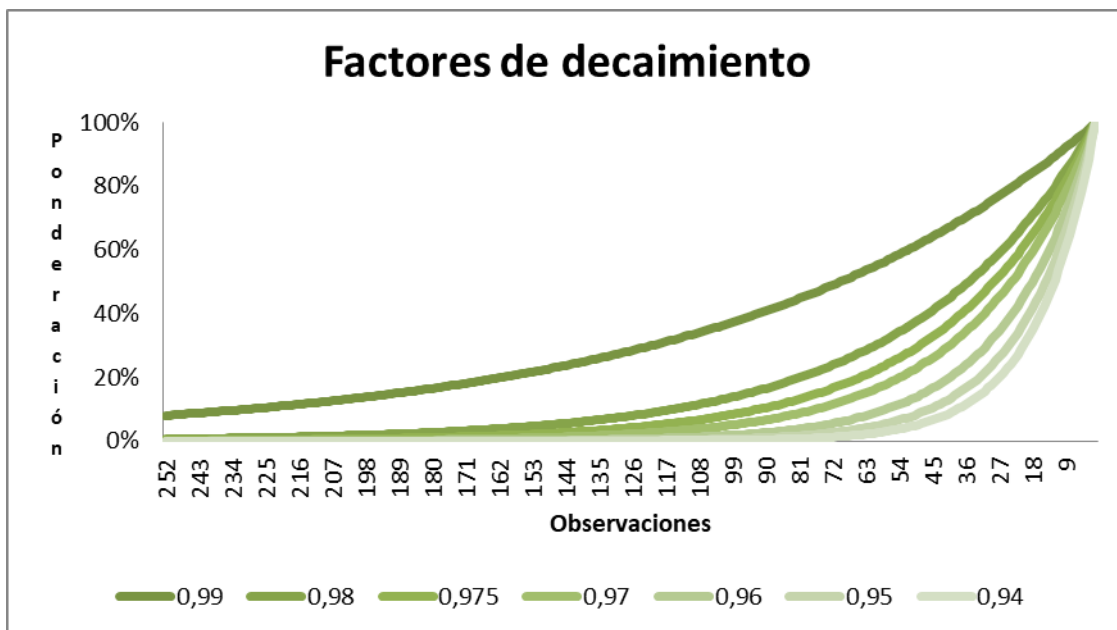
m : Número de observaciones

El factor de decaimiento, como se aprecia en la fórmula depende del tamaño de la muestra elegida, siendo lo más socorrido en la práctica tomar un periodo anual de 252 días hábiles se hizo un análisis con distintos factores de decaimiento para conocer cuánto significado le otorga dicho nivel de ponderación a los datos.

¹⁰De Lara Haro, Alfonso. (2016). Medición y control de riesgos financieros 3ra. Edición, Limusa
Pág. 46

Factor de decaimiento λ	Observaciones cuya ponderación a la información es mayor al 50%	% Ponderación de la última observación
0.99	69	8.02479%
0.98	35	0.62769%
0.975	28	0.17384%
0.97	23	0.04783%
0.96	17	0.00355%
0.95	14	0.00026%
0.94	12	0.00002%

Con los distintos factores de decaimiento, se aprecia en el siguiente gráfico como el valor de lambda no puede ser pequeño, ni siquiera puede ser menor al 0.9 ya que la ponderación por su definición reduce exponencialmente el peso de las observaciones. Este método es útil al pretender capturar volatilidad en periodos más cortos de tiempo cuando hay turbulencias en el mercado sin dejar de lado tajantemente toda la historia.



El método para evaluar la volatilidad de los activos es elegido a discreción del administrador de riesgos, quizá por capturar el efecto a corto plazo conviene la volatilidad dinámica, pero si el análisis es más de mediano o largo plazo podría optarse por la histórica. La volatilidad implícita es de las más aceptadas en la práctica siempre y cuando exista un gran volumen de información del subyacente elegido dándole liquidez a las opciones.

2.2 Teoría de portafolios de inversión

Una cartera o portafolio de valores se define como una combinación de activos financieros de cualquier tipo. Se habla de la teoría de selección de carteras por primera vez en 1952 con el trabajo de Harry Markowitz planteándose el problema de la composición óptima de un portafolio de valores con la determinación de la existencia o inexistencia de una relación entre riesgo y rentabilidad. Dicha relación es diferente para todos los activos cotizados en el mercado.

Se supondrá un portafolio con n activos al que se le invierte un monto inicial total M_0 entre esos n instrumentos donde el monto invertido en cada uno de ellos es M_i que vistos como fracciones de la inversión total representan el peso relativo w_i de cada instrumento dentro del portafolio con esto se llega a la siguiente relación:

$$1 = \sum_{i=1}^n w_i = \sum_{i=1}^n \frac{M_i}{M_0}$$

Para los pesos relativos de los instrumentos se restringirá el universo de valores que pueden tomar a mayores o iguales a cero con ello también se da por entendido que no hay ventas cortas para las transacciones de los fondos de inversión involucrados.

El monto total de ingreso generado al final del periodo por el activo i es igual al monto invertido por el rendimiento del periodo, denotado por R_i y por lo tanto el rendimiento del portafolio R_p es:

$$R_p = \frac{\sum_{i=1}^n R_i w_i M_0}{M_0} = \sum_{i=1}^n w_i R_i$$

A su vez, de la ecuación anterior se puede calcular el rendimiento esperado del portafolio mediante un promedio ponderado de los rendimientos promedio de los instrumentos individuales componentes del portafolio o cartera, de esta manera suponiendo un portafolio de 3 activos:

$$E[R_p] = \sum_{i=1}^n w_i E[R_i] = w_1 E[R_1] + w_2 E[R_2] + w_3 E[R_3]$$

Donde $E[R_i]$ es el valor esperado del rendimiento del instrumento i

Por otro lado, para el cálculo del riesgo de una cartera empleamos la desviación estándar de su rendimiento también llamada volatilidad mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma_p = \sqrt{E \left[\left(\sum_{i=1}^n w_i R_i - \sum_{i=1}^n w_i E[R_i] \right)^2 \right]}$$

$$\begin{aligned}
&= \sqrt{E \left[\left(\sum_{i=1}^n w_i R_i - \sum_{i=1}^n w_i E[R_i] \right) \left(\sum_{i=1}^n w_i R_i - \sum_{i=1}^n w_i E[R_i] \right) \right]} \\
&= \sqrt{E \left[\left(\sum_{i=1}^n w_i (R_i - E[R_i]) \right) \left(\sum_{j=1}^n w_j (R_j - E[R_j]) \right) \right]} \\
&= \sqrt{E \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j (R_i - E[R_i]) (R_j - E[R_j]) \right]} \\
&= \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j E[(R_i - E[R_i]) (R_j - E[R_j])]} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}}
\end{aligned}$$

Por lo tanto

$$\sigma_p = \sqrt{E \left[\left(\sum_{i=1}^n w_i R_i - \sum_{i=1}^n w_i E[R_i] \right)^2 \right]} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}}$$

Donde σ_{ij} denota la covarianza del rendimiento entre los instrumentos i -ésimo y j -ésimo y σ_p denota la volatilidad del portafolio. Se ejemplificará con un portafolio de tres activos.

$$\sigma_p = \sqrt{E \left[\left(\sum_{i=1}^3 w_i R_i - \sum_{i=1}^3 w_i E[R_i] \right)^2 \right]} = \sqrt{\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 w_i w_j \sigma_{ij}}$$

$$\sigma_p = \sqrt{w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + w_3^2 \sigma_3^2 + 2(w_1 w_2 \sigma_{1,2} + w_1 w_3 \sigma_{1,3} + w_2 w_3 \sigma_{2,3})}$$

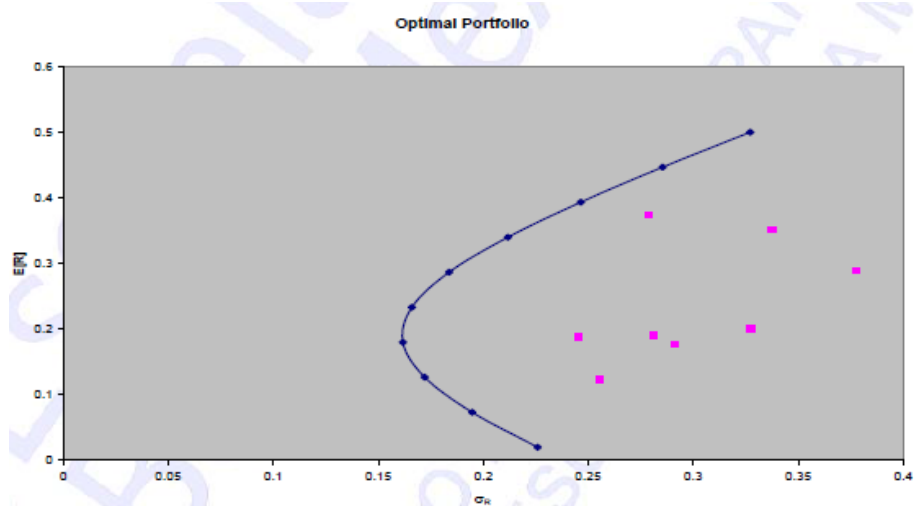
Dentro de la relación anterior, la covarianza es una medida del grado de dependencia lineal entre los rendimientos; pero al ser un número no acotado no se puede determinar qué tan alto o bajo es el grado de dependencia, por lo cual se sugiere como medición alternativa el coeficiente de correlación, medida estadística de interrelación lineal entre 2 variables.

Coefficiente de correlación

$$\rho_{i,j} = \frac{\sigma_{i,j}}{\sigma_i \sigma_j}$$

Una nota importante que se debe hacer al considerar una cartera con n activos es la infinidad de combinaciones que existen de pesos o porcentajes de capital a invertir en esos instrumentos, además de tener un conjunto amplio de activos. Al contemplar la posibilidad de invertir en la cartera se encontrará la frontera eficiente, conjunto de portafolios de mínima varianza a determinado rendimiento.

Dentro de este conjunto se puede encontrar el Punto de Mínima Varianza donde el portafolio tiene el mínimo de desviación estándar. Por lo anterior, el efecto de diversificación – que no es más que añadir activos al portafolio – dependerá de la correlación entre los componentes del portafolio.



Vista de la frontera eficiente de una cartera de activos¹¹

Esto hace sentido por una sencilla razón, una cartera con un número reducido de activos está sujeta a un riesgo alto asumido por el inversionista, consecuencia de la concentración de varianza en una cantidad pequeña de instrumentos; por ello, el concepto de diversificación es relevante ya al incrementar los instrumentos en el portafolio la varianza se “diluye” o tiende a decrecer por la definición de su fórmula. Sin embargo, en el mundo real todos los activos están correlacionados de alguna manera por lo que si existiese un portafolio con todos los instrumentos del mercado aun así existe un riesgo del que no se puede prescindir, este es el llamado riesgo sistémico o de mercado.

En resumen, las inversiones poseen dos tipos de riesgo, el sistémico que no se puede erradicar ni disminuir y el no sistémico o propio del instrumento que, dentro de una cartera, se minimiza con la diversificación y que esta diversificación sea con componentes cuya correlación sea pequeña o negativa.

¹¹ BMV-Educación. (2016). Notas curso PORTAFOLIOS DE INVERSION. Pág. 41

Otras ventajas de la diversificación son¹²:

- Mejora la compensación riesgo-rendimiento si la correlación entre los rendimientos individuales es menor a 1.
- Incrementa el beneficio a medida que la correlación se acerca a -1 lo que implica que la diversificación aumenta.
- A medida que la diversificación crece la varianza del portafolio tiende a la covarianza promedio de los activos haciéndola más importante que su desviación estándar o volatilidad. Esto se puede ver fácilmente de la siguiente manera:

Si suponemos el peso de cada instrumento dentro del portafolio igual a $\frac{1}{N}$, con N igual al número de activos, al momento de calcular la varianza del portafolio existen N varianzas ponderadas por $\frac{1}{N}$ y $N^2 - N$ covarianzas por lo que al desarrollar la fórmula del varianza del portafolio se obtiene

$$\sigma_p^2 = N \left(\frac{1}{N}\right)^2 \text{Varianza promedio} + (N^2 - N) \left(\frac{1}{N}\right)^2 \text{Covarianza promedio}$$

$$\sigma_p^2 = \frac{\text{Varianza promedio}}{N} + \left(1 - \frac{1}{N}\right) \text{Covarianza promedio} \xrightarrow{N \rightarrow \infty} \text{Covarianza promedio}$$

Todo esto se puede reducir al siguiente problema de optimización¹³:

Minimizar

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

s.a.

$$\begin{aligned} \mu &= \sum_i w_i E[R_i] \\ 1 &= \sum_i w_i \end{aligned}$$

¹² BMV-Educación. (2016). Notas curso PORTAFOLIOS DE INVERSION. Pág. 40

¹³ BMV-Educación. (2016). Notas curso PORTAFOLIOS DE INVERSION. Pág. 41

Conceptos relacionados al conjunto de mínima varianza son la *línea de asignación de capitales* (Capital Allocation Line) que es la combinación del portafolio de la frontera con un activo libre de riesgo obteniéndose una relación lineal entre ellos reflejada en la siguiente ecuación¹⁴:

$$R_c = (1 - q)R_f + qR_p$$

R_c es el rendimiento de un portafolio que combina el activo libre de riesgo donde se invirtió el (1-q) % del monto y q% en el portafolio frontera.

La interpretación de esta pendiente es la relación del pago al portafolio con riesgo contra lo que es libre de riesgo ($R_p - R_f$) por unidad de riesgo σ_p donde mientras mayor sea el margen mejor será la relación riesgo-rendimiento para el inversionista. Cuando el portafolio frontera maximiza la relación anterior se obtiene el portafolio tangente.¹⁴

Cuando el portafolio tangente es igual al portafolio de mercado se obtiene la línea de capital de mercado (CML) utilizada para reconocer todos los portafolios eficientes ubicándose por encima de la frontera eficiente excepto por el punto de tangencia¹⁵. Dicho portafolio forma una línea tangente con la frontera eficiente y representa todas las combinaciones entre el rendimiento libre de riesgo y el rendimiento del portafolio de mercado – aquel que contiene todos los activos – que pertenece a la frontera eficiente.

Para obtener la cartera óptima de Markowitz y del modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model) donde se señala al rendimiento esperado de los instrumentos como un buen parámetro para medir el rendimiento total del portafolio, pero descalifica a las varianzas y covarianzas como medidas suficientes para la contribución al riesgo del portafolio introduciendo un nuevo parámetro conocido como *beta de mercado*.

La *beta de mercado* mide la sensibilidad de un activo respecto al portafolio de mercado, entre más grande sea su valor se supondrá que el activo es más sensible¹⁶. Para un portafolio, es el promedio ponderado de las betas de los activos individuales con sus respectivos pesos. Su fórmula se desprende de la covarianza del portafolio de mercado y el portafolio que se construyó dejando la siguiente ecuación:

$$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_m)}{\sigma_{R_m}^2}$$

Donde

β_i : Es la beta del instrumento i

$Cov(R_i, R_m)$: Covarianza entre el activo i y la referencia de mercado

$\sigma_{R_m}^2$: Varianza de la referencia de mercado

¹⁴ BMV-Educación. (2016). Notas curso PORTAFOLIOS DE INVERSION. Pág. 42

¹⁵ BMV-Educación. (2016). Notas curso PORTAFOLIOS DE INVERSION. Pág. 44

¹⁶ BMV-Educación. (2016). Notas curso PORTAFOLIOS DE INVERSION. Pág. 51

Generalmente la referencia de mercado para el cálculo de la beta es el IPC, dicho índice es útil para cotejar comportamientos con instrumentos de renta variable como acciones o ese tipo de sociedades de inversión; pero como los activos o prospectos de inversión de los portafolios a construir son fondos de deuda gubernamental se buscó un índice que tuviera una conducta similar a estos instrumentos.

Para este fin se empleará uno de los índices de renta fija de S&P/BMV¹⁷ con los que se mide el desempeño del mercado de deuda mexicana. Estos se dividen en 4 familias distintas como los son los índices de bonos soberanos, índices de bonos cuasi-soberanos, índices de bonos corporativos e índices del mercado de dinero. La familia de bonos soberanos contiene 6 índices.¹⁷

Índices de bonos soberanos de S&P/BMV

Índice	Títulos elegibles
S&P/BMV Sovereign CETES 7+day bond index	Títulos del gobierno mexicano con vencimiento mayor o igual a 7 días denominados en pesos mexicanos
S&P/BMV Sovereign MBONOS bond index	Títulos del gobierno mexicano con vencimiento mayor a 7 días denominados en pesos mexicanos
S&P/BMV Sovereign UDIBONOS bond index	Títulos del gobierno mexicano con vencimiento mayor o igual a 7 días denominados en unidades de inversión
S&P/BMV Sovereign International UMS bond index	Títulos del gobierno mexicano, emitidos fuera de México, con vencimiento mayor a 1 año denominados en pesos mexicanos
S&P/BMV Sovereign 7+ day bond index	Títulos del gobierno mexicano con vencimiento mayor o igual a 7 días denominados en pesos mexicanos
S&P/BMV Mexico Sovereign bond index	Títulos del gobierno mexicano con vencimiento mayor a 1 mes denominados en pesos mexicanos

Mostrados los criterios de elegibilidad para la construcción de la referencia de mercado en el cuadro anterior se opta por el índice *Sovereign 7+ Day Bond Index*, siendo la razón principal la diversa composición de la cartera de las sociedades de inversión de deuda que no solo contemplan CETES como expresamente lo manifiesta el nombre del primer índice de la lista anterior, aunque en la descripción de títulos elegibles sea la misma para ambos.

¹⁷ Índices de Renta Fija de S&P/BMV Metodología, S&P Dow Jones índices, noviembre 2017.

2.3 Medidas de desempeño

El rendimiento de un portafolio no puede ser la única cantidad a comparar entre carteras de inversión, como sugiere la teoría moderna de los portafolios al implicar el riesgo tanto sistémico como no sistémico, se construyeron ciertos *ratios* o cocientes que relacionan rendimiento y volatilidad de la cartera para dar una noción de la ventaja o desventaja que ofrece el conjunto de activos analizado contra una inversión libre de riesgo. A continuación, se describen las medidas de desempeño usuales en el mercado para estudiar el comportamiento de los portafolios.

Índice de Sharpe: Es una medida de rendimiento ajustado por riesgo medido σ_p como una prima de rendimiento por arriba de la tasa libre de riesgo R_f siendo el riesgo la desviación estándar o volatilidad de los rendimientos de la cartera de inversión. Lo que se busca de este índice es que sea lo más grande posible traduciéndose en un mejor rendimiento obtenido¹⁸.

$$\text{Índice de Sharpe} = \frac{E[R_p] - R_f}{\sigma_p}$$

Toma en cuenta el riesgo total incurrido en el portafolio y está relacionado por tanto con la línea de asignación de activos (capital allocation line) midiendo cuánto se obtiene de rendimiento por arriba de la tasa libre de riesgo por unidad de riesgo total incurrido¹⁸.

Índice de Treynor: Otra de las medidas comunes de rendimiento ajustadas al riesgo, similar al índice de Sharpe solo que aquí el riesgo es medido por la beta del portafolio β_p . Por lo tanto, el índice de Treynor solo considera el riesgo sistemático de la cartera de inversión relacionado con la línea de instrumentos de mercado o *security market line*¹⁸ siendo ésta la representación de la tasa esperada de rendimiento de un valor individual en función del riesgo sistémico.

$$\text{Índice de Treynor} = \frac{E[R_p] - R_f}{\beta_p}$$

El cociente mide el rendimiento por encima de la tasa libre de riesgo por unidad de riesgo sistémico incurrido. Entre más alto sea el cociente, mayor rendimiento será ofrecido.

Alfa de Jensen: Mide cuanto se obtiene de rendimiento por arriba del rendimiento que algún modelo (como pudiera ser el CAPM) estimaría por esa cartera¹⁸.

$$\alpha_{Jensen} = R_{Portafolio} - [R_f + \beta_p * (R_m - R_f)]$$

Donde

R_m : Rendimiento de la referencia de mercado

β_p : Es la beta del portafolio

R_f : Tasa libre de riesgo

¹⁸ BMV-Educación. (2016). Notas curso PORTAFOLIOS DE INVERSION. Páginas 60-61

Este indicador se puede interpretar de la siguiente manera:

- Si el alfa es negativa nos diría que la inversión ha ganado muy poco por su riesgo.
- Si el alfa es cero, diría que la inversión ha tenido una rentabilidad adecuada al riesgo asumido
- Si el alfa es positiva diría que la inversión tiene un rendimiento superior al de la recompensa por el riesgo asumido.

Índice de Sortino: Es una variación del índice de Sharpe donde en lugar de emplear la desviación estándar como medida de riesgo solo emplea una parte de esta, la desviación a la baja o “negativa”; es decir, solo toma los rendimientos que quedaron debajo del rendimiento objetivo del analista o la tasa de rendimiento considerada como riesgosa¹⁹.

Todas las medidas de desempeño pueden utilizarse para cualquier portafolio; sin embargo, ciertas particularidades de la cartera hacen que algunas sean más apropiadas que otras. Este trabajo solo se enfocará en las primeras 3 medidas de desempeño mencionadas.

Si el portafolio se constituye con solo un fondo de inversión, el índice de Sharpe es el más adecuado por ser la medida de rendimiento por riesgo total incurrido.

Si el portafolio se constituye como un gran fondo diversificado, como sería el caso de las carteras que el Instituto busca al incluir de 4 a 6 sociedades de inversión de distintas calificaciones, el índice de Treynor sería la medida más apropiada por otorgar una idea del riesgo sistémico o de mercado que conlleva la selección de activos. También el alfa de Jensen captura y refleja el riesgo de mercado incurrido por ser la diversificación un factor de suma relevancia.

Para efectos de este trabajo sólo se considerarán los índices de Sharpe, Treynor así como el alfa de Jensen.

Para concluir el capítulo, la teoría de portafolios de Markowitz considera la media y la varianza de la distribución de los rendimientos, simplificación que no supone inconvenientes cuando los rendimientos de los activos presentan distribución normal, supuesto principal de los modelos empleados.

Desafortunadamente en la práctica esto no ocurre porque una característica común en las distribuciones de rendimientos es que hay una alta concentración de los datos alrededor de la media y tiene colas más pesadas que las de una distribución normal pero al solo observar los dos primeros momentos de la distribución de retornos se omite este comportamiento general sin restarle validez a la teoría.

Por otro lado, el modelo de Markowitz ofrece un portafolio eficiente en un punto dado del tiempo que bajo condiciones de alta volatilidad puede dejar de serlo por un simple cambio en los precios. Sin embargo, la volatilidad de los activos de las carteras construidas es pequeña por tratarse de fondos de deuda gubernamental.

¹⁹Rollinger, T. & Hoffman, S., (2013). Sortino ratio: a better measure of risk. *Futures*, pp. 40-42.

Capítulo 3

Regulación. Lineamientos del manejo de disposiciones

En este capítulo se abordará el marco legal que rige a los fondos de inversión, que es nuestro principal instrumento en la construcción del modelo, así como las normas a las que el Instituto FONACOT está sujeto en materia de inversiones.

Los fondos de inversión están regulados por la ley de fondos de inversión y disposiciones de carácter general aplicables a las sociedades de inversión de la CNBV. De manera supletoria, los reglamenta la ley del mercado de valores y la legislación de orden común²⁰.

Por otro lado, FONACOT se apega al acuerdo emitido por la SHCP donde se expiden los lineamientos para el manejo de disponibilidades financieras de las entidades paraestatales de la administración pública federal para promover que sean invertidas en las mejores condiciones de riesgo y rendimiento; regular la transparencia y fortalecer la vigilancia en su manejo.

Antes de pasar a detallar estos lineamientos hay que enunciar algunas definiciones:

1. **Disponibilidades financieras:** Recursos que las entidades mantienen en caja, depósitos o inversiones hasta que son aplicados a cubrir un flujo de operación o gasto²¹.
2. **Entidades:** Organismos descentralizados, empresas de participación estatal mayoritaria, instituciones nacionales de seguros, instituciones nacionales de fianzas y las organizaciones auxiliares nacionales de crédito²¹.
3. **Valores gubernamentales:** A los valores definidos con tal carácter por el Banco de México en su circular 2019/95, incluyendo los bonos de regulación monetaria emitidos por el mismo Banco de México. También a los valores emitidos por las sociedades nacionales de crédito²² inscritas en el registro nacional de valores; es decir, instrumentos colocados en la bolsa de valores concesionada en los términos de la ley del mercado de valores²¹.
4. **Fideicomisos emisores:** Fideicomisos de deuda.

Las inversiones deberán hacerse únicamente a través de los intermediarios autorizados por las autoridades competentes en términos de la normatividad aplicable y conforme a estos rubros:

- A. Inversiones autorizadas: Se podrá invertir en los títulos siguientes siempre y cuando estén denominados en moneda nacional o unidades de inversión (UDI's)²³

²⁰ BMV-Educación. (2016). Notas curso FONDOS DE INVERSION. Pág. 10

²¹ SHCP. (2006). Lineamientos para el manejo de disponibilidades financieras de las entidades paraestatales de la administración pública federal. Pág. 1

²² Las sociedades nacionales de crédito son entidades de la administración pública federal con personalidad jurídica y patrimonio propios. Estas sociedades son las instituciones de banca de desarrollo como Nacional Financiera, Bancomext, Banobras, Banjército, Bansefi, Sociedad Hipotecaria Federal y Financiera Rural.

²³ SHCP. (2006). Lineamientos para el manejo de disponibilidades financieras de las entidades paraestatales de la administración pública federal. Pág. 2

- Valores gubernamentales
- Operaciones financieras a cargo del gobierno federal
- Depósitos a la vista en instituciones de banca múltiple sin que el saldo de éstos excedan el 10% del saldo de las disponibilidades financieras.
- Acciones representativas del capital social de sociedades de inversión.

B. Sociedades de inversión

- Únicamente podrán ser aquellas cuyo régimen e inversión, de acuerdo con su respectivo prospecto de información, tengan como activos objeto de inversión exclusivamente valores gubernamentales que no sean emitidos por y cargo de las sociedades nacionales de crédito.
- La calificación mínima del fondo de inversión con la nomenclatura de tres calificadoras distintas y más reconocidas son

Calificaciones mínimas de sociedades de inversión²⁴

Fitch	Standard and Poor's	Moody's
AAA(mex)	mxAAA	Aaa.mx

- La inversión de una misma Entidad en acciones representativas del capital social de una sociedad de inversión no podrá exceder el 30% de los activos totales de esa sociedad de inversión.

C. Reportos: Las Entidades podrán realizar operaciones de reporto con valores gubernamentales, siempre que se sujeten a las siguientes condiciones:

- Solo podrán actuar como reportadores
- Las contrapartes deben cumplir con las calificaciones mínimas mostradas a continuación

Calificaciones mínimas de contraparte para operaciones de reporto²⁴

Escala nacional	Fitch	Standard and poor's	Moody's
Largo plazo	AA(mex)	mxAA	Aa.mx

Las operaciones de reporto no deben estar sujetas a un plazo mínimo o máximo.

En la experiencia registrada, la tesorería del Instituto se basa en una estrategia de inversión conservadora buscando las calificaciones de riesgo de mercado y crédito más altas tanto para sociedades de inversión como operaciones de reporto.

²⁴ SHCP. (2006). Lineamientos para el manejo de disponibilidades financieras de las entidades paraestatales de la administración pública federal. Pág. 3

3.1 Principios de Basilea²⁵

El Comité de Basilea fue creado con el propósito de estudiar los fenómenos financieros para preparar recomendaciones que permitan de manera oportuna minimizar el riesgo al que se exponen las instituciones financieras.

Los Principios Básicos estipulados por este Comité se entienden como un marco voluntario de normas mínimas sobre mejores prácticas de supervisión; las autoridades nacionales son libres de aplicar las medidas adicionales que estimen necesarias para una correcta supervisión en sus jurisdicciones.

El Comité publicó estos principios con el fin de contribuir al fortalecimiento del sistema financiero mundial. Cualquier deficiencia en el sistema financiero de un país, ya sea desarrollado o en desarrollo, puede poner en peligro la estabilidad financiera tanto dentro como fuera de sus fronteras.

Los Principios Básicos revisados constan de 29 preceptos necesarios para la eficacia del sistema financiero. Los Principios se agrupan en dos grandes categorías: la primera (Principios 1 a 13) se centra en las potestades, atribuciones y funciones de los supervisores, mientras que la segunda (Principios 14 a 29) lo hace en las regulaciones y requisitos prudenciales que deben cumplir los bancos. A continuación se enlistan:

Categoría 1. Potestades, atribuciones y funciones de los supervisores

- Principio 1 – Atribuciones, objetivos y potestades
- Principio 2 – Independencia, rendición de cuentas, recursos y protección legal de los supervisores
- Principio 3 – Cooperación y colaboración
- Principio 4 – Actividades permitidas
- Principio 5 – Criterios para la concesión de licencias
- Principio 6 – Cambio de titularidad de participaciones significativas
- Principio 7 – Adquisiciones sustanciales
- Principio 8 – Enfoque supervisor
- Principio 9 – Técnicas y herramientas de supervisión
- Principio 10 – Informes de supervisión
- Principio 11 – Potestades correctivas y sancionadoras del supervisor
- Principio 12 – Supervisión consolidada
- Principio 13 – Relaciones entre el supervisor de origen y el de destino

Categoría 2. Regulaciones y requisitos prudenciales

- Principio 14 – Gobierno corporativo
- Principio 15 – Proceso de gestión del riesgo
- Principio 16 – Suficiencia de capital
- Principio 17 – Riesgo de crédito
- Principio 18 – Activos dudosos, provisiones y reservas
- Principio 19 – Concentración de riesgos y límites de exposición a grandes riesgos
- Principio 20 – Transacciones con partes vinculadas

²⁵ Banco de Pagos Internacionales. (2011). Principios básicos para una supervisión bancaria eficaz. pp. 10-14

Principio 21 – Riesgo país y riesgo de transferencia
Principio 22 – Riesgo de mercado
Principio 23 – Riesgo de tasa de interés en la cartera de inversión
Principio 24 – Riesgo de liquidez
Principio 25 – Riesgo operacional
Principio 26 – Control y auditoría internos
Principio 27 – Información financiera y auditoría externa
Principio 28 – Divulgación y transparencia
Principio 29 – Utilización abusiva de servicios financieros

Enumerados anteriormente, podemos considerar a los principios 22, 23 y 24 como los primordiales a tomar en cuenta dentro de este trabajo ya que con ellos el supervisor:

- Verifica que las instituciones cuenten con un adecuado proceso de gestión del riesgo de mercado que tiene en cuenta su apetito por el riesgo, su perfil de riesgo, la situación macroeconómica y de los mercados y el riesgo de un deterioro sustancial de la liquidez de mercado. Esto incluye políticas y procesos prudentes para identificar, cuantificar, evaluar, vigilar, informar y controlar o mitigar los riesgos de mercado en el momento oportuno.
- Verifica que los bancos cuentan con sistemas adecuados para identificar, cuantificar, evaluar, vigilar, informar y controlar o mitigar el riesgo de tasa de interés en la cartera de inversión en el momento oportuno. Estos sistemas tienen en cuenta el apetito por el riesgo y el perfil de riesgo del banco, así como la situación macroeconómica y de los mercados.
- Exige a los bancos unos requerimientos de liquidez prudentes y adecuados que reflejen las necesidades de liquidez de la institución. El supervisor verifica que los bancos disponen de una estrategia que les permite la gestión prudente del riesgo de liquidez y el cumplimiento de los requerimientos de liquidez a lo largo de un conjunto relevante de horizontes temporales.

Capítulo 4

Medidas de riesgo: VaR

Las variables involucradas para determinar el valor de los activos financieros se denominan factores de riesgo; estos son aleatorios y fluctúan en función de las condiciones de mercado como lo son las curvas de descuento, precios, tasas de referencia por mencionar algunos.

Por la condición de incertidumbre de los factores de riesgo, es fundamental la correcta administración de plus o minusvalías de los activos de un portafolio, así como el monitoreo de la exposición al riesgo para mitigarlo, asumirlo o transferirlo.

La primera medida de riesgo fue propuesta en 1952 por Harry Markowitz al usar la variabilidad de los rendimientos de los activos financieros para este propósito, reconociéndose y aceptándose como tal hasta hace 2 décadas por evidenciarse en las crisis financieras ocurridas precisamente en ese periodo que, la varianza de los rendimientos de los activos es una medida de incertidumbre y no de riesgo. Por esta razón, se estableció que la medida de riesgo se tendría que expresar en términos de pérdidas potenciales con probabilidad de ocurrencia²⁶ como lo es el Valor en Riesgo en sus distintas versiones de cálculo.

Hay diversas técnicas de cuantificar el riesgo de mercado de un portafolio o cartera. Una de las más socorridas es el cálculo del valor en riesgo o VaR (en inglés Value at Risk), siendo éste el nivel de pérdidas de los activos tal que, la probabilidad α de que la pérdida exceda esta cantidad en un periodo de tiempo dado corresponde a un cierto nivel de confianza²⁶. En resumen, el VaR es la estimación de la pérdida derivada de los movimientos de los factores de riesgo expresado en un solo número. La estimación de la pérdida emplea distribuciones de probabilidad divididas en dos grupos: las paramétricas, donde se tiene un número finito de parámetros; y las no paramétricas que no pueden ser definidas a priori.

Cuando se elige un modelo paramétrico se requiere la desviación estándar, nivel de confianza y el horizonte de tiempo.

Los diferentes tipos de cálculo del VaR son: El método varianza-covarianza, simulación de Montecarlo y el método no paramétrico como lo es la simulación histórica. En el caso del método varianza-covarianza, el supuesto más fuerte es que los rendimientos de los activos se distribuyen de acuerdo a una densidad de probabilidad, generalmente la distribución normal lo cual nos deja como principal desventaja el hecho que en la práctica se observa un comportamiento en los activos que no se apega al supuesto de normalidad dando resultados que subvalúan el nivel de riesgo de la cartera²⁶, se ha trabajado con otras distribuciones como la t de Student para generar estimaciones más apegadas a la realidad.

El segundo procedimiento consiste en generar de manera aleatoria escenarios de ocurrencia en los factores de riesgo que afectan a los instrumentos de la cartera en cuestión para simular valores, estimar plus y minusvalías y obtener el cuantil correspondiente al nivel de confianza²⁶. Se puede aplicar a instrumentos no lineales (como son los bonos) teniendo como principal limitante el conocimiento de la distribución de probabilidad de los factores de riesgo y las correlaciones

²⁶ Banxico. (2005). Definiciones de riesgo.

entre ellos porque pueden derivar en escenarios incongruentes con el mercado y alejarse de una fidedigna estimación del riesgo, además de ignorar cuántos escenarios serían suficientes para sustentar el cálculo y éste sea confiable estadísticamente.

La última de las técnicas, el VaR por simulación histórica, es de las más empleadas por las instituciones financieras y regulatorias en México por no tener una alta complejidad en su cálculo, valiéndose de los escenarios que se han tenido en un lapso contemplando que éstos pudiesen repetirse²⁶. La desventaja de este método es la ausencia de los supuestos de normalidad, no sigue correlaciones y volatilidades adecuadas, principalmente en situaciones de estrés o de crisis de mercado.

4.1 VaR por simulación histórica

La técnica de cálculo de VaR por simulación histórica utiliza la información de un intervalo de tiempo para capturar las variaciones y correlaciones intrínsecas observadas en los factores de riesgo obteniéndose los precios de la cartera y una distribución empírica del comportamiento de pérdidas y ganancias. Los parámetros de la técnica son el número de escenarios; es decir, el número de días hábiles donde se observan los factores de riesgo y el nivel de confianza dado por $(1-\alpha)$. La metodología empleada para la simulación histórica de VaR²⁷ es la siguiente:

- Con los factores de riesgo identificados para cada instrumento, se calculan las variaciones porcentuales diarias considerando el número de escenarios. Los datos se ordenan del más antiguo al más reciente, siendo M_T la fecha más antigua y t la más reciente.

$$\Delta FR_i = \frac{FR_i}{FR_{i-1}}; \text{ para } i = M_T, M_{T+1}, \dots, t$$

Donde:

ΔFR_i : Cambio en el factor de riesgo en la fecha i

FR_i : Valor del factor de riesgo a la fecha i

FR_{i-1} : Valor del factor de riesgo a la fecha $i-1$

- Las variaciones porcentuales se multiplican por el último valor observado del factor de riesgo para llegar al total de escenarios planteados.
- Con estos nuevos factores de riesgo, se calculan los precios, con su respectivo modelo de valuación, de los instrumentos contenidos en el portafolio.
- Se construye una matriz de diferencias de dimensión $M \times n$, siendo M los escenarios y n los instrumentos, cada entrada de la matriz tendrá el siguiente valor

$$CP_{i,j} = P_i^j - P_t^j \text{ para } i = M_T, M_{T+1}, \dots, t \text{ y } j = 1, 2, \dots, n$$

²⁶ Banxico. (2005). Definiciones de riesgo.

²⁷ Nota metodológica de VaR histórico, Valmer, octubre 2013

Donde

$CP_{i,j}$: Diferencia entre el precio del instrumento j en el escenario i y el precio en la fecha t

P_t^j : Precio del instrumento j en el escenario i

P_t^j : Precio del instrumento j en la fecha t

- La matriz de precios se multiplicará por el vector que contiene el número de títulos por instrumento de la cartera para llegar al vector de pérdidas y ganancias.
- El vector de pérdidas y ganancias se ordenará de menor a mayor para obtener la cifra que acumule al α de datos si se considera solo un extremo de la distribución o el $\alpha/2$ si se consideran ambos extremos, siendo el VaR la n-ésima observación correspondiente al nivel α o $\alpha/2$ una vez que han sido ordenados.

Para efectos de este trabajo el VaR por simulación histórica se calculará con 500 escenarios, un nivel de confianza del 99.5%; es decir un α de 0.5% y horizonte de tiempo de 1 día.

Por las características de las sociedades de inversión el factor de riesgo es el precio de cada una de sus acciones, mismo con el que se determinará el valor en riesgo de las carteras, apegándose a la metodología descrita.

Capítulo 5

Construcción del modelo de clasificación y compra-venta de fondos de inversión

5.1 Descripción del problema

Para decidir cuáles son las sociedades de inversión más atractivas, el área de tesorería creó una metodología de clasificación usando los rendimientos anuales, semestrales, mensuales, comisión y racha de rendimiento alto denominado consistencia. Tomando en cuenta esto, se determinó que este orden al hacerse de forma individual no considera el papel que jugarían en conjunto 2 o más de estos instrumentos en un portafolio de inversión.

Se reemplazó del método de tesorería el rendimiento anual, semestral y mensual, la consistencia de cada fondo de inversión por la volatilidad y rendimiento diario y el VaR individual, además se decidió incluir el cálculo del desempeño de los subconjuntos de una cartera global de prospectos de inversión.

Con las reglas definidas para invertir, un conocimiento de las sociedades de inversión objetivo de la estrategia de tesorería y la teoría de portafolios de inversión se procederá a la descripción del modelo que clasificará esa baraja de opciones para armar un portafolio con 4,5 o 6 sociedades de inversión con el mejor puntaje basado en 4 parámetros que son: Rendimiento diario, volatilidad diaria, proporción de valor en riesgo y porcentaje de comisión.

Se tiene información de los precios históricos de las acciones de los fondos de inversión de deuda desde 2014 a la fecha. Algunos de los fondos de inversión no cuentan con todo ese rango de información ya que han salido recientemente al mercado o han desaparecido temporal o definitivamente.

El área de tesorería ha considerado alrededor de 41 fondos de inversión, donde para obtener los parámetros señalados se procederá de la siguiente manera:

- La base histórica de precios solo considera días hábiles, por lo cual al obtener el rendimiento y volatilidad diaria cuando pasa de viernes a lunes tenemos el dato de 3 días, por lo cual se asumiría que al dividirlo entre 3 (número de días inhábiles transcurridos) el rendimiento o volatilidad en cuestión sería más real; lo mismo ocurrirá cuando se trate de periodos vacacionales o en días feriados. Aun así se han programado las dos versiones: sin suavizar y con ese pequeño ajuste.
- Los rendimientos y volatilidades se harán de forma histórica con todos los registros de la base de datos y de forma *current year (CY)*, es decir, tomando los 252 días hábiles más recientes desde la fecha de valuación hacia atrás; por lo cual, habría 4 métodos distintos: historia ajustada, historia no ajustada, CY ajustado y CY no ajustado.
- Para el cálculo de proporción de VaR, se tiene un portafolio auxiliar con los 41 fondos, 100,000 títulos por cada uno y se obtiene el VaR al 99.5% con metodología histórica solo para 2016 ya que la base de datos cuenta con dos años de historia únicamente.

- La comisión del fondo, su calificación y sus activos netos es información obtenida desde el portal de la CNBV. Estos datos son mensuales.
- Por lineamientos de inversión descritos en el capítulo 3 de este trabajo, no se tiene permitido invertir más del 30% del total de un portafolio de inversión, es decir, si la cartera total del fondo es de 100 mdp, lo máximo que le es permitido al Instituto colocar en ese fondo sería 30 mdp. Esa restricción es considerada al momento de discriminar los fondos del listado de sociedades de inversión prospecto.

La clasificación se hace con los 4 métodos de rendimiento y volatilidad (2 históricos y 2 CY). Una vez con la clasificación hecha, se pueden filtrar los 4,5 o 6 mejores fondos de inversión con ponderaciones de los 4 parámetros elegidos. Este será el portafolio piloto o portafolio *ranking*.

Posteriormente, dependiendo la elección del método entre los 4 anteriores, se realizarán todas las posibles combinaciones de 4,5 o 6 fondos de inversión una vez discriminados los que no estén sujetos a la inversión principalmente por tema de activos netos para proceder al cálculo de las tres medidas de desempeño y clasificarlas de mayor a menor por cada una de ellas. El portafolio *ranking* también es sometido a este cálculo. De igual manera se eligen los portafolios con la medida de desempeño más alta, uno por cada una, para hacer un ejercicio de compra/venta de activos, donde el monto a invertir será la posición del cierre de mes especificado para el análisis.

Se hace un análisis retrospectivo y prospectivo de la evolución de la inversión en el lapso de un mes.

5.2 Análisis retrospectivo

Para el análisis retrospectivo, iniciamos con el precio del último día del mes $t-1$ para ubicar la posición a mercado del portafolio y como ya se mencionó el monto total se distribuirá equitativamente. Después se tendrán flujos de efectivo tanto de entrada como de salida para ir optimizando los fondos que deben venderse o comprarse dependiendo su rendimiento diario, la regla sería:

- Para la compra de títulos (acciones) del fondo se comparará el rendimiento diario, donde el que menos se haya apreciado (el más barato) será el objetivo de la compra.
- Para las ventas de acciones o títulos, se dispondrá del fondo cuya apreciación sea la más alta (vender el caro).

En el lapso de un mes, que contiene entre 20 - 22 días hábiles, se calculará el VaR diario para mostrar la evolución de la gestión.

5.3 Análisis prospectivo

Con la serie histórica de precios y los promedios y desviaciones estándar obtenidas para clasificar los fondos se iniciará el proceso de simulación de precios de la cartera en cuestión mediante simulación de Monte Carlo. Un poco de la teoría detrás de este procedimiento se detalla en el siguiente apartado.

5.3.1 Proyección de precios

Para realizar la proyección de precios de las sociedades de inversión se aplica un movimiento browniano geométrico. Esta dinámica emplea ecuaciones diferenciales estocásticas definiendo $S(t)$ como el precio a tiempo t del fondo de inversión y $dS(t)$ como el cambio infinitesimal en el intervalo de tiempo $(t, t+dt)$. El cociente o ratio $\frac{dS(t)}{S(t)}$ es el porcentaje de cambio instantáneo del precio del instrumento al tiempo t . El ratio puede tomar valores positivos o negativos asumiendo una distribución normal. Por tratarse de sociedades de inversión de deuda estos no pagan dividendos y el proceso estocástico que siguen es:

$$\frac{dS(t)}{S(t)} = \alpha dt + \sigma dZ(t)$$

Donde $Z(t)$ es un movimiento browniano estándar. El proceso tiene una media de αdt y varianza $\sigma^2 dt$; donde α es la tasa esperada de rendimiento anual y σ la volatilidad anual.

La solución a la ecuación diferencial anterior está dada por²⁸

$$S(t) = S(0) \exp \left[\left(\alpha - \frac{\sigma^2}{2} \right) t + \sigma Z(t) \right]$$

De esta ecuación se desprende que el precio del activo, en este caso el fondo de inversión, sigue un movimiento browniano geométrico con distribución log normal bajo el marco teórico de Black & Scholes.

$$S(t) \sim LN \left(\ln(S(0)) + \left(\alpha - \frac{\sigma^2}{2} \right) t, \sigma^2 t \right)$$

Siguiendo esta distribución para los precios, se emplea la simulación de Monte Carlo para obtener los precios de los 30 días siguientes con el siguiente método:

Se toman los valores de las sociedades de inversión a una fecha determinada. Se simulan 50,000 valores de la distribución normal estándar y con las medias de rendimiento y volatilidades diarias obtenidas de la información histórica dependiendo cual método se haya elegido (el histórico o la información del último año, ajustado o no ajustado) al inicio del proceso aplicamos la fórmula:

$$S(t) = S(t-1) \exp \left[\left(\alpha - \frac{\sigma^2}{2} \right) (t - (t-1)) + \sigma Z \right] = S(t-1) \exp \left[\left(\alpha - \frac{\sigma^2}{2} \right) (\mathbf{1}) + \sigma Z \right]$$

En negritas, se enfatiza el número 1 por ser una proyección diaria dado que los parámetros donde α y σ son diarios también. Z es el valor simulado de la distribución normal estándar.

De esta forma, se conforma un vector de 50,000 precios distintos mismos que son promediados para dejar un valor único para ese día.

²⁸ Li, Johnny. (2015). Actex study manual for SOA exam MFE Vol. I

Además de la simulación de precios, también se simulan montos de compra o venta basados en la experiencia del portafolio institucional desde 2016 a la fecha de análisis; esto para de nueva cuenta hacer la compra-venta de acciones, así como calcular su VaR.

Es importante anotar que tanto las covarianzas como las correlaciones de los instrumentos se mantienen constantes durante el estudio; no son afectadas, recalculadas ni simuladas de alguna manera.

5.4 Implementación práctica

Dado que se requiere una tasa libre de riesgo y un indicador de mercado para el cálculo de las medidas de desempeño se emplearán la tasa CETES 28 días como tasa libre de riesgo y el índice Sovereign 7+ Day Bond Index desarrollado por S&P como indicador de comportamiento de mercado.

Se tienen 4 tablas primordiales para ejecutar el proyecto, estas son:

- **dhables14_20:** Contiene un calendario que excluye días feriados y fines de semana hasta el 2020, principalmente para el cálculo de VaR histórico.
- **precios_hfondos:** Series históricas de precios de los 41 fondos que tesorería ha empleado o pretende emplear en la estrategia de inversión del portafolio institucional. Comienza el 02/01/2014 actualizándose continuamente.
- **portafolio_cmp:** Tabla de apoyo con los 41 fondos que tesorería ha empleado o pretende emplear en la estrategia de inversión del portafolio institucional, sus comisiones y activos netos (cartera) al cierre de mes comenzando en octubre 2016 para discriminar por lineamientos de inversión.
- **Kalfa:** Nombre provisional de la tabla, contiene el VaR histórico individual por fondo de inversión, posición y proporción de VaR de todos los días hábiles de 2016.

Hasta ahora se tienen desarrollados 9 códigos en SAS, que se ejecutarán en el siguiente orden

- **VaRFT:** Código macro para efectuar el cálculo de VaR individual partiendo de la tabla *portafolio_cmp* y alimenta la tabla *kalfa*.
- **VOL_REND_MACRO:** Con la base de datos *precios_hfondos* a una fecha determinada, generalmente la fecha del último día hábil del mes, se obtienen los rendimientos y volatilidades diarias, históricas y del último año (considerando 252 días hábiles) por dos métodos siendo estos con datos íntegros y con datos ajustados.

Métodos de la obtención de los parámetros

Lapso	Tipo de datos	Parámetros
Histórico	Íntegros	Volatilidad
		Rendimientos
	Ajustados	Volatilidad
		Rendimientos
Último año	Íntegros	Volatilidad
		Rendimientos
	Ajustados	Volatilidad
		Rendimientos

- **CLASIFICACION:** Con las volatilidades y rendimientos diarios ajustados e íntegros; históricos y del último año (8 datos por fondo) procedemos a clasificar los fondos de inversión para obtener el top 4,5 o 6. La clasificación depende de 4 parámetros, dos de ellos ya citados y para complementar se calificaría la comisión y el nivel de riesgo (VaR individual) de cada uno.
- **COVARIANZAS_SP:** En este código se lleva a cabo el cálculo de covarianzas entre las sociedades de inversión, covarianzas de mercado contra el índice de bonos soberanos, la combinatoria de los fondos para conformar los portafolios y el cálculo de los índices de Sharpe, Treynor y el alfa de Jensen.
- **TRADRETROS:** El usuario podrá decidir qué portafolio desea para la compra-venta de acciones, podría ser aquella con el más alto índice de Sharpe, índice de Treynor, mejor alfa de Jensen o el portafolio ranking. Con la cartera elegida de manera retrospectiva, hace operaciones de compra-venta de los activos obtenidos en la clasificación anterior por el "método" elegido (ajustado-histórico H2, histórico H1, del último año CY1 y del último año ajustados CY2) mediante la comparación de rendimientos diarios para vender el más caro y comprar el más barato. El diseño de este programa pretende evitar que un fondo quede vacío o con títulos negativos. Emplea los días hábiles del mes posterior al cierre especificado.
- **VaRETROS:** El output del programa anterior deja una base de datos para ejecutar el VaR de dichas posiciones al 99.5%. Con esto se buscaría establecer un comparativo entre la posición real que se efectuó en el mismo lapso y la posición arrojada por el algoritmo, así como su VaR.
- **PROYECCION:** Habilitado para los 4 métodos. Mediante una simulación de Montecarlo se obtienen los precios de determinados días partiendo de un precio inicial de la tabla histórica con estos valores. Este programa tiene 3 parámetros que son:

- Número de simulaciones: Se han hecho pruebas con 50,000
- Días proyectados: Generalmente son 30 días
- Fecha: El usuario indica la fecha que se empleará como precio inicial de los fondos obtenidos en el 3er. Programa.
- **TRADPROS:** De manera prospectiva, se harán operaciones de compra-venta de los activos obtenidos en la clasificación anterior por el “método” elegido (ajustado-histórico H2, histórico H1, del último año CY1 y del último año ajustados CY2) con los precios simulados mediante la comparación de rendimientos diarios para vender el más caro y comprar el más barato. El diseño de este programa pretende evitar que un fondo quede vacío o con títulos negativos.
- **VaRPROS:** El output del programa anterior deja una base de datos para ejecutar el VaR de dichas posiciones al 99.5%. El objetivo de estos resultados es ofrecer un probable escenario con los datos al cierre del comportamiento de las posiciones y VaR del portafolio para dar una alternativa de inversión.

Capítulo 6

Comparativo de los portafolios contruidos por rendimiento, volatilidad, valor en riesgo y medidas de desempeño

El análisis se enfocará en el método CY1 (los últimos 252 *tradable days* sin ajuste) ya que refleja mejor el comportamiento de los fondos de inversión, debido a que algunos fondos pudieron tener rachas positivas con buenos rendimientos históricamente que, en el último año no se aprecian. Por otro lado, no se consideran los datos ajustados (divididos entre los días transcurridos entre un rendimiento diario y otro) porque de primera instancia se observa una subvaluación al comparar el promedio los rendimientos con los datos sin ajustar contra los datos ajustados.

Como se explicó en el segundo capítulo, una ventaja de la volatilidad dinámica pretende reflejar de manera más certera si hubo mayor volatilidad a corto plazo que si consideramos las observaciones históricas sin distinción.

Si se tratara de instrumentos de renta variable como acciones, el IPC sería la referencia de mercado, dicho indicador al cierre de noviembre 2017 tiene un rendimiento anualizado de **5.3150%**, con volatilidad histórica anualizada de **10.1515%**; si se tratara de volatilidad dinámica anual esta fue **9.996%**, 16 puntos base por encima lo que indica que la variabilidad de este índice fue menor a corto plazo.

Como se mencionó en la definición de la beta de mercado, el índice de referencia para comparar las sociedades de inversión de deuda es el índice Sovereign 7+ Day Bond Index de S&P, el cual tiene un rendimiento anualizado de **7.557%** al cierre de noviembre 2017, siendo el más alto del año para este índice. Se realiza el mismo comparativo entre volatilidad dinámica e histórica de los últimos 252 días hábiles donde la volatilidad dinámica anual fue **1.9102%** mientras que la histórica fue **2.0724%**. Con los mismos puntos base de diferencia que en el IPC tampoco se tuvo gran volatilidad en la referencia de mercado en los meses más recientes.

Volatilidades anuales del IPC y la referencia de mercado

ÍNDICE	MÉTODO HISTÓRICO	MÉTODO DINÁMICO
IPC	10.15154%	9.99622%
REFERENCIA MERCADO*	2.07248%	1.9102%

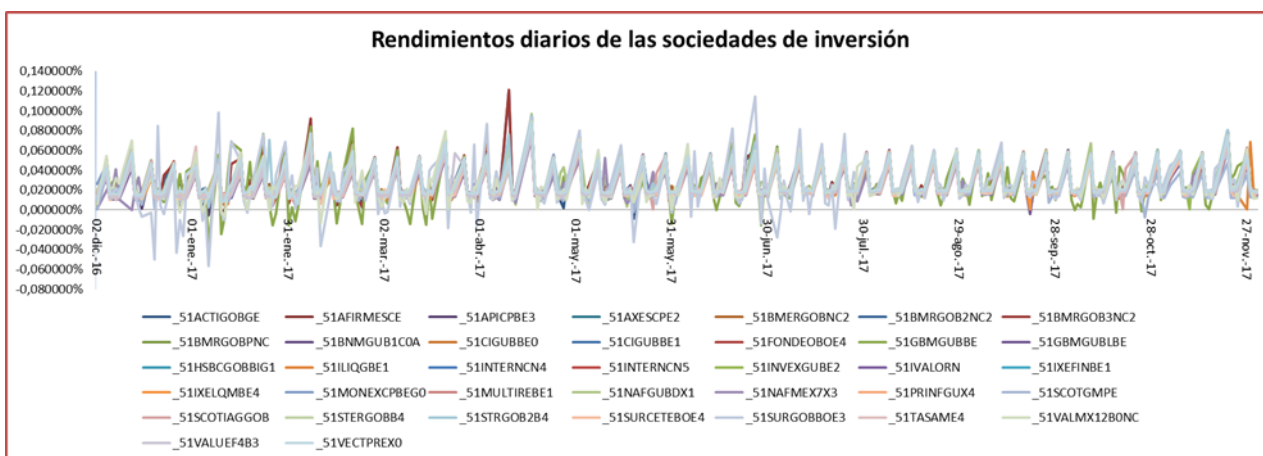
Cabe destacar que a finales de 2016 eventos globales tuvieron repercusiones en todos los mercados financieros, por lo cual no dar un peso a la información más antigua dejaría una desestimación en la volatilidad por lo cual el método histórico será el que imperará para la construcción de portafolios.

El listado inicial de fondos de inversión prospecto para conformar el portafolio del Instituto es

FONDOS DE INVERSIÓN DE DEUDA				
ACTIGOB_GE	BNMGUB2_CO-A	INVEXGU_BE2	SCOTGMP_E	VECTPRE_X+0
AFIRMES_CE	+CIGUB_BE-0	IVALOR_N	SCOTIAG_GOB	
AGOB+_GE	+CIGUB_BE-1	IXEFIN_BE1	STERGOB_B4	
APICP_BE3	FONDEO_BOE4	IXELQM_BE4	STERGOB_B6	
AXESCP_E2	GBMGUB_BE	MONEXCP_BEG-0	STRGOB2_B4	
BMERGOB_NC2	GBMGUBL_BE	MULTIRE_BE-1	SURCETE_BOE4	
BMRGOB2_NC2	HSBCGOB_BIG1	NAFGUBD_X1	SURGOB_BOE3	
BMRGOB3_NC2	I+LIQG_B-E1	NAFMEX7_X3	+TASA_ME4	
BMRGOBP_NC	INTERNC_N4	NTEGUB_I+	VALMX12_BONC	
BNMGUB1_CO-A	INTERNC_N5	PRINFGU_X4	VALUEF4_B3	

Sombreados en rojo se señalan los fondos de inversión BNMGUB2_CO-A, NTEGUB_I+ y STERGOB_B6 que dejaron de cotizar en el mercado desde los meses de julio 2017, abril 2017 y octubre de 2016 respectivamente. De los fondos restantes, 15 tienen calificación AAA/1, 11 tienen calificación AAA/2 y los restantes 12 tienen calificación AAA/3; lo que deja una distribución equilibrada a nivel de riesgo de mercado para hacer las combinaciones dentro de un portafolio.

Al cierre de noviembre 2017, los rendimientos diarios de los últimos 252 días hábiles siguieron este comportamiento



Dada la información de las sociedades de inversión, vista de manera individual, se tiene un ranking inicial por media de rendimiento y volatilidad anualizados. A continuación, se enlista el top 10 de los fondos con mayor rendimiento en los últimos 252 días:

TOP 10 de las sociedades de inversión con rendimiento anual más alto al 30/11/2017

FONDO	RANKING	MEDIA DE RENDIMIENTO ANUAL	TASA CETES 28	RENDIMIENTO ANUAL REFERENCIA MERCADO
51_BMRGOB2_NC2	1	6.7022%	7.0100%	7.5568%
51_NAFGUBD_X1	2	6.6850%	7.0100%	7.5568%
51_BMERGOB_NC2	3	6.6792%	7.0100%	7.5568%
51_BMRGOB3_NC2	4	6.6765%	7.0100%	7.5568%
51_BNMGUB1_C0-A	5	6.6470%	7.0100%	7.5568%
51_STRGOB2_B4	6	6.6343%	7.0100%	7.5568%
51_MONEXCP_BEG-0	7	6.5907%	7.0100%	7.5568%
51_INTERNC_N5	8	6.5606%	7.0100%	7.5568%
51_STERGOB_B4	9	6.5531%	7.0100%	7.5568%
51_SCOTIAG_GOB	10	6.5487%	7.0100%	7.5568%

El rendimiento anual individual oscila entre el 5.1447% y 6.7022%, lo cual si comparamos contra el nivel de la tasa CETES a 28 días publicada por Banxico el 30/11/2017 del 7.01% ninguno de los fondos rebasa el rendimiento libre de riesgo; por otro lado, la media promedio del rendimiento del índice referencia está por encima del rango de rendimientos anuales de los fondos y de la tasa libre de riesgo.

Para la volatilidad individual anualizada, el rango se encuentra entre 0.2026% y 0.3910% teniendo un rango aceptable para asumir riesgo ya que la volatilidad del índice de referencia es 5 veces mayor que el máximo de la volatilidad del fondo más “inestable” y 20.5 veces menor que la volatilidad de la tasa CETES 28. Se presenta el top 10 de los fondos con menor volatilidad anualizada en los últimos 252 días al cierre de noviembre 2017.

TOP 10 de las sociedades de inversión con volatilidad anual más baja al 30/11/2017

FONDO	RANKING	VOLATILIDAD ANUAL	VOLATILIDAD CETES 28
51_GBMGUBL_BE	1	0.202608%	8.0505%
51_NAFMEX7_X3	2	0.208270%	8.0505%
51_FONDEO_BOE4	3	0.213487%	8.0505%
51_SURCETE_BOE4	4	0.216464%	8.0505%
51_SCOTGMP_E	5	0.218880%	8.0505%
51_MULTIRE_BE-1	6	0.222671%	8.0505%
51_I+LIQG_B-E1	7	0.224370%	8.0505%
51_VALUEF4_B3	8	0.235471%	8.0505%
51_+CIGUB_BE-1	9	0.238650%	8.0505%
51_AFIRMES_CE	10	0.239276%	8.0505%

Con un activo de 1,935 mdp, el supuesto de distribución uniforme de la inversión el primer día de compra-venta y con la restricción de no exceder el 30% de los activos totales de una sola sociedad de inversión, del universo total de 41 fondos se redujo a solo tomar en cuenta 27 de ellas de

acuerdo a sus activos netos. La relación de las sociedades a considerar para los portafolios de inversión es

FONDOS DE INVERSIÓN DE DEUDA		
ACTIGOB_GE	GBMGUB_BE	PRINFGU_X4
APICP_BE3	GBMGUBL_BE	SCOTIAG_GOB
AXESCP_E2	HSBCGOB_BIG1	STERGOB_B4
BMERGOB_NC2	INTERNC_N4	STRGOB2_B4
BMRGOB2_NC2	INTERNC_N5	SURCETE_BOE4
BMRGOBP_NC	BNMGUB2_C0-A	+TASA_ME4
BNMGUB1_C0-A	IValor_N	VECTPRE_X+0
AFIRMES_CE	IXEFIN_BE1	
+CIGUB_BE-1	IXELQM_BE4	
FONDEO_BOE4	MONEXCP_BEG-0	

Con estas 27 sociedades se conformarán todos los portafolios posibles de 6 integrantes, dejando un total de 296,010 probables combinaciones. Las razones de tomar 6 instrumentos para formar los portafolios son la diversificación de la cartera y la experiencia tomada del área de tesorería cuyo portafolio con más fondos ha sido con ese número de activos.

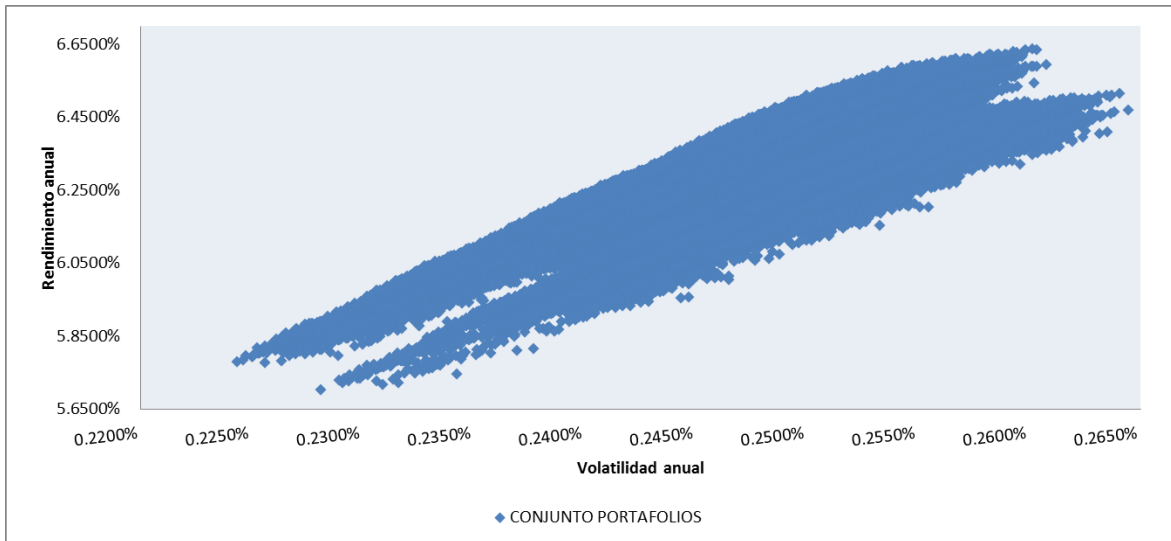
Al tenerse una estrategia que sea del menor riesgo posible usando la clasificación por los parámetros de rendimiento y volatilidad diarios, el VaR histórico individual promedio y la comisión de cada sociedad de inversión con ponderadores del 40, 30, 25 y 5 respectivamente se obtiene un portafolio *ranking* de 6 fondos que son:

Portafolio ranking o prototipo con los puntajes por parámetro de evaluación individual

RANKING	CLASIFICACIÓN	CALIFICACIÓN COMISIÓN	CALIFICACIÓN VaR	CALIFICACIÓN RENDIMIENTO	CALIFICACIÓN VOLATILIDAD	PUNTAJE
1	51_BMERGOB_NC2	4.6	22.623	39.407	26.667	93.298
2	51_BNMGUB1_C0-A	4.48	21.050	38.581	25.556	89.666
3	51_BMRGOB2_NC2	4.2	13.203	40.000	28.889	86.292
4	51_MONEXCP_BEG-0	4.52	20.536	37.136	23.333	85.525
5	51_SCOTIAG_GOB	4.4	23.201	36.058	21.111	84.770
6	51_STRGOB2_B4	4.32	14.411	38.254	27.778	84.763

Estos fondos evaluados individualmente son los de mayor puntaje. Al conjunto de los 296,010 posibles portafolios se les calcularán sus medidas de rendimiento: Índice de Sharpe, índice de Treynor y el alfa de Jensen para posteriormente ordenarlos de mayor a menor ya que siempre se busca el máximo de cada una de ellas incluidas las medidas del portafolio *ranking*.

Conjunto de portafolios conformados graficados por rendimiento y riesgo



De la estadística descriptiva se obtiene que el mínimo del índice de Sharpe, Treynor y el alfa de Jensen son respectivamente -573.48%, -0.4686% y -2.87% mientras que los máximos son -143.90%, -0.1169% y -2.06%. Cabe hacer una aclaración sobre el hecho de que los valores del índice de Sharpe sean muy pequeños; esto tiene como razones principales: la primera, la volatilidad de los portafolios se encuentra entre 0.20% y 0.39% por ser fondos de inversión gubernamentales y, la segunda, el numerador del índice resulta negativo porque todos los rendimientos anuales de los portafolios construidos son menores a la tasa libre de riesgo como se mencionó anteriormente. Los rendimientos anuales de los portafolios conformados cuyo mínimo, máximo y promedio son 5.70%, 6.64% y 6.31%; cifras por debajo de la tasa libre de riesgo CETES 28 días de 7.01%. Los rangos de las betas de los portafolios conformados se muestran a continuación:

BETAS		
MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO
273%	339%	307%

El rango de betas por ser mayor a 1 nos indica que se trata de portafolios agresivos respecto a la referencia de mercado el índice soberano de S&P/BMV ya que, si el mercado gana, la cartera espera un rendimiento mayor al mercado y cuando el mercado pierde las carteras perderían más que la referencia; puede notarse por la beta mínima cuyo efecto es casi el triple ante movimientos de mercado.

Se muestra la clasificación de los portafolios con las más altas medidas de rendimiento, el resultado de la evaluación del portafolio ranking, portafolio real y de mercado:

PORTAFOLIO REAL					
VOLATILIDAD ANUAL	RENDIMIENTO ANUAL	BETA	ÍNDICE SHARPE	ÍNDICE TREYNOR	ALFA JENSEN
0.24880%	6.20232%	308.75146%	-324.62267%	-0.26159%	-2.49594%

PORTAFOLIO DE MERCADO					
VOLATILIDAD ANUAL	RENDIMIENTO ANUAL	BETA	ÍNDICE SHARPE	ÍNDICE TREYNOR	ALFA JENSEN
0.24594%	6.30803%	307.20575%	-285.42103%	-0.22850%	-2.38178%

Carteras experimentales

	PORTAFOLIO RANKING	PORTAFOLIO ALFA	PORTAFOLIO SHARPE	PORTAFOLIO TREYNOR
ÍNDICE SHARPE	-144.8292%	-167.8943%	-143.8963%	-143.8963%
ÍNDICE TREYNOR	-0.1190%	-0.1444%	-0.1169%	-0.1169%
ALFA JENSEN	-2.1055%	-2.0603%	-2.1247%	-2.1247%
FONDO1	_51BMERGOBNC2	_51BMRGOB2NC2	_51BMERGOBNC2	_51BMERGOBNC2
FONDO2	_51BNMGUB1COA	_51MONEXCPBEG0	_51BNMGUB1COA	_51BNMGUB1COA
FONDO3	_51BMRGOB2NC2	_51SCOTIAGGOB	_51BMRGOB2NC2	_51BMRGOB2NC2
FONDO4	_51MONEXCPBEG0	_51STRGOB2B4	_51MONEXCPBEG0	_51MONEXCPBEG0
FONDO5	_51SCOTIAGGOB	_51STERGOBB4	_51STRGOB2B4	_51STRGOB2B4
FONDO6	_51STRGOB2B4	_51INVEGXUBE2	_51INTERNCN5	_51INTERNCN5

Calificaciones de las sociedades de inversión y rendimiento de la cartera

	PORTAFOLIO RANKING	PORTAFOLIO ALFA	PORTAFOLIO SHARPE	PORTAFOLIO TREYNOR
MRP	6.6337%	6.5795%	6.6356%	6.6356%
VOLP	0.2598%	0.2564%	0.2602%	0.2602%
CALIFICACIÓN FONDO 1	AAA1	AAA2	AAA1	AAA1
CALIFICACIÓN FONDO 2	AAA2	AAA2	AAA2	AAA2
CALIFICACIÓN FONDO 3	AAA2	AAA2	AAA2	AAA2
CALIFICACIÓN FONDO 4	AAA2	AAA3	AAA2	AAA2
CALIFICACIÓN FONDO 5	AAA2	AAA3	AAA3	AAA3
CALIFICACIÓN FONDO 6	AAA3	AAA2	AAA1	AAA1

MRP = Rendimiento del Portafolio

VOLP = Volatilidad del Portafolio

Cotejando las mediciones de las 6 carteras, el portafolio real tiene el rendimiento, alfa de Jensen, índice de Sharpe y de Treynor más bajos de los 6, su volatilidad es baja, pero asumiendo un poco más de riesgo se pudieron alcanzar entre 37 y 43 puntos base más de rendimiento como se aprecia en el último de los cuadros con los rendimientos de las carteras experimentales.

El portafolio ranking, formado con los fondos evaluados individualmente tiene de las tres medidas de desempeño como más destacada el índice de Sharpe contra todas las combinaciones ubicándose en el lugar 3 y el cuarto mejor índice de Treynor. Los otros tres portafolios poseen el máximo de cada medida de desempeño de acuerdo a encabezado en el primer cuadro.

De las tablas anteriores se pueden hacer las siguientes anotaciones:

- El portafolio de mercado, conformado por los 27 fondos considerados para la construcción de carteras experimentales, tiene un rendimiento anual muy por debajo del

rendimiento máximo de la sociedad de inversión más redituable (unos 40 puntos base) y 33 puntos base de la cartera experimental con mayor rendimiento; en cuanto a volatilidad no es muy alta esto por la diversificación. Todas las medidas de desempeño se presentan negativas ya que no alcanzan a rebasar la tasa libre de riesgo.

- La diversificación del portafolio de mercado hace que el riesgo, en este caso la volatilidad sea menor de forma mínima, pero sacrifica rendimiento contra las carteras experimentales de 6 elementos en unos 20 puntos base.
- El portafolio con mejor índice de Sharpe y Treynor es el mismo. Conformado por 2 fondos AAA/1, 3 AAA/2 y el restante AAA/3, siendo el más equilibrado en cuanto a riesgo según las notas de mercado y crédito.
- El portafolio alfa tiene 2 fondos con la calificación AAA/3 y 4 con nota AAA/2 siendo, en teoría, la cartera más agresiva por las calificaciones de mercado y crédito.
- La segunda cartera más agresiva es el portafolio ranking ya que tiene 4 fondos AAA/2, 1 AAA/1 y 1 AAA/3.
- Todas las carteras tienen en común los fondos _51BMRGOB2NC2, _51STRGOB2B4 y _51MONEXCPBEG0 cuyas volatilidades individuales son de las 10 más altas y de las sociedades con un rendimiento anual entre los 10 más altos. Otros fondos que aparecen en 3 de las 4 carteras son _51BMERGOBNC2 y _51BNMGUB1C0A cuyas volatilidades están en el rango medio-alto.
- Por las calificaciones de riesgo de mercado se podría anticipar que el portafolio con la expectativa de rendimiento más alto es alfa; sin embargo, la cartera con mayor rendimiento es la Sharpe-Treynor; en cuanto a la volatilidad de las carteras sucede algo similar, se esperaría que fuera la cartera alfa la más inestable pero también la cartera Sharpe-Treynor es la más volátil.

De estos 4 portafolios se tomaría la decisión final para efectuar la estrategia del mes. Como no todo el activo se colocará en un único fondo de inversión se descartaría el portafolio con mejor índice de Sharpe. Por medir el riesgo sistemático, el índice de Treynor daría una visión más concreta del riesgo de mercado incurrido al igual que el portafolio con el alfa de Jensen más alta. Se compararán todos los portafolios para una visión general.

Definidos los mejores portafolios de nuestro universo, se procede al análisis retrospectivo de las carteras generando un comparativo de posición, VaR y proporción de VaR entre los 4 portafolios anteriores. Con el trading simulado para el siguiente mes comprando el fondo que menos se aprecia y vendiendo el que más valor adquiere diariamente y con el supuesto de uniformidad en la distribución del activo, en el primer día se producen los siguientes resultados.

6.1 Análisis retrospectivo

Sea el 30-Nov-2017 la fecha inicial del trading con un activo de 1'102,526,417.58 pesos, al simular la compra-venta de acciones de las sociedades de inversión al 29-Dic-2017 es muy similar entre los portafolios construidos, aunque la diferencia entre el mínimo (portafolio alfa) y el máximo (portafolio Sharpe/Treynor) es ínfima.

Posición de los portafolios

FECHA	PORTAFOLIO RANKING	PORTAFOLIO SHARPE	PORTAFOLIO TREYNOR	PORTAFOLIO ALFA JENSEN
30-nov-17	\$1,102.526	\$1,102.526	\$1,102.526	\$1,102.526
01-dic-17	\$1,064.921	\$1,064.922	\$1,064.922	\$1,064.920
04-dic-17	\$1,022.551	\$1,022.548	\$1,022.548	\$1,022.545
05-dic-17	\$1,089.114	\$1,089.113	\$1,089.113	\$1,089.107
06-dic-17	\$1,174.440	\$1,174.444	\$1,174.444	\$1,174.437
07-dic-17	\$1,622.814	\$1,622.819	\$1,622.819	\$1,622.810
08-dic-17	\$1,885.485	\$1,885.491	\$1,885.491	\$1,885.478
11-dic-17	\$1,740.929	\$1,740.937	\$1,740.937	\$1,740.908
13-dic-17	\$1,537.139	\$1,537.146	\$1,537.146	\$1,537.125
14-dic-17	\$1,323.125	\$1,323.133	\$1,323.133	\$1,323.116
15-dic-17	\$1,366.213	\$1,366.222	\$1,366.222	\$1,366.202
18-dic-17	\$1,240.699	\$1,240.711	\$1,240.711	\$1,240.693
19-dic-17	\$1,642.782	\$1,642.794	\$1,642.794	\$1,642.774
20-dic-17	\$1,608.261	\$1,608.274	\$1,608.274	\$1,608.251
21-dic-17	\$1,574.810	\$1,574.823	\$1,574.823	\$1,574.800
22-dic-17	\$1,511.698	\$1,511.713	\$1,511.713	\$1,511.690
26-dic-17	\$1,414.923	\$1,414.940	\$1,414.940	\$1,414.911
27-dic-17	\$1,336.525	\$1,336.543	\$1,336.543	\$1,336.513
28-dic-17	\$1,274.960	\$1,274.980	\$1,274.980	\$1,274.948
29-dic-17	\$1,253.492	\$1,253.517	\$1,253.517	\$1,253.474

El portafolio real o el que se gestionó a lo largo del mes de análisis por parte de la tesorería tuvo un VaR promedio del portafolio de -256 mil pesos. En nivel de VaR, el portafolio ranking presenta probables pérdidas por 300 mil de pesos, 1.17 veces más que el portafolio real; similar al comportamiento del portafolio con el índice de Treynor y Sharpe más alto. El portafolio con el alfa de Jensen más alta es el que manifiesta potenciales pérdidas más grandes en una proporción de 1.22 contra las de la cartera real, con 312 mil pesos de pérdida.

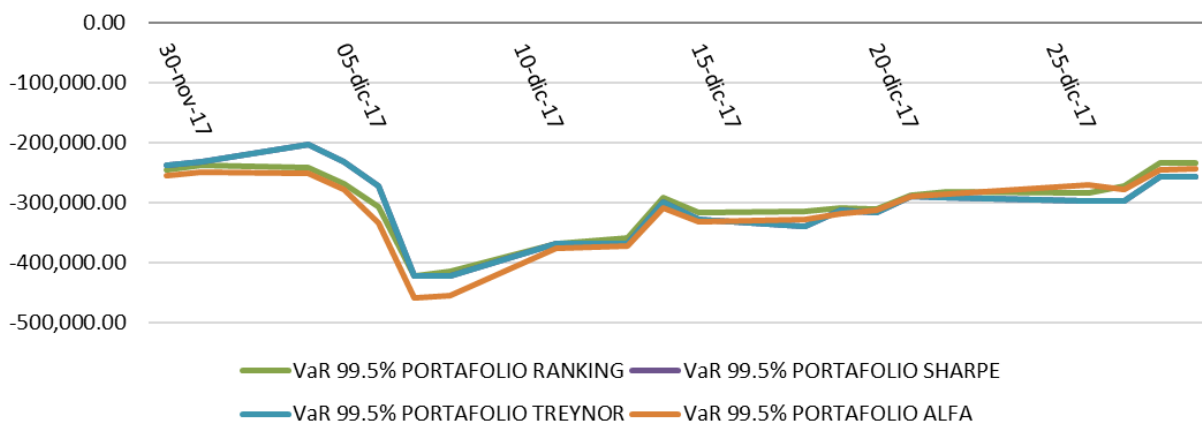
Tal y como se había anticipado por las calificaciones de riesgo de mercado y crédito de las sociedades de inversión que la integran, la cartera alfa registra la mayor pérdida probable. Los portafolios de Treynor/Sharpe y el portafolio ranking tienen pérdidas potenciales similares.

VaR histórico al 99.5% de los portafolios

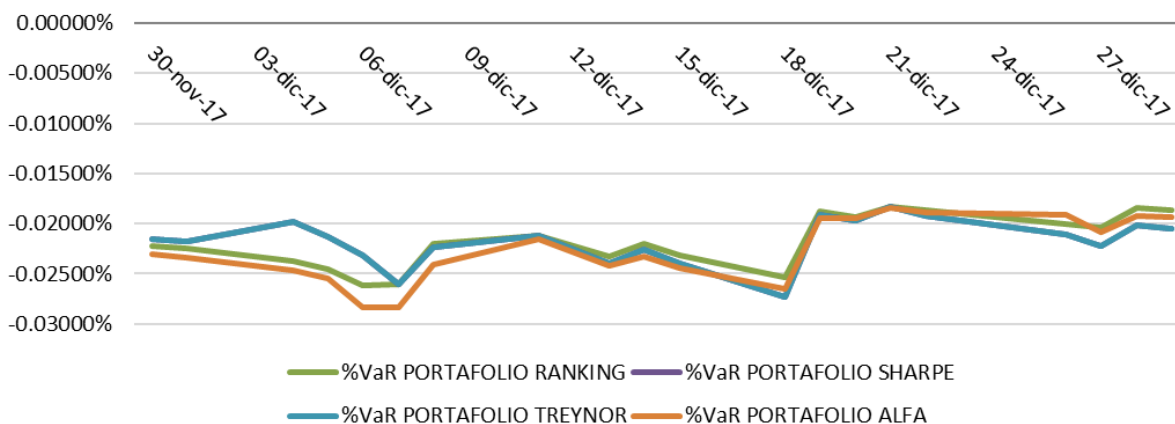
FECHA	VaR 99.5% PORTAFOLIO RANKING	VaR 99.5% PORTAFOLIO SHARPE	VaR 99.5% PORTAFOLIO TREYNOR	VaR 99.5% PORTAFOLIO ALFA
30-nov-17	-244,852.94	-237,977.34	-237,977.34	-254,694.59
01-dic-17	-238,831.43	-231,952.19	-231,952.19	-248,664.67
04-dic-17	-242,312.69	-202,287.53	-202,287.53	-252,296.42
05-dic-17	-267,812.81	-232,616.70	-232,616.70	-277,792.44
06-dic-17	-307,066.70	-271,862.14	-271,862.14	-333,748.06
07-dic-17	-422,559.76	-422,253.68	-422,253.68	-459,613.33
08-dic-17	-414,966.75	-422,342.44	-422,342.44	-455,223.27
11-dic-17	-369,581.45	-368,168.52	-368,168.52	-376,026.83
13-dic-17	-358,529.50	-368,574.13	-368,574.13	-372,199.05
14-dic-17	-291,192.51	-299,337.99	-299,337.99	-308,247.52
15-dic-17	-316,111.61	-327,779.26	-327,779.26	-333,162.07
18-dic-17	-315,341.62	-339,518.64	-339,518.64	-329,314.99
19-dic-17	-309,047.90	-313,372.25	-313,372.25	-318,947.94
20-dic-17	-311,580.65	-316,522.42	-316,522.42	-313,317.76
21-dic-17	-288,507.12	-289,036.78	-289,036.78	-290,226.21
22-dic-17	-282,719.95	-291,668.45	-291,668.45	-285,413.66
26-dic-17	-283,235.41	-298,092.21	-298,092.21	-269,853.20
27-dic-17	-272,959.70	-297,855.45	-297,855.45	-278,505.80
28-dic-17	-235,002.78	-257,585.25	-257,585.25	-245,712.18
29-dic-17	-233,988.22	-256,614.25	-256,614.25	-242,937.06

Se presenta gráficamente el comportamiento del valor en riesgo en monto y proporción de las 4 carteras, con la anotación de que el portafolio con mejor índice de Sharpe también tiene el mejor índice de Treynor.

VaR 99.5% (monto)



VaR 99.5% (proporción)



Con los gráficos, se ratifica el comportamiento del VaR del portafolio alfa en cuanto a ser la cartera más agresiva de las experimentales en un inicio invirtiéndose la tendencia con el portafolio Sharpe/Treynor cuyas calificaciones lo harían lucir como el menos agresivo.

Es importante señalar que ninguno de los portafolios construidos está cerca de rebasar el límite de VaR establecido por el comité integral de administración de riesgos que es del 0.1% como puede verse en el gráfico.

6.2 Análisis prospectivo

El análisis retrospectivo anterior ayuda al administrador de riesgo a corroborar el funcionamiento del modelo con la historia y confrontar resultados con lo que ya se llevó a cabo.

La segunda parte de este trabajo consiste en simular precios de las sociedades de inversión y transacciones para intentar anticipar movimientos de mercado y el riesgo al que se expondría el patrimonio del portafolio y así ajustar la estrategia de inversión sobre la marcha.

Con el promedio de las simulaciones de 50,000 precios diarios en el lapso de 22 días hábiles para cada fondo de inversión y 22 transacciones basadas en la experiencia de compra/venta diaria; en un lapso de 23 meses, de acciones de las sociedades se simula el trading y se calcula en VaR. El monto inicial es el mismo valor empleado en el análisis retrospectivo, es el mismo para todos los portafolios, se asumen covarianzas y correlaciones constantes como se mencionó en la descripción del análisis prospectivo.

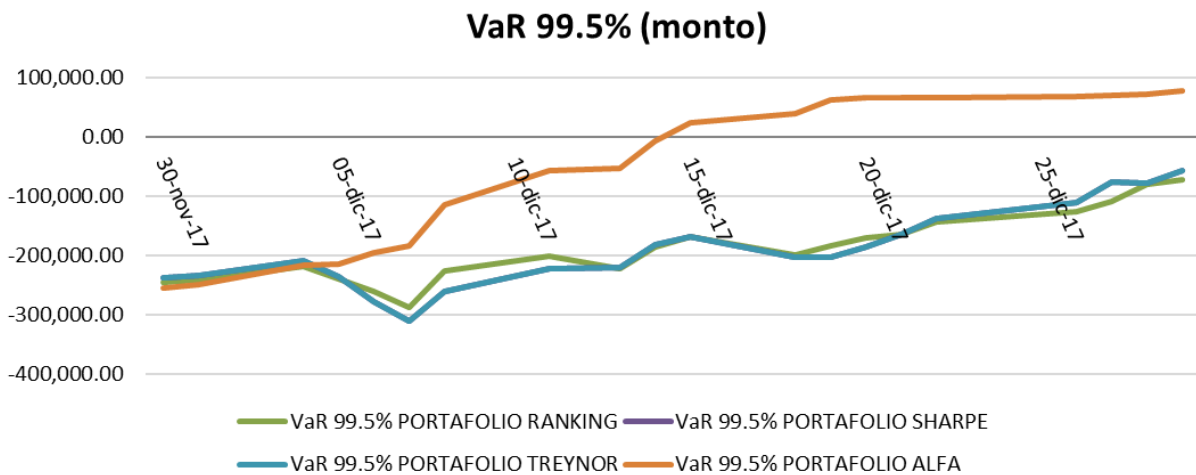
Posición de los portafolios

FECHA	PORTAFOLIO RANKING	PORTAFOLIO SHARPE	PORTAFOLIO TREYNOR	PORTAFOLIO ALFA JENSEN
30-nov-17	\$1,102.526	\$1,102.526	\$1,102.526	\$1,102.526
01-dic-17	\$1,137.288	\$1,137.288	\$1,137.288	\$1,137.286
04-dic-17	\$1,087.800	\$1,087.799	\$1,087.799	\$1,087.789
05-dic-17	\$1,240.920	\$1,240.920	\$1,240.920	\$1,240.907
06-dic-17	\$1,623.853	\$1,623.853	\$1,623.853	\$1,623.836
07-dic-17	\$1,891.669	\$1,891.669	\$1,891.669	\$1,891.649
08-dic-17	\$1,778.030	\$1,778.029	\$1,778.029	\$1,778.006
11-dic-17	\$1,703.923	\$1,703.922	\$1,703.922	\$1,703.884
13-dic-17	\$1,898.042	\$1,898.042	\$1,898.042	\$1,897.991
14-dic-17	\$1,839.467	\$1,839.467	\$1,839.467	\$1,839.412
15-dic-17	\$1,773.581	\$1,773.581	\$1,773.581	\$1,773.520
18-dic-17	\$2,068.395	\$2,068.396	\$2,068.396	\$2,068.318
19-dic-17	\$2,017.343	\$2,017.342	\$2,017.342	\$2,017.258
20-dic-17	\$1,894.440	\$1,894.440	\$1,894.440	\$1,894.350
21-dic-17	\$1,839.851	\$1,839.852	\$1,839.852	\$1,839.755
22-dic-17	\$1,707.872	\$1,707.875	\$1,707.875	\$1,707.773
26-dic-17	\$1,576.316	\$1,576.319	\$1,576.319	\$1,576.192
27-dic-17	\$1,463.768	\$1,463.771	\$1,463.771	\$1,463.639
28-dic-17	\$1,393.248	\$1,393.251	\$1,393.251	\$1,393.114
29-dic-17	\$1,358.464	\$1,358.467	\$1,358.467	\$1,358.326

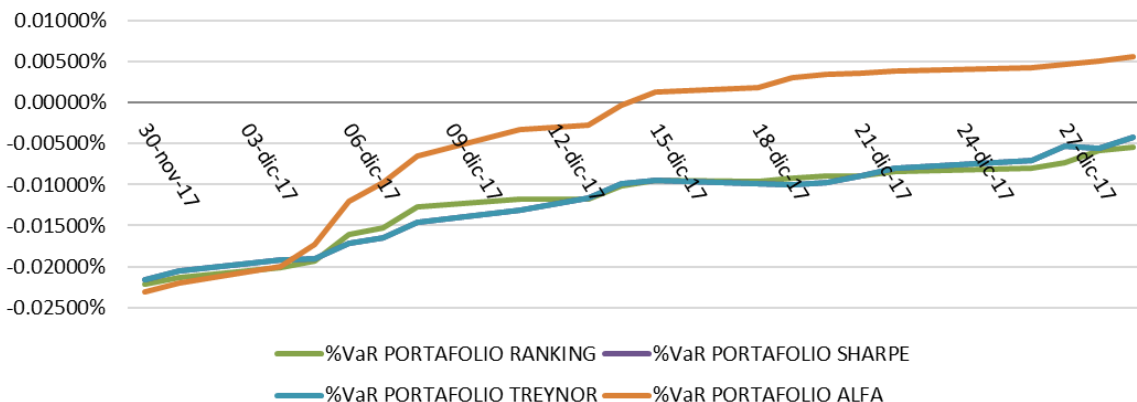
VaR histórico al 99.5% de los portafolios

FECHA	VaR 99.5% PORTAFOLIO RANKING	VaR 99.5% PORTAFOLIO SHARPE	VaR 99.5% PORTAFOLIO TREYNOR	VaR 99.5% PORTAFOLIO ALFA
30-nov-17	-244,852.94	-237,977.34	-237,977.34	-254,694.59
01-dic-17	-242,167.11	-233,995.55	-233,995.55	-250,513.49
04-dic-17	-219,044.78	-208,949.43	-208,949.43	-217,639.04
05-dic-17	-239,923.01	-236,860.77	-236,860.77	-215,131.07
06-dic-17	-260,535.71	-279,123.08	-279,123.08	-196,468.69
07-dic-17	-288,265.11	-311,099.81	-311,099.81	-183,227.52
08-dic-17	-226,297.36	-260,478.74	-260,478.74	-114,632.12
11-dic-17	-201,653.27	-222,979.42	-222,979.42	-56,308.46
13-dic-17	-222,853.37	-220,930.53	-220,930.53	-52,410.17
14-dic-17	-186,985.01	-182,241.65	-182,241.65	-6,762.01
15-dic-17	-168,284.80	-168,176.77	-168,176.77	23,884.58
18-dic-17	-198,853.45	-203,553.38	-203,553.38	38,511.88
19-dic-17	-184,895.16	-202,730.64	-202,730.64	62,656.47
20-dic-17	-170,102.09	-185,525.68	-185,525.68	66,723.60
21-dic-17	-164,989.23	-164,283.34	-164,283.34	65,626.44
22-dic-17	-144,370.83	-137,445.37	-137,445.37	66,070.48
26-dic-17	-126,747.42	-110,345.29	-110,345.29	67,884.15
27-dic-17	-108,126.41	-77,127.16	-77,127.16	69,369.76
28-dic-17	-81,077.84	-77,434.07	-77,434.07	71,342.95
29-dic-17	-73,281.15	-56,979.88	-56,979.88	76,944.48

Se presenta gráficamente el comportamiento del valor en riesgo en monto y proporción de las 4 carteras



VaR 99.5% (proporción)



Con los gráficos, se puede observar que la estrategia de inversión se puede hacer mucho menos riesgosa ya que el VaR se disminuye en el lapso de estudio según el algoritmo de compra/venta de vender el más caro y adquirir el más barato. Dado que de los 24 fondos de inversión distintos que podría haber en las 4 carteras estudiadas solo hay 9 diferentes, el comportamiento de los portafolios es muy similar.

Nuevamente se señala que ninguno de los portafolios construidos rebasa el límite de VaR establecido por el comité integral de administración de riesgo como puede verse en el gráfico.

Después de haber efectuado el análisis de fondos de inversión y carteras con medidas de desempeño, es muy notorio que la estrategia de inversión debe cambiar porque los rendimientos obtenidos son menores que la tasa libre de riesgo y el riesgo asumido con este tipo de instrumentos es muy pequeño. Un factor a considerar en la reestructura de la estrategia es saber que el capital invertido requiere alta liquidez por las transacciones diarias; dentro de esa planeación, como primer esbozo se puede pensar en dividir cierta proporción del activo para invertirlo en bonos gubernamentales del menor de los plazos (CETES 28 días) y lo demás mantenerlo en fondos de inversión.

Capítulo 7

Conclusiones

A lo largo de este trabajo se puede notar la relevancia de la labor conjunta entre las áreas de tesorería y de riesgos en una institución financiera. Mientras la primera se encarga de obtener el máximo de las plusvalías en las inversiones siempre debe existir un ente encargado de la supervisión de los riesgos asumidos y que estos no comprometan la salud financiera.

El riesgo sistémico, por su naturaleza ineludible, es algo con lo que se lidiara a pesar de todas las previsiones que pudieran tenerse al construir una estrategia de inversión, por ello las instituciones financieras deben seguir buenas prácticas y recomendaciones basadas en los principios básicos de los comités de Basilea, por ejemplo.

Las fuentes de información utilizadas para la elaboración de cualquier modelo deben ser oportunas y confiables para aplicar con certeza la teoría consultada. En un inicio la referencia de mercado había sido el IPC; sin embargo, al momento de hacer ciertos cálculos se llegó a la conclusión de que no era el índice adecuado porque no reflejaba el comportamiento de la composición de los instrumentos sometidos a estudio. A diferencia de una tesis donde muchas veces se tiene restricción de acceso a determinados datos, en este caso se contó con una de las fuentes principales para ello como lo es el proveedor de la BMV.

La motivación de este trabajo no solo era asumir la postura del administrador de riesgos desde la medición del riesgo, sino también contribuir con una herramienta que muestre numéricamente las ventajas y desventajas de ciertos portafolios; si es viable asumir posición y encaminar la estrategia sin rebasar límites de tolerancia fijados por el comité de administración de riesgos para llevar a cabo una gestión real y efectiva de riesgos en el corto plazo debido a que las metodologías son válidas y confiables en un periodo breve.

La mayoría de las veces, la tesorería de una institución muestra predilección por algunos instrumentos ya sea por distintos acuerdos, principalmente comerciales, lo que hace complicado modificar las estrategias por no perder a un socio. Este modelo busca ser la referencia para las recomendaciones entre la baraja de opciones que manejan los encargados de las inversiones, pero al final será el criterio de la tesorería el que impere al momento de tomar decisiones.

Como se mencionó en algún momento, las sociedades de inversión manejan un número de comisiones por los servicios otorgados, en la experiencia del Instituto FONACOT del listado de sociedades de inversión solo se ha invertido en 13 diferentes en los últimos 2 años, mismos donde el cobro de comisiones solo se ve reflejado en un cobro de manejo de cuenta y no por intermediación lo que hace un tanto difícil conocer con exactitud en cuál de ellos es menos costosa la administración.

El análisis retrospectivo es útil para orientar el análisis prospectivo, ya que más que ser un peritaje ayuda a calibrar el modelo y certificar su validez. El análisis prospectivo con la ayuda de la simulación clarificará las posturas de los inversionistas para no incurrir solo en el riesgo de mercado, monitoreado principalmente con el VaR, sino en tener al menos una noción pequeña de otro riesgo que se deja mucho de lado como lo es el riesgo estratégico derivado de las decisiones de negocio que únicamente se refleja cuando un evento tiene ocurrencia.

Bibliografía y fuentes de información

De Lara Haro, Alfonso. (2016). Medición y control de riesgos financieros 3ra. Edición, Limusa

Novales, Alfonso. (2016). Midiendo el riesgo en mercados financieros. Departamento de economía cuantitativa. Universidad complutense

CNBV & SHCP. (2006). Disposiciones de carácter general aplicables a las sociedades de inversión y a las personas que les prestan servicios. Recuperado de: <https://www.cnbv.gob.mx/Normatividad/Disposiciones%20de%20car%C3%A1cter%20general%20aplicables%20a%20las%20sociedades%20de%20inversi%C3%B3n%20y%20a%20las%20personas%20que%20les%20prestan%20servicios.pdf>

SHCP. (2006). Lineamientos para el manejo de disponibilidades financieras de las entidades paraestatales de la administración pública federal.

CNBV & SHCP. (2014). Ley de fondos de inversión. Recuperado de: <https://www.cnbv.gob.mx/Normatividad/Ley%20de%20Fondos%20de%20Inversi%C3%B3n.pdf>

Banco de Pagos Internacionales. (2011). Principios básicos para una supervisión bancaria eficaz. Recuperado de: https://www.bis.org/publ/bcbs213_es.pdf

Li, Johnny. (2015). Actex study manual for SOA exam MFE Vol. I

BMV-Educación. (2016). Notas curso FONDOS DE INVERSION.

BMV-Educación. (2016). Notas curso PORTAFOLIOS DE INVERSION.

Nota metodológica de VaR histórico, Valmer, octubre 2013

Índices de Renta Fija de S&P/BMV Metodología, S&P Dow Jones índices, noviembre 2017. Recuperado de: https://espanol.spindices.com/documents/methodologies/methodology-sp-bmv-fixed-income-indices-spanish.pdf?force_download=true

Rollinger, T. & Hoffman, S., (2013). Sortino ratio: a better measure of risk. *Futures*, pp. 40-42. Recuperado de: https://www.sunrisecapital.com/wp-content/uploads/2014/06/Futures_Mag_Sortino_0213.pdf

Banxico. (2005). Definiciones de riesgo. Recuperado de: <http://www.banxico.org.mx/sistema-financiero/material-educativo/intermedio/riesgos/%7BA5059B92-176D-0BB6-2958-7257E2799FAD%7D.pdf>

Fuente de los datos de tasa CETE, tasa TIIE 28, IPC y valores del índice S&P/BMV
<http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CF107>
<http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CF111>

<http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadroAnalitico&idCuadro=CA54§or=7&locale=es>

<http://www.espanol.spindices.com/indices/fixed-income/sp-bmv-sovereign-7-day-bond-index>

Fuente de precios de las sociedades de inversión.

<http://www.valmer.com.mx/>

Fuente de activos totales de las sociedades de inversión y sus comisiones

<http://www.cnbv.gob.mx/SECTORES-SUPERVISADOS/SOCIEDADES-DE-INVERSION/Buscador-de-Sociedades-de-Inversión/Paginas/Avanzado.aspx>