



Universidad Nacional Autónoma de México

*Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería
Ingeniería de Sistemas – Optimización Financiera*

“Optimización de portafolios accionarios diversificados internacionalmente: propuesta de una estrategia”

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

Maestro en Ingeniería

Presenta:

Antonio Salvador Osegueda Escorza

Tutor de Principal:

Dr. Francisco López Herrera, División de Investigación de la FCA

México, D. F. noviembre, 2013

Jurado asignado

Presidente: M. I. Aguilar Juárez Isabel Patricia

Secretario: M. C. Sánchez Cerón Jorge Eliecer

Vocal: Dr. López Herrera Francisco

1^{er} Suplente: M. I. Silva Haro Jorge Luis

2^{do} Suplente: M. F. González Castañón Jorge Alberto

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: *México, Distrito Federal.*

Tutor de Tesis:

Dr. Francisco López Herrera

Firma

Para ti abuelita -Rosario Arregui Balderas-, con todo el cariño que mi corazón puede dar y más. Estoy cierto que ni la más ínfima de tus atonías te hubiese hecho no confiar en mí. Hoy en día sé que la eternidad te ha reunido con mi abuelo –Salvador Escorza Flores- para continuar regalándonos su sabiduría y amor.

A mi Madre
A mi Hermana
A mi Tío Conrado

A Bere y Julio

Antonio Salvador Escorza

Índice

Índice de Tablas	7
Índice de Figuras	7
Glosario	8
Resumen	9
Abstract	9
Introducción	10
Capítulo 1. Entorno de inversión.....	12
1.1 ¿Qué es un portafolio de inversión?.....	12
1.1.1 Clasificación de portafolios según su grado de riesgo	15
1.1.2 Tipos de recomendaciones para ajustar un portafolio	16
1.1.3 Proceso de inversión.....	16
1.2 La diversificación y la diversificación internacional	18
1.2.1 Elementos a considerar para la inversión internacional	19
1.2.2 Barreras típicas para invertir en el extranjero.....	24
1.3 La globalización financiera	26
1.4 Proceso de apertura del mercado mexicano	29
1.4.1 Antecedentes	30
1.4.2 Aspectos que propiciaron las reformas financieras	31
1.4.3 Las reformas financieras	32
1.4.5 La apertura comercial y el TLCAN.....	34
Capítulo 2. Marco Teórico y Metodológico (Teoría Moderna del Portafolio).....	36
2.1 Antecedentes y evolución.....	37
2.1.1 Modelos de la Teoría Moderna del Portafolio.....	39
2.1.1.3 International Asset Pricing Model (IAPM)	41
2.1.1.4 Arbitrage Pricing Theory (APT)	42
2.2 Modelos Indexados	43
2.2.1 Modelo Uni-Índice (Single-Index Model)	43
2.2.2 Modelo Multi-Índice (Multi-Index Model).....	47
2.3 Administración de portafolios	50
2.3.1 Administración pasiva o indexada	51
2.3.2 Administración Activa	52

2.4 Evaluación del desempeño de un portafolio.....	54
2.4.1 Tasas de rendimiento.....	55
2.4.1.1 MWR (Money-Weighted Rate of Return) o Tasa de rendimiento ponderada contra el dinero.....	55
2.4.1.2 IRR (Internal Rate of Return) o TIR (Tasa Interna de Rentabilidad).....	56
2.4.1.3 TWR (Time-Weighted Rate of Return) o Tasa de rendimiento ponderada contra el tiempo.....	56
2.4.2 Diseño de un sistema para medir el desempeño a través del rendimiento	57
2.4.2.1 Modelo matemático para medir el rendimiento.....	57
2.4.2.2 Análisis de desempeño	58
2.4.2.3 Desempeño relativo.....	59
2.4.2.4 Desempeño ajustado al riesgo	60
Capítulo 3. Modelación de portafolios de inversión internacional.....	62
3.1 Información Básica	64
3.2.1 Cálculos previos	64
3.3 Modelo de selección y diseño de estrategia	67
3.4.1 Rendimiento simulado y teórico.....	69
3.4.2 Coeficiente de Correlación.....	71
3.4.3 Tracking Error (Error de Réplica).....	71
3.4.4 Coeficiente de Treynor.....	71
3.5 Análisis de resultados.....	72
3.5.1 Portafolios A	72
3.5.2 Portafolios B.....	75
3.5.3 Portafolios C.....	77
3.5.4 Comparación entre los parámetros de evaluación	79
Conclusiones y Recomendaciones	87
Bibliografía	91
Anexos.....	93

Índice de Tablas

Tabla 1.2.1 Evolución mensual de USD y riesgo para diferentes mercados de valores (1994-2002) (Coeficiente de Correlación)

Tabla 2.2.1 Ejemplos de factores que intervienen en los diferentes tipos de eventos

Tabla 2.3.1 Clasificación de los estilos de administración de inversiones

Tabla 3.2.1 Las diez acciones con factor de rotación más alto

Tabla 3.3.1 Factores de cada portafolio

Tabla 3.4.1.1 Simulación de una inversión

Tabla 3.5.1.1 Riesgo, rendimiento, betas y ponderaciones de los portafolios A

Tabla 3.5.2.1 Riesgo, rendimiento, betas y ponderaciones de los portafolios B

Tabla 3.5.3.1 Riesgo, rendimiento, betas y ponderaciones de los portafolios C

Tabla 3.5.4.1 Parámetros de evaluación entre portafolios

Índice de Figuras

Figura 1.2.1 Diversificación Internacional

Figura 1.3.1 Explosión Financiera

Figura 2.2.1 Relación entre la tasa de retorno de una inversión individual contra la tasa de retorno de un portafolio de mercado

Figura 3.2.1 Correlaciones Múltiples en Modelos Multi-Índice

Figura 3.4.1.1 Gráfico de los rendimientos producto de dos simulaciones

Figura 3.5.4.1 Portafolios A diseñado con el mejor valor de tracking error y su simulación

Figura 3.5.4.2 Portafolios B diseñado con el mejor valor de tracking error y su simulación (portafolio de mínimo riesgo)

Figura 3.5.4.3 Portafolios C diseñado con el valor de tracking error más cercano a la unidad y su simulación de la inversión

Glosario

<i>Benchmarking</i>	Es un anglicismo usado para definir un proceso sistemático y continuo para evaluar comparativamente productos, servicios, procesos, etc.
<i>Coupon hopping</i>	Técnica para evitar impuestos donde éstos existen.
<i>Commodity</i>	Producto susceptible a ser comercializado, comprado o vendido.
<i>ETF</i>	Instrumentos financieros que cotizan en bolsa igual que cualquier acción y replican un índice bursátil o de renta fija. (Exchange Traded Fund)
<i>Portafolio doméstico</i>	Es aquel portafolio que se compone de activos financieros de un sólo mercado nacional.
<i>Ruido o noise</i>	Término usado para referirse a variaciones que se dan en un lapso de tiempo, t , que no representan información relevante dentro de un estudio. Usualmente el ruido es opacado por una tendencia más marcada.
<i>Stock</i>	Término para referirse a activos financieros de diferente índole sin diferenciar su categoría, por ejemplo, acciones, bonos, monedas, etc.
<i>Timing</i>	Término usado para referirse al momento o momentos idóneos para decir o hacer algo.
<i>Tracking error</i>	Error de réplica o de seguimiento. Técnica utilizada en la indexación de portafolios.
<i>Treasury Bills</i>	Tasa libre de riesgo de los fondos federales de los Estados Unidos.

Resumen

Los crecientes cambios económicos han convertido a la administración de portafolios en una de las actividades más importantes entre las instituciones financieras e inversionistas. Es por ello que el propósito de esta tesis fue determinar si es posible replicar un índice internacional por medio de acciones mexicanas. La investigación se centra en proporcionar una opción estratégica útil para inversionistas, así como también para administradores de portafolios.

El modelo multi-índice ha sido utilizado en este trabajo para simular los índices de mercado de Estados Unidos, Canadá y Brasil. Los factores o índices considerados para alimentar el modelo fueron el índice de mercado mexicano, el tipo de cambio peso dólar y el índice de mercado de los países ya mencionados. El alcance del estudio nos brinda una idea sobre los índices que se pueden replicar mejor bajo ciertas restricciones y sus parámetros de desempeño.

Dentro de los hallazgos generales, producto de este trabajo, se puede decir que el modelo utilizado trabaja eficazmente con los activos seleccionados para el mismo. Además, se logró replicar a los índices internacionales, aunque con el fin de optimizar los portafolios se debe considerar que la relación riesgo rendimiento puede verse afectada.

Abstract

The growing economic changes have turned the portfolio management into one of the most important activities for the financial institutions and investors. Therefore, this thesis tries to determine if it is possible to track an international index with Mexican stocks. The research gives an useful strategic option for investors and portfolio managers.

The multi-index model has been used to simulate market indexes of United States, Canada and Brazil. The indexes or factors used to feed the model were the Mexican market index, the exchange peso dollar rate and the market indexes of the countries above quoted. The study scope give us an idea of which indexes could be better tracked under given restrictions and it's performance.

As a general finding, this research shows that the model performs effectively with the selected stocks. Also, the international indexes were possible to track, but in order to optimize the portfolios we have to deal with the risk and return relationship.

Introducción

La revolución tecnológica iniciada por las microcomputadoras personales ha permeado la forma en cómo hacemos las cosas. Varias y muy diversas ramas han sido revolucionadas, desde la ingeniería civil hasta la medicina pasando por la economía financiera. Con los trabajos de Harry Markowitz, en la década de los años cincuenta, cambió la forma en cómo se tomaban las decisiones de inversión. Su teoría introdujo nuevos métodos matemáticos que implicaban grandes cantidades de cálculos e iteraciones. Hoy en día, podemos hacer esos cálculos en segundos, desarrollar pronósticos, gráficos, proponer modelos sistemáticos que vinculen múltiples variables y mucho más. Sin embargo, el rango de instrumentos y opciones financieras también se ha ampliado. Esto obliga a administradores de inversiones a contar con estrategias igualmente vastas para dar cabida a las metas financieras de sus clientes.

El crecimiento de las inversiones no es una moda pasajera, sino que es un reflejo del profundo cambio estructural que se está produciendo en los sistemas financieros de los países. Es por ello que en este trabajo de investigación se buscó evidencia sobre la hipótesis de que es posible replicar los rendimientos de índices internacionales mediante portafolios optimizados que son contruidos con acciones mexicanas. Lo cual implicó planear una estrategia, diseñarla, optar por un modelo matemático, construirlo, simularlo y evaluar los resultados de las inversiones, todo lo anterior desde el punto de vista de un inversionista en México.

El enfoque de sistemas en esta investigación está determinado por el objetivo de replicar índices internacionales. Para alcanzarlo se requiere de plantear los caminos o medios necesarios por medio del modelo matemático. Con ello se considerarán las soluciones posibles y se eligen las que prometen optimación, ya sea maximizando la eficiencia o minimizando algún parámetro de la compleja red de interacciones existentes.

El desarrollo de esta tesis expone una investigación de tipo correlacional ya que mide la relación existente entre las variables de estudio, que son el rendimiento, el riesgo, el coeficiente de correlación entre portafolios diseñados, el *tracking error* y la razón de Treynor. El tipo de información utilizada es retrospectiva y corresponde al periodo entre

2007 y el primer tercio del 2012. Se estudiaron y utilizaron series de tiempo de índices internacionales y acciones mexicanas para, después, modelar matemáticamente portafolios de inversión que nos ayudaran a generar una investigación de tipo comparativo.

Tres capítulos dan forma a este trabajo. El primero resalta el entorno de la inversión, desde qué es un portafolio hasta la importancia del proceso de apertura del mercado mexicano, tomando en cuentas las condiciones de inversión producto de la globalización financiera. En el segundo capítulo se plasma el marco teórico de la Teoría Moderna del Portafolio con el fin de contextualizar y sustentar el modelo multi-índice utilizado en esta tesis. La selección de la información básica utilizada, la modelación, la simulación y el análisis de resultados conforman el capítulo tercero.

Por último se exponen las conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado, y las cuales se han derivado del presente trabajo de investigación.

Capítulo 1. Entorno de inversión

Los patrones de consumo e inversión desempeñan un papel fundamental en la economía de un país. Existe una gran cantidad de personas que ahorran y desean dar un paso más, el cual es invertir su dinero. En un sentido muy amplio *invertir*, significa sacrificar el uso del dinero hoy por dinero futuro. El sacrificio se hace en el presente y es conocido. Mientras que la recompensa viene después, si es que la hubiese, y el monto de dicha recompensa generalmente es incierta. Además, entran en juego dos importantes variables los cuales son el tiempo y el riesgo.

Es relevante precisar que existen inversiones reales e inversiones financieras. En el desarrollo de este trabajo de investigación se hablará de inversiones financieras y no de las reales que implican un activo tangible, como lo es una casa.

Una inversión financiera está relacionada con contratos escritos en papel, como las acciones ordinarias. A su vez, los contratos escritos en papel son valores los cuales se refieren a una exigencia de recibir beneficios futuros posibles bajo ciertas condiciones. La tarea primordial de un análisis de valores es evaluar éstos para determinar sus beneficios futuros posibles, las condiciones bajo las cuales se recibirán estos beneficios y la probabilidad de ocurrencia de estas condiciones. La función de los analistas de valores es comprender las características de riesgo y rendimiento de los valores.

Para un inversionista es vital entender el entorno y el proceso de inversión. Éste se relaciona con las decisiones que el inversionista debe tomar acerca de los valores negociables con los que puede armar un portafolio y en los que podría invertir, el monto de las inversiones y cuándo debe realizarlas, así como también plantearse una estrategia y un objetivo para evaluar su portafolio.

1.1 ¿Qué es un portafolio de inversión?

Las expectativas y la confianza son dos elementos a través de los cuales trabajan los mercados financieros alrededor del mundo. Cuando se desea invertir en el mercado financiero se debe considerar que éste es un mercado organizado de intermediarios que

representan los intereses de particulares, sociedades mercantiles y del Estado en el libre intercambio de valores, dentro de las reglas establecidas, tanto por este último a través de sus diversas dependencias, como por los intermediarios que participan en el propio mercado (Marmolejo, 1994). La Bolsa Mexicana de Valores (BMV) es el mercado financiero organizado más importante de México, en él se cotizan más 150 acciones. Por lo tanto, un inversionista se enfrenta a responderse preguntas tales como: ¿Qué activos debo elegir?, ¿Cuántos debo comprar y cuándo?, etc.

Al realizar una inversión en dos o más activos se genera lo que se conoce como “cartera o portafolio de inversión”. Este concepto surge de la primera y recurrente recomendación que se le hace a cualquier inversionista, la cual es diversificar. Por portafolio de inversión entendemos, la fragmentación de nuestra inversión en la combinación de valores. Se diversifica cuando no se busca la acción cuyo rendimiento esperado sea el mayor y se invierte en ella todo el dinero, sino cuando se seleccionan dos o más activos que se adecuan al perfil de riesgo y a las características que el inversionista fija.

Cada portafolio tiene asociado un nivel de riesgo-rendimiento con el que es posible “jugar”. La intención de ello es estimarlo y adaptarlo al perfil del inversionista. Los mercados de valores, hoy en día, resultan complejos y variados, tanto por la cantidad de títulos como por las distintas combinaciones que se pueden producir. Los inversionistas deben valorar una gran cantidad de títulos diferentes para distribuir sus fondos. Sólo aquellos que hayan sido seleccionados formarán parte del portafolio.

Tal y como lo refiere López (1999), el premio Nobel de Economía de 1990, Harry Markowitz (1952), es quién es reconocido como el padre de la Teoría Moderna del Portafolio gracias a su trabajo publicado en el *Journal of Finance*. Él se enfocó en darle solución al problema de elegir óptimamente un portafolio de inversión. Formuló, por medio de modelos matemáticos, un criterio para llevar a cabo la selección óptima de los activos que componen a un portafolio. Un portafolio de inversión, a su vez, implica trabajar con un modelo que simplifique y represente la realidad.

Por lo tanto, el problema de selección de portafolios es un problema de elección entre el riesgo de la inversión y el rendimiento esperado. Cualquier inversionista espera obtener un rendimiento de los activos que contiene su portafolio, aunque no es el único elemento que los inversionistas valoran para tomar la decisión de invertir en uno u otro activo. Existen otros conceptos que le resultan fundamentales, entre ellos, el riesgo, la liquidez y el plazo.

La incertidumbre es la causante del riesgo en una inversión. Se identifican tres tipos de riesgos sólo para el problema de selección de activos, los cuales son: ¹

- Riesgo de Pérdida. Consiste en no recuperar la inversión y que se produzca una merma o pérdida de capital.
- Riesgo de desaprovechar oportunidades de inversión. Es asignar recursos a ciertos activos menos redituables que otros.
- Riesgo de liquidez. Se da cuando se comprometen recursos a activos difíciles de convertir en dinero provocando una pérdida en el momento en que se hace necesario efectuar un pago imprevisto.

En especial la liquidez se puede desear o necesitar y ello varía dependiendo de las circunstancias específicas de cada persona y/o situación coyuntural. Así que es uno de los elementos que debe considerar un inversionista en función de sus características.

Uno de los primeros elementos importantes a tomar en cuenta es el horizonte temporal, porque en los mercados financieros no siempre se cumple el principio: *a mayor plazo, mayor rendimiento y a menor plazo, menor rendimiento*.

Sin importar cuál sea el plazo, todo rendimiento está asociado a un riesgo. Otro principio de inversión es: a mayor rendimiento esperado, mayor riesgo y a menor riesgo deseado, menor rendimiento. Este principio es una cuestión relativa al perfil del inversionista, pues ellos deciden en función de sus expectativas y necesidades.

Así que, una de las claves para invertir es tener una idea clara de la personalidad del inversionista, su carácter, sus necesidades, sus expectativas. De tal forma se podrán plantear objetivos y metas en materia de inversión y definir con mayor claridad y mayor grado de precisión el tipo de activo financiero que más convenga, así como los montos de inversión. Además hay que tener plena conciencia y conocimiento de la relación riesgo rendimiento que se deseará asumir, pues invertir en un activo significa dejar de invertir en otro; para toda decisión de inversión hay un costo de oportunidad.

No hay riesgo que pueda eliminarse por completo, a menos que no lo corra. No obstante, es posible controlar el riesgo revisando, cuidando, estudiando y vigilando los factores que pueden afectarlo. Por lo tanto, no hay un portafolio óptimo para todos, más bien hay uno para cada inversionista. El mejor portafolio para éste es la que él acepte como

¹ Márquez J., 1981.

funcional y adecuado a su nivel de tolerancia al riesgo. Nunca se debe invertir en una cartera sino se está a gusto con ella; ante cualquier duda, no invierta (Díaz, 2004).

Un *portafolio modelo* es el nombre genérico que se da al conjunto de valores combinados y recomendados por una institución o asesor financiero aplicable a más de un inversionista. El objetivo es tener un parámetro para comparar entre portafolios, a esto también se le conoce como *benchmarking*². Sin embargo, se pueden identificar tres tipos de portafolios según su grado de riesgo.

1.1.1 Clasificación de portafolios según su grado de riesgo

Un *portafolio conservador* es aquel que contiene mayor número de títulos asociados a riesgos bajos y por ende se le asocian rendimientos proporcionales. Si bien son portafolios que pueden combinar sólo activos de bajo riesgo, también pueden estar constituidos por algunos títulos de alto riesgo. Cualquiera que sea el caso el porcentaje mayoritario a invertir es en activos de menor riesgo.

Los *portafolios moderados* son aquellos que combinan activos de alto, medio y bajo riesgo, invirtiendo mayoritariamente en estos dos últimos.

Por *portafolios agresivos* se entienden a aquellos que combinan preponderantemente activos de riesgo medio a alto. Perfiles de inversionistas poco adversos al riesgo son quienes prefieren este tipo de portafolios.

El valor de un activo o del portafolio completo puede variar a través del tiempo, por ello se debe dar seguimiento a estos. Por la misma razón, las preferencias del inversionista también pueden cambiar. Por ello, existen tres recomendaciones generales para ajustar un portafolio.

² Consultar glosario para definición.

1.1.2 Tipos de recomendaciones para ajustar un portafolio

Algunos expertos en inversiones recomiendan que deben establecerse parámetros al invertir. Esto es que cada activo debe tener una meta a seguir tanto en función del rendimiento como el tiempo para conseguirlo. De lo contrario se puede ajustar el portafolio por medio del cambio de algunos de los componentes del portafolio. Dichas recomendaciones, para acciones, son:³

- Recomendación de compra. Se da si el valor asignado por la empresa está por arriba del precio de mercado.
- Recomendación de mantener. Se presenta cuando el valor asignado por la empresa y el precio de mercado son idénticos.
- Recomendación de venta. En este caso el precio de mercado es superior al precio asignado por la empresa.

A las inversiones en otros activos como los metales o las divisas también se les pueden aplicar estas recomendaciones. Para el caso de simular un índice, los términos correctos son: sobrevalorado, neutral y subvaluado, en vez de los mencionados. La diferencia es que no se compara el valor asignado por una empresa que emite, sino por las expectativas del mercado y su precio.

Siendo así, ahora se puede exponer la secuencia cronológica que propone Sharpe (2001) para el proceso de inversión.

1.1.3 Proceso de inversión

El proceso de inversión implica la manera en que un inversionista debe tomar decisiones sobre qué invertir en el mercado de valores negociables, qué tan vastas deben ser esas inversiones y cuándo hacerlas. La base del proceso de la inversión para tomar estas decisiones es un procedimiento de cinco pasos (Sharp, 2001):

1. Establecer una política de inversión. Consiste en determinar los objetivos del inversionista y la cantidad de su riqueza que está dispuesto a invertir. Los objetivos

³ Díaz Mondragón M., 2004.

de la inversión se deben establecer en términos tanto del riesgo como del rendimiento. Este paso concluye con la identificación de las categorías potenciales de activos financieros que se han de incluir en el portafolio. Esta identificación se basará en los objetivos de la inversión, el monto de riqueza invertible y la posición del inversionista ante el impuesto. La política de inversión en la piedra angular del proceso de inversión. Sin ella, los inversionistas no tienen un contexto apropiado en el cual tomar decisiones.

2. Analizar los valores. Esto implica examinar varios valores individuales (o grupos de valores) dentro de amplias categorías de valores financieros identificados previamente. Hay varios métodos para el análisis de valores. Sin embargo, la mayoría entra en dos clasificaciones: análisis técnico o fundamental. Además, la supervisión, monitoreo y posterior estudio de mercados se puede realizar por medio de robustas bases de datos como Bloomberg, Economática, Reuters, Capital IQ, etc.
3. Construir un portafolio. Es la identificación de acciones específicas dónde invertir, la determinación de cuánto invertir en cada una. En este punto se toma en cuenta la selectividad, el *timing* y la diversificación. La selectividad se enfoca en el pronóstico de los movimientos de precio de valores individuales. El *timing* implica el pronóstico de los movimientos de precio en relación con el tiempo para identificar el mejor momento para comprar o vender. La diversificación implica la minimización del riesgo, sujeto a ciertas restricciones.
4. Revisar el portafolio. Es la repetición periódica de los tres pasos anteriores. Con el tiempo, el inversionista puede cambiar los objetivos de su inversión, lo que a su vez haría que el portafolio actual fuera menos que óptimo. Otro motivo para la revisión es que algunos valores ahora sean atractivos y viceversa. Este tipo de decisiones puede estar influido por los costos de las operaciones contraídas al hacer cambios y la magnitud del mejoramiento percibido en la perspectiva de la inversión
5. Evaluar el desempeño del portafolio. Consiste en determinar periódicamente el rendimiento ganado por la cartera y el riesgo que corre el inversionista. Por lo tanto, se requieren medidas adecuadas de rendimiento y riesgo así como estándares relevantes (o portafolios de referencia).

1.2 La diversificación y la diversificación internacional

Como ya se dijo en el apartado anterior, invertir no es una tarea fácil, ahora que si hablamos de invertir diversificadamente a nivel internacional se complica aún más la tarea. Desde un punto de vista sencillo se puede decir que si se invierte en más de un activo financiero se está diversificando o que con dos activos puedo generar múltiples combinaciones variando solo las proporciones de inversión; así se tendrían “n” portafolios. Al construir un portafolio la intención es diversificar el riesgo, aunque es cierto que invertir en dos, en diez o en treinta y tres activos también lo es. Entonces aquí es donde salta a la vista la pregunta: ¿cuántos activos deben formar un portafolio y qué porcentaje se le debe asignar a cada uno? La respuesta es que no existe una regla general, a pesar de que autores como Díaz (2004) dicen que el criterio más aceptado es que sean entre diez y quince activos. Mientras que en el libro de Lofthouse (1994) se contra argumenta con investigaciones realizadas en el mercado de E.U., que deben ser entre treinta y cuarenta activos.

Tan importante es la diversificación que se ha creado toda una industria alrededor de este concepto. En México, su popularidad más alta se ha alcanzado en los primeros años del siglo XXI, pero su historia en otros países data de muchos años atrás. En cuanto a la inversión en portafolios internacionales los europeos, antes que los estadounidenses, fueron los que iniciaron con esta práctica. Hoy en día, la tendencia continúa creciendo con rapidez en todo el mundo. Sin embargo, como lo cita Cabello (2007) a medida que los mercados se vuelven más integrados se eliminan a largo plazo los beneficios derivados de la diversificación que prevalece cuando los nichos permanecen segmentados.

La inversión en el extranjero puede producir un choque cultural, ya que existen marcadas diferencias en instituciones, fuentes de información, procedimientos de negociación, informes y muchas tradiciones financieras que tienen sus raíces en las culturas nacionales de cada país. Además, existen otros impedimentos a considerar, entre ellos se incluyen barreras psicológicas, restricciones legales, costos de transacción, impuestos discriminatorios, riesgos políticos y cambiarios, etc.

A pesar de ello, el simple tamaño de los mercados extranjeros justifica la diversificación internacional. En 1970, se estimaba el valor total de los principales mercados accionarios del mundo en un billón de dólares americanos (USD), de los cuales el

66% pertenecían al mercado estadounidense. Para 1998, los mercados no estadounidenses poseían el 51% de la capitalización de los mercados mundiales.⁴

Los activos que componen un portafolio doméstico tienen una dinámica sincronizada dado a que las condiciones internas, como los anuncios de oferta monetaria, movimientos en las tasas de interés, déficit presupuestario y crecimiento nacional, los afecta de manera similar. Esto crea una fuerte correlación positiva entre todos los valores nacionales negociados en el mismo mercado.⁵ Los inversionistas han buscado métodos para expandir sus riesgos y diversificar el riesgo del mercado interno. López (1999) escribe que anteriormente a la propuesta de Markowitz se configuraban los portafolios bajo el criterio de los “mejores instrumentos”, a este criterio se le conoce como “diversificación ingenua”. También se optaba por la “diversificación inter-industria”, la cual trata de aprovechar el desempeño de las diferentes fases del ciclo económico de una nación.

1.2.1 Elementos a considerar para la inversión internacional

1. **Diversificación de riesgos.** A menudo se sostiene que disminuye el riesgo sin sacrificar el rendimiento esperado. Un requisito previo para esto es que los distintos mercados de capitales del mundo tengan una conducta de precios que sea hasta cierto punto independiente. Esto significa que si las bolsas de valores de New York y Toronto se movieran de manera paralela con el mercado mexicano, no habría oportunidad de diversificación.
2. **Correlación de mercados.** Este rubro es muy importante para entender como diversificar. Expertos concluyen que aunque los coeficientes de correlación entre los mercados varían con el tiempo, éstos siempre se alejan de la unidad. Esto significa que hay lugar para tener una diversificación de riesgos exitosa.⁶ Aunque el fenómeno de la globalización comercial y financiera, a través de la integración de los mercados productivos y financieros hoy en día complica esto porque aumenta la sincronía de los ciclos económicos de los países, tal y como lo refiere Dehesa (2000).

⁴ Sharpe, 2001.

⁵ Solnik, 2004.

⁶ Solnik, 2004.

El grado de independencia de una bolsa de valores está directamente relacionado con la independencia de sus políticas gubernamentales y su economía. Los factores puramente nacionales o regionales parecen jugar un papel importante en los precios de los activos, lo cual ocasiona que existan grandes diferencias en los precios de los activos, lo cual ocasiona que haya diferencias en los grados de independencia entre los mercados. Limitaciones y regulaciones impuestas por los gobiernos nacionales, la especialización tecnológica, las políticas fiscal y monetaria independientes y las diferencias culturales y sociológicas contribuyen al grado de independencia de un mercado de capital. Por otro lado, cuando hay políticas económicas y gubernamentales más cercanas, como entre los países del Benelux⁷ o entre los miembros de la Comunidad Económica Europea, se ve que los mercados de capitales se comportan en forma más parecida. Lo relevante es que la covariación entre mercados no alcanzar la unidad (1), lo que brinda oportunidades para la diversificación de riesgos.

Los coeficientes de correlación no son constantes. En algunos periodos, los mismos factores mundiales afectan a todas las bolsas de valores. En otros periodos, todos los mercados tienden a moverse en forma independiente e incluso en direcciones opuestas. Por ejemplo, la investigación realizada entre los mercados de capitales de México, Canadá y E.U. por Cabello (2007) descubre al menos una relación de co-integración incluso antes de la entrada en vigor del TLCAN (Tratado de Libre Comercio de América del Norte), a pesar de la marcada diferencia en volatilidad y madurez entre el mercado mexicano accionario y sus contrapartes de Canadá y E.U.⁸

Hasta cierto punto, todos los mercados de capitales se mueven en forma conjunta, pero su nivel de independencia deja espacio para que haya diversificación de riesgos en los mercados extranjeros de acciones y de obligaciones. En la matriz de correlaciones que se muestra en la tabla 1.2.1 ilustra el grado de dependencia entre diferentes mercados de valores extranjeros. Aquí se puede apreciar que la relación entre el mercado de E.U. y Canadá es relativamente alta (0.76); los mercados de valores estadounidenses y canadienses se mueven muy parecido.

⁷ Benelux es un acrónimo formado a partir de las primeras letras de los nombres de los tres países: Bélgica, los Países Bajos (Nederland en neerlandés) y Luxemburgo. Este término se utiliza principalmente para referirse a la Unión Económica del Benelux, dentro del marco de la Unión Europea.

⁸ Periodo del estudio: 1984-2002

Tabla 1.2.1 Retorno mensual en USD y riesgo para diferentes mercados de valores, 1994-2002** (Coeficiente de Correlación)

	AUS	CAN	FRA	ALE	IND	ITA	JAP	HOL	SING	SUE	RU	Retorno mensual medio [%]	Riesgo (Desv. Std.) [%]
Australia	1											0.18	4.38
Canadá	0.66	1										0.36	5.5
Francia	0.46	0.59	1									0.37	6.19
Alemania	0.5	0.62	0.85	1								0.39	6.83
India	0.43	0.41	0.21	0.21	1							-0.67	7.82
Italia	0.37	0.47	0.7	0.68	0.31	1						0.63	7.05
Japón	0.57	0.44	0.37	0.32	0.25	0.28	1					-0.62	6.55
Holanda	0.54	0.6	0.87	0.88	0.27	0.67	0.37	1				0.64	6.07
Singapur	0.63	0.53	0.4	0.41	0.36	0.28	0.41	0.44	1			-0.23	9.29
Suecia	0.59	0.71	0.8	0.83	0.38	0.68	0.39	0.76	0.45	1		0.31	7.06
RU*	0.55	0.64	0.75	0.74	0.13	0.5	0.34	0.76	0.49	0.7	1	0.29	4.26
EUA	0.57	0.76	0.67	0.74	0.25	0.49	0.43	0.72	0.54	0.71	0.82	0.64	4.71

Nota: *Reino Unido (R.U.); **India 1997-2002; Suecia 1996-2002

Fuente: Levi M., 2009, pp.406.

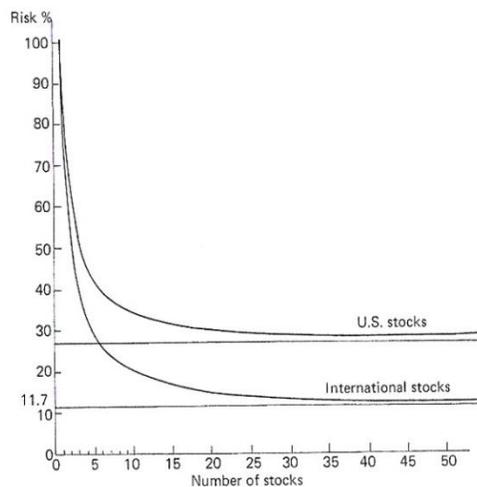
Investigadores han tratado de encontrar avances o retrasos entre los mercados. Sin embargo, no se ha encontrado ninguna prueba de una reacción retrasada y sistemática de un mercado nacional en relación con otro.

3. **Volatilidad de portafolios.** La volatilidad es una medida del riesgo a la cual se le conoce en lenguaje matemático como desviación estándar (σ). Algunos inversionistas estadounidenses se resisten a invertir en el extranjero debido a que argumentan que los mercados externos son más volátiles que el suyo, en especial si se toma en cuenta el riesgo cambiario.

En 1974, se publicó un estudio de Solnik sobre la diversificación. En éste trata la disminución del riesgo sistemático de economías domésticas (Europeas y la Estadounidense) a través de la diversificación internacional. Demostró que construir un portafolio internacionalmente diversificado acarrea menor riesgo que un típico portafolio doméstico. Él se basó en la afirmación de que mientras a los activos financieros de un país les puede estar yendo más mal de lo esperado, otro mercado podrá estar pasándola mucho mejor y, por ende, las pérdidas se equilibran. En la figura 1.2.1 muestra el riesgo total de portafolios diversificados nacional e internacionalmente como una función del número de títulos que se tenga. Primero, consideramos la curva superior (acciones estadounidenses). En dicha figura, 100% representa el riesgo típico de un solo título estadounidense. Cuando se añaden más acciones al portafolio (todos los títulos se seleccionaron al azar), se reduce

rápidamente su riesgo total (desviación estándar o varianza). Si se incrementan los valores nacionales a cuarenta o cincuenta acciones, el riesgo continúa reduciéndose pero a menor escala. Esta es la razón por la cual la curva superior llega a una asíntota que corresponde al riesgo del mercado de E.U.A., el cual representa aproximadamente el 30% del riesgo típico de un solo título.⁹ Si se añaden acciones extranjeras a una cartera completamente nacional, el riesgo se reduce más rápidamente, como se puede ver en la curva inferior (acciones internacionales). En efecto, con cuarenta títulos diseminados por igual entre las principales bolsas de valores (estadounidense y europeas), el riesgo para un inversionista es menor que la mitad del de un portafolio completamente nacional con un tamaño similar. Se ha encontrado lo mismo en portafolios reales y simulados durante distintos periodos, incluyendo la reciente era de los tipos de cambio volátiles, y en todos los casos la diversificación internacional proporcionó una reducción mejor y más rápida del riesgo, aún para un portafolio limitado de títulos.

Figura 1.2.1 Diversificación internacional



Fuente: Solnik, 1974.

4. **Riesgo monetario.** Las fluctuaciones cambiarias afectan tanto el rendimiento total como la volatilidad de cualquier inversión denominada en moneda extranjera. De hecho, su impacto en el rendimiento de la inversión a veces puede exceder al de la ganancia de capital, en especial en periodos cortos de tiempo. Sin embargo, la fluctuación cambiaria nunca ha sido el principal componente del rendimiento total sobre un portafolio diversificado en un largo periodo. Esto surge del hecho de que a

⁹ Solnik, 2004.

veces se compensa la depreciación de una moneda con el incremento de valor en otra. Estudios empíricos indican que el riesgo cambiario, medido por la desviación estándar del movimiento de los tipos de cambio, es menor que el riesgo de la bolsa de valores correspondiente. Por lo tanto, se debe estar consciente de la existencia de riesgo, aunque no por éste se tiene que desechar la idea de invertir en el extranjero por las siguientes razones:

Primero, los riesgos de mercado y cambiario no son aditivos. Esto solamente sería cierto si los dos estuvieran perfectamente correlacionados. De hecho, solo existe una correlación débil, y a veces negativa.

Segundo, las principales monedas se pueden cubrir contra el riesgo cambiario de una inversión vendiendo contratos de divisas o incluso pidiendo préstamos en moneda extranjera para financiar la inversión.

Tercero, debe medirse la contribución del riesgo cambiario para todo el portafolio en lugar de para los mercados o título individuales, puesto que parte de ese riesgo se diversifica por la variedad de monedas representadas en ese portafolio.

5. **Rendimiento ajustado al riesgo.** En un mercado eficiente, reducir el nivel de riesgo añadiendo inversiones menos riesgosas implica que se disminuye el rendimiento esperado. No obstante, la diversificación internacional no implica ninguna estricta reducción en el rendimiento esperado pues lo que se aminora es el riesgo al reducir la volatilidad.

Algunas economías emergentes ofrecen oportunidades atractivas de inversión. Los riesgos locales (volatilidad, liquidez, condiciones políticas, etc.) son más altos, aunque el beneficio esperado también lo es. Entre las economías y bolsas de valores que hoy en día destacan por su desarrollo y crecimiento están Brasil, Rusia, India y China.

En cualquier periodo dado es probable que un mercado nacional tenga un mejor desempeño que otros. Si se pudieran hacer predicciones perfectas, la mejor estrategia sería invertir exclusivamente en el mercado con mejor desempeño o incluso en el valor con el más alto desempeño. Pero debido a la gran incertidumbre de los pronósticos, siempre es mejor distribuir el riesgo en el fondo mediante la diversificación internacional en mercados con un rendimiento esperado similar. Esto contribuye a obtener mayores rendimientos esperados ajustados al riesgo.

Los estudios empíricos ofrecen argumentos convincentes para la diversificación internacional. Sin embargo, aunque la inversión internacional está aumentando con rapidez, todavía no está difundida en muchos países y falta mucho por desarrollar.

1.2.2 Barreras típicas para invertir en el extranjero

Hasta cierto punto, el capitalista que invierte estrictamente en su país es como aquella persona que ignora todos los sectores industriales, excepto los productos químicos, en la bolsa de valores. Al limitarse sólo a las acciones de las compañías químicas, el inversionista incurre en riesgos innecesarios. Si las acciones en otras industrias tienen el mismo rendimiento esperado, el inversionista estará mejor económicamente al diversificarse en esos sectores, sean de energía, de alta tecnología, de la banca o de cualquier otro sector.

Existen algunas barreras para la inversión en el extranjero, las más usuales son:

Conocimiento de los mercados extranjeros. Las diferencias culturales son un impedimento importante para la inversión extranjera. A menudo, los inversionistas no están familiarizados con las culturas y mercados extranjeros. Se sienten incómodos por la forma en que se hacen los negocios en otros países: los procedimientos comerciales, la manera de presentar los informes, distintos idiomas, zonas horarias diferentes, etc. Debido a estos problemas de conocimiento y comunicación, los inversionistas con frecuencia prefieren hacer su negociación extranjera a través de corredores nacionales.

Regulaciones. En muchos países las regulaciones limitan la inversión extranjera con el fin de proteger o controlar el capital. Los inversionistas institucionales en la mayoría de los países están limitados en cuanto a la proporción de activos extranjeros que pueden tener en sus portafolios.

Eficiencia de los mercados. Un primer problema en la eficiencia de los mercados es la liquidez. Algunos mercados son muy pequeños y otros tienen un gran volumen de comercio. La liquidez es la imposición de controles de capital sobre inversiones de carteras extranjeras. Este control de capital evita la venta de una cartera de activos extranjeros y la repatriación de los beneficios y recursos. Otro problema es la manipulación de precios. Por

ejemplo, un administrador de portafolios no correría el riesgo de invertir en mercados extranjeros si fueran ineficientes porque podría beneficiar a los especuladores nacionales.

Percepción de riesgos. El resultado neto de la diversificación internacional es la reducción de la magnitud de pérdidas potenciales en un cierto periodo. Sin embargo, los inversionistas y los intermediarios financieros son los que tienen contacto día a día con los mercados así que su perfil de riesgo y sus preferencias de inversión son las que realmente le dan forma a la percepción de riesgos que ellos encuentran al capitalizar inversiones.

Costos. Los costos tienen varios componentes. Las comisiones son unos de ellos. Éstas son cobradas de formas variadas por los intermediarios al hacerse una transacción. En algunos países, las comisiones son fijas y están sujetas a un impuesto. Hoy en día, la liberalización de los mercados de capitales las están forzando a que tengan una tendencia a que sean cada vez más bajas.

Costos de custodia. Los costos internacionales de custodia tienden a ser mayores para la inversión internacional puesto a que se originan costos debido a la necesidad de tener un sistema de contabilidad, información y flujo de efectivo de monedas múltiples.

Impuestos retenidos. La retención de impuestos existe en la mayoría de los mercados de valores y algunos inversionistas buscan eliminar esto por medio del llamado *coupon hopping*.¹⁰ Por lo general, se puede recobrar este impuesto después de varios meses; este retraso en tiempo puede crear un costo de oportunidad. En algunos casos parte del impuesto se pierde completamente, de acuerdo con el tratado tributario que exista entre los dos países. Sin embargo, el impuesto retenido sólo se aplica al rendimiento de dividendos.

Cuota de administración. Los administradores internacionales de dinero cobran más que los nacionales porque se incurre en costos como: suscripción a base internacional de datos, recopilación de datos, investigación, sistema contable internacional y costos de comunicaciones.

¹⁰ Véase el significado en el glosario.

1.3 La globalización financiera

En nuestra forma de vida y en nuestra vida diaria el comercio internacional ha tomado una importancia dominante. En las tiendas y centros comerciales podemos encontrar carros japoneses, cámaras y equipos electrónicos chinos, televisores de LCD y plasma de Corea, y ropa maquilada en la India. En la calle, automóviles ensamblados en Alemania, México, Canadá, Suecia y Francia consumen gasolina de Nigeria, Arabia Saudita, Gran Bretaña, Irán y Kuwait. En casa, tomamos té de la India, café brasileño, whisky escocés, cerveza alemana y vino de casi cada esquina de la Tierra. Nos hemos acostumbrado a utilizar estos productos de tierras distantes que tornan fácil olvidar que son resultado de vínculos financieros e inversiones internacionales (Levi, 2010). En la opinión de Castells (1996) la globalización financiera es la columna vertebral de la nueva economía mundial.

La descripción anterior nos invita a imaginar la demanda de inversión global que obedece al incremento comercial y financiero internacional. Dehesa (2002) define a la globalización como un proceso dinámico de creciente libertad e integración mundial de los mercados de trabajo, bienes, servicios, tecnología y capitales. Otro texto, como el de Aldana (2011), define a la globalización como un proceso progresivo de aproximación de precios provocado por la eliminación de fricciones (costos de operación, costos de información, aranceles, etc.) entre economías que puede dar lugar a la aparición de oportunidades de beneficio aprovechando las situaciones en las que no se cumple la ley del precio único entre los bienes y servicios.

Se tiene la idea de que hoy en día los mercados financieros son más abiertos y libres que nunca antes. Esta creencia se basa en la desaparición de muchas barreras legales para invertir y en como la información viaja alrededor del mundo a la velocidad de la luz. Sin embargo, Dehesa (2002) y Levi (2010) lo desmienten, pues un proceso similar de integración de mercados comenzó en la parte tardía del siglo XX de una forma tan intensa como la actual. Ya al inicio del siglo XXI y tras décadas siniestras en las cuales se presentaron conflictos bélicos mundiales y la Gran Depresión, se reinició este proceso de globalización después de la Segunda Guerra Mundial. Este nuevo comienzo implicó el establecimiento de relaciones económicas más fuertes y bajo una serie de acuerdos internacionales que sentaron las bases para darle forma a las instituciones que hoy en día rigen, básicamente, el comercio y las finanzas internacionales. En este proceso de

negociación internacional e institucionalización se crearon organizaciones de la talla del Fondo Monetario Internacional (FMI), la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), la Organización Mundial del Comercio (OMC), entre otras.

La globalización está basada en una serie de libertades:

- la libertad de comerciar con el resto de los países del mundo aprovechando las ventajas comparativas de cada uno
- la libertad de invertir los capitales allí donde tienen un mayor rendimiento dentro de un riesgo asumible
- la libertad de establecerse en el país que se desee para conseguir un mayor beneficio

Además, la globalización permea diferentes ámbitos, por lo que se hace necesario clasificarla. Friedman (2000) lo hace de la siguiente forma: 1. Laboral, 2. Financiera, 3. En la Ciencia y Tecnología y 4. En la Producción y Comercialización. No obstante, el-Ojeili (2006) y Dehesa (2002) sientan los argumentos para considerar a la Globalización de la Cultura como parte de la clasificación.

La globalización tiene como agentes fundamentales a las grandes empresas multinacionales, tanto financieras como no financieras, que se implantan en los países, aumentando los flujos de capitales y comerciales provocando que los mercados estén cada vez más integrados y globalizados. Se pueden identificar dos factores que contribuyen al proceso de globalización. Primero es la tecnología, pues alienta a que los costos disminuyan radicalmente. El costo de procesamiento de información a través de computadoras ha caído de 100 en 1975 a 0.01 en 1995, y se estima que hoy esté por debajo de los 0.001 dólares por segundo. Ello ha hecho que las barreras naturales de tiempo y espacio entre los países sean cada vez menores y, por tanto, el costo de enviar de unos a otros bienes y servicios, personas y capitales e información sea cada vez más bajo, lo que ha facilitado la internacionalización e interdependencia de las economías. El segundo es la liberalización de los intercambios de bienes, servicios y capitales, tanto a través de negociaciones multilaterales, unilaterales y bilaterales de autoridades económicas de los países o de regiones de integración.

Se hace inminente considerar que existen ventajas y desventajas de la globalización. Entre las ventajas se cuenta al impulso del comercio y los movimientos internacionales de capitales, los cuales se han multiplicado exponencialmente gracias al internet. Por esto mismo, ahora se dispone de un amplio espectro de bienes y activos, incrementándose la

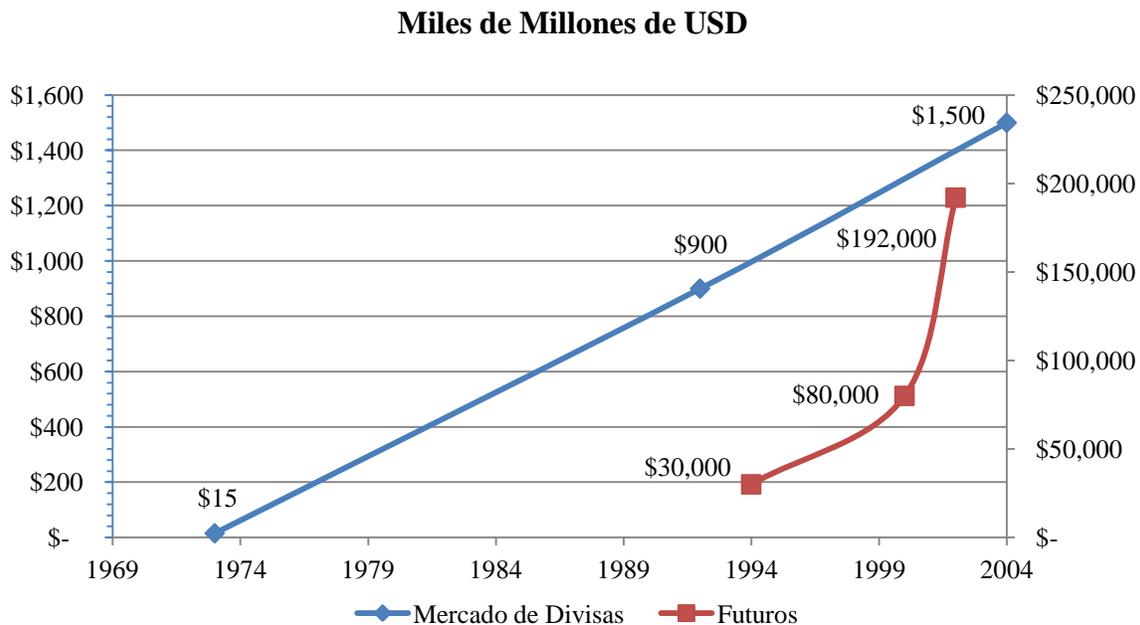
rapidez de respuesta a nuevas situaciones de riesgo. Decrece la dependencia de la inversión del ahorro nacional. En general, la eficiencia de las economías y de los mercados mejora. El desarrollo y traspaso de tecnología se vuelve más ágil, así como rápidamente asimilable. Por lo tanto, la productividad y el crecimiento crecen. También los consumidores se ven beneficiados con la disminución de precios. Todos estos conceptos tal vez son idealistas pero forman parte de la teoría del como la globalización financiera se plasma hoy en día. Con base en un estudio realizado por el FMI (Dallara, 1997) se advierten efectos positivos especialmente para economías emergentes. La investigación de opinión refiere a que estas economías tienden a ser transparentes en sus datos económicos y financieros, a llevar a cabo reformas que incentivan sus economías, así como también a la integración de los mercados financieros y la diversificación de portafolios.

Por otro lado, también es importante mencionar las críticas o desventajas del fenómeno. La globalización financiera tiende a incentivar la variabilidad de los precios de los activos, el apalancamiento por medio de productos derivados, la pérdida de autonomía de los gobiernos, la disminución de sueldos y la fragmentación de sociedades y mercados laborales. Además, con la liberación y globalización de capitales las crisis financieras se hacen frecuentes, las fuertes entradas de dinero generan burbujas financieras y la velocidad de salida de los mismos flujos desencadenan crisis que se disemina a mercados financieros interconectados. A este último proceso se le llama contagio financiero y se remonta a la literatura sobre las crisis bancarias.

Los mercados financieros son bastante diferentes de otros mercados, dice Soros (2002), porque no tienden al equilibrio ni se basan en el conocimiento, en lugar de ello se rigen por la especulación y tienden al descontrol o caos.

En 1973 se realizaban operaciones en los mercados de divisas por un valor equivalente a \$15 mil millones de dólares en promedio diarios. Para 1992 aumentó a \$900 mil millones por año y nuevamente, para el 2004, a \$1.5 billones por día. En cuanto al mercado internacional de derivados, por ejemplo el de futuros, donde los vendedores y comparadores pactan la venta de un *commodity* específico en una fecha futura a un precio previamente acordado, creció en valor de \$30 billones en 1994 a \$80 para el 2000 y a \$192 billones para el 2002 (Cetina, 2005 y el-Ojeili, 2006). En la figura 1.3.1 se puede visualizar lo descrito.

Figura 1.3.1 Explosión Financiera



Fuente: el-Ojeili, 2006.

1.4 Proceso de apertura del mercado mexicano

Con el triunfo del pensamiento neoliberal el FMI, el Banco Mundial (BM), la Reserva Federal y el Departamento del Tesoro de E.U., instituciones a las cuales se les conoce después como el Consenso de Washington, recomiendan e introducen a la práctica en América Latina y en otras partes del mundo una serie de reformas. Dicho conjunto de reformas estuvieron destinadas a reestructurar las economías y permear muchas áreas relacionadas entre sí.

El pensamiento neoliberal pretende mejorar la competitividad, estimular el libre acceso a los recursos de capital y tecnológicos y promueve una estructura económica flexible. Su objetivo es desarrollar un ambiente más favorable para los inversionistas nacionales y extranjeros para lograr un crecimiento económico sostenido, estabilidad de precios y altos niveles de bienestar.

La historia del cambio estructural financiero en México puede dividirse en cuatro periodos, según Cordera y Vanegas (2005):

- El ajuste económico para enfrentar la crisis de la deuda (1982-85)
- El inicio del cambio estructural y la primera generación de reformas (1986-94)
- La profundización del cambio estructural (1995-2000)
- El agotamiento del impulso inicial de las reformas (a partir del 2001)

1.4.1 Antecedentes

En el contexto internacional, a finales de la década de los setenta se agudizaba el poco crecimiento de los países desarrollados y crecía la idea de un cambio necesario en el funcionamiento económico y en el financiamiento internacional. Problemas como la caída de los precios petroleros ocasionaron que el gobierno mexicano enfrentase problemas para pagar la deuda contraída en los circuitos internacionales de crédito. En circunstancias parecidas, de alto endeudamiento y pobreza, se encontraban otros países alrededor del mundo, por lo que a este fenómeno se le llamó el problema de la deuda de los países del Tercer Mundo.

Tinoco, Torres y Venegas (2008) reportan que las reformas financieras mexicanas comienzan en 1970 con la autorización de diversos grupos financieros. En 1975 se fusionan los mercados de valores de Guadalajara, Monterrey y de la capital para dar paso a la BMV y entra en vigor la Ley del Mercado de Valores.¹¹ Después de la creación del mercado de valores se introducen bonos negociables del gobierno. Para Tello (2007) las reformas previas a 1986 son el preludio a las reformas financieras sistémicas que propiciaron el cambio de fondo en el sistema financiero mexicano.

Desde los primeros años de la década de los ochentas, la economía nacional se encontraba inmersa en una profunda crisis, la falta de crecimiento dificultaba el pago de los créditos internacionales, previamente obtenidos. Por otra parte, era usual pagar los créditos pasados con los nuevos y por ende no se inyectaban los recursos a las actividades productivas planeadas, lo que la exacerbó.

A partir de 1982 se abandona, progresivamente, el modelo que México venía siguiendo, que se apoyaba en la activa y extensa participación del Estado en los sectores más importantes de la producción de bienes y de algunos servicios protegiendo la

¹¹ Dato obtenido de: www.bmv.com.mx ; en la sección ¿Qué es la BMV?/Nuestra Historia

producción nacional y estimulando la industrialización, por el modelo abierto a la competencia. El gasto público era el motor del crecimiento económico y social, por lo que la participación del sector público en la actividad económica estaba acompañada de un nivel del gasto público en constante crecimiento. El objetivo primordial del endeudamiento de la economía mexicana era financiar el déficit presupuestal.

Durante el sexenio del presidente Carlos Salinas, las autoridades económicas argumentaban que la reforma financiera era necesaria, indispensable e improrrogable debido a que bajo el esquema de operación en que había funcionado la economía del país, se había desarrollado un marco institucional incapaz de responder a los choques externos y a los efectos desfavorables de éstos sobre los recursos disponibles (López, 2009). Bajo el argumento de mejorar la eficiencia del sistema económico se llevaron a cabo reformas financieras en nuestro país. Éstas incluyeron la liberalización del comercio exterior, del sistema financiero y de la inversión extranjera.

Con la puesta en marcha de las reformas, ya en los noventas, daba la impresión de que la meta de estabilización económica se lograba, pero dado el agotamiento relativamente acelerado de las reservas internacionales que se dio desde principios de 1994, el Banco Central fue incapaz de mantener la paridad cambiaria, por lo que a finales de ese año las autoridades mexicanas tomaron la decisión de abandonar el régimen de tipo cambiario semifijo dentro de “bandas” que se había seguido y optaron por un nuevo régimen cambiario de tipo flotante, de acuerdo con las fuerzas del mercado (López, 2009). Esta década quedó marcada por crisis financiera mexicana de 1994-95 y sus efectos.

En pocas palabras se orientó la economía hacia los mercados externos. Sin embargo, la liberalización comercial y financiera y la reducción del sector público no dieron el resultado deseado.

1.4.2 Aspectos que propiciaron las reformas financieras

La combinación de varios aspectos obedece a que en México se haya podido implantar el modelo neoliberal, según Tello (2007). Primero, el pensamiento de libre mercado, el libre movimiento de mercancías, los servicios y el capital entre las naciones y la disminución de la participación del Estado en la actividad económica y en la conducción del proceso de desarrollo de las naciones ya era inminente en varias partes del mundo.

En segundo lugar, el capital financiero internacional (encabezado por el FMI y el Banco Mundial) veía amenazada la posibilidad de recuperar sus recursos prestados a varios países, aunque logró exigirles el pago puntual y cabal de lo prestado, porque de lo contrario no serían aceptados por la comunidad financiera internacional.

En tercer lugar, E.U., por su potencia económica, exige a países como México alinearse y supeditarse a ese modelo.

Cuarto, el capital nacional promueve la puesta en práctica del modelo neoliberal después de la nacionalización de la banca, con el propósito de reducir las facultades económicas del Estado.

En quinto lugar, las limitaciones, insuficiencias, deficiencias e, incluso, las contradicciones del modelo de desarrollo en aquel entonces vigente sirvió para criticar lo hecho en el pasado y promover el cambio.

Sexto, el gabinete de de la Madrid (1982-88), así como el de Salinas (1988-94) y el de Zedillo (1994-2000), se conformó por personas con estudios de posgrado en universidades de E.U. en el área financiera, por lo que hubo homogeneidad ideológica en la tesis y recomendaciones del modelo neoliberal.

1.4.3 Las reformas financieras

Las reformas financieras instrumentadas a partir de finales de 1988 se caracterizaron por su amplia cobertura, su profundidad, por el ritmo con que fue puesta en práctica y por el objetivo buscado. Los dos objetivos básicos fueron:

- Acrecentar la generación del ahorro nacional, ampliar el monto de los recursos disponibles y canalizarlos de manera eficaz y oportuna hacia actividades productivas dinámicas, que permitieran alcanzar los niveles de crecimiento deseados y
- Ampliar, diversificar y modernizar el sistema financiero para promover y apoyar la productividad y competitividad

En tres ejes se dirigieron las reformas financieras, llevadas a cabo en México desde 1970 al 2005: 1) Medidas sistémicas, 2) Reformas a Bancos Comerciales y 3) Reformas a

Mercados de Capitales y Dinero (Tinoco, 2008). De manera paralela a la introducción de las reformas monetarias, financieras y bancarias se inició un proceso de ajuste y negociación de la deuda externa del país. A mediados de 1989 se suscribieron convenios con el FMI, el Club de Paris y otro con el Banco Mundial.

Mediante reformas constitucionales a los artículos 18 y 123, a partir de mayo de 1990 el servicio de banca y crédito dejó de ser una actividad exclusiva del Estado. La reforma se acompañó con la apertura al capital externo. Primero se llevó a la práctica la desregulación de la inversión extranjera directa. Posteriormente, se dio la apertura de los mercados financieros a la inversión en cartera y, finalmente, se permitió la escalonada inversión extranjera en la banca. Algunos cambios destacados fueron la eliminación de los requerimientos de reservas por parte de los bancos privados y la supresión de las restricciones a las tasas de interés, tanto de los depósitos como de los préstamos.

El proceso de privatización de la banca comercial, compuesta por dieciocho instituciones, se llevó a cabo entre 1991 y 1992. Poderosos grupos financieros, con un alto grado de concentración, se gestaron. En 1994 el capital foráneo en la banca de México ascendía al 5%, para el cierre del 2003 la proporción ascendía a 82.3% distribuida por origen nacional de los recursos de la siguiente manera: España, 37.6% (BBV- Bancomer y Santander-Serfin); Estados Unidos, 27.6 % (Banamex- Citibank, Bank of America y otros); México, 17.7 % (Banorte, Inbursa y otros); Reino Unido, 10.1% (HSBC – Bital); Canadá, 10.1% (Scotiabank – Inverlat) y otros (ING, Deutsche, Tokio, Dresdner, Abnamro, etc.) (Turrent, 2007). Es de destacarse el otorgamiento de la autonomía al Banco de México en 1993 con el fin de desvincularlo de decisiones políticas que lo afectaron en el pasado.

Después de la crisis financiera de 1994 y el rescate a los deudores de la banca vinieron dándose nuevas medidas, por parte del gobierno, para reestructurar el sistema. Se estableció un nuevo marco de supervisión y regulación preventivas, se creó un nuevo sistema de pensiones basado en el funcionamiento de fondos privados para fortalecer el ahorro interno, entre otras acciones.

La modernización de la estructura financiera, promovida por la capitalización de los intermediarios financieros y el uso de nuevas tecnologías, tenía como sustento la internacionalización del sistema financiero frente al inminente proceso de globalización. Se creó un nuevo marco jurídico que autorizaba a los intermediarios financieros mexicanos, ahora nuevamente privados, a llevar a cabo actividades en los mercados de capitales internacionales (López, 2009).

En la opinión de Tello (2007) aún falta mucho por hacer, pues no se ha constituido un sólido, auténtico mercado de capitales en el país, necesario para financiar a largo plazo la formación pública y privada de capital. Adicionalmente, la mayoría (en torno a 70%) de las operaciones en la Bolsa de Valores se hacen en Cetes, con plazo de vencimiento menor a un año. Además, la mayoría de las empresas nacionales no cotizan en la Bolsa de Valores, cuya actividad está altamente concentrada en unas cuantas empresas (Teléfonos de México, Cementos Mexicanos, Grupo Carso, Televisa, Bimbo, FEMSA y Walmex).

En pocas palabras, para el proceso de reforma de la economía mexicana se conformaron nuevos marcos legales para regular el funcionamiento del sistema financiero nacional, cuyas principales consecuencias fueron el funcionamiento de mercados liberados de la mediación gubernamental, tipo de cambio flotante dentro de bandas (posteriormente bajo régimen de libre flotación), no fijación de las tasas de interés pasivas ni activas y liberalización del flujo de movimientos de capitales con los mercados financieros internacionales (López, 2009).

1.4.5 La apertura comercial y el TLCAN

La liberación comercial, el proceso de desmantelamiento del sistema de restricciones al comercio exterior se dio en unos cuantos años (1985-87), se pasó de ser una de las economías más cerradas a una de las más abiertas del mundo.

Complemento de la liberación comercial, México llevó a cabo negociaciones con diversas regiones: en 1986, Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI); en 1988, Cuenca del Pacífico; en 1989, Cooperación Económica del Pacífico (APEC)¹². Después, México ingresa como miembro de pleno derecho de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). Además, se firmaron muchos tratados de libre comercio con países de América Latina; con la Unión Europea e Israel, en el 2000; con Japón, en el 2005; entre otros.

Seguramente, el tratado más destacado para México es el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) entre Estados Unidos, Canadá y México que en 1990 se empezó a negociar y se aprobó en 1993 y entró en vigor el primero de enero de 1994. México lleva a cabo el grueso de su comercio exterior con los países de esta región

¹² Por sus siglas en inglés. Véase en acrónimos y siglas.

económica. El TLCAN brinda un marco legal y seguridad a las relaciones comerciales entre los tres países. En éste se propone:

- Aumentar las oportunidades de inversión
- Eliminar los obstáculos al comercio de bienes y servicios
- Promover la competencia leal
- Proteger la propiedad intelectual
- Procurar la eficacia en la aplicación y administración del Tratado
- Establecer lineamientos para la cooperación trilateral, regional y multilateral

En 1993 se promulga la Ley de Inversiones Extranjeras e integra las disposiciones del TLCAN en la materia. La nueva Ley especifica qué actividades están sujetas a diversas limitaciones y las que requieren aprobación de la Comisión Nacional para la Inversión Extranjera (CNIE), que evaluará las solicitudes considerando los criterios: a) la creación de empleo y capacitación de la mano de obra; b) la aportación tecnológica; c) el respeto a las normas de protección ambiental; d) la contribución a la competitividad.

El capítulo XI del TLCAN, que versa sobre el desempeño, protección, liberalización y solución de controversias de la inversión de los tres países, fue aprovechado por México para firmar tratados Bilaterales de Promoción y Protección de la Inversión Extranjera (conocidos como BIT, por sus siglas en inglés). Entre 1995 y 2000, México firmó acuerdos BIT con básicamente países Europeos y Corea. Esta práctica es común debido a que las empresas y los gobiernos de los países desarrollados busca proteger las inversiones que llevan a cabo en países en proceso de desarrollo.

Después de la firma del TLCAN, el promedio anual de inversión proveniente de E.U. se incrementó considerablemente. Entre 1984 a 1993 fue de casi dos mil millones de USD y para el periodo de 1994 a 2003 fue de más de ocho mil millones.

Capítulo 2. Marco Teórico y Metodológico (Teoría Moderna del Portafolio)

Para facilitar la comprensión de este capítulo es necesario un poco de historia con el fin de ubicar de dónde proviene la Teoría Moderna del Portafolio (TMP) como parte de las Finanzas Modernas.

La Economía es una ciencia de numerosas ramas. En una de ellas se encuentra la Economía Financiera cuya historia y desarrollo es reciente. Antes del redescubrimiento de la Teoría de la Especulación (*Théorie de la Spéculation*) de Bachelier¹³, la Economía Financiera consistía simplemente en una colección de anécdotas y reglas sin ningún contenido científico, con un punto de mira dirigido exclusivamente al conocimiento puramente descriptivo. Incluso era confundida con el ejercicio de la contaduría pública. El carácter de científico se lo dan las contribuciones de la economía¹⁴, las matemáticas, la estadística, la actuaría, la física y la investigación de operaciones (Ortíz, 2010).

La Economía Financiera se distingue de un campo más amplio como lo es la Teoría Económica por su principal foco de atención que son los mercados de capitales. El estudio de la economía financiera es el comportamiento y la toma de decisiones financieras de los individuos (en especial empresas y público inversionista) en la asignación intertemporal¹⁵ de sus recursos y las relaciones que entre ellos se establecen mediante los mercados e instituciones financieras en un entorno incierto. Dentro de sus campos de acción están las finanzas corporativas, la administración de portafolios de inversión, la ingeniería financiera, el análisis y administración de riesgos, la administración de los mercados e instituciones financieras, y el financiamiento del desarrollo.

En las últimas décadas, se ha intensificado el desarrollo científico de la Teoría Moderna del Portafolio gracias a fenómenos como la inestabilidad de los mercados financieros internacionales y nacionales, originados con la caída del sistema de tipo de cambios fijos, y la globalización económica y financiera. A pesar del funcionamiento

¹³ Louis Bachelier, matemático francés considerado el padre de las matemáticas financieras gracias a su *Théorie de la Spéculation* publicada en el Journal *Annales Scientifiques de l'École Normale Supérieure*. Bru Bernad, 2000.

¹⁴ Particularmente la economía monetaria y bancaria, y la econometría.

¹⁵ El concepto *intertemporal* hace referencia tanto a un único periodo y dos fechas como a múltiples periodos y fechas donde se admite la posibilidad de renegociar óptimamente los portafolios. Fuente: Marín *et. al.* 2001.

complejo de los mercados globales las innovaciones financieras y las tecnologías de la información y del conocimiento (TIC's) contribuyen a crear y mejorar las teorías, modelos, técnicas y herramientas para la toma de decisiones financieras.

Hace solamente treinta años atrás, la naturaleza del equilibrio en los mercados de capitales y sus consecuencias para la valoración de los activos financieros en un mundo de incertidumbre eran totalmente ignoradas. Además, en lo que podemos denominar finanzas premodernas, se cometía el error de intentar valorar activos de forma individualizada atendiendo exclusivamente a los flujos de pagos que generaban dichas empresas. Sin embargo, en la moderna teoría de finanzas queda claro que no se pueden entender los valores de los activos sin hacer referencia a los precios de otros títulos existentes en la economía.

El impacto de la teoría de los mercados eficientes, selección de carteras, análisis y valoración del riesgo y la teoría de valoración de opciones, resulta evidente. La concesión en 1990 del Premio Nobel de Economía a tres distinguidos economistas financieros, Harry Markowitz, Merton Miller y William Sharpe, representó el definitivo reconocimiento de esta materia. Recientemente, en 1997, Myron Scholes y Robert Merton también recibieron el Nobel por sus contribuciones a la valoración de los activos derivados. Cabe recordar, que los economistas que sentaron las bases de lo que actualmente es la Economía Financiera son Kenneth Arrow, Gerard Debreu y Franco Modigliani.

En la actualidad, podemos identificar fácilmente un nuevo campo que podemos denominar Econometría Financiera. Este no sólo intenta corroborar teorías financieras sino, además, usa los datos financieros para generar predicciones sobre la actividad económica y otras variables de interés.

2.1 Antecedentes y evolución

En el siglo XX, el desarrollo industrial impulsó a las corporaciones a buscar la forma de satisfacer sus necesidades, cada vez más complejas, de financiamiento. Es entonces cuando las finanzas comienzan a distinguirse como un cuerpo independiente de estudio, diferente a la economía.

A finales de la década de los años veinte e inicio de los treinta se caracterizaron por el caos financiero derivado de la crisis de 1929. El mantenimiento de la liquidez, la

supervivencia y la reorganización financiera de empresas, y las cuestiones de bancarrota provocaron que las finanzas se interesaran por resolver estos problemas.

Es durante la mitad del siglo XX cuando las finanzas cambian de enfoque hacia la toma de decisiones. Se desarrollaron aplicaciones referentes a la presupuestación de capital (evaluación de proyectos), administración del efectivo y capital de trabajo, determinación y optimización del costo de capital, política de dividendos, etc. Este desarrollo conllevó a resaltar la importancia de la toma de decisiones en relación al riesgo rendimiento en la optimización del manejo de los recursos. También, en la relación entre la administración financiera de la empresa y el equilibrio en los mercados de capital, que a su vez son fuentes del financiamiento empresarial.

Es durante la segunda mitad de la década de los cincuenta y comienzos de la década de los sesenta cuando se transitó hacia lo que hoy conocemos como finanzas modernas. Los trabajos seminales de Markowitz (1952, 1959), Linter (1965), Sharpe (1963, 1964), Mossin (1966) y Treynor (1969)¹⁶ dieron forma a la Teoría Moderna del Portafolio.

Además de la Teoría Moderna del Portafolio, existen otras teorías que forman parte de los pilares de la Economía Financiera. Por ejemplo, la teoría de la utilidad, la teoría de los mercados eficientes, la teoría de la selección de portafolios de Markowitz, el modelo de fijación de precios en el mercado de valores (CAPM, Capital Asset Pricing Model), la teoría de fijación de precios con arbitraje de los activos financieros (APT, Arbitrage Pricing Theory), la teoría de la fijación de opciones y derivados (OPT, Options Pricing Theory), entre otras. Concretamente las teorías del portafolio identifican los parámetros sobresalientes para la selección de inversiones y modelan el comportamiento de los inversionistas y mercados financieros. Igualmente se perfeccionan aplicaciones para la optimización y administración del portafolio.

Con el paso del tiempo estas teorías y modelos han ido evolucionando y, también, han sido desarrolladas importantes extensiones. Todas estas contribuciones facilitan la asimilación de nuevo conocimiento de los mercados e instituciones financieras y ayudan a la comprensión de la relación entre los diferentes participantes, así como a generar herramientas y modelos provechosos para la toma de decisiones micro y macrofinancieras.

¹⁶ Treynor, 1969, trabajo no publicado.

2.1.1 Modelos de la Teoría Moderna del Portafolio

La teoría de portafolios tiene poco más de 50 años. Su objetivo básico es el análisis de cómo asignar de forma eficiente los recursos y el riesgo de las inversiones. El reto es determinar las medidas relevantes de riesgo y la magnitud de las primas relacionadas con él. Se han logrado avances en modelos que buscan maximizar rendimientos, minimizar riesgos y, a su vez, hacer selecciones diversificadas.

Tal y como lo describe López (1999) en su artículo, Markowitz revolucionó la forma en cómo se elegían los elementos de un portafolio. En otras palabras optimó la elección de activos. Es necesario mencionar que la Teoría Moderna del Portafolio es vasta y el modelo de selección Markowitz no es el único empleado. Sin embargo, es uno de los más sencillos y comprensibles. En seguida se describirán, a grandes rasgos, las características de los modelos más representativos.

2.1.1.1 Modelo Markowitz

Este modelo toma como punto de partida las particularidades primordiales de una inversión (el riesgo, los componentes del rendimiento de las inversiones y la valuación de activos financieros). La contribución de Markowitz es un modelo para estructurar portafolios óptimos que maximicen los rendimientos, dado un nivel de riesgo o, desde otro punto de vista, que minimicen el riesgo para un nivel de rendimiento dado. Considera como supuestos la racionalidad de los inversionistas, la eficiencia de los mercados y supone una distribución normal lo que conduce a que el rendimiento esperado del portafolio sea el promedio ponderado de los rendimientos esperados de los activos incluidos.

$$E(r_p) = \sum_{j=1}^M [w_j \times E(r_j)]$$

Donde:

$E(r_p)$: rendimiento esperado de un portafolio

$E(r_j)$: rendimiento esperado de cada activo del portafolio

w_j : ponderación de la inversión realizada en el activo “j”

El riesgo del portafolio es la desviación estándar de los rendimientos de los activos incluidos en el mismo. La varianza de los rendimientos de un portafolio es el promedio ponderado de las covarianzas de todos los pares de activos incluidos en el portafolio.

$$\sigma_{r_p}^2 = \sum_{i,j=1}^{M^2} [w_i \times w_j \times cov(r_i, r_j)] \quad ; \quad \sigma_{r_p} = \sqrt{\sigma_{r_p}^2}$$

Donde:

$\sigma_{r_p}^2$: varianza de los rendimientos del portafolio

σ_{r_p} : desviación estándar del portafolio

w_i, w_j : ponderación de la inversión en los activos “i” y “j”, respectivamente.

$cov(r_i, r_j)$: covarianza entre los rendimientos de los activos “i” y “j”

Si se estiman los rendimientos, varianzas de cada activo y las covarianzas de cada par de activos, es posible identificar un conjunto de oportunidades de inversión llamado frontera eficiente en un plano ($E(R_p), \sigma^2$). Este modelo no especifica cuál es el portafolio único óptimo, sino más bien un grupo de portafolios eficientes.

2.1.1.2 Capital Asset Pricing Model (CAPM)

Este modelo es el primero bien conocido para lograr un equilibrio del mercado y fue desarrollado por Sharpe en 1963. Su objetivo es proporcionar una vista simplificada de la gran cantidad de activos financieros disponibles para capturar los principales aspectos de la realidad financiera ya que la del mercado es sumamente compleja. El modelo tradicional se basa en suposiciones, que son en opinión de Solnik, bastante restrictivas en cuanto a las preferencias de los inversionistas. Las suposiciones son las siguientes:

- A todos los inversionistas del preocupa el riesgo y el rendimiento. Tienen aversión por el riesgo y prefieren tener el menor posible, y el máximo rendimiento esperado
- Los inversionistas están de acuerdo en el rendimiento esperado y el riesgo de todos los activos
- A los inversionistas les interesan los rendimientos nominales

- Existe una tasa de interés libre de riesgo relacionada con una capacidad ilimitada de prestar o pedir prestado con esta tasa
- No hay costos de transacción ni impuestos

El CAPM es el fundamento de la Teoría del Mercado de Capitales gracias al teorema de separación de Tobin, el cual sostiene que todos deben tener el mismo portafolio de activos con riesgo. El CAPM considera que el rendimiento de un activo está determinado únicamente por la tasa de interés libre de riesgo y el rendimiento que proporcione dicho portafolio teórico, llamado de mercado, de acuerdo con la correlación entre la volatilidad del rendimiento del activo y la del rendimiento de ese portafolio. Es así como los inversionistas ajustan su preferencia por el riesgo colocando parte de su dinero en los activos libres de riesgo.

Por otra parte, ha sido seriamente cuestionado tanto por sus cimientos teóricos como por sus resultados empíricos. Las desventajas son¹⁷:

- Requiere una identificación completa y exacta del portafolio de mercado
- No toma en cuenta que los inversionistas en distintos países tienen diferentes monedas y preferencias de consumo
- No considera los riesgos cambiarios

Por ello se ha motivado el desarrollo de modelos alternativos. El CAPM es considerado un caso particular del APT ya que hay variables diferentes a la cartera del mercado que proveen información del rendimiento de los activos, las cuales no son consideradas por el CAPM.

2.1.1.3 International Asset Pricing Model (IAPM)

En el modelo internacional, como en el nacional, no es suficiente con predecir el rendimiento esperado de un título sino también hay que considerar el ajuste debido a la prima de riesgo, que compensa al inversionista que toma el riesgo adicional. Es posible extender el marco teórico del CAPM a la situación internacional aunque las suposiciones restrictivas prevalezcan. Esta extensión del modelo original sostiene que la beta internacional de un título mide el riesgo que se cotiza en el mercado, esto es, la beta en

¹⁷ Solnik B., 2004, pp 31.

relación con el portafolio de mercados mundiales cubierta contra el riesgo cambiario. De acuerdo con el modelo sencillo y descriptivo de múltiples países, cada título se ve influido por su factor de mercado nacional, el cual a su vez recibe influencia del factor de mercados mundiales. Es así como un título es indirectamente sensible al factor del mercado mundial por medio del factor de su mercado interno. La sensibilidad que muestra un país frente al factor mundial es resultado de muchas influencias, entre ellas su grado de comercio e inversión internacionales, políticas monetaria y económica internas, regulaciones y controles del comercio internacional y flujos de capital. Así, la beta mundial de un título (β_{iw}) es el producto de su beta nacional (β_i) por la sensibilidad del factor interno del país al factor del mercado mundial (β_{cw}).

El CAPM Internacional es consistente con la versión nacional tradicional porque la implicación teórica es que el rendimiento esperado de cada título es proporcional a su beta mundial (β_{iw}) y su beta nacional (β_i). En cuanto al uso práctico de este modelo se puede decir que es útil su marco teórico para estructurar el proceso de inversión, aunque los intermediarios y analistas no consideran que el mercado de capital mundial es completamente eficiente. Además, la estimación de los coeficientes beta es muy importante porque afectarán a todos los rendimientos, por lo que no es fácil determinarlas.

2.1.1.4 Arbitrage Pricing Theory (APT)

La teoría de fijación de precios con arbitraje trabajada por Stephen Ross, que es menos restrictiva que el CAPM, fue publicada en 1976. Esta teoría considera que el rendimiento del activo tiene su origen en diversos factores de riesgo, más no únicamente en el índice del mercado. Algunos factores son la producción industrial, la inflación, las tasas de interés, el precio del petróleo, cambios en las reservas internacionales, entre otros. No obstante, la desventaja es que no especifica cuáles son los factores económicos que determinan los rendimientos (López y Vásquez, 2002). Tampoco se pueden tomar decisiones ideales ya que no se fundamenta cómo determinar la proporción idónea que deben tener cada uno de los activos financieros que componen al portafolio.

2.2 Modelos Indexados

Las técnicas para construir portafolios fueron evolucionando a través del tiempo. Una técnica muy utilizada ha sido llamada el modelo Markowitz. El paso del tiempo llevó a investigadores a desarrollar nuevos modelos por las dificultades que éste ofrece. Una gran desventaja del modelo Markowitz representa el cálculo de la matriz de covarianzas por la cantidad de operaciones que se deben efectuar. El problema se incrementa al tener que considerar un gran número de activos para formar el portafolio, como para el caso de un robusto portafolio internacional. Para darnos una idea, si quisiéramos hallar el portafolio de mínimo riesgo de entre los aproximadamente 3 000 activos de la NYSE, necesitaríamos hacer poco más de 4.5 millones de estimaciones para la matriz de varianzas y covarianzas.

Los modelos indexados surgen como una estrategia que reduce la compilación y procesamiento de datos. Hay dos tipos de modelos indexados, los uni-índice y los multi-índice. Estos modelos indexados reducen drásticamente la cantidad necesaria de estimaciones para construir portafolios y por ende contribuye en la tarea de análisis de activos a seleccionar.

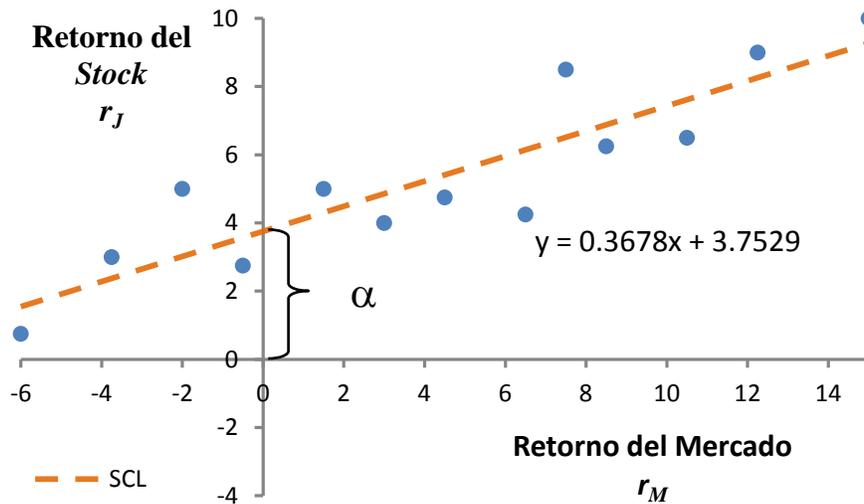
2.2.1 Modelo Uni-Índice (Single-Index Model)

Esencialmente, el modelo uni-índice asume que los valores esperados de los activos financieros o *stocks*¹⁸ están correlacionados por una sola razón. En el modelo se asume que cada activo responde, en algunos casos más y en otros casos menos, al arrastre de un único índice como una fuerza común, el cual es usualmente el portafolio de mercado. La interrelación entre los activos está determinada en la matriz de covarianzas. Para ilustrar la suposición de este modelo en la figura 2.2.1 se muestra la relación entre el rendimiento de un *stock* arbitrario contra la tasa de retorno del portafolio de mercado. En la figura se aprecia una línea punteada que es el resultado de una regresión lineal estándar, entre los ya mencionados activos, donde la pendiente es el factor β (beta), la ordenada al origen (α) y las desviaciones verticales de los puntos hacia la línea característica son los residuales.

¹⁸ Se usará el término en inglés *stock* como un sinónimo de activos financieros porque de esta forma se pueden englobar a las acciones, obligaciones o bonos, monedas, etc., en una sola palabra sin tener que hacer minuciosas distinciones, lo que permitirá darle un carácter generalizador a la teoría y fórmulas.

Esta regresión lineal nos aportará los parámetros de la línea característica de un valor (*Security Characteristic Line*; SCL).

Figura 2.2.1 Relación entre la tasa de retorno de una inversión individual contra la tasa de retorno de un portafolio de mercado



Fuente: Elaboración propia con datos de Haugen R., 1990.

Para obtener la tasa de retorno de un activo se utiliza la siguiente fórmula:

$$r_t = \alpha + \beta r_{M,t} + \varepsilon_t$$

Donde:

r_t ; $r_{M,t}$: es la tasa de retorno para un activo o portafolio; para el portafolio de mercado

α : es el punto donde se intersecan el eje “y” y la línea producto de la regresión lineal

β : es la pendiente

ε_t : residuales o error estocástico

Los modelos indexados identifican y clasifican dos tipos de eventos que producen la variabilidad periodo a periodo de la tasa de retorno de un *stock*. El primer tipo de evento es el evento macro (parte sistémica) y el segundo es el micro (parte específica). Los eventos macro afectan de cerca a las compañías o firmas en cierto grado y, por ende, puede haber repercusiones generalizadas en los precios de los *stocks*. Por el otro lado, los micro eventos

están relacionados con la naturaleza misma y el impacto de las compañías, donde no hay un impacto hacia otras firmas. Además, estos modelos consideran que los residuales o errores estocásticos son causados, siempre, por los micro eventos.

Ejemplos de la naturaleza de estos eventos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2.2.1 Ejemplos de factores que intervienen en los diferentes tipos de eventos

Macro	Micro
Cambios inesperados en la tasa de inflación	Descubrimiento de un nuevo producto
Cambios en la tasa de interés	Un incendio en la empresa
Modificación en los precios de materias primas	La muerte de una persona clave para la empresa
Los ciclos económicos	Una huelga laboral

Fuente: Elaboración propia con información de Bodie (2002), Elton (1995) y Haugen (1990).

De hecho, dada la suposición de los modelos indexados, podemos escribir la covarianza entre dos activos, J y K , como: $cov(r_J, r_K) = \beta_J \beta_K \sigma_{(r_M)}^2$

Donde:

$cov(r_J, r_K)$: covarianza entre el activo J y K

β_J y β_K : factores beta de los activos J y K

$\sigma_{(r_M)}^2$: varianza de la tasa de retorno del mercado (M)

Gracias a las suposiciones y condiciones previamente mencionadas, podemos llegar a la fórmula de la varianza del portafolio que simplifica a los modelos. La covarianza entre $r_{M,t}$ y ε_t es cero porque ε_t está definida como parte de los eventos micro que son independientes de los movimientos del mercado. Esto significa que la covarianza entre los residuales de cualquier par de valores en la matriz de varianzas y covarianzas es asumida como cero. Mientras que la diagonal principal conserva sus valores. De esta forma podemos partir la varianza total del retorno de un valor o portafolio en dos partes:

Para un valor

Para un portafolio

$$\sigma_{(r)}^2 = \beta^2 \sigma_{(r_M)}^2 + \sigma_{(\varepsilon)}^2$$

$$\sigma_{(r_P)}^2 = \beta_P^2 \sigma_{(r_M)}^2 + \sigma_{(\varepsilon_P)}^2$$

Varianza Total = Riesgo sistemático + Varianza residual

Donde:

$\sigma_{(r)}^2, \sigma_{(r_P)}^2$: varianza total del valor, del portafolio

β^2, β_P^2 : beta cuadrada del valor, del portafolio

$\sigma_{(\varepsilon)}^2, \sigma_{(\varepsilon_P)}^2$: valor estocástico del valor, del portafolio

Para calcular el factor beta del portafolio de M valores se sigue una fórmula que pondera el peso de las betas de los stocks en el portafolio, donde el peso es relativo al monto invertido en cada valor. De forma similar sucede con las varianzas residuales, pues se ponderan de igual forma según el monto invertido. En seguida las fórmulas:

$$\beta_P = \sum_{j=1}^M x_j \beta_j$$

Beta del portafolio
= promedio ponderado de las betas de los valores

$$\sigma_{(\varepsilon_P)}^2 = \sum_{j=1}^M x_j^2 \sigma_{(\varepsilon_j)}^2$$

Varianza residual del portafolio =
promedio ponderado de las varianzas residuales de los valores

Con las formulaciones previas descritas, ahora se presenta la expresión simplificada del modelo uni-índice para la varianza total de un portafolio. Esta fórmula es muy importante porque con ella se fundamenta también el modelo multi-índice.

$$\sigma_{(r_P)}^2 = \left(\sum_{j=1}^M x_j \beta_j \right)^2 \sigma_{(r_M)}^2 + \sum_{j=1}^M x_j^2 \sigma_{(\varepsilon_j)}^2$$

Varianza total del portafolio =
Riesgo sistemático del portafolio + Varianza residual del portafolio

Es relevante hacer notar que el modelo uni-índice nos ayuda a obtener solo una aproximación de la verdadera varianza residual debido a la suposición teórica mencionada.

2.2.2 Modelo Multi-Índice (Multi-Index Model)

El modelo multi-índice, a diferencia del uni-índice, atribuye las covarianzas a dos o más factores, usualmente incluyendo al mercado. La suposición sobre las covarianzas es la misma para los dos tipos de modelos indexados. La razón por la cual se extiende a multi-factores es que se busca mejorar el poder descriptivo del modelo con la esperanza de capturar información adicional. Además, un modelo uni-índice no puede capturar los cambios diferenciales por la variación de otros factores inciertos en la macroeconomía.

El mejoramiento en el poder explicativo de los modelos multi-índice radica en la modelación, más detallada, del componente sistemático de la fórmula. Muchos investigadores han encontrado que más allá de la influencia del mercado hay otras fuerzas que causan el movimiento conjunto de los precios de los *stocks*. Por ejemplo, King (1966) presentó evidencia de la existencia de influencias en el mercado causado por sectores industriales. En un estudio de Chen, Roll y Ross (1986) utilizaron un modelo multi-índice con el fin de bosquejar una imagen de la macroeconomía¹⁹. Trabajos posteriores, como por ejemplo los de Burmeister y McElroy (1987), han coadyuvado al desarrollo de este tipo de modelos.

El modelo general de un modelo multi-índice se constituye por medio de las siguientes ecuaciones. Los multi-índice permiten adicionar influencias por medio de factores que simplemente se añaden a la ecuación general de retorno de la inversión. De esta forma la ecuación básica es la tasa de retorno de un *stock*, J , que está dada por:

$$r_J = \alpha_J + \beta_{J,F_1}r_{F_1} + \beta_{J,F_2}r_{F_2} + \dots + \beta_{J,F_L}r_{F_L} + \varepsilon_J$$

Para todos los *stocks* $J = 1, \dots, n$

¹⁹ El modelo de Chen, Roll y Ross contempla cinco factores que son: IP: cambios en la producción industrial, EI: cambios en la inflación esperada, UI: cambios en la inflación no anticipada, CG: prima de retorno de bonos corporativos a largo plazo sobre bonos gubernamentales a largo plazo, GB: prima de retorno de bonos gubernamentales a largo plazo sobre T-bills.

Donde:

r_J : es la tasa de retorno para el *stock* J , ..., n

α_J : es el punto donde se interseca el eje del rendimiento del *stock* J (o eje “y”) y la línea característica del valor (SCL)

β_{J,F_L} : es la pendiente entre el *stock* J y el factor $F_L=1, \dots, L$.

ε_J : residual o error estocástico del *stock* J

Entonces, para completar la forma estándar del modelo multi-índice se tiene que:

A) Por definición

1. La varianza residual del *stock* J equivale a $\sigma_{\varepsilon_J}^2$ donde $J = 1, \dots, n$.
2. La varianza de índice o factor F_L equivale a $\sigma_{r_{F_L}}^2$ donde $F_L = 1, \dots, L$.

B) Por construcción

1. La media de ε_J es cero para todos los *stocks*, donde $J = 1, \dots, n$.
2. Las covarianzas entre índices o factores F_L y F_k es cero para todos los índices, donde $F_L = 1, \dots, L$ y $F_k = 1, \dots, L$, bajo la condición $L \neq k$.
3. Las covarianzas entre los residuales del *stock* J y el índice F_L son cero para todos los *stocks* e índices, donde $J = 1, \dots, n$ y $F_L = 1, \dots, L$.

C) Por suposición

1. Las covarianzas entre los residuales de todos los *stocks* es cero ($cov(r_J, r_K) = 0$), para todos los *stocks*, donde $J = 1, \dots, n$ y $K = 1, \dots, n$, bajo la condición $J \neq K$

Esta suposición implica que la única razón por la cual los *stocks* variarían juntos es causado por un co-movimiento común con el grupo de índices que hayan sido especificados en el modelo. Por tanto, no hay otros factores, que no sean los índices, que cuenten para el co-movimiento entre dos valores. Esta simplificación representa una aproximación de la realidad. Así que, el comportamiento del modelo estará determinado por la calidad de las aproximaciones.

Por consiguiente, la varianza es:

$$\sigma_J^2 = \beta_{J,F_1}^2 \sigma_{r_{F_1}}^2 + \beta_{J,F_2}^2 \sigma_{r_{F_2}}^2 + \dots + \beta_{J,F_L}^2 \sigma_{r_{F_L}}^2 + \sigma_{\varepsilon_J}^2$$

El riesgo que se corre al incorporar varios índices en el modelo es que en vez de incorporar información de influencias reales se le esté añadiendo *ruido*²⁰.

Los modelos multi-índice tienen usos variados que van desde ayudar en la predicción o formación de expectativas sobre la tasa de retorno de una inversión, pasando por ser un método que auxiliar en la distribución de activos para formar portafolios a la medida que atienden las necesidades específicas del inversionista, y hasta para determinar el desempeño de un portafolio.

²⁰ El término *ruido* o *noise* es usado para referirse a variaciones que se dan en un lapso de tiempo, t, que no representan información relevante para un estudio. Usualmente, el ruido es opacado por una tendencia más marcada.

2.3 Administración de portafolios

El concepto de estilos de administración de portafolios aparece en la década de los setenta, cuando la industria de gestión de activos comienza a analizar de forma sistemática la información estadística disponible sobre los resultados de los diferentes gestores, índices, etc. El interés por inversiones internacionales ha crecido rápidamente. Por ende, los administradores de inversiones, alrededor del mundo, han dejado de ver a éstas como inversiones exóticas o de menor importancia y en cambio ya toman consideraciones sobre el cómo deben administrar los portafolios. Básicamente, el tipo de administración de inversiones se puede clasificar en dos estilos, muy bien diferenciados, que son el activo y el pasivo. Ambos mantienen una filosofía de inversión lógica, y podemos encontrar evidencia empírica que soporte ambos estilos.

También existen otras clasificaciones para los estilos de administración como la propuesta por la consultora de inversiones Frank Russell o la propuesta por Solnik, la cual es más detallada. En la siguiente tabla se pueden visualizar estas clasificaciones.

Tabla 2.3.1 Clasificaciones de los estilos de administración de inversiones

Frank Russell	Solnik
<ul style="list-style-type: none">• Valor• Crecimiento• Orientado al mercado• Baja capitalización	<ul style="list-style-type: none">• Pasiva<ul style="list-style-type: none">• Indexación completa• Muestra estratificada• Muestra optimizada• Réplica sintética• Activa<ul style="list-style-type: none">• Colocación por país o regional• Selección por sector o industria• Estilo de selección• Selección por garantía• <i>Timing</i> del mercado• Cobertura por tipo de cambio

Fuente: Lamonthé, 1999 y Solnik, 2004.

2.3.1 Administración pasiva o indexada

En una administración indexada o pasiva, los administradores no intentan realizar previsiones sobre la evolución de los mercados y/o identificar acciones baratas o caras. Este estilo de administración intenta diseñar un portafolio que replique lo mejor posible la secuencia de un determinado índice de mercado, para capitalizar su comportamiento a largo plazo mientras se mantienen los costos al mínimo.

Existen razones e investigaciones que apoyan la validez de este estilo de administración. En su libro Lamonte dice que, si los mercados son suficientemente eficientes es muy difícil o prácticamente imposible batir a los índices con cualquier estrategia activa, por lo que lo más apropiado es mantener una estrategia indexada. Él cita conclusiones de investigaciones realizadas en el mercado estadounidense por Bogle²¹ y Martín²² que respaldan a la indexación. Lo más importante, en un portafolio con administración indexada, es reducir al mínimo posible el denominado “*tracking error*” o *error de seguimiento* del portafolio.

El argumento básico que sustenta un enfoque indexado o pasivo es que la alternativa, una administración activa, requiere de habilidad superior a la promedio para pronosticar mercados, divisas y evaluación de activos. Pronosticar no es sencillo y mucho menos si hay altas comisiones y costos. Además, con una estrategia pasiva el portafolio puede lograr todos los beneficios de una diversificación global del riesgo sin incurrir en altos costos.

La administración pasiva ofrece varios métodos de indexación, como lo son:

- *Indexación completa*: Todos los activos que componen un índice son comprados, incluso a su respectiva ponderación o peso.
- *Muestra estratificada*: Este enfoque sigue al índice mediante una muestra representativa de los valores. Los valores se agrupan de acuerdo a varios criterios (país, tamaño de la empresa, la industria, rendimiento), aunque la muestra de fondo intenta replicar la mayoría de las características a través de la consideración de los diversos criterios.

²¹ Bogle, J. C., 1996, “Be not the fist... nor yet the last”. Recurso disponible en: www.vanguard.com/educ/lib/bogle

²² Martín L., 1993, “The evolution of passive versus active equity management”, *Journal of Investing*, primavera, pp. 17-20.

- *Muestra optimizada:* Es un método de muestreo que utiliza modelos de factores con el fin de minimizar el error de seguimiento del índice. Es un método estadístico sofisticado basado en el uso de un gran número de factores (o atributos de las compañías) y técnicas de optimización basadas en relaciones históricas.
- *Réplica sintética:* Este método es propuesto para replicar índices accionarios mediante la combinación de contratos de futuros y dinero en efectivo. Para algunos inversionistas, los aspectos legales y técnicos relativos al uso de derivados limita la aplicación de este enfoque a escala global.

2.3.2 Administración Activa

Los administradores que se valen de un enfoque activo tratan de escoger el momento oportuno en los mercados y monedas cambiando entre ellos para obtener los beneficios de una baja correlación entre los mercados. Este estilo de administración requiere destrezas gerenciales de inversión de alta calidad, experiencia, rapidez para la toma de decisiones, visión a futuro, afinidad al riesgo y con frecuencia no se cuenta con una estructura sistemática para su aplicación.

Mientras quienes hacen uso de un enfoque activo dirigen sus esfuerzos a estrategias de mayor riesgo-mayor rendimiento, los pasivos ponen mayor énfasis en la reducción de riesgos. Una estrategia activa puede quedar fuera de control si hay un incremento relevante en el riesgo de un portafolio debido a que se cometa el error de concentrar la inversión en un par de mercados o monedas.

Por lo general, el argumento para la diversificación de riesgos se encuentra en el corazón de la estrategia de comercialización llevada a cabo por los administradores activos y pasivos de dinero internacional. Como el entorno internacional cambia con gran rapidez, los administradores activos de dinero tienen una necesidad especial de valorar y controlar el riesgo de sus cuentas lo más rápidamente posible. En una estrategia activa, los inversionistas colocan sus apuestas en los diversos factores que afectan a la conducta de los títulos. Esto nos indica que la estrategia en sí depende de la visión del mundo que tenga el inversionista.

Se puede desglosar en tres partes una estrategia activa, los cuales son:

1. Distribución de activos
2. Selección de títulos
3. Selección del momento óptimo de entrada en el mercado

Lo que más interesa al administrador que prefiere el estilo activo para la distribución de activos es determinar la proporción de las distintas clases de activos en cada moneda, ya que es necesario para optimizar la compensación esperada de rendimiento-riesgo del portafolio. Por lo general, las proporciones difieren de las de un portafolio de mercados mundiales o una pasiva y deben ajustarse con frecuencia para acomodar los cambios en las expectativas del mercado o los cálculos de riesgo. El objetivo de este tipo de administración es hacer una selección ideal de títulos y de momentos de entrada al mercado para tratar de vencer al mercado.

Así como se puede subclasificar la administración pasiva, la activa también:

- *Colocación por país o regional*: la elección se basa según los mercados nacionales o de una región y también por su moneda. Usualmente se seleccionan activos a largo plazo, cuyas ponderaciones difieren de las de los índices de mercado. Periódicamente, se revisan las ponderaciones, las cuales se justifican por los cambios en las expectativas del mercado o las estimaciones de riesgo.
- *Selección por sector o industria*: gracias a la globalización algunos administradores prefieren asignar las inversiones en industrias alrededor del mundo en vez de elegir países para reducir riesgos que un portafolio regional tendría.
- *Estilo de selección*: hay quienes creen que empresas con atributos similares tienen comportamientos similares en los precios de sus acciones, así que optan por comprar por grandes volúmenes apostando al crecimiento de las empresas de un mismo ramo.
- *Selección por garantía*: este tipo de selección es la que se hace entre clases de activos y por tipo de comportamiento entre dos activos similares.
- *Timing del mercado*: se recurre al *timing* en los mercados para aumentar o reducir temporalmente la exposición en uno o más mercados o monedas, basándose en la información que se tenga para lograr sacar ventaja y por ende ganancias. Esta es considerada una táctica de negociación a corto plazo. Inclusive este estilo envuelve el uso de derivados.
- *Cobertura por tipo de cambio*: como su nombre lo dice, se trata de manejar una posición de cobertura relacionada con los tipos de cambio.

2.4 Evaluación del desempeño de un portafolio

Ya sea un inversionista individual o un institucional siempre debe haber un proceso de planeación para llevar a cabo una inversión internacional. Para ello, se tiene que estructurar en forma adecuada todo un proceso de decisión, desde la investigación hasta el control y evaluación del desempeño. Hoy en día existen una gran variedad de enfoques para estructurar su proceso. Los diferentes procedimientos reflejan las distintas filosofías y estrategias de inversión.

Los problemas técnicos y prácticos que son inherentes a las inversiones en el extranjero. Algunos autores argumentan que la clave está en el cómo estructurar el proceso de la distribución de activos. Las predicciones inciertas y el hecho de que muchas variables son, en distintos grados, interdependientes en el contexto internacional tornan más complicada la tarea de estructuración y decisión. Esta complejidad del escenario internacional hace que la cuantificación sea más útil y exige las tecnologías más eficientes.

Lo primero que se debe recordar en el análisis del desempeño internacional es que no se debe confundir la valoración contable con la medición del desempeño. Los sistemas contables de múltiples monedas siguen diariamente la trayectoria de las transacciones, incluyendo compromisos a futuro, proporcionando así una valoración de la cuenta basada en precios actuales del mercado de todo el mundo y calculada en una o más monedas de referencia. La mayoría de los software cuentan con un sistema de análisis de desempeño internacional llamado IPA²³, por sus siglas en inglés, que mide el rendimiento de un portafolio o de un segmento del mismo, por lo general mensual o trimestralmente. Una venta de estos sistemas es que comparan el desempeño contra ciertos estándares.

Por lo general, las tasas totales de rendimiento se calculan cada trimestre o en ocasiones cada mes y se comparan con uno o más estándares. La finalidad de medir el desempeño es conocer si se están logrando las metas y el objetivo de la política de inversión. Para un inversionista privado puede ser más importante solo lograr su rendimiento meta en vez de comparar su portafolio contra estándares globales más ambiciosos, no obstante compararse con un estándar coadyuva a conocer su costo de oportunidad. Por ello, compañías financieras se han dado a la tarea de medir el desempeño de sus administradores.

²³ International Performance Analysis

El rendimiento estándar puede ser un índice pasivo, como el MSCI-EAFE²⁴ o el rendimiento promedio de un universo de fondos administrados. Calcular un rendimiento total es relativamente cómodo para un administrador. Lo verdaderamente interesante es el desglose del desempeño en sus diversos componentes, ganancia de capital o pérdida en la moneda local y su contribución monetaria.

Si el desempeño se mide en relación con un índice ponderado a nivel internacional, esta disparidad se puede desglosar en lo siguiente:

1. La proporción resultante de una diferencia en la ponderación de mercado entre la cartera y el índice internacional
2. La proporción resultante de la selección de títulos que hace el gestor y su capacidad de seleccionar el momento óptimo de entrada en cada mercado

2.4.1 Tasas de rendimiento

Hay varios métodos para calcular la tasa de rendimiento de un portafolios. Los más comunes son:

2.4.1.1 MWR (Money-Weighted Rate of Return) o Tasa de rendimiento ponderada contra el dinero

Es sencillo calcular la tasa de rendimiento en un cierto periodo del segmento o total en un portafolios si no existen entradas o salidas de dinero. Entonces la tasa del periodo r es:

$$r = \frac{V_1 - V_0}{V_0}$$

Donde:

r : tasa de rendimiento

V_0 : valor al inicio del año

V_1 : valor final al terminar el año

²⁴ Morgan Stanley Capital International Europe, Australasia and Far East: índice que incluye activos de 22 mercados desarrollados, excluyendo aquellos de E.U. y Canadá.

Es hasta que se efectúan retiros de efectivo, C_t , durante el periodo, cuando los métodos difieren en cuanto a cómo calcular la tasa de rendimiento. Un enfoque es quitar a la mitad del periodo el retiro. Por ende, este enfoque no toma en cuenta la periodificación exacta de los flujos de efectivo. Mientras que un enfoque más preciso toma en cuenta cuánto tiempo han estado invertidos los fondos.

Enfoque 1	Enfoque 2
$MWR = \frac{V_1 + C_t - V_0}{V_0 - \frac{1}{2}C_t}$	$MWR^* = \frac{V_1 + C_t - V_0}{V_0 - \left(\frac{365-t}{365}\right)C_t}$

2.4.1.2 IRR (*Internal Rate of Return*) o TIR (*Tasa Interna de Rentabilidad*)

El método anterior es lineal y cuestionable. Así que, para calcular la tasa de rendimiento sobre una inversión con flujos múltiples de efectivo usando descuentos se usa la tasa interna de rentabilidad. Esta es la tasa de descuento que iguala el valor al inicio del periodo con la suma de los flujos de efectivo descontados, incluyendo el valor al final del periodo. La ecuación es:

$$V_0 = \frac{C_t}{(1 - r)^{t/365}} + \frac{V_1}{1 + r}$$

2.4.1.3 TWR (*Time-Weighted Rate of Return*) o Tasa de rendimiento ponderada contra el tiempo

Esta tasa refleja el desempeño por unidad monetaria invertida y se calcula independientemente de los flujos de efectivo que entran o salen del segmento del portafolio. La TWR se obtiene calculando la tasa de rendimiento entre cada flujo de efectivo y relacionando las tasas a lo largo de todo el periodo que se estudie. Cada vez que se efectúe un flujo de efectivo se necesitará, justo antes, la valoración del segmento del portafolio para calcular la TWR. La fórmula para el primer subperiodo es:

$$1 + r_t = \frac{V_t}{V_0}$$

Donde:

r_t : rendimiento en el subperiodo t

V_t : valor en el subperiodo t

Para el segundo subperiodo es:

$$1 + r_{t+1} = \frac{V_1}{V_t - C_t}$$

Por lo tanto, la TWR, r , está dada por:

$$(1 + r) = (1 + r_t)(1 + r_{t+1}) = \left(\frac{V_t}{V_0}\right) \left(\frac{V_1}{V_t - C_t}\right)$$

2.4.2 Diseño de un sistema para medir el desempeño a través del rendimiento

Un portafolio se desglosa en varios segmentos de acuerdo con el tipo de activo (acciones, efectivo, obligaciones, oro, etc.) y la moneda. Se valora por separado cada grupo homogéneo en su moneda local.

2.4.2.1 Modelo matemático para medir el rendimiento

La unidad básica de medición es la tasa de rendimiento sobre cada segmento antes de cualquier movimiento de efectivo entre los segmentos. La tasa de rendimiento en moneda local para el periodo t está dada por:

$$r_j = \frac{P_j^t - P_j^{t-1} + D_j^t}{P_j^{t-1}} = \frac{P_j^t - P_j^{t-1}}{P_j^{t-1}} + \frac{D_j^t}{P_j^{t-1}} = p_j + d_j$$

Donde:

P_j^t : es el valor de un segmento j en moneda local durante el periodo t

D_j^t : es la cantidad de dividendos pagados durante el periodo (o interés acumulado más ingresos recibidos)

p_j^t : es el valor de un segmento j en moneda local

d_j^t : es el valor de un segmento j en moneda local

Se puede obtener la tasa de rendimiento en moneda base convirtiendo todos los precios en la moneda base o al tipo de cambio S_j . Esto se puede formular así:

$$r_{j0} = \frac{P_j^t S_j^t - P_j^{t-1} S_j^{t-1} + D_j^t S_j^t}{P_j^{t-1} S_j^{t-1}}$$

Donde:

r_{j0} : tasa de rendimiento en moneda base del segmento j

S_j^t : tipo de cambio del segmento j en el momento t

P_j^{t-1} y S_j^{t-1} : es el valor y el tipo de cambio del segmento j un momento antes del momento t , respectivamente

La fórmula simplificada es:

$$r_{j0} = p_j + d_j + s_j(1 + p_j + d_j) \quad \text{o} \quad r_{j0} = p_j + d_j + c_j$$

[*Rendimiento total en moneda base = componente de ganancia de capital + componente de rendimiento + componente cambiario*]

Donde:

c_j : es la influencia de las fluctuaciones cambiarias en el rendimiento calculado en la moneda base. Cabe destacar que c_j es igual a cero si el tipo de cambio, S_j , no varía.

2.4.2.2 Análisis de desempeño

En el periodo t , el rendimiento total en la cuenta r de un portafolio se calcula en la moneda base de la siguiente manera:

$$r = \sum_j [w_j(r_{j0})] = \sum_j [w_j(p_j)] + \sum_j [w_j(d_j)] + \sum_j [w_j(c_j)]$$

Rend. Total en moneda base del portafolio
= *componentes de ganancia de capital*
+ *componente de rendimiento + componente cambiario*

Donde:

w_j : es el porcentaje del segmento j en el portafolio total al inicio del periodo

2.4.2.3 Desempeño relativo

El desempeño relativo se realiza por medio de comparaciones. Primero, se determina aislando el rendimiento que tiene la cuenta del portafolio en el mercado local. Se puede desglosar la tasa de rendimiento sobre el segmento j en los siguientes componentes:

$$r_{j0} = I_j + (p_j - I_j) + d_j + c_j$$

Donde:

I_j : rendimiento en moneda local del índice de mercado correspondiente al segmento j

El rendimiento total del portafolio se puede formular, así:

$$r = \sum w_j I_j + \sum w_j (p_j - I_j) + \sum w_j d_j + \sum w_j c_j$$

Rend. Total en moneda local del portafolio
 = componente del rend. en el mercado
 + contribución por selección de títulos
 + componente de rendimiento + componente cambiario

El primer término del lado derecho mide el desempeño que se habría logrado si se hubiera invertido en el índice de un mercado local en lugar de que se lo hubiera hecho en títulos individuales. Por ejemplo, un ETF²⁵ como el NAFTRAC²⁶.

También se puede medir el desempeño del portafolio en relación con un estándar internacional como un índice global, I^* . El objetivo es evaluar las diferencias en rendimiento. Para esto se requiere una notación adicional.

Diferencia en Rendimiento	Rendimiento sobre el índice de mercado	Componente cambiario	Rendimiento sobre el índice internacional
$r - I^*$	$I_{j0} = I_j + E_j$	$E_j = s_j(1 + I_j)$	$I^* = \sum w_j^* I_{j0}$

Donde:

I^* : rendimiento de un índice internacional

I_{j0} : rendimiento sobre el índice de mercado j en moneda base

²⁵ Instrumento financiero: ETF: Exchange Traded Fund

²⁶ NAFTRAC: ETF que corresponde al Índice de Precios y Cotizaciones del mercado bursátil Mexicano

E_j : componente cambiario del rendimiento del índice en la moneda base

w_j^* : ponderación de mercado j en el índice internacional seleccionado como estándar

Por lo tanto, el rendimiento total de un portafolio en forma desglosada es:

$$r = \sum w_j^* I_{j0} + \sum (w_j - w_j^*) I_j + \sum w_j (p_j - I_j) + \sum w_j d_j + \sum (w_j c_j - w_j^* E_j)$$

Rend. Total del portafolio

= Rend. del índice Int. + contribución por la distribución en el mercado

+ contribución por selección de valores + componente de desempeño

+ contribución por distribución de monedas

En este contexto, la palabra contribución indica el desempeño en relación con el índice seleccionado, mientras que la palabra componente se refiere a un desglose del rendimiento total de la cartera.

2.4.2.4 Desempeño ajustado al riesgo

El último paso en el análisis del desempeño consiste en analizar el riesgo. El riesgo total de un portafolio se mide por la desviación estándar de su tasa de rendimiento, por medio de betas. Un coeficiente beta es igual al coeficiente de correlación por el ratio de la desviación estándar del portafolio sobre el índice de mercado. En un entorno nacional, la medición del desempeño ajustado al riesgo por medio del empleo de métodos que utilizan el ratio o razón del rendimiento excesivo medio contra el riesgo de mercado, es una forma de hacerlo. Estos coeficientes son los de Treynor o de Jensen. Aunque, Roll (1978) mencionó que estos métodos presentan problemas para un contexto internacional, porque no se cuenta con una teoría para la valoración de activos que defina con precisión cuál es el significado del riesgo de mercado a nivel internacional.

Treynor (1965) desarrolló una medida compuesta por el riesgo producido por las fluctuaciones del mercado y el resultante de las fluctuaciones en el portafolio para evaluar el desempeño incluyendo el riesgo. Basado en la teoría del mercado de capitales, se introdujo la línea característica que mide la volatilidad relativa de los rendimientos del portafolios en relación a los rendimientos del mercado, además de un activo libre de riesgo

que podría combinarse con diferentes portafolios para formar una línea recta de posibles portafolios. Con base en ello se obtiene la ecuación del coeficiente de Treynor:

$$T = \frac{\bar{R}_i - \overline{RFR}}{\beta_i}$$

Donde:

\bar{R}_i : rendimiento del portafolio i

\overline{RFR} : rendimiento del activo libre de riesgo

β_i : relación del rendimiento del portafolio en relación con el mercado

El coeficiente de Sharpe mide el rendimiento promedio que ha obtenido un portafolio por unidad de riesgo incurrido. Este coeficiente utiliza la desviación estándar de los rendimientos como medida del riesgo total, mientras que el coeficiente de Treynor usa la beta (riesgo sistemático). El coeficiente de Sharpe, por lo tanto, evalúa el portafolio con base en el desempeño del rendimiento y la diversificación. La fórmula es (Aldana, 2011):

$$S_i = \frac{\bar{R}_i - \overline{RFR}}{\sigma_i}$$

Donde:

\bar{R}_i : rendimiento del portafolio i

\overline{RFR} : rendimiento del activo libre de riesgo

σ_i : desviación estándar del portafolio (volatilidad) i

Capítulo 3. Modelación de portafolios de inversión internacional

Para este capítulo se usará el contexto presentado en los anteriores para dar a conocer los resultados de este trabajo de tesis. Dichos capítulos sirvieron de preámbulo para enfocarnos en las inversiones por medio de portafolios que toman a la Teoría Moderna de Portafolios como marco teórico. Aquí se mostrará la aplicación del modelo multi-índice en la construcción de portafolios. Conforme se avance en el capítulo se mostrarán, describirán y analizarán los resultados obtenidos.

El objetivo de este capítulo es hacer uso del modelo multi-índice para construir portafolios con diferentes características, así como también la optimación de los mismos para replicar índices internacionales. La selección de acciones, la construcción del modelo y el análisis de resultados se explicará a lo largo del capítulo. Por medio de software especializado, como Economática, Matlab y Excel, se obtuvieron y procesaron los datos, se simularon las inversiones y se graficaron. Después se compararon y analizaron los resultados para determinar qué factores son relevantes para considerar el poder de réplica del modelo.

Este trabajo de investigación se enfoca en la construcción de tres distintos portafolios, con los cuales, se pretenden replicar los siguientes índices internacionales con acciones mexicanas:

1. S&P500 (Estados Unidos)
2. S&P/TSX (Canadá)
3. BOVESPA (Brasil)

Los primeros dos índices internacionales pertenecen a países industrializados con los cuales tenemos un alto grado de intercambio comercial. Sencillamente Estados Unidos representa para nosotros el primer lugar como socio comercial, como destino de exportaciones y como proveedor²⁷. Los tres giros principales de empresas mexicanas en E.U.A. son la construcción, los alimentos y las telecomunicaciones; y compiten a CEMEX, Cementos Chihuahua, BIMBO, GRUMA y América Móvil. Canadá es para México el

²⁷ Datos obtenidos de: “Ficha EE.UU.” del material de difusión de la Secretaría de Economía. www.economía.gob.mx

tercer socio comercial, el segundo destino de exportaciones y sexto lugar como proveedor²⁸. Las empresas mexicanas destacadas en Canadá son Grupo Alfa, Grupo Modelo, Grupo México, Industrias CH y EUMEX. También, éstas podrían agruparse en tres giros: productos de acero, alimentos y exploración minera. Mientras que el tercer índice compete a la bolsa de un país no industrializado, perteneciente al grupo de los llamados BRIC's y con el cual México tiene un valioso intercambio comercial ya que es el primer socio comercial, segundo destino de exportaciones y primer lugar como proveedor, todo esto de entre los países de América Latina y el Caribe²⁹. Las empresas mexicanas más destacadas en Brasil son América Móvil, Telmex, Mexichem-Amanco, Bimbo del Brasil y Grupo Elektra.

De cada categoría de los portafolios anteriores se subdividieron en dos tipos: los portafolios base y los portafolios optimizados. Los portafolios base son cinco y están constituidos conforme a su riesgo, uno de riesgo mínimo, uno de máximo riesgo y, en promedio, tres intermedios. La cantidad de portafolios optimizados puede variar en función sus posibles soluciones.

El periodo utilizado para de diseño del modelo multi-índice comprende desde enero del 2007 hasta abril del 2012. Una vez construidos los portafolios se realizaron tablas para compararlos por medio de parámetros de correlación, indicadores de *tracking error* o réplica; e indicadores de desempeño. Posteriormente, se hace el análisis de resultados para comparar las relaciones riesgo-rendimiento y determinar qué índice internacional es altamente replicable, y a su vez conocer cuál es la combinación óptima de acciones mexicanas que lo constituyen.

También, han sido incluidas simulaciones que nos permiten contrastar rendimientos teóricos con reales para fines comparativos.

²⁸ Datos de: "Ficha Canadá" del material de difusión de la Secretaría de Economía

²⁹ Datos obtenidos de: "Ficha Informativa de Brasil" de la Secretaría de Economía. www.economía.gob.mx

3.1 Información Básica

La información básica para esta investigación han sido las acciones mexicanas, los índices internacionales y el tipo de cambio peso mexicano-dólar americano (MXP/USD). La base de datos fue generada, mayoritariamente, a partir de las consultas en Economática³⁰. Aunque, eventualmente se usó Yahoo Finance³¹ para algunas series. La información utilizada tiene una periodicidad mensual.

La decisión de utilizar acciones mexicanas para replicar índices internacionales es producto de la propuesta de un caso hipotético o una suposición. Este caso hipotético es el siguiente: si un inversionista solo tiene acceso a acciones mexicanas por restricciones de su intermediario financiero relacionadas con la plataforma de inversión que adquirió, entonces él podría buscar indexar su inversión como una estrategia pasiva. Sin embargo, no sabe qué mercado internacional le conviene, desconoce el riesgo de su inversión y mucho menos conoce los beneficios que podrían obtener. Además, sabe que su presupuesto no sería suficiente si quisiera comprar, proporcionalmente, todos y cada uno de los títulos que componen un índice como el S&P500, el S&P/TSX o el BOVESPA.

Los índices bursátiles aglutinan a un grupo de compañías con cierta representatividad y sirven como parámetro del estado de la economía de un mercado, debido a la multiplicidad de títulos y sectores que abarca. Por ejemplo, el Standard & Poor's 500 (S&P500) es un índice bursátil que aglutina a las quinientas compañías más representativas de E.U.A. Los inversores lo utilizan como parámetro para fondos, planes de pensiones, etc. Las metodologías de capitalización ponderada de los índices aquí utilizados se encuentran en el anexo B.

3.2 Diseño del trabajo de investigación

3.2.1 Cálculos previos

El número total de acciones que cotizan en la BMV es considerablemente grande para llevar a cabo un trabajo de investigación de esta índole. Así que se decidió considerar el criterio de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) referente al factor de

³⁰ Software que ofrece información financiera especializada de países americanos.

³¹ Website dedicado a brindar información financiera. Disponible en: <http://finance.yahoo.com>

rotación³² para seleccionar qué acciones mexicanas serían útiles para el modelo multi-índice.

En primera instancia la cantidad de títulos se redujo a veintiséis y después de ser ordenadas en forma descendente se eligieron las diez series con el mayor factor de rotación. El objetivo es determinar qué títulos son los más susceptibles a encontrarse disponibles en el mercado para ser negociados; con ello, también se busca disminuir el riesgo de liquidez de nuestro portafolio. En la siguiente tabla se muestran las diez acciones a utilizarse en el modelo.

Tabla 3.2.1 Las diez acciones con Factor de Rotación más alto

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CEMEX-CPO	TELMEX-L	AMX-L	URBI	ICA	GEO-B	KIMBER-A	BIMBO-A	GFINBURO	WALMEX-V
11.932%	9.944%	6.5426%	5.371%	5.061%	4.956%	4.128%	3.766%	3.760%	2.877%

Fuente: Elaboración propia con información de Economática.

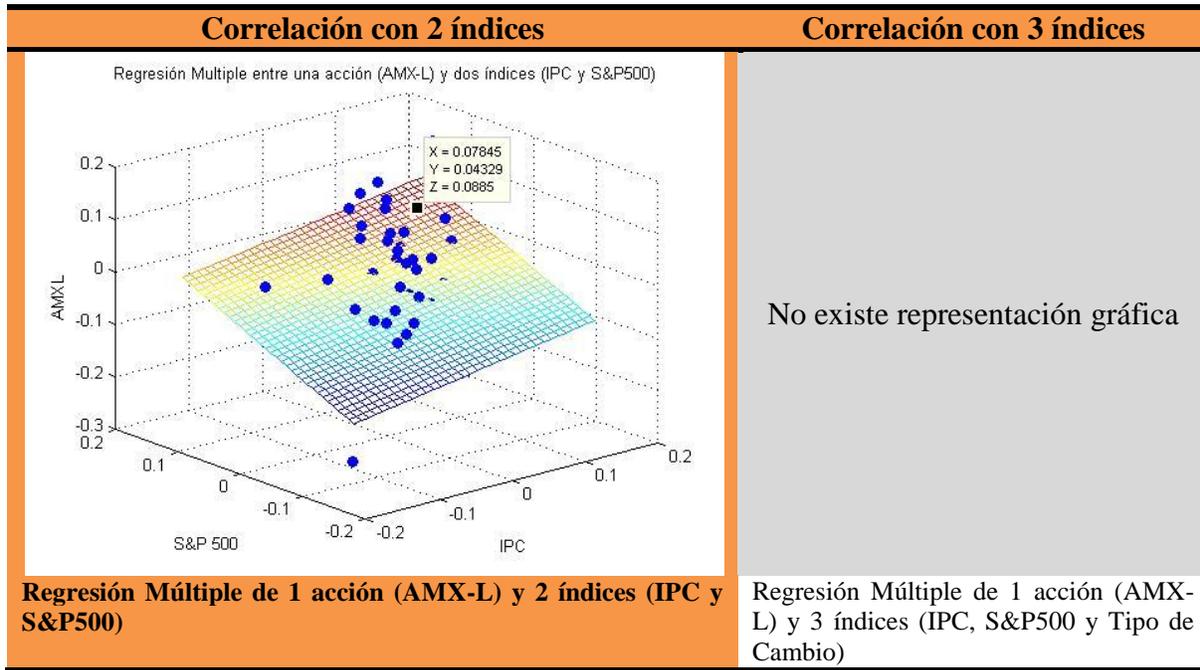
Ya que se puede tener información heterogénea de los índices o las acciones debido a que los días hábiles varían de país a país se tomó la medida de usar los valores promedio mensuales de cada una de las series en el periodo que comprende de enero 2007 a abril 2012. Los rendimientos discretos se calcularon con las series de datos históricos por medio de la fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Valor}_{t+1} - \text{Valor}_t}{\text{Valor}_t}$$

Con base en las mismas series de datos se calculó el valor esperado, la varianza, la desviación estándar y las betas de cada acción con respecto a cada índice del modelo: 1. El IPC, 2. El índice bursátil (S&P o SP/TSX o BOVESPA) y 3. Tipo de Cambio. Las varianzas residuales de cada acción con respecto a los tres factores se calcularon por medio de regresiones lineales múltiples. Cabe mencionar que los modelos multi-índice de hasta dos índices nos permiten visualizar gráficamente las correlaciones múltiples. Sin embargo, de ser tres o más índices se pierde la capacidad de visualización ya que las soluciones se convierten en hiperplanos. Como ejemplo de ello se muestra una figura que representa el caso mencionado.

³² Véase Anexo C

Figura 3.2.1 Correlaciones Múltiples en Modelos Multi-Índice



Fuente: Elaboración propia con información de Economía y programación de datos en Matlab.

3.3 Modelo de selección y diseño de estrategia

Se realizaron tres grupos de portafolios de inversión para estimar parámetros como el coeficiente de correlación, el tracking error y el índice de Treynor; y así determinar sus características con respecto a su capacidad de réplica. Los tres grupos de portafolios se componen de diez acciones mexicanas. Pero varían en función al índice que se pretende replicar con el modelo multi-índice.

Tabla 3.3.1 Factores de cada portafolios

Portafolio	Factor 1	Factor 2	Factor 3 (MXP/USD)
A	IPC	S&P500	Tipo de Cambio
B	IPC	SP/TSX	Tipo de Cambio
C	IPC	BOVESPA	Tipo de Cambio

Fuente: Elaboración propia

Ya con estos parámetros establecidos se desarrolló la matriz del modelo multi-índice. Ésta nos permite determinar las proporciones a invertir en cada acción y, a su vez, nos ayuda a estimar los niveles de riesgo y rendimiento. Para formar la matriz fueron utilizadas las ecuaciones del subtema 2.2.2. Teniendo la matriz de cada tipo de portafolio ser procedió a hallar las proporciones que minimizan el riesgo para cada uno de los rendimientos esperados posibles. Es así como se llega a un problema de optimización, el cual se resuelve con las siguientes expresiones.

$$\min \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}$$

Bajo las restricciones:

$$\sum_i^n w_i \bar{r}_i = \hat{r}$$

$$\sum_i^n w_i = 1$$

Donde:

$w_i w_j$ =proporción de inversión en i y j

σ_{ij} = covarianza entre los rendimientos de i y j

\hat{r} = rendimiento esperado

\bar{r}_i = valor esperado del rendimiento de i

En seguida se enumeran, en forma general, los pasos que describen la generación de los portafolios, independientemente del índice que se desea replicar.

1. Se calcula el rendimiento mensual de cada acción con base en su precio de cierre ajustado.
2. Se calcula el valor esperado, la varianza y la desviación estándar de cada una de las acciones y del índice a replicar.
3. Se construye la matriz del modelo multi-índice con las varianzas y covarianzas de las acciones y de los factores que intervienen en el modelo.
4. Se consideran las restricciones a las que está sujeto el modelo y se determina el riesgo del portafolio.
5. Se estima el rendimiento esperado relacionado al riesgo obtenido.
6. Se generan las proporciones a invertir de cada acción.
7. Se simulan y grafican los portafolios.
8. Se calculan los parámetros de evaluación de los portafolios.

3.4 Parámetros de evaluación

Con la finalidad de hallar las proporciones de inversión que cada acción debe tener para replicar el índice internacional que deseamos, se tienen que considerar restricciones. Dichas restricciones nos permitirán optimizar los portafolios y encontrar combinaciones como la de mínimo riesgo.

En promedio se construyeron 8 portafolios por cada tipo de índice a replicar. A cada uno de estos se le evaluaron los siguientes parámetros. Estos nos permiten realizar comparaciones y llegar a conclusiones.

3.4.1 Rendimiento simulado y teórico

Con las proporciones a invertir de cada portafolio se hicieron simulaciones para visualizar el comportamiento de cada índice en el periodo de enero 2007 a abril 2012. La inversión inicial que fue considerada es de un millón de pesos mexicanos (MXP). Se colocaron las cotizaciones del índice, las proporciones de las acciones y se simuló la inversión del millón de pesos a su correspondiente proporción porcentual. En la siguiente tabla se aprecia una parte de la simulación del portafolio A.

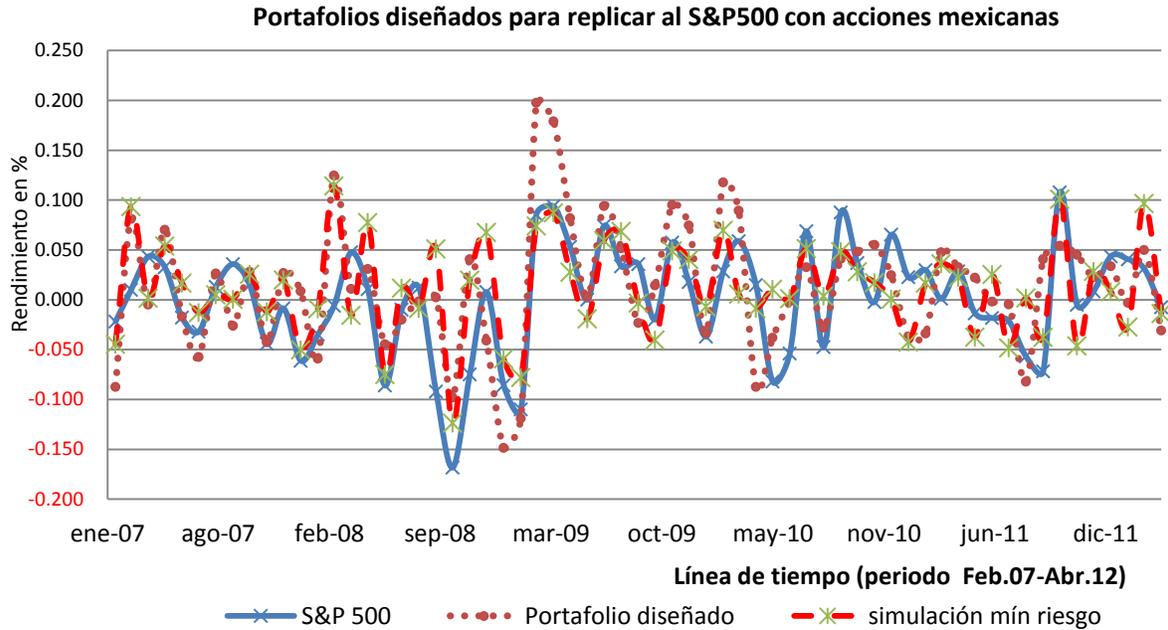
Tabla 3.4.1.1 Simulación de una inversión

S&P 500		Rend AMXL		Rend GFINBURO		Rend KIMBERA		Rend TELMEXL		Rend WALMEXV		Valor en \$ de la inversión		
Fecha	en USD	AMXL		GFINBURC		KIMBERA		TELMEXL		WALMEXV				
		S&P 500 Rend	0.14111	0.16216	0.27185	0.25658	0.16830							
ene-07	1438.24	1000000	\$141,108.81	\$162,163.52	\$271,846.21	\$256,582.69	\$168,298.77	\$1,000,000.00						
feb-07	1406.82	-0.022	\$978,153.85	-0.000818	\$140,993.43	-0.07235	\$150,430.95	-0.010566	\$268,973.78	-0.040213	\$246,264.76	-0.116117	\$148,756.40	\$955,419.32
mar-07	1420.86	0.010	\$987,915.79	0.081833	\$152,531.36	0.077496	\$162,088.79	0.0632208	\$285,978.53	0.1438552	\$281,691.23	0.092215	\$162,473.97	\$1,044,763.88
abr-07	1482.37	0.043	\$1,030,683.34	0.088502	\$166,030.73	0.005071	\$162,910.81	-0.014965	\$281,698.95	0.0157182	\$286,118.90	-0.07894	\$149,648.20	\$1,046,407.59
may-07	1530.62	0.033	\$1,064,231.28	0.128214	\$187,318.20	0.094591	\$178,320.75	-0.061288	\$264,434.28	0.1574173	\$331,158.96	-0.053783	\$141,599.60	\$1,102,831.79
jun-07	1503.35	-0.018	\$1,045,270.61	0.029874	\$192,914.09	0.111396	\$198,184.90	0.0314355	\$272,746.90	-0.049911	\$314,630.48	0.0083661	\$142,784.24	\$1,121,260.61
jul-07	1455.27	-0.032	\$1,011,840.86	-0.01625	\$189,779.20	0.171659	\$232,205.12	-0.05984	\$256,425.69	-0.080488	\$289,306.56	-0.025622	\$139,125.79	\$1,108,842.36
ago-07	1473.96	0.013	\$1,024,835.91	0.020177	\$193,608.44	-0.11865	\$204,654.07	0.0808824	\$277,166.00	0.0378658	\$300,203.52	-0.016779	\$136,791.35	\$1,112,423.38
sep-07	1526.75	0.036	\$1,061,540.49	0.04555	\$202,427.28	-0.02566	\$199,402.63	0.0586735	\$293,428.29	-0.074918	\$277,712.91	0.0234335	\$139,996.85	\$1,112,967.96
oct-07	1549.38	0.015	\$1,077,275.00	-0.000775	\$202,270.42	0.087786	\$216,907.44	-0.068944	\$273,198.03	0.0750417	\$298,552.96	0.0754107	\$150,554.10	\$1,141,482.95
nov-07	1481.14	-0.044	\$1,029,828.12	-0.009448	\$200,359.39	-0.044561	\$207,241.74	-0.01398	\$269,378.75	0.049121	\$313,218.18	-0.087248	\$137,418.51	\$1,127,616.57
dic-07	1468.36	-0.009	\$1,020,942.26	-0.002086	\$199,941.36	0.041498	\$215,841.93	0.0750393	\$289,592.75	0.0002332	\$313,291.22	-0.044371	\$131,321.09	\$1,149,988.33
ene-08	1378.55	-0.061	\$958,497.89	-0.028076	\$194,327.71	-0.109661	\$192,172.38	-0.083595	\$265,384.37	-0.026264	\$305,063.05	0.0302467	\$135,293.12	\$1,092,240.63
feb-08	1330.63	-0.036	\$925,179.39	-0.009527	\$192,476.40	0.096238	\$210,666.59	0.0086659	\$267,684.16	-0.095674	\$275,876.36	0.0025753	\$135,641.55	\$1,082,345.06

Fuente: Elaboración propia.

Después se graficaron los rendimientos de los índices contra los portafolios simulados. La finalidad es observar la tendencia de réplica. En la gráfica subsecuente se presenta el comportamiento del índice S&P500 con dos de las simulaciones realizadas (aquella de menor y mayor riesgo).

Figura 3.4.1.1 Gráfico de los rendimientos producto de dos simulaciones



El rendimiento simulado es un reflejo del comportamiento real a través del tiempo de estudio con las proporciones que fueron resultado del modelo matemático. Se consideró la siguiente fórmula para obtener un rendimiento promedio anual de la inversión.

$$Rend_{simulado} = \left(\frac{V_f - V_i}{V_i} \right) \left(\frac{12}{NM} \right)$$

Donde:

V_f : Valor al final de la inversión

V_i : Valor inicial de inversión

NM: Número de meses o periodos simulados

Por su parte, el rendimiento teórico es aquel que se obtiene del producto de las ponderaciones de inversión por el valor esperado del rendimiento de las acciones. Cabe resaltar que las tasas de rendimiento se han anualizado para su comparación.

3.4.2 Coeficiente de Correlación

El coeficiente de correlación es otro parámetro a utilizar ya que este nos relaciona el producto de la desviación estándar del índice internacional replicado por la desviación estándar del portafolio diseñado, esto en el eje de las abscisas. Mientras que en el eje de las ordenadas está la covarianza entre los rendimientos del índice internacional y los del portafolio diseñado.³³

$$\rho = \frac{cov(r_p, r_{ii})}{(\sigma_p \sigma_{ii})}$$

Ordenadas: covarianza (r_p, r_{ii}); Abscisas: ($\sigma_p \times \sigma_{ii}$)

3.4.3 Tracking Error (Error de Réplica)

Como parámetro, el *tracking error* también es útil para la evaluación de los portafolios. Este parámetro no es como tal un solo número, sino una ecuación, la cual es producto de una regresión lineal. Por lo que se debe tomar en cuenta el coeficiente de la pendiente y la ordenada al origen. Ésta pendiente es considerada el *tracking error*.

3.4.4 Coeficiente de Treynor

Otro parámetro considerado para la evaluación entre portafolios es el coeficiente de Treynor³⁴. Este número permite valorar el comportamiento entre los portafolios simulados y el índice. El coeficiente demanda una tasa libre de riesgo para su cálculo, por ello se consideró la tasa de los certificados de tesorería³⁵.

³³ Los gráficos de este parámetro, así como también del *tracking error*, se encuentran en el anexo E.

³⁴ La fórmula se encuentra en el subtema 2.4.2.4

³⁵ CETES28

3.5 Análisis de resultados

A lo largo del desarrollo de este subtema se encontrarán los análisis e interpretaciones de gráficas y resultados obtenidos. Primero se halla la sección donde se resume la conformación de cada uno de los portafolios y sus parámetros de evaluación. Después, hay una segunda sección dónde se expone un comparativo entre los portafolios.

3.5.1 Portafolios A

Con el portafolio A se desea replicar los rendimientos del índice bursátil S&P500 de Estados Unidos. En este portafolio se distinguen cuatro grupos de portafolios según su nivel de riesgo, los cuales son: uno de mínimo riesgo, tres de riesgo medio, uno de máximo riesgo y dos optimizados.

En el portafolios A se puede apreciar fácilmente que la cantidad de acciones mexicanas que componen a los portafolios de mínimo, medio y alto riesgo van inversamente relacionadas con el aumento del riesgo. Mientras que en el portafolios de mínimo riesgo se constituye por nueve activos, el de máximo riesgo sólo se constituye por uno (CMX: 100%). En cuanto a los intermedios, conforme aumenta el riesgo, disminuye el rendimiento teórico y pasan de estar constituidos por seis activos a tres y dos, respectivamente.

La mayoría de las proporciones de inversión del portafolio de mínimo riesgo se ubican por encima del 9.45% (URB) y llegan hasta 19.43% (WAL), las dos restantes son GEO e ICA con 3.6% y 3.27%, respectivamente. Destaca de este portafolios su rendimiento (11.49%) y su relación con el riesgo (2.65%), tornándolo atractivo para un inversionista. Además, su beta de portafolio (≈ 0.73) es la que más se aproxima a uno, dentro de los primeros cinco portafolios o también podríamos llamarlos -de los no optimizados-. Sobre las betas de los tres factores del modelo, se aprecia que la más relacionada es la beta con respecto al S&P500 (0.57), mientras que la menos relacionada es la de tipo de cambio (TC³⁶) (β_{TC} : -0.02).

Los portafolios de riesgo medio poseen dos características básicas. La primera es que sus rendimientos son muy bajos e inclusive mayoritariamente negativos. Esto tiene relación con su incremento del riesgo y el peso que tienen, primordialmente, dos de los

³⁶ Se utiliza TC para abreviar: Tipo de Cambio (MXP/USD)

activos que los componen. Dichos activos son CMX, que varía de 47.67% de participación hasta 86.11%, y WAL, que va 30.69% a 13.89% conforme aumenta el riesgo.

Es de destacar que el primer portafolios de riesgo medio (14.82%) se caracteriza por el valor de su beta S&P500 ($\beta_{S\&P}$: 0.92), pues éste se aproxima bastante a la unidad. Las betas del IPC y del TC valen 0.47 y -0.04 respectivamente, lo que provoca que el valor de la beta del portafolio se eleve a 1.35. Las seis proporciones ponderadas que conforman a este portafolios son: BIM 4.43%, CMX 47.67%, GFI 5.22%, TLM 3.31%, URB 8.69% y WAL 30.69%.

El segundo y el tercer portafolios de riesgo medio, correspondientes al renglón tres y cuatro de la tabla 3.5.1.1, son completamente indeseables para un inversionista racional ya que cuentan con un riesgo muy alto y rendimientos negativos. Podría decirse que el portafolios del renglón tres y cuatro concentran la inversión en un 95.92% y 100%, respectivamente, en solo dos acciones: CMX y WAL.

El portafolios de máximo riesgo es, como su nombre lo dice, el más arriesgado y tiene el rendimiento menos favorable de todos. Además, no está diversificado.

Por la parte de los portafolios optimizados, se puede decir que están cercanos a los portafolios de riesgo medio, pero a diferencia de estos últimos los optimizados tienen mejores rendimientos. Asimismo, tienen una peculiaridad relevante que se puede apreciar en el valor del coeficiente beta S&P igual a la unidad ($\beta_{S\&P500}$: 1), mientras que la beta del IPC y del TC tienen bajos valores de influencia en los portafolios diseñados. En lo que respecta a la distribución de la inversión, BIM y CMX son los activos donde se concentra la mayor parte de la inversión. Por ejemplo, BIM tiene porcentajes de inversión entre 67.64% a 79.34%.

Tabla 3.5.1.1 Riesgo, Rendimiento, Betas y ponderaciones de los portafolios A

	RIESGO	REND Teórico	Beta Port	Beta IPC	Beta S&P	Beta TC	$\sigma_{(eP)}$	AMXL	BIMB	CEMEX	GEOB	GF INB	ICA	KIMB	TLMX	URBI	WAL MEXV
1	2.65%	11.49%	0.734142	0.1847	0.5752	-0.0257	0.02342	14.32%	18.01%	0.00%	3.60%	10.73%	3.27%	11.04%	10.16%	9.45%	19.43%
2	14.82%	1.64%	1.354836	0.4713	0.9234	-0.0399	0.05591	0.00%	4.43%	47.67%	0.00%	5.22%	0.00%	0.00%	3.31%	8.69%	30.69%
3	26.99%	-2.23%	1.742485	0.6106	1.1114	0.0205	0.07693	0.00%	0.00%	68.96%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.08%	26.96%
4	39.15%	-4.61%	1.996094	0.7163	1.2429	0.0369	0.09409	0.00%	0.00%	86.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	13.89%
5	51.32%	-7.40%	2.179875	0.8282	1.3277	0.0239	0.10881	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
6	12.75%	12.94%	1.0821	0.0821	1	0	0.05082	0.00%	67.64%	25.33%	0.00%	0.00%	0.00%	7.03%	0.00%	0.00%	0.00%
7	14.20%	14.40%	0.9609	0.0106	1	-0.0497	0.05469	0.00%	79.34%	20.66%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2 Portafolios B

Los rendimientos del índice bursátil SP/TSX de Canadá se replicaron con el portafolio B. También para estos portafolios el nivel de riesgo nos permite agruparlos en cuatro tipos, los cuales son: uno de mínimo riesgo, tres de riesgo medio, uno de máximo riesgo y cinco optimizados.

A primera vista se puede destacar que la tabla 3.5.2.1, que muestra los portafolios B, tiene una variada diversificación para los portafolios de mínimo y medio riesgo ya que entre nueve y diez activos los componen. El portafolio de mínimo riesgo posee un diferencial entre riesgo y rendimiento interesante (Riesgo: 2.89%, Rend.: 10.28%), y con desviación estándar mínima. La única acción que tiene peso nulo para este portafolio es BIM.

Los portafolios de riesgo medio tienen un riesgo que varía entre 6% y 42%, pasando por 15%. El primer portafolio de riesgo medio se ubica en el segundo renglón de la tabla e indica que se integra por diez activos, pero los otros dos portafolios de riesgo medio se componen de nueve activos, los cuales son: BIM, CMX, GEO, GFI, ICA, KIM, TEL, URB y WAL. El rendimiento de estos dos portafolios llega a ser menor a su riesgo.

El portafolio de máximo riesgo prácticamente está ponderado al 50% de BIM y 50% de WAL. Además, la beta del portafolio es la menor de los anteriores, aunque el coeficiente de su beta relacionada al SP/TSX es relativamente alto.

En cuanto a los portafolios optimizados, fue más complicado conseguir valores aproximados a la unidad y los más bajos posibles, para la beta SP/TSX ($\beta_{SP/TSX}$) y para las betas del IPC (β_{IPC}) y TC (β_{CT}), respectivamente. En la tabla se observan los valores de $\beta_{SP/TSX}$ y $\beta_{SP/TSX}$ con poca diferencia el uno del otro, mientras que todos los de β_{TC} son negativos. Esto implica que a pesar de intentar replicar el SP/TSX con las acciones mexicanas elegidas hay cierta influencia de los otros factores del modelo para estos portafolios diseñados. En cuanto al nivel de riesgo que ofrecen los optimizados se puede decir que son de nivel medio y los rendimientos oscilan entre -4.18% y 24.89%. Adicionalmente, se debe rescatar que el índice canadiense no tuvo un desempeño favorable en general en el periodo de estudio que se consideró para esta investigación, lo cual tiene congruencia con los rendimientos obtenidos en los portafolios optimizados con $\beta_{SP/TSX}$ igual a la unidad (-4.18% y -3.87%, respectivamente).

Tabla 3.5.2.1 Riesgo, Rendimiento, Betas y Ponderaciones de los portafolios B

	RIESGO	REND Teórico	Beta Portaf	Beta IPC	Beta SP/TSX	Beta TC	$\sigma_{(eP)}$	AMXL	BIMBO A	CEMEX CPO	GEOB	GFINBU RO	ICA	KIMBER A	TELMEXL	URBI	WALMEX V
1	2.89%	10.28%	0.55140	0.33047	0.3447	-0.12380	0.02463	24.09%	0.00%	1.26%	3.39%	11.90%	2.74%	18.36%	14.33%	8.79%	15.15%
2	6.00%	9.20%	0.55391	0.32658	0.4214	-0.19404	0.03411	16.13%	0.63%	4.78%	4.97%	5.19%	4.90%	5.30%	5.27%	5.08%	47.75%
3	15.00%	12.02%	0.27952	0.24755	0.2964	-0.26442	0.02710	0.00%	16.71%	0.98%	3.17%	11.38%	2.47%	18.19%	14.13%	8.64%	24.32%
4	42.00%	12.08%	0.28101	0.21227	0.3971	-0.32833	0.03711	0.00%	25.97%	3.88%	3.78%	3.57%	3.81%	3.56%	3.57%	3.64%	48.23%
5	81.07%	16.42%	0.05528	0.04694	0.3895	-0.38120	0.04724	0.00%	50.38%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	49.62%
6	36.69%	-4.18%	1.63820	0.84292	1	-0.20473	0.09289	17.49%	0.00%	82.51%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
7	16.45%	18.88%	-0.08143	0	0.4453	-0.52677	0.06551	0.00%	95.62%	4.38%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
8	40.22%	-3.87%	1.51024	0.82401	1	-0.31377	0.09807	0.00%	12.86%	87.14%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
9	6.48%	9.48%	0.55560	0.35238	0.3958	-0.19259	0.02251	21.10%	10.85%	4.04%	5.66%	9.01%	4.54%	13.51%	10.53%	8.83%	11.92%
10	21.10%	24.89%	-0.17202	0.00564	0.3706	-0.54827	0.07497	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia.

3.5.3 Portafolios C

En los portafolios C se siguen a los rendimientos del índice bursátil BOVESPA de Brasil. Este índice es el que tuvo mayor crecimiento durante el periodo de investigación, sin embargo, la volatilidad de sus rendimientos también fue mayor. Del mismo modo que en los portafolios anteriores hay cuatro grupos de portafolios. Los cuales son: uno de mínimo, tres de riesgo medio, uno de máximo y cuatro optimizados.

El portafolio B de mínimo riesgo está construido con porcentajes de inversión que van desde 1.67% hasta 24.1% sin rebasar esta cifra. El único de los diez activos que no tuvo peso fue BIM (con 0%). El valor de beta de este portafolio apenas alcanzó un 0.37, el cual es el más bajo de los primeros cinco portafolios.

Todos los portafolios de riesgo medio se caracterizan por sus porcentajes de rendimiento menores a los de riesgo. Las acciones CMX, GEO y URB no intervienen con peso alguno en la inversión de estos portafolios de riesgo medio. Mientras que las acciones de ICA y WAL constituyen mayoritariamente a estos portafolios. ICA es la acción preponderante, ya que como se puede ver en la tabla 3.5.3.1 su peso va de 48.84% a 68.76%. Los valores de WAL oscilan en menor medida pues van de 27.39% a 30.14%.

El portafolio de máximo riesgo es demasiado desventajoso porque no está diversificado, pues apuesta todo sólo a la acción de ICA y el rendimiento esperado obtenido del modelo multi-índice es casi siete veces menor con relación al riesgo en el que se incurre.

Es de destacarse la concordancia que existe entre los valores de las betas relacionadas al IPC y al BVSP³⁷, ya que estos valores tienen poca diferencia entre ellos. Además, las betas del TC son todas negativas, excepto la última que pertenece a los portafolios optimizados. Estos portafolios se caracterizan por que ninguno tiene una beta relacionada al BOVESPA igual a la unidad pero si tienen betas relacionadas al IPC y al TC iguales a cero. Esto implica que se puede lograr una mínima influencia de uno de los factores con betas cero pero, por otra parte, no se consigue tener una máxima influencia del índice que se quiere seguir.

³⁷ También se puede encontrar la abreviatura BOVESPA como BVSP.

Tabla 3.5.3.1 Riesgo, Rendimiento, Betas y Ponderaciones de los portafolios C

	RIESGO	REND Teórico	Beta Portaf	Beta IPC	Beta BVSP	Beta TC	$\sigma_{(eP)}$	AMXL	BIMB	CEMEX	GEOB	GFINB	ICA	KIMBER	TLMX	URBI	WAL
1	2.85%	10.02%	0.3732	0.2828	0.2646	-0.1743	0.02439	24.10%	0.00%	1.67%	3.85%	11.49%	2.50%	17.95%	14.76%	8.73%	14.95%
2	12.62%	9.08%	0.6352	0.3781	0.5278	-0.2707	0.05354	20.35%	0.02%	0.00%	0.00%	0.66%	48.84%	0.83%	1.91%	0.00%	27.39%
3	22.39%	8.05%	0.6790	0.4439	0.5984	-0.3632	0.07238	0.00%	0.31%	0.00%	0.00%	0.00%	68.76%	0.06%	0.72%	0.00%	30.14%
4	32.16%	10.02%	0.4821	0.3536	0.5104	-0.3819	0.05672	5.04%	12.89%	0.00%	0.00%	0.25%	52.27%	0.40%	1.40%	0.00%	27.75%
5	41.93%	5.95%	0.9649	0.6010	0.7585	-0.3947	0.10132	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
6	44.01%	20.07%	-0.2738	0	0.2379	-0.5117	0.03899	0.00%	36.99%	0.00%	0.00%	34.81%	0.00%	8.29%	0.00%	0.00%	19.91%
7	18.14%	23.23%	-0.2397	0	0.3355	-0.5752	0.06864	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	91.22%	9%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
8	9.10%	9.61%	0.3180	0.3007	0.2812	-0.2639	0.02243	21.25%	10.54%	3.89%	5.59%	9.03%	5%	14.02%	10.48%	8.44%	11.86%
9	12.08%	13.04%	0.8000	0.3369	0.4631	0	0.05375	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	39%	61.20%	0.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia.

3.5.4 Comparación entre los parámetros de evaluación

Se constituyó la tabla 3.5.4.1 para presentar los parámetros de evaluación como lo son: el riesgo, los rendimientos (teóricos y simulados), las betas, el coeficiente de correlación, el tracking error y el coeficiente de Treynor. Las simulaciones fueron llevadas a cabo con inversiones iniciales de un millón de pesos mexicanos para los portafolios accionarios. Así mismo, los gráficos de las simulaciones se pueden consultar en el anexo D.

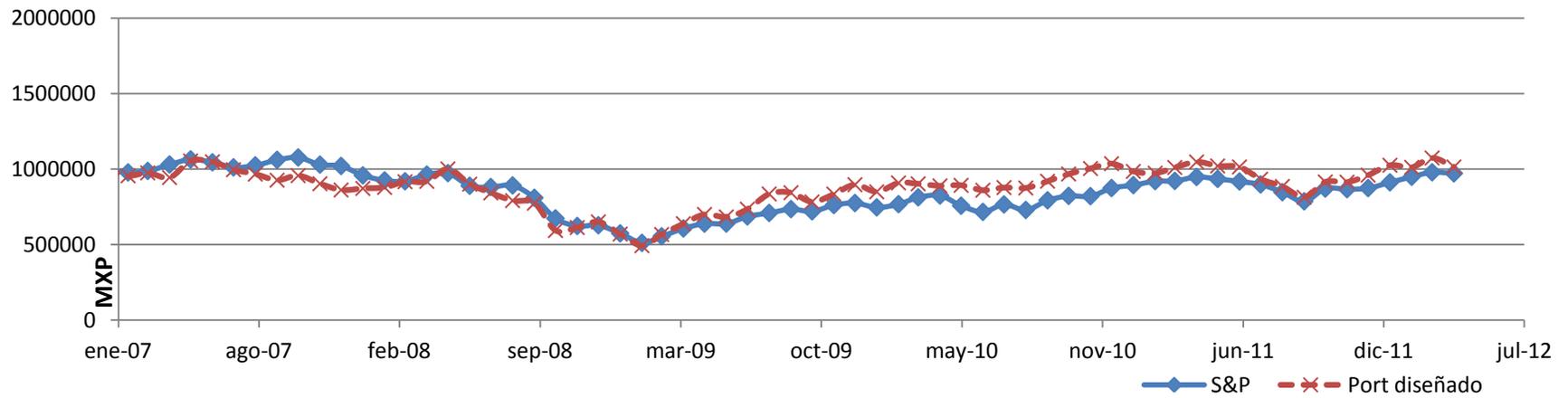
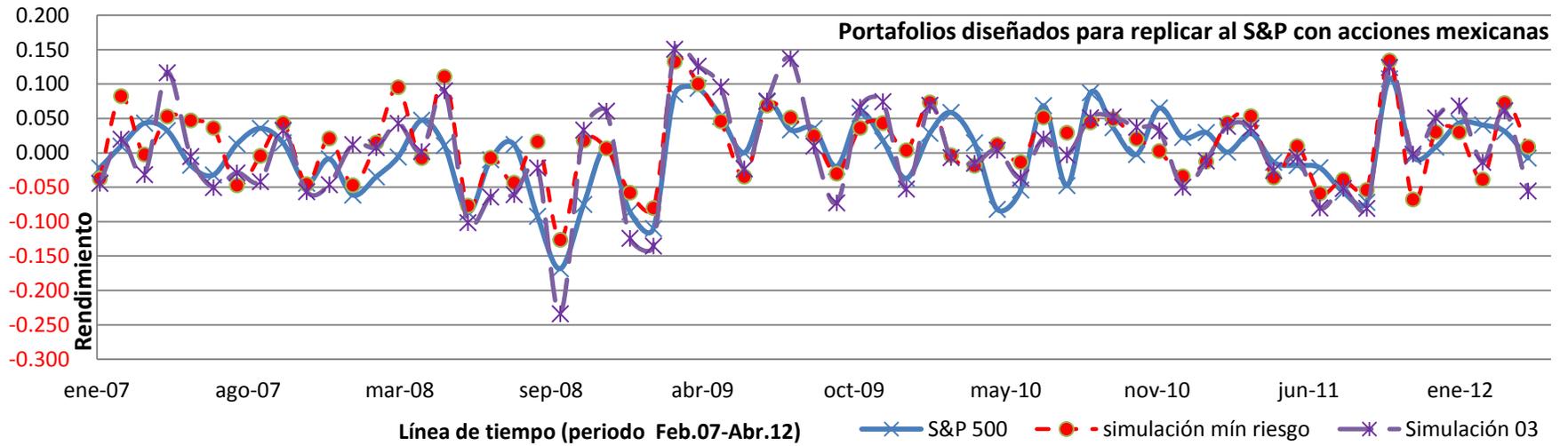
Los resultados del portafolio A muestran características interesantes. Los rendimientos teóricos y los simulados tienen tendencias y sentidos similares en casi todas las simulaciones hechas. Lo que se quiere decir con esto es que si un rendimiento teórico es alto, el rendimiento simulado también lo es y viceversa. Por ejemplo, el primer portafolio tiene un rendimiento de 11.49% y un rendimiento simulado es de 16%, mientras que el tercer portafolio tiene un rendimiento de -2.23% y un rendimiento simulado de -6.2%. El único portafolio que tiene un rendimiento teórico mayor que el simulado es el segundo de la tabla. Sin embargo, éste portafolio es el que posee el coeficiente de correlación mayor (71.55%) con un *tracking error* muy cercano a la unidad (0.9499) y un coeficiente de Treynor negativo (-0.05). Esto nos indica que las proporciones de los activos que integran este portafolio son muy buenas para replicar el comportamiento de los rendimientos del índice S&P500, pero se corre un riesgo medio a costo de un rendimiento bajo. Además, el coeficiente de Treynor nos advierte que el desempeño real del portafolio en el periodo estudiado es aún menor al simulado.

Existen tres portafolios A con rendimientos negativos y alto grado de correlación, pero su desempeño real (C. Treynor), su seguimiento (*tracking error*) y sus riesgos son desventajosos, por ende no serían atractivos para inversionistas.

Por otro lado, están los dos portafolios optimizados que cuentan con las siguientes peculiaridades. El nivel riesgo y los rendimientos teóricos están casi a la par, aunque los rendimientos simulados son casi el doble de los teóricos. Esta situación se refleja en el desempleo real (Treynor: 0.44 y 0.53), ya que tienen los valores más altos de este grupo de portafolios. Ni su correlación ni su tracking error son los mejores pero tienen la característica que la beta relacionada al S&P500 es igual a uno y las otras dos betas tienen valores muy bajos. Esto indica que los rendimientos de los activos que forman a estos portafolios optimizados buscan estar más influenciados por el índice que siguen que por los otros factores. Los valores de la desviación estándar confirman lo anterior, ya que éstos son un poco más altos al portafolio de mínimo riesgo pero menores que los de riesgo medio.

En la figura 3.5.4.1 se presentan los rendimientos del portafolio con el mejor valor de *tracking error* junto con su simulación de la inversión.

Figura 3.5.4.1 Portafolio A diseñado con el mejor valor de tracking error y su simulación de la inversión



Sobre todos los portafolios que conforman al portafolio B se puede decir que sus rendimientos teóricos son ligeramente menores que los simulados, algo que no sucede con los portafolios de los grupos A ni C. El portafolio con rendimiento simulado más alto (37.53%), de todos los grupos, pertenece a los optimizados de este grupo. Aunque por otro lado, el portafolio con mayor riesgo también pertenece a éste. Por ende, el rango de portafolios de riesgo medio es mayor y en él se ubican la mayoría de los portafolios diseñados.

Se puede apreciar que los coeficientes de *tracking error* no están tan cercanos a la unidad, en comparación con los otros dos grupos de portafolios. El segundo portafolio optimizado es el que tiene un *tracking error* más cercano, con un valor de 0.69. Su nivel de riesgo es medio (16.45%), su rendimiento es alto (35.31%) pero su correlación es baja (40.11%), esto nos indica que puede existir cierto grado de correlación en los rendimientos con el índice que replica, aunque los activos que conforman este portafolio no son los mejores para ello.

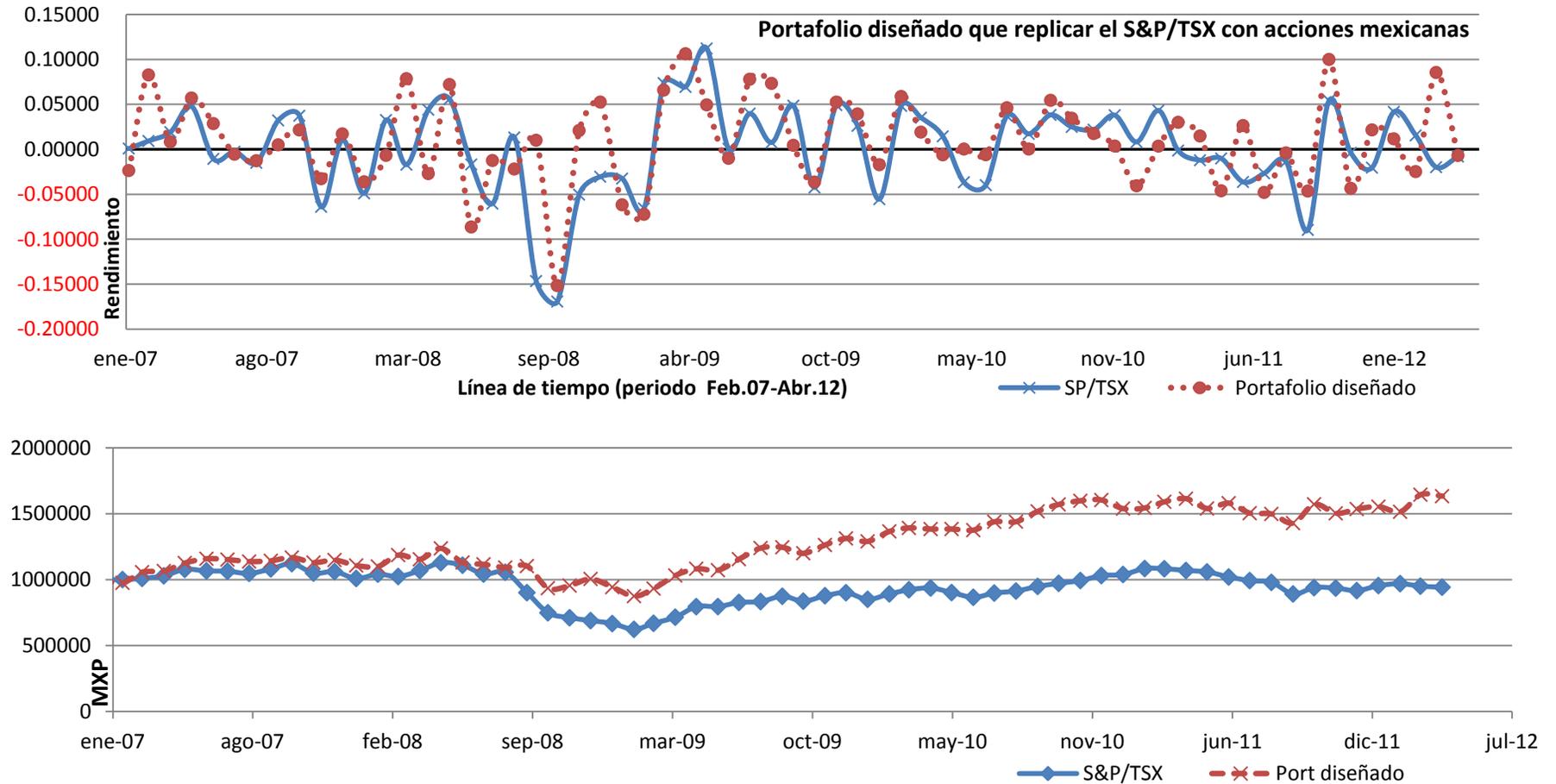
Con base en las gráficas de los portafolios B y los parámetros de evaluación de los mismos se destacan dos portafolios. Uno es el de mínimo riesgo y el otro es el noveno de la tabla (el cuarto de los optimizados). Estos dos portafolios tienen las desviaciones estándar más bajas, 0.024 y 0.022 respectivamente, y sus coeficientes de correlación y de tracking están equilibrados pues no son los óptimos pero tampoco son muy bajos (Corr.: 57.65%, 58.41%; Trk.: 58.41%, 0.6354, respectivamente).

El coeficiente de Treynor de algunos de los portafolios B son de los más elevados de todos los grupos, aunque también los desempeños de las inversiones de los portafolios están sujetos a riesgos medios y altos. El cuarto portafolio optimizado es el que tiene un coeficiente de Treynor de 0.24 con nivel de riesgo bajo y rendimiento promedio. Los portafolios con Treynor más altos (0.79 y 0.86) poseen riesgos de medio a alto nivel.

Los dos portafolios optimizados con betas relacionadas al índice SP/TSX iguales a la unidad dan rendimientos simulados negativos y coincide con los coeficientes de correlación más elevados pero sus *tracking errors* también se alejan de la unidad (1.34 y 1.37, respectivamente).

En la figura 3.5.4.2 se muestran las gráficas del portafolio B de mínimo riesgo que permiten observar el comportamiento de los rendimientos simulados y los del índice SP/TSX.

Figura 3.5.4.2 Portafolio B diseñado con el mejor valor de tracking error y su simulación de la inversión (portafolio de mínimo riesgo)



Los portafolios del tipo C tienen la peculiaridad de que la mayoría de sus rendimientos simulados son menores a los teóricos. Este hecho raramente acontece en los rendimientos positivos de los portafolios de los otros grupos. Sin embargo, tres portafolios C optimizados si tienen rendimientos simulados mejores.

El rango de niveles de riesgo de los portafolios C son similares a los del tipo A. Así como hay rendimientos simulados menores a los teóricos del modelo, también hay niveles de riesgo mayores que los rendimientos teóricos, básicamente para los portafolios no optimizados.

Hay tres portafolios C optimizados con valores de beta relacionados al IPC y al TC iguales a cero. El primer portafolio optimizado tiene un riesgo muy alto (44.93%), un valor nulo de la beta IPC, un valor intermedio de coeficiente de correlación (42.23%) y un tracking error bajo (0.44). Estos valores nos indican que a pesar de tener una beta igual a cero se pueden correr riesgos altos.

El cuarto portafolio optimizado no tiene ninguna beta igual a cero, sin embargo, su desviación estándar es muy baja, por lo tanto aprovecha la tendencia en aumento del índice que replica para poder hacer crecer la inversión. Su riesgo es mayor que el del portafolio de mínimo riesgo pero su rendimiento simulado también lo es y esto se observa en su coeficiente de Treynor, que a pesar de no ser muy alto es considerablemente bueno.

En las gráficas siguientes se observa el portafolio con el *tracking error* más cercano a la unidad y la simulación de su inversión. Es de notarse en la simulación que es posible seguir al índice de Brasil con cinco acciones mexicanas para tener un buen nivel de seguimiento aunque a un riesgo medio-alto. El nivel de riesgo medio-alto de dicho portafolio se puede explicar porque ambos países tienen economías en desarrollo que sufren cambios más bruscos que las economías maduras como lo son las de los otros dos países que se buscaron replicar.

Figura 3.5.4.3 Portafolio C diseñado con el valor de tracking error más cercano a la unidad y su simulación de la inversión

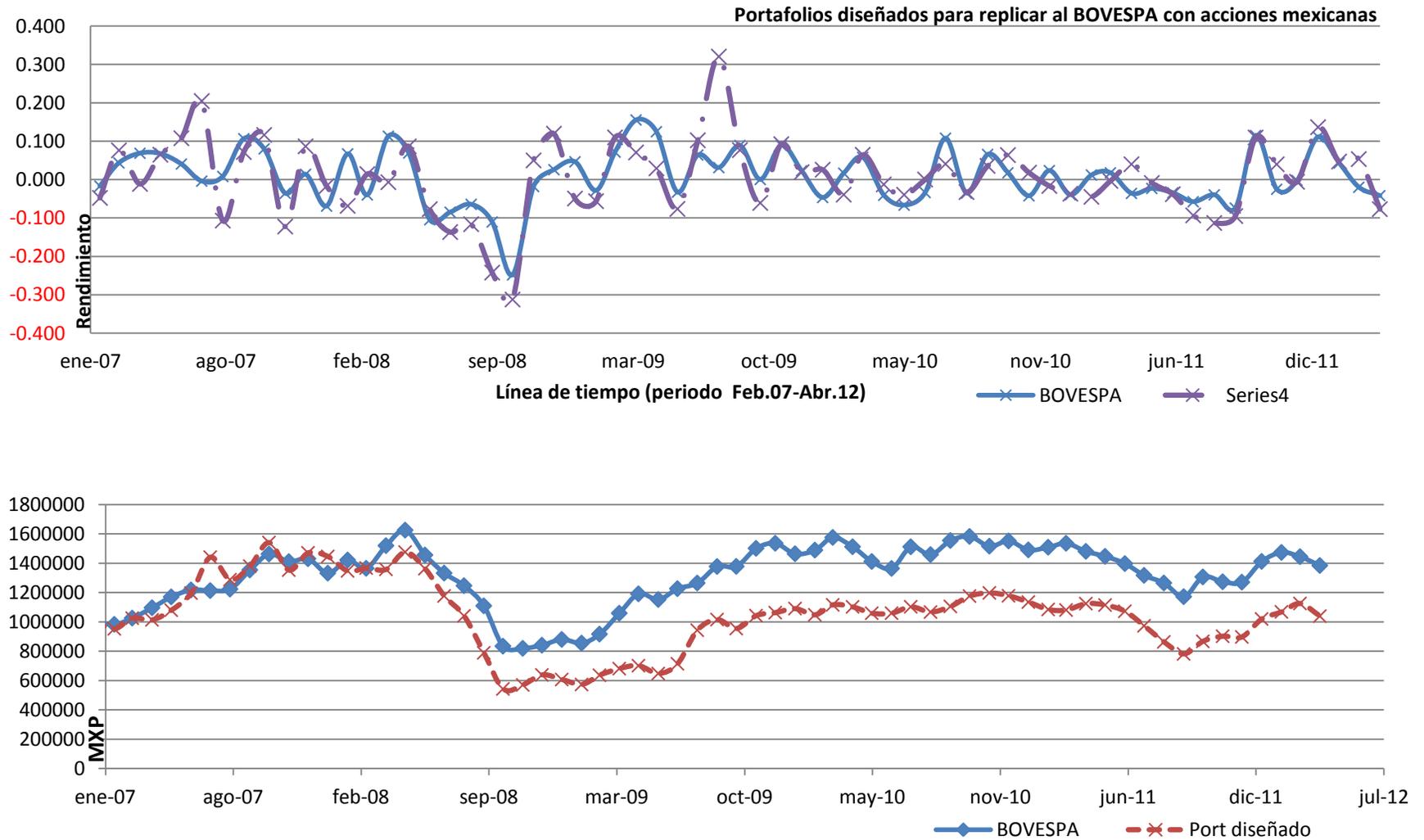


Tabla 3.5.4.1 Parámetros de evaluación entre portafolios

Portafolios A

RIESGO	REND Teórico	Beta Port	Beta IPC	Beta S&P	Beta TC	$\sigma_{(eP)}$	REND Simulado*	Coef. de Correlación	Tracking Error (bx + a)		Coef. Treynor
2.65%	11.49%	0.734142	0.1847	0.5752	-0.0257	0.02342	16.00%	61.95%	0.6222	0.0105	0.260
14.82%	1.64%	1.354836	0.4713	0.9234	-0.0399	0.05591	0.27%	71.55%	0.9499	0.0018	-0.054
26.99%	-2.23%	1.742485	0.6106	1.1114	0.0205	0.07693	-6.20%	70.25%	1.2354	-0.0030	-0.104
39.15%	-4.61%	1.996094	0.7163	1.2429	0.0369	0.09409	-9.58%	67.94%	1.4707	-0.0057	-0.112
51.32%	-7.40%	2.179875	0.8282	1.3277	0.0239	0.10881	-13.13%	64.43%	1.8629	-0.0080	-0.108
12.75%	12.94%	1.0821	0.0821	1	0	0.05082	23.67%	47.05%	0.6545	0.0148	0.442
14.20%	14.40%	0.9609	0.0106	1	-0.0497	0.05469	27.06%	43.01%	0.6423	0.0165	0.531

Portafolios B

RIESGO	REND Teórico	Beta Port	Beta IPC	Beta SP/TSX	Beta TC	$\sigma_{(eP)}$	REND Simulado*	Coef. Correlación	Tracking Error (bx + a)		Coef. Treynor
2.89%	10.28%	0.55140	0.33047	0.3447	-0.12380	0.02463	12.07%	57.65%	0.5757	0.0088	0.167
6.00%	9.20%	0.55391	0.32658	0.4214	-0.19404	0.03411	11.68%	57.02%	0.6735	0.0090	0.157
15.00%	12.02%	0.27952	0.24755	0.2964	-0.26442	0.02710	16.70%	50.29%	0.561	0.0113	0.296
42.00%	12.08%	0.28101	0.21227	0.3971	-0.32833	0.03711	16.44%	51.99%	0.6642	0.0115	0.280
81.07%	16.42%	0.05528	0.04694	0.3895	-0.38120	0.04724	25.08%	44.16%	0.6363	0.0151	0.563
36.69%	-4.18%	1.63820	0.84292	1	-0.20473	0.09289	-6.26%	63.26%	1.3421	-0.0013	-0.101
16.45%	18.88%	-0.08143	0	0.4453	-0.52677	0.06551	35.31%	40.11%	0.6914	0.0198	0.793
40.22%	-3.87%	1.51024	0.82401	1	-0.31377	0.09807	-6.61%	65.01%	1.3756	-0.0019	-0.105
6.48%	9.48%	0.55560	0.35238878	0.3958	-0.19259	0.02251	15.49%	58.41%	0.6354	0.0106	0.248
21.10%	24.89%	-0.17202	0.00564427	0.3706	-0.54827	0.07497	37.53%	38.91%	0.6792	0.0206	0.868

Portafolios C

RIESGO	REND Teórico	Beta Port	Beta IPC	Beta BOVESPA	Beta TC	$\sigma_{(eP)}$	REND Simulado*	Coef. Correlación	Tracking Error (bx + a)		Coef. Treynor
2.85%	10.02%	0.3732	0.2828	0.2646	-0.1743	0.02439	11.72%	61.64%	0.4292	0.0055	0.159
12.62%	9.08%	0.6352	0.3781	0.5278	-0.2707	0.05354	7.03%	67.51%	0.7415	0.0022	0.037
22.39%	8.05%	0.6790	0.4439	0.5984	-0.3632	0.07238	0.75%	65.45%	0.9346	-0.0017	-0.033
32.16%	10.02%	0.4821	0.3536	0.5104	-0.3819	0.05672	7.46%	67.14%	0.7638	0.0025	0.043
41.93%	5.95%	0.9649	0.6010	0.7585	-0.3947	0.10132	-4.61%	61.34%	1.2152	-0.0043	-0.065
44.01%	20.07%	-0.2738	0	0.2379	-0.5117	0.03899	31.33%	42.23%	0.4448	0.0146	0.731
18.14%	23.23%	-0.2397	0	0.3355	-0.5752	0.06864	33.83%	42.19%	0.5032	0.0157	0.704
9.10%	9.61%	0.3180	0.3007	0.2812	-0.2639	0.02243	15.58%	58.27%	0.44	0.0075	0.250
12.08%	13.04%	0.8000	0.3369	0.4631	0	0.05375	12.26%	60.55%	0.5727	0.0056	0.178

Fuente: estimación propia.

*REND Simulado³⁸

³⁸ Rendimientos Simulados: es el resultado del rendimiento anualizado producto de las simulaciones realizadas.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Definitivamente en la actualidad las oportunidades que brinda el desarrollo del mundo financiero han hecho crecer exponencialmente las opciones de inversión. Dada la globalización de los mercados internacionales y su integración en las últimas décadas, hoy en día se ha tornado muy complicado tomar las decisiones correctas sobre qué activos adquirir y en qué proporción, si no se tiene una estrategia a seguir con un objetivo claro. Información confiable aunada a un modelo y a una técnica para discernir entre activos son los ingredientes que permiten diseñar portafolios con base en el perfil de aversión al riesgo.

Nunca está por demás recalcar que la diversificación nos permite disminuir el riesgo y más aún con la diversificación internacional ya que se consigue reducir el riesgo sistémico y aumentar los beneficios. Es relevante agregar que en general los fondos basados en índices internacionales presentan rendimientos positivos. Es por esto que investigar la forma de cómo seguir el comportamiento de un índice internacional basado en un grupo de activos a seleccionar resulta ser una atractiva opción.

Con base en el párrafo anterior, el principal objetivo de esta investigación partió de la búsqueda de evidencia sobre la posibilidad de replicar el comportamiento de índices internacionales mediante portafolios optimizados contruidos con acciones mexicanas. Gracias a la planeación de la estrategia, el diseño, la construcción del modelo, la simulación y la evaluación, se puede concluir que sí es posible replicar índices internacionales con acciones mexicanas. Esto, contribuye también, a la evidencia de que el mercado accionario mexicano ha elevado su grado de integración con los mercados internacionales.

Los resultados obtenidos van acorde a la aplicación del modelo multi-índice pues se puede afirmar que el mejor balance entre el *tracking error* y el coeficiente de correlación de los portafolios se encuentra para los portafolios optimizados. Éstos también se caracterizan por poseer cifras equilibradas en sus parámetros de evaluación.

El índice S&P500 fue el que mejor se logró replicar bajo las condiciones dadas. Para ello, implicó únicamente el uso de seis acciones mexicanas. El índice SP/TSX fue posible replicarlo eficazmente, porque a diferencia de los otros dos índices, éste promete mejores condiciones de riesgo y rendimiento en los portafolios optimizados. En lo que respecta al índice BOVESPA se puede decir que a pesar de poderse replicar adecuadamente no es conveniente hacerlo con las acciones mexicanas porque la relación riesgo rendimiento es desfavorable.

Se determinó que si se es un inversionista adverso al riesgo, son necesarias entre nueve y diez acciones mexicanas para replicar de buena forma a los índices de Estados Unidos, Canadá y Brasil, según sea el caso. Por medio de la técnica utilizada se encontró que se logra aportar una forma por la cual es posible incrementar la posibilidad de simplificación de compra de activos si se desea seguir a un índice desde un mercado diferente al del índice a replicar. Esto significa que es posible disminuir la necesidad de adquirir cada uno de los activos en sus respectivas proporciones que componen a un índice internacional para replicarlo. Es importante enfatizar que en la actualidad se busca cada vez más simplificar procesos o formas de trabajo porque esto representa disminución de costos y tiempo, e incremento productividad.

Por lo tanto, replicar con unas cuantas acciones locales un índice extranjero constituido por un número notablemente superior aporta ventajas competitivas y comparativas. Estas ventajas traen consigo beneficios directos a ambos lados de la balanza, ya sea uno administrador o inversionista. A un administrador de portafolios le conviene contar con técnicas que simplifiquen el diseño de un gran número de complejos índices internacionales y que además requieran de pocos activos porque de esta forma será más fácilmente construir productos atractivos para sus clientes potenciales, mientras que los inversionistas también ganan pues de esta forma tienen la opción de decidir entre más y mejores productos de inversión.

Por otro lado, también pueden beneficiarse los inversionistas autónomos, quienes son los que por su cuenta deciden cómo, cuándo y en qué invertir. Estos tienen la oportunidad de diseñar estrategias propias y, es allí, donde el uso de este modelo les trae grandes beneficios porque al adquirir pocas acciones, de alta rotación y disponibilidad,

consiguen abatir o minimizar costos asociados como comisiones por concepto de compra-venta de activos y de administración de portafolios, además de lograr el objetivo de replicar los índices. Este tipo de inversionistas ha aumentado gracias a la expansión de internet, ya que ellos requieren sólo de una plataforma de internet y su capital. Es por medio de las conclusiones de esta investigación como se busca aportar y contribuir con información que sea útil para estudiantes, académicos y profesionistas.

Recomendaciones

Como parte del cierre de un trabajo de investigación es importante mencionar las implicaciones que se busca que éste tenga, así como también presentar recomendaciones para futuros proyectos.

Nuevas formas de invertir a través de plataformas en internet han sido desarrolladas y puestas a disposición de todo tipo de inversionistas en los últimos años en nuestro país. Inclusive se han dado concursos de casas de bolsa y simuladores de inversiones en la misma red. Esto refuerza la idea de la importancia que tiene el ahorro y la inversión en los sistemas económicos actuales en todo el mundo. Para ello, es relevante el diseño y estructuración de portafolios de inversión que vayan de acuerdo con el perfil y necesidades del inversionista. Además, hoy en día es más fácil generar diversos panoramas y escenarios de inversión por medio del uso de herramientas como las computadoras. Esto implica grandes beneficios y ventajas para los inversionistas, ya sean nacionales o extranjeros, así como también para los administradores de portafolios puesto que de esta forma ambos pueden tener herramientas y parámetros de evaluación de portafolios que faciliten la toma de decisiones de inversión. Sin embargo, la investigación de nuevas técnicas y modelos matemático-financieros que sigan contribuyendo a este campo representan una oportunidad para los profesionales y estudiantes de la misma área. En paralelo, esto implica un reto para la academia ya que con ideas novedosas e interrogantes actuales puede incentivar el desarrollo de investigaciones que complementen o hagan más robustas las metodologías para el diseño y evaluación de portafolios, sin dejar de lado las expectativas de los inversionistas y las cambiantes condiciones de los mercados.

Así como cambian continuamente los mercados, las restricciones y la información básica para alimentar los modelos también se torna diferente el ambiente socio político y las reglas financieras que regulan la economía de un país, por ello es vital desarrollar la habilidad de rápida adaptación y asimilación de conocimiento. Es por ello que nuevas líneas de investigación quedan abiertas, producto de esta tesis, para trabajos futuros. Por ejemplo, sería interesante considerar ventas en corto para este modelo o buscar replicar un índice regional. También, podrían ser otros los índices que se consideren para generar el modelo multi-índice o extender las series de tiempo de los activos financieros a utilizar. Considerar más y nuevos activos de otros mercados internacionales para diseñar portafolios que repliquen diferentes índices sería otra idea para un proyecto futuro.

Bibliografía

1. Aldana Abigail, 2011, “*Diversificación internacional de un portafolio de inversión con índices bursátiles bajo el modelo Markowitz y VaR*”, Tesis UNAM.
2. Bodie Z., Kane A. y Marcus A., 2002, “*Investments*”, McGraw-Hill, EUA.
3. Bru B., Courtault J., Crépel P., Kabanov Y., Lebon I. & Le Marchand A., 2000, “*Louis Bachelier on the century of Théorie de la Spéculation*”, *Mathematical Finance*, Vol. 10, No. 3, Jul., pp. 341-353.
4. Burmeister E. y Mc Elroy M., 1987, “*APT and Multifactor Asset Pricing Models with Measured and Unobserved Factors: theoretical and econometric issues*”, Discussion Paper, Department of Economics University of Virginia and Duke University.
5. Cabello, López y Ortiz, 2007, “*Las bolsas de valores en el área del TLCAN: un análisis a largo plazo*”, *Revista Latinoamericana de Economía. Problemas del Desarrollo*, vol. 38, núm. 151, oct-dic, pp. 37-61.
6. Castells M., 1996, “*The information age: Economy, Society and Culture – The rise of the network society*”, Oxford: Blackwell.
7. Cetina K. y Preda A., 2005, “*The Sociology of Financial Markets*”, Oxford University Press.
8. Chen N., Roll R. & Ross S., 1986, “*Economic Forces and the Stock Market*”, *Journal of Business*, No. 59, pp. 383-403.
9. Cordera R. y Vanegas L., 2005, “*El cambio estructural en México 1982-2004: elementos para una evaluación*”, en *Economía Informa*, Núm. 336, Facultad de Economía, UNAM, Sep-Oct, pp.5-21. México.
10. Dallara C., 1997, “*Globalization calls for extending IMF’s role*”, IMF survey. No. 26-10, Mayo. Recurso disponible en: <http://international.vlex.com/vid/globalization-calls-extending-role-54101539>
11. Dehesa G., 2002, “*Comprender la globalización*”, Ed. Alianza, España.
12. Díaz Mondragón M., 2004, “*Invierta con éxito en la bolsa y otros mercados financieros*”, Ed. SICOO, 1ra edición, México.
13. el-Ojeili Chamsy y Hayden Patrick, 2006, “*Critical theories of globalization*”, Ed. Palgrave Macmillan.
14. Elton Edwin y Gruber Martin, 1995, “*Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*”, Ed. J. Wiley
15. Haugen Robert, 1990, “*Modern Investment Theory*”, Ed. Prentice Hall, EUA.
16. King Benjamine, 1996, “*Market and Industry Factors in Stock Price Behavior*”, *Journal of Business*, No. 39, Jan., pp.139-140.
17. Lamonthé P., 1999, “*Gestión de Carteras de Acciones Internacionales*”, Ed. Pirámide, España.
18. Levi M., 2009, “*International Finance*”, Ed. Routledge, 5ta edición, Reino Unido.

19. Lofthouse S., 1994, "*Readings in investments*", Ed. J. Wiley, EUA.
20. López Herrera F., 1999, "*Aplicación del enfoque Markowitz al cálculo del Valor en Riesgo (VaR) de un portafolios de divisas*", Revista Contaduría y Administración, No. 193, Abr-Jun, pp. 53-60.
21. López F. y Rodríguez D., 2009, "*Desarrollo financiero y crecimiento económico en México*", Revista Latinoamericana de Economía: Problemas del Desarrollo, Vol. 40, No. 159, Oct-Dic, pp. 39-60.
22. López F. y Vásquez F., 2002, "*Un modelo de la APT en la selección de portafolios accionarios en el mercado mexicano*", Revista Contaduría y Administración, No. 206, Jul-Sep, pp. 9-30.
23. Marín José y Rubio Gonzalo, 2001, "*Economía Financiera*", Ed. Antoni Bosh, España.
24. Markowitz H., 1952, "*Portfolio Selection*", Journal of Finance, EUA.
25. Marmolejo González M., 1994, "*Inversiones: Práctica, Metodología, Estrategia y Filosofía*", IMEF, México.
26. Márquez Diez Canedo J., 1981, "*Carteras de inversión. Fundamentos teóricos y modelos de selección óptima*", Ed. Limusa, 1ra edición, México.
27. Ortiz Calisto Edgar, 2010, "Capítulo 5. Finanzas Modernas y Teorías de las inversiones", apuntes de clase.
28. Roll, R., 1978, "*Ambiguity when performance is measured by the securities market line*", Journal of Finance, sep.
29. Sharpe, Alexander & Bailey, 2001, "*Fundamentals of investments*", Ed. Prentice Hall, 3ra edición, EUA.
30. Solnik Bruno, 2004, "*International investments*", Ed. Addison Wesley, 5ta edición, EUA, pp. 760.
31. Solnik Bruno, 1974, "*Why not diversify internationally rather than domestically*", Financial Analysts Journal, Julio.
32. Soros George, 2002, "*On Globalization*", New York: Public Affairs.
33. Tinoco Zermeño M., Torres Preciado V., Venegas Martínez F., 2008, "*Deregulation, Financial Development and Economic Growth in Mexico: Long-term Effects and Causality*", Julio, Disponible en: <http://ssrn.com/abstract=1010525>
34. Tello Carlos, 2007, "*Estado y desarrollo económico: México 1920-2006*", Facultad de Economía, UNAM, México.
35. Treynor, 1969, "*Toward a theory of the market value*", trabajo no publicado.
36. Turrent Eduardo, 2007, "*Historia Sintética de la Banca en México*", Banco de México. México. Recurso disponible en: www.banxico.org.mx/sistema-financiero/material-educativo/basico/%7BFFF17467-8ED6-2AB2-1B3B-ACCE5C2AF0E6%7D.pdf

Anexos

A) Siglas y acrónimos empleados

ALADI	Asociación Latinoamericana de Integración
APEC	Cooperación Económica del Pacífico (Asia-Pacific Economic cooperation)
BIT	Tratados Bilaterales de Promoción y Protección de la Inversión Extranjera o Bilateral Treaties for the Promotion and Protection for Foreign Direct Investment
CNBV	Comisión Nacional Bancaria y de Valores
E.U./EUA/USA	Estados Unidos de América (United States of America)
ETF	Exchange Traded Fund
FMI	Fondo Monetario Internacional
IPA	International Performance Analysis (sistema de análisis de desempeño internacional)
IPC	Índice de Precios y Cotizaciones
MSCI-EAFE	Morgan Stanley Capital International-Europe, Australasia & Far East
MWR	Money-Weighted Rate of Return (Tasa de rendimiento ponderada del dinero contra el tiempo)
OCDE/OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OMC	Organización Mundial de Comercio
SCL	Security Characteristic Line
TLCAN o TLC	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
TMP	Teoría Moderna del Portafolio
UE	Unión Europea
USD	United States Dollar (dólar estadounidense)

B) Metodologías de Índices

La fórmula para determinar el índice **S&P500 Composite (E.U.)** es la siguiente (Aldana, 2011):

$$Indice = \frac{\sum P_i \times Q_i}{Divisor}$$

Donde:

P_i : Precio de cada acción en el índice

Q_i : Número de acciones usadas en el cálculo del índice

Divisor: factor de ajuste

La fórmula para determinar el índice **S&P/TSX Composite (Canadá)** es la siguiente (Aldana, 2011):

$$Indice = \frac{\sum P_i \times Q_i}{Divisor}$$

Donde:

P_i : Precio de cada acción en el índice

Q_i : Número de acciones usadas en el cálculo del índice

Divisor: factor de ajuste

El índice **IBOVESPA (Brasil)** es la sumatoria de los pesos (cantidad teórica de la acción multiplicada por el último precio de la misma) de las acciones integrantes del portafolio teórico. Puede ser determinado, en cualquier momento, por medio de la siguiente fórmula (Aldana, 2011):

$$IBOVESPA_t = \sum_{i=1}^n P_{i,t} \times Q_{i,t}$$

Donde:

$IBOVESPA_t$: el índice en el instante t

n : número total de acciones componentes del portafolio teórico

$P_{i,t}$: último precio de la acción i en el instante t

$Q_{i,t}$: cantidad teórica de la acción i en el portafolio en el instante t

C) Factor de rotación de acciones

En la selección de la información básica para el modelo se aplicaron los siguientes criterios. En primera instancia se consideraron todas las acciones que estuvieran dentro del 95% de participación en la conformación del IPC en el periodo de mayo 2011 a abril 2012. De esta manera el universo de acciones se redujo a veintiséis. Después se aplicó el factor de rotación de acciones para ubicar qué activos se encuentran con mayor frecuencia disponibles en el mercado. Este factor se obtiene del volumen diario operado de la serie accionaria en un mes determinado, luego se obtiene la mediana de los datos diarios, y se relacionan con el número de títulos negociados. El procedimiento se realiza para los doce meses previos al último dato, o valor más reciente que se considere de la serie, y el valor que se evalúa es la mediana de los meses. A forma de ejemplo se muestra el proceso descrito de un título accionario para el mes de junio 2011.

Estimación del factor de rotación por acción para un mes

Fecha	Cantidad Títulos en miles	Volumen \$ (miles de MXP)	
	CEMEXCPO	CEMEXCPO	
01/06/2011	28040	266280	137179
02/06/2011	24780	233520	146435
03/06/2011	14587	137179	174599
06/06/2011	19619	183786	179412
07/06/2011	20206	190047	183786
08/06/2011	21160	197024	190047
09/06/2011	49501	454722	197024
10/06/2011	28674	255162	233216
13/06/2011	19972	174599	233520
14/06/2011	33997	303480	242701
15/06/2011	39841	352627	243812
16/06/2011	31055	277725	255162
17/06/2011	29435	261728	261728
20/06/2011	20216	179412	266280
21/06/2011	46520	426016	277725
22/06/2011	26298	242701	284821
23/06/2011	31032	284821	303480
24/06/2011	25339	233216	352627
27/06/2011	15780	146435	394396
28/06/2011	25844	243812	414333
29/06/2011	42893	414333	426016
30/06/2011	40374	394396	454722
Mediana		249487	

Fuente: Elaboración propia con información de Económica.

$$\frac{\text{Cantidad de Títulos (10.06.2011)}}{\text{Mediana}} = \frac{28\ 674}{249\ 487} = 11.493\%$$

Después de llevar a cabo estos cálculos al grupo de veintiséis acciones, se ordenaron en forma descendente y se eligieron las diez series que tienen el mayor factor de rotación. El objetivo es determinar la disponibilidad de los títulos a negociar; con ello, también se busca disminuir el riesgo de liquidez de nuestro portafolio. En la siguiente tabla se muestran dichas acciones y su factor.

Factor de Rotación de las diez acciones representativas

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	CEMEX-CPO	TELMEX-L	AMX-L	URBI	ICA	GEO-B	KIMBER-A	BIMBO-A	GFINBURO	WALMEX-V
May.11	11.166%	9.347%	6.747%	4.273%	3.536%	3.382%	4.500%	4.077%	3.585%	2.867%
Jun.11	11.493%	10.081%	6.642%	3.962%	3.883%	4.074%	4.572%	3.763%	3.383%	2.992%
Jul.11	11.432%	10.484%	6.348%	4.541%	3.996%	3.846%	4.065%	3.769%	3.530%	3.100%
Ago.11	16.867%	9.586%	6.833%	4.070%	5.685%	4.136%	4.012%	3.566%	4.185%	3.289%
Sep.11	21.489%	9.461%	6.746%	5.289%	5.441%	4.154%	4.387%	3.939%	3.921%	3.106%
Oct.11	22.569%	9.558%	6.329%	4.892%	6.574%	6.081%	4.116%	3.635%	4.326%	2.977%
Nov.11	19.331%	10.741%	6.254%	6.581%	5.647%	6.405%	4.165%	3.828%	3.755%	2.887%
Dic.11	15.531%	9.791%	6.159%	6.371%	5.403%	5.874%	4.088%	3.755%	3.766%	2.716%
Ene.12	12.371%	10.208%	6.546%	6.029%	6.164%	5.586%	4.248%	3.782%	3.922%	2.611%
Feb.12	10.426%	11.471%	6.557%	5.452%	4.720%	4.921%	4.139%	3.842%	3.734%	2.562%
Mar.12	10.296%	9.997%	6.539%	6.819%	4.179%	4.990%	4.075%	3.380%	3.862%	2.469%
Abr.12	10.521%	9.891%	6.047%	6.799%	4.159%	5.369%	3.712%	3.284%	3.563%	2.320%
	11.932%	9.944%	6.5426%	5.371%	5.061%	4.956%	4.128%	3.766%	3.760%	2.877%

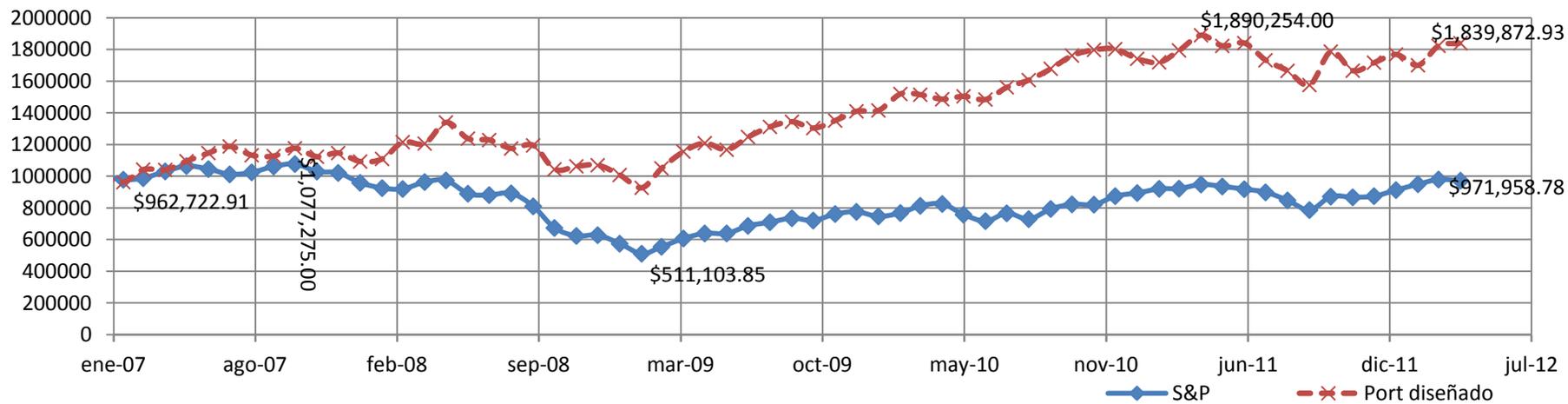
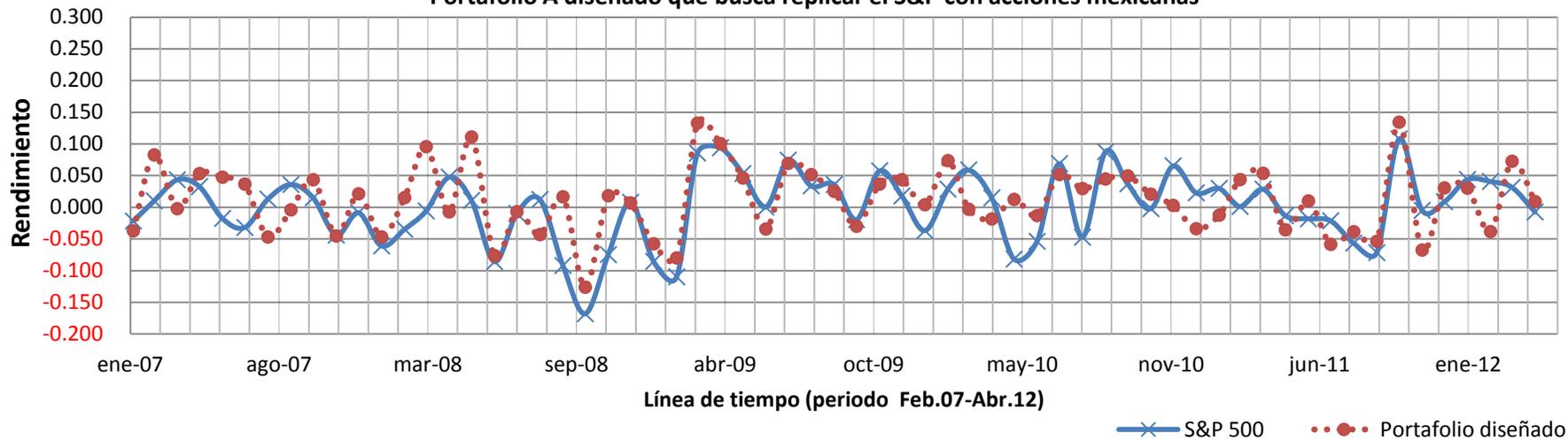
Fuente: Elaboración propia con información de Economática.

D) Gráficos de las simulaciones (Ene.2007-Abr.2012)

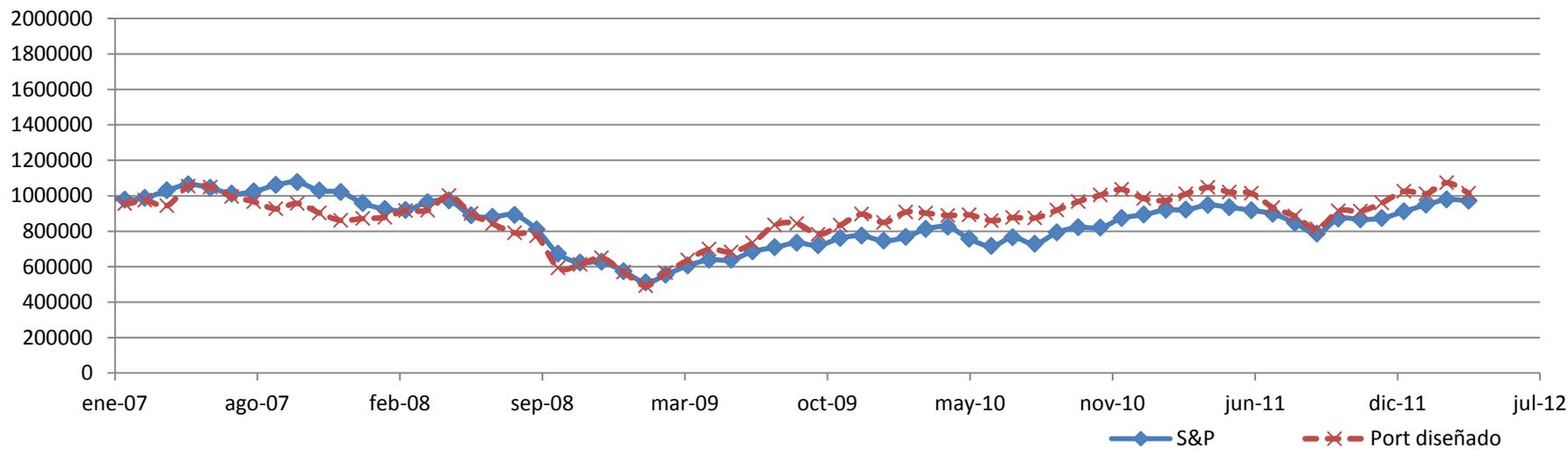
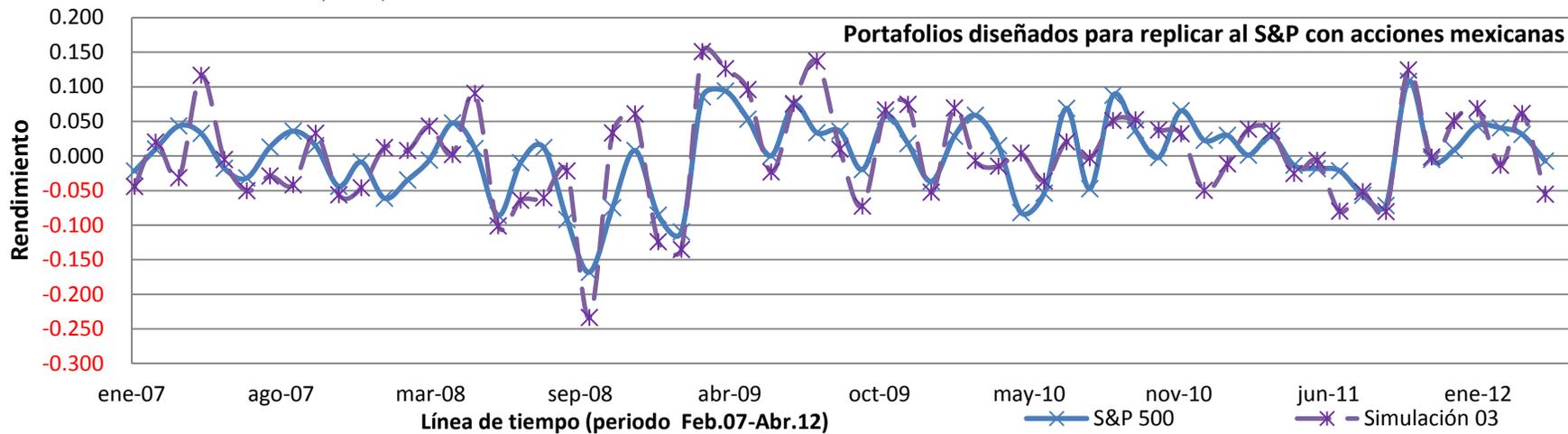
A continuación se presentan las simulaciones realizadas con base en el contenido de las tablas 3.5.1.1, 3.5.2.1 y 3.5.3.1 en orden consecutivo a las mismas. Los portafolios A replican al índice S&P500, los B al SP/TSX y los C al BOVESPA.

Portafolio A. Simulación 1 (sim1: mínimo riesgo)

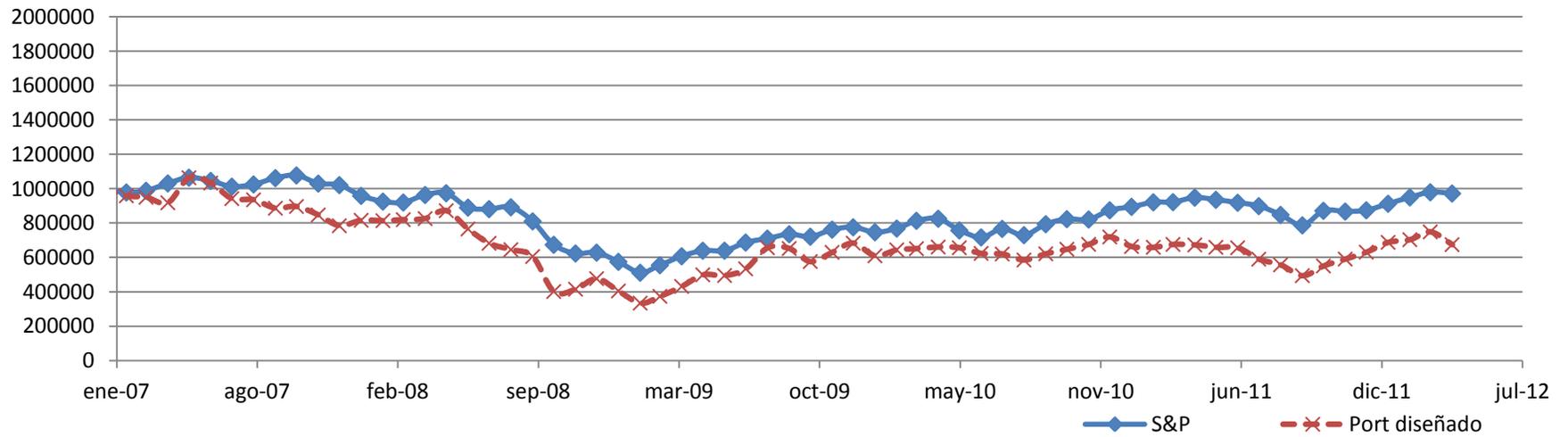
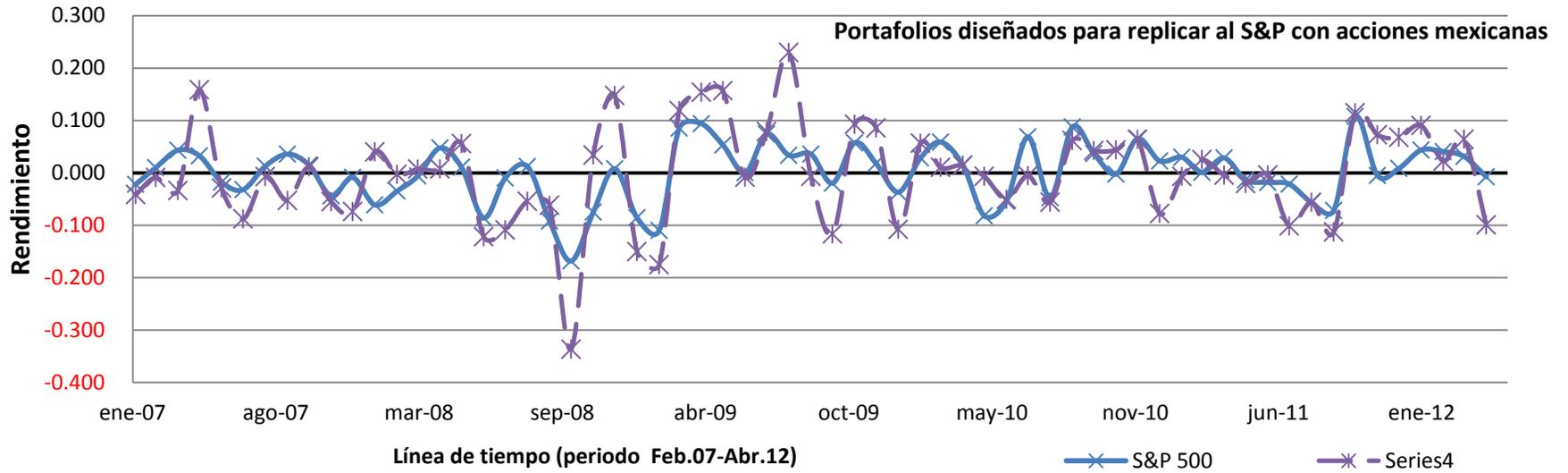
Portafolio A diseñado que busca replicar el S&P con acciones mexicanas



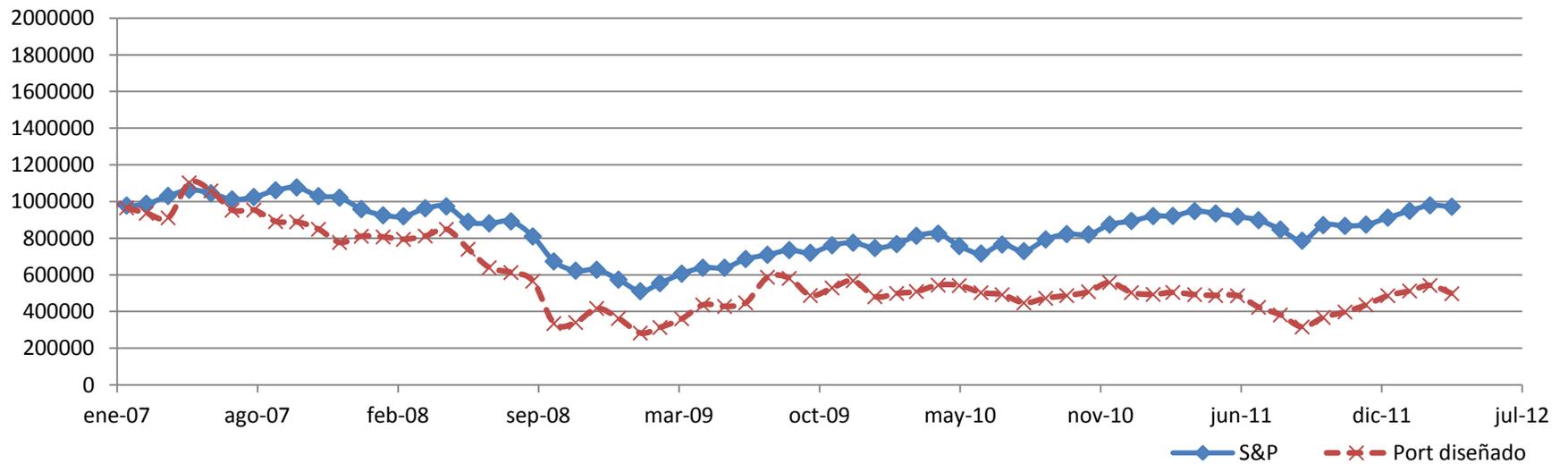
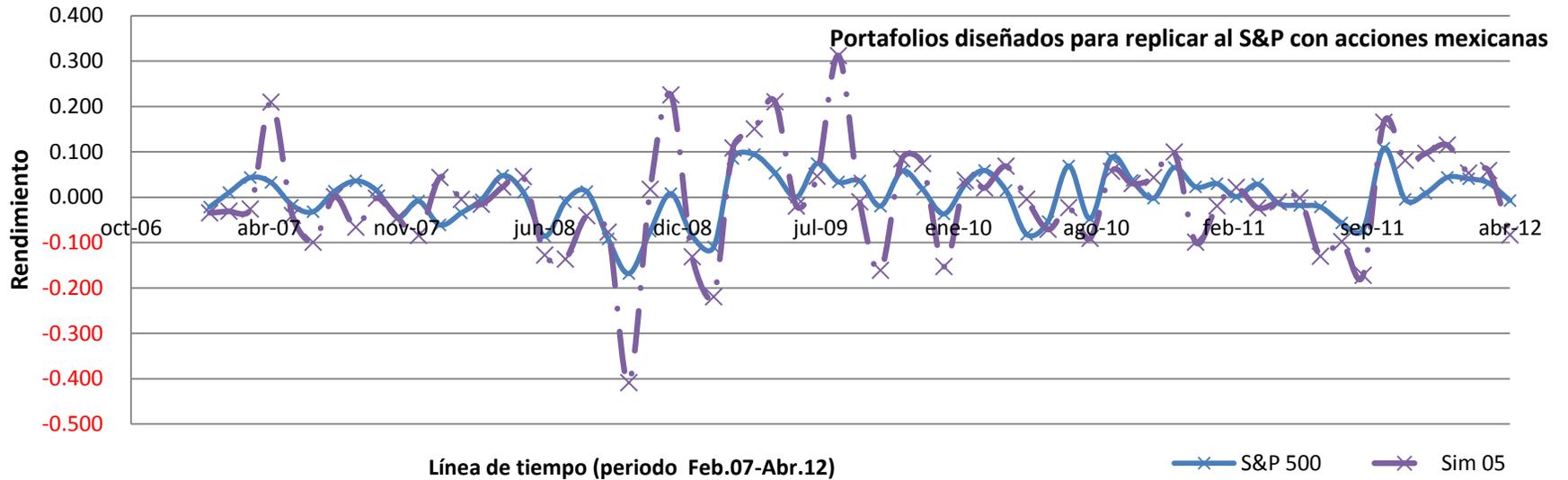
Portafolio A. Simulación 3 (sim3)



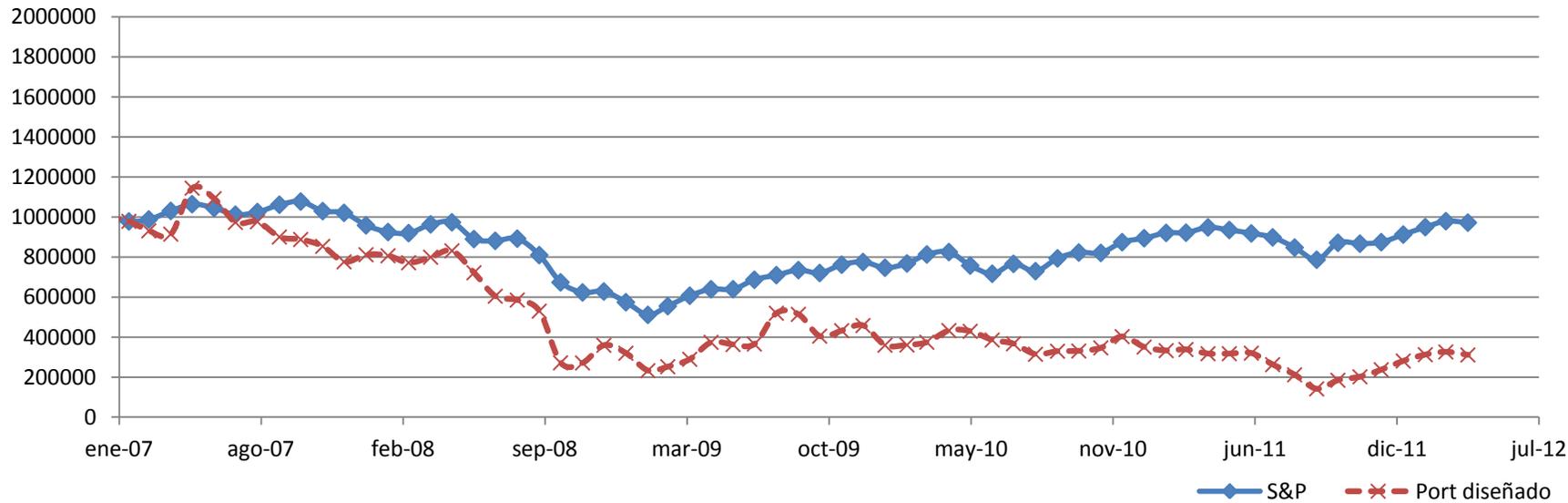
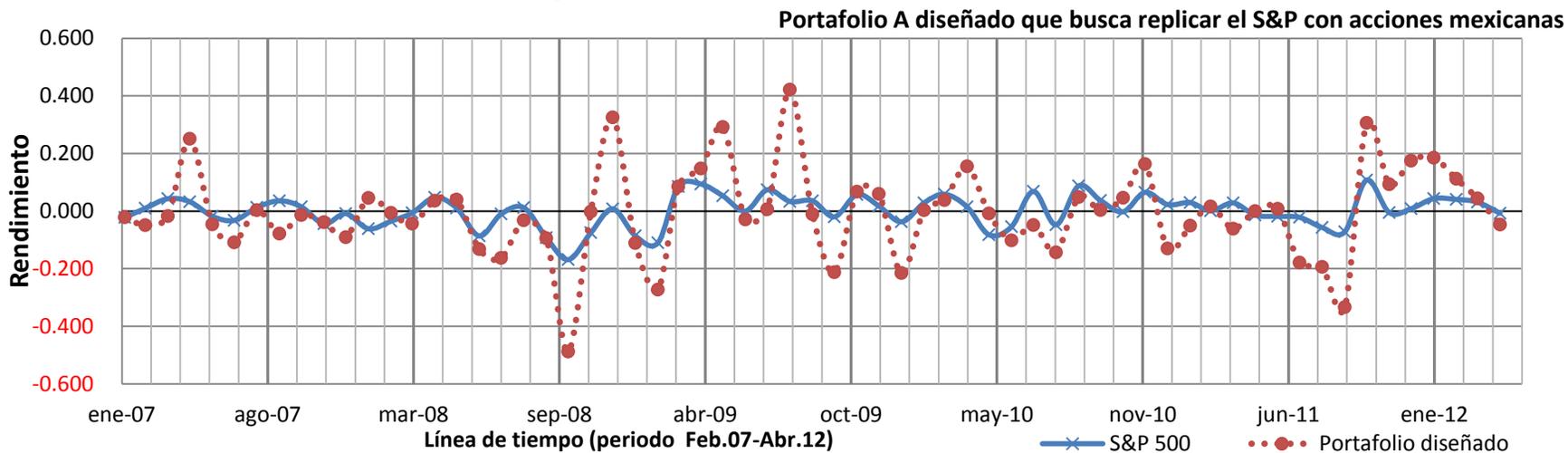
Portafolio A. Simulación 4 (sim4)



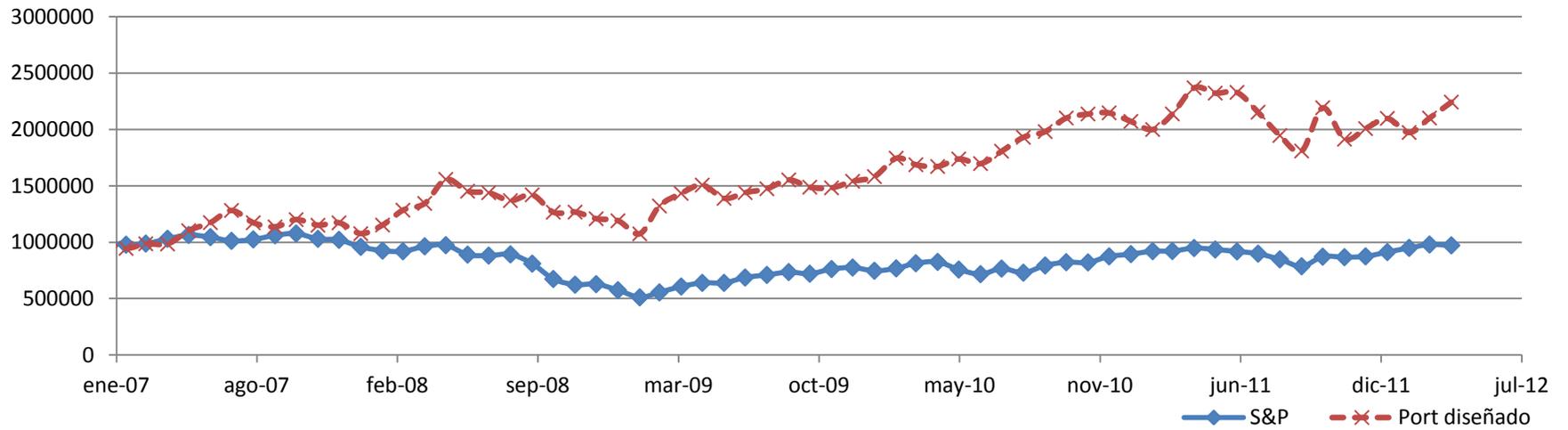
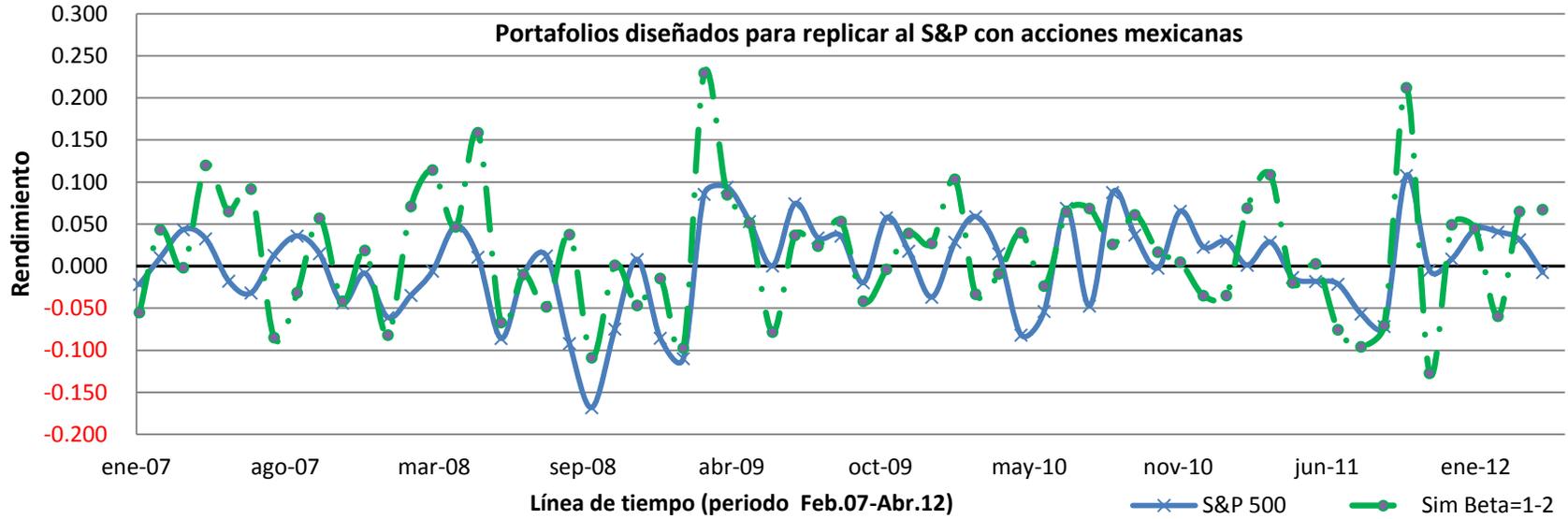
Portafolio A. Simulación 5 (sim5)



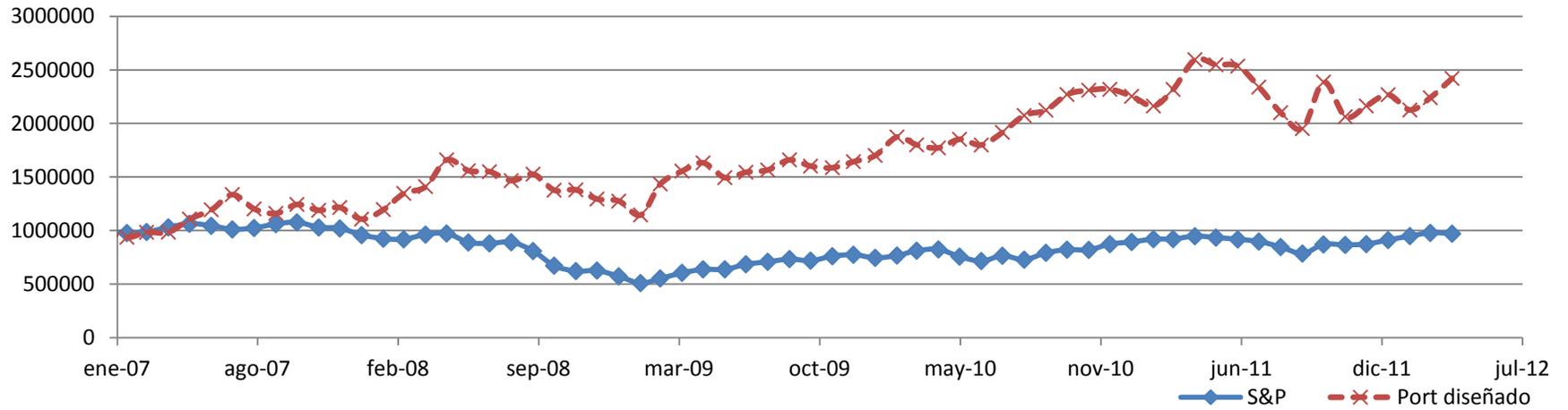
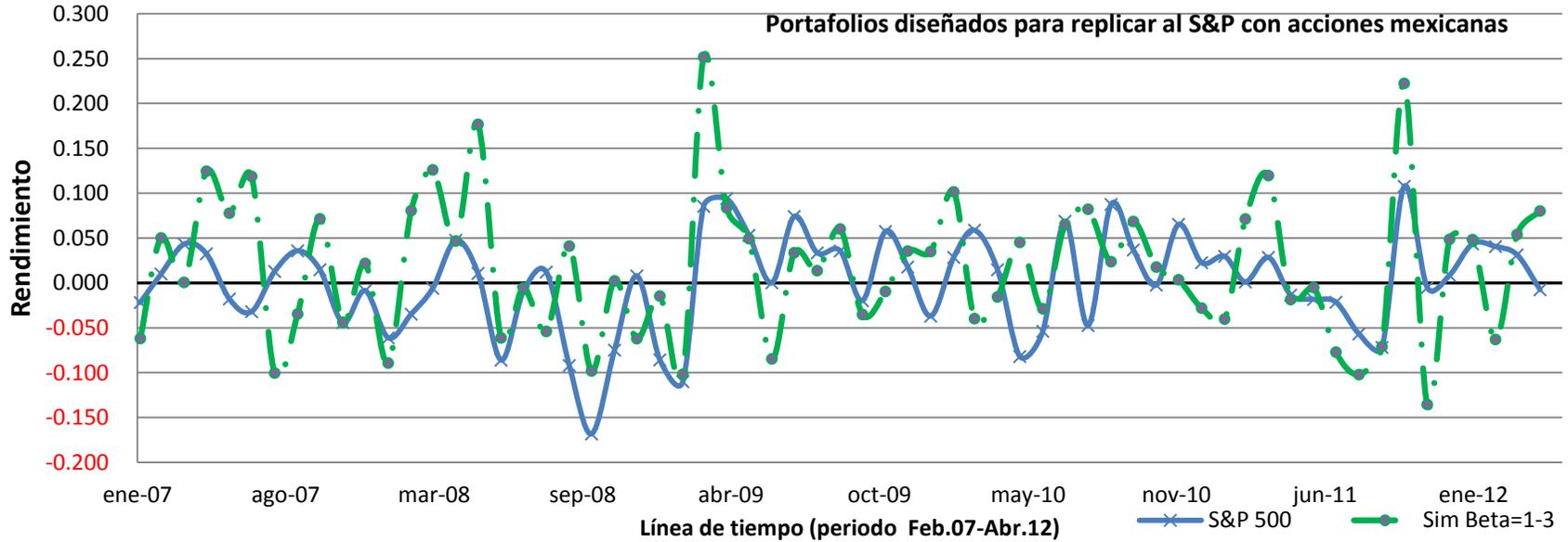
Portafolio A. Simulación 2 (sim2: Máximo Riesgo)



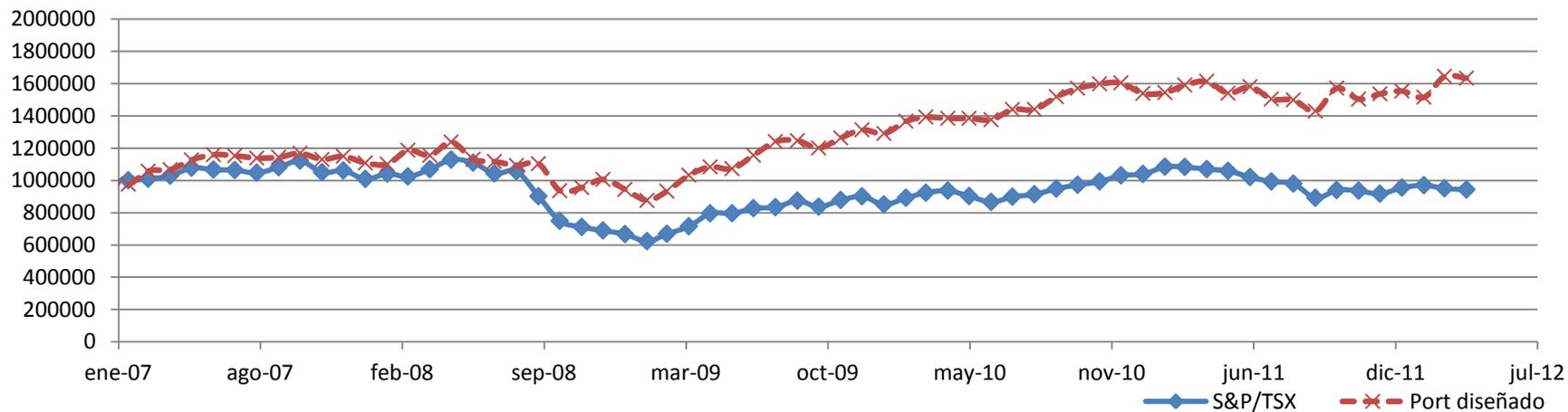
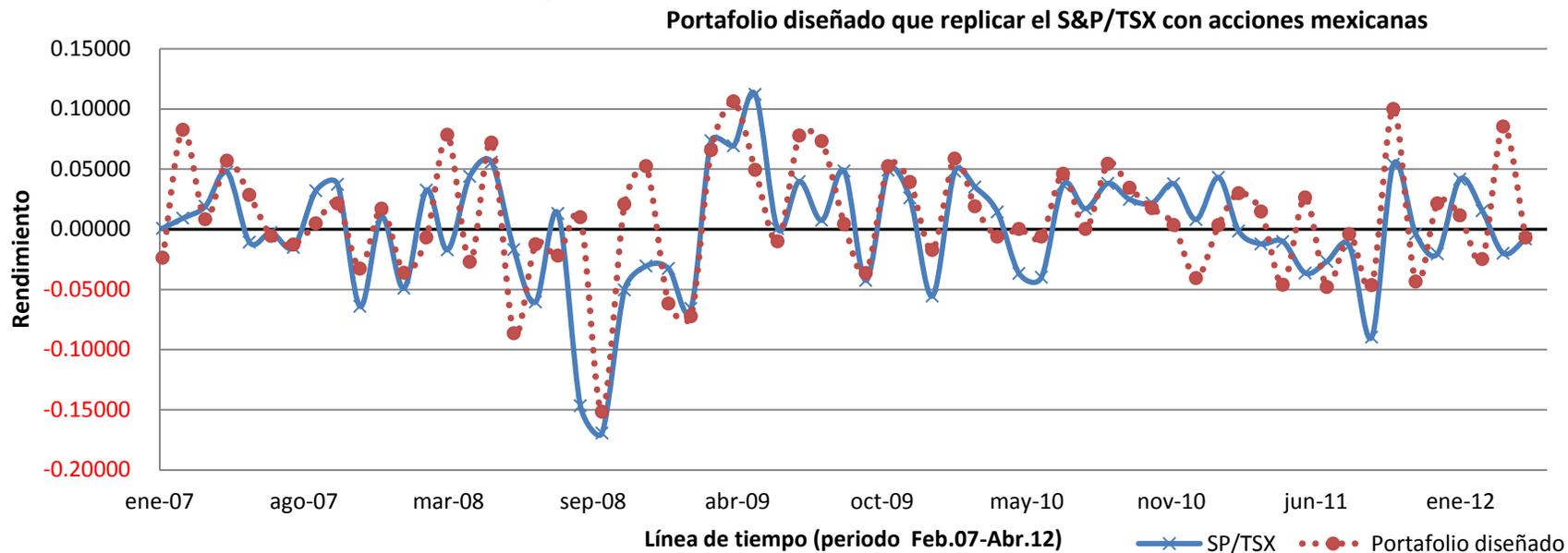
Portafolio A. Optimizado A-1 (simβ=1-2)



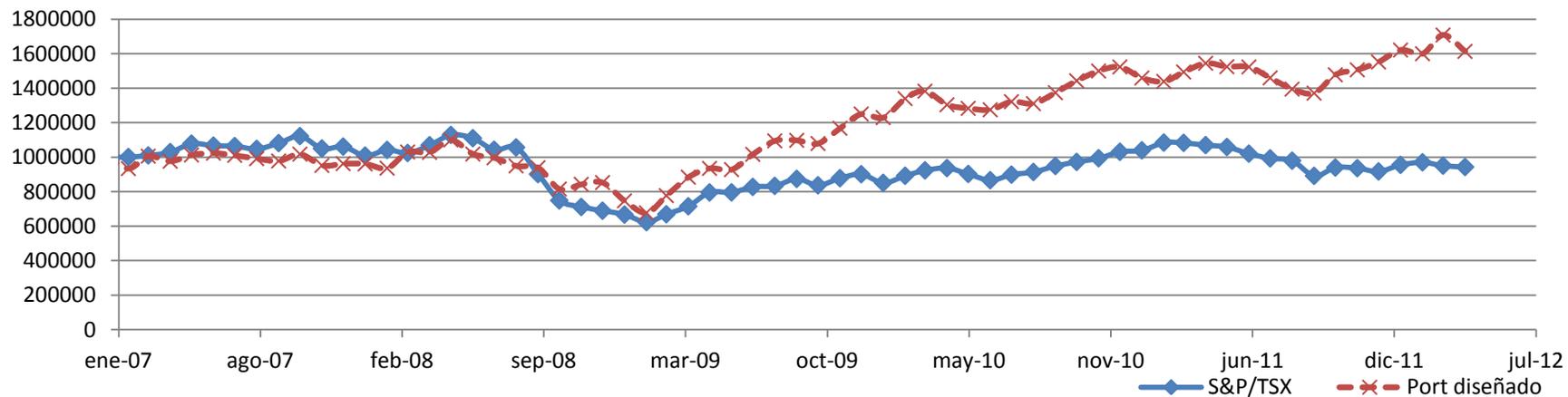
Portafolio A. Optimizado A-2 (simβ=1-3)



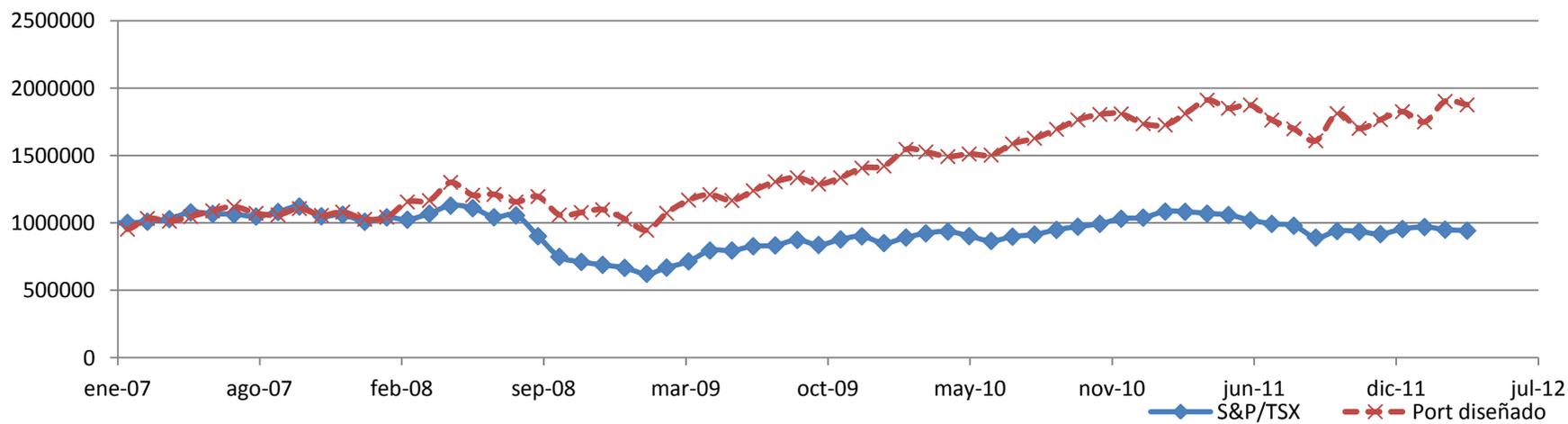
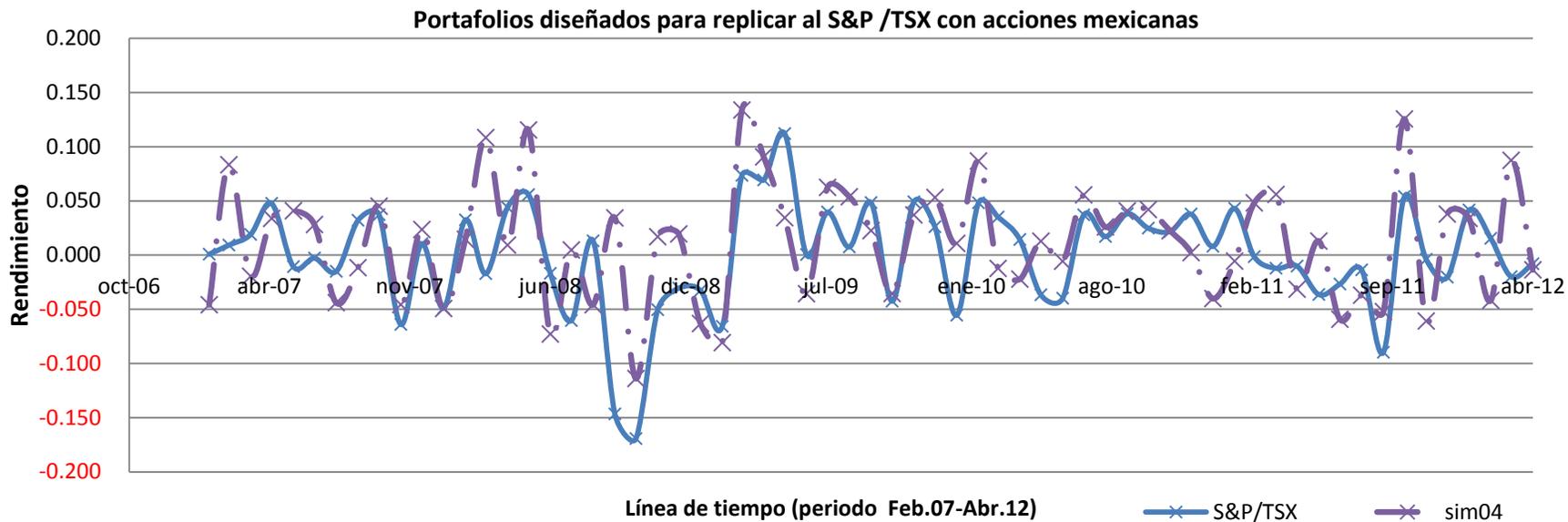
Portafolio B. Simulación 1 (sim1: mínimo riesgo)



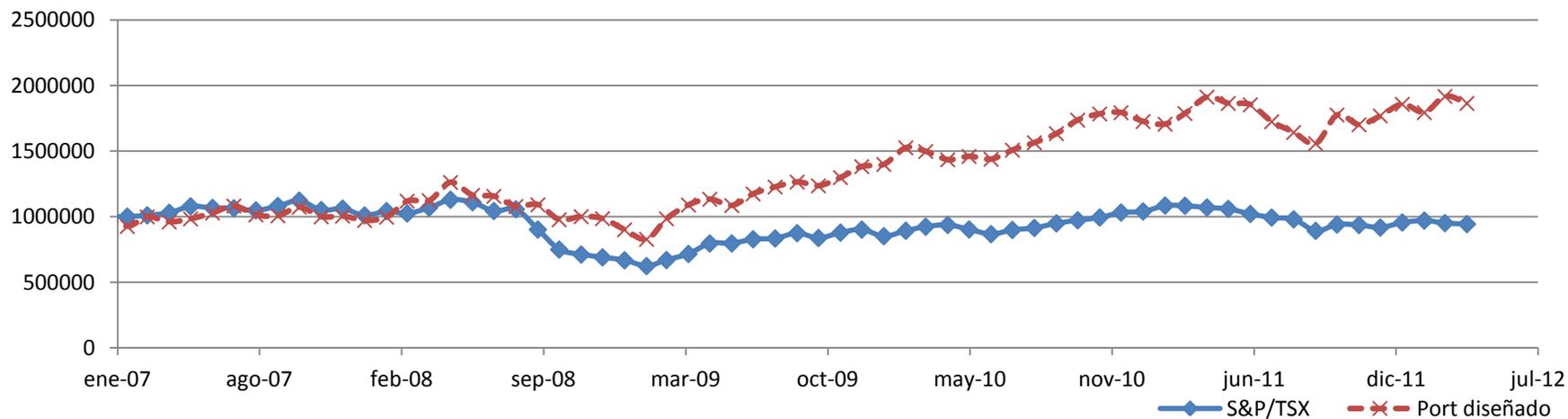
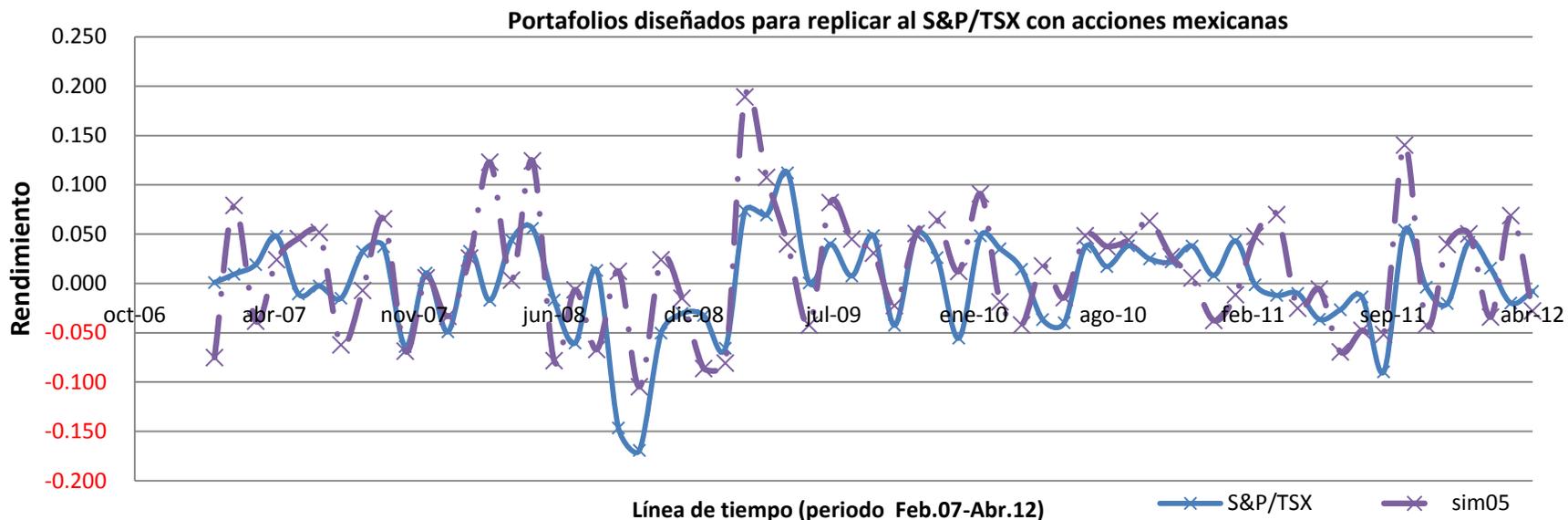
Portafolio B. Simulación 3 (sim3)



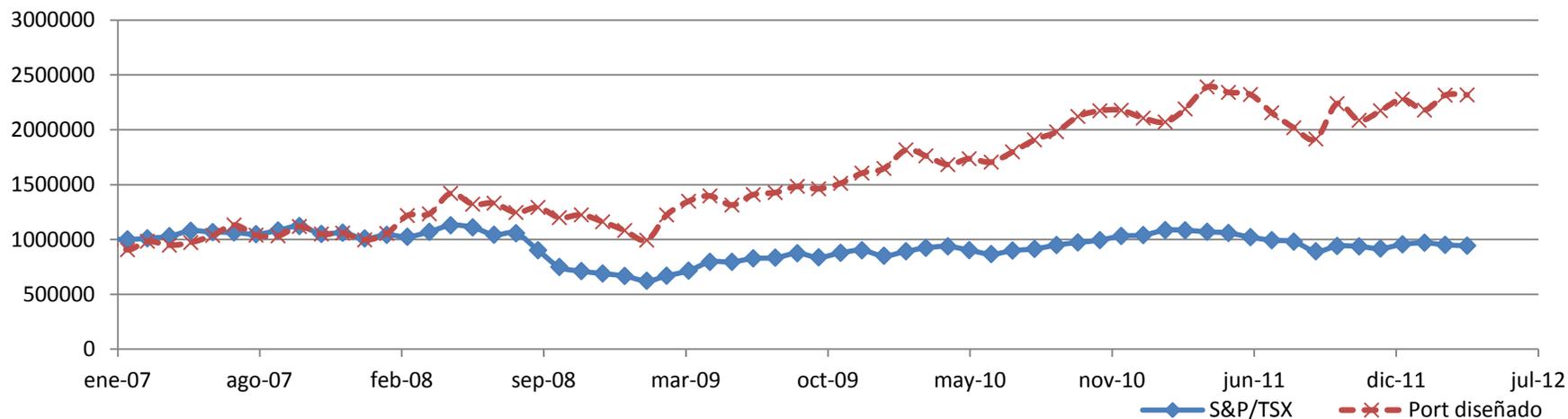
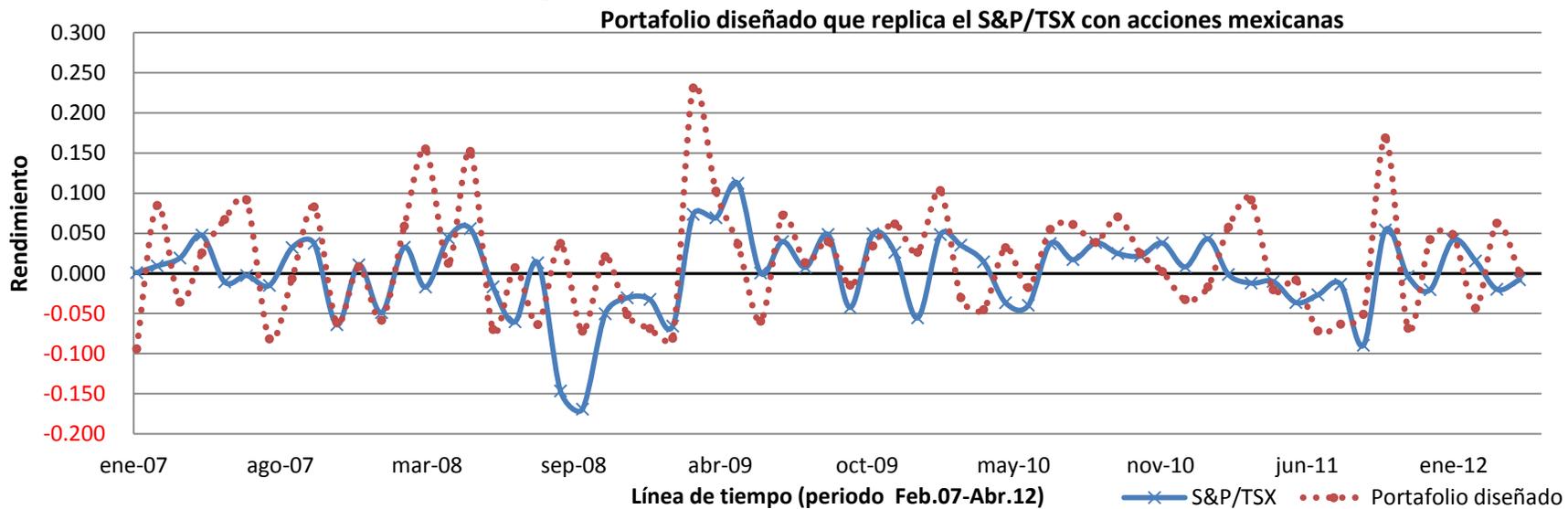
Portafolio B. Simulación 4 (sim4)



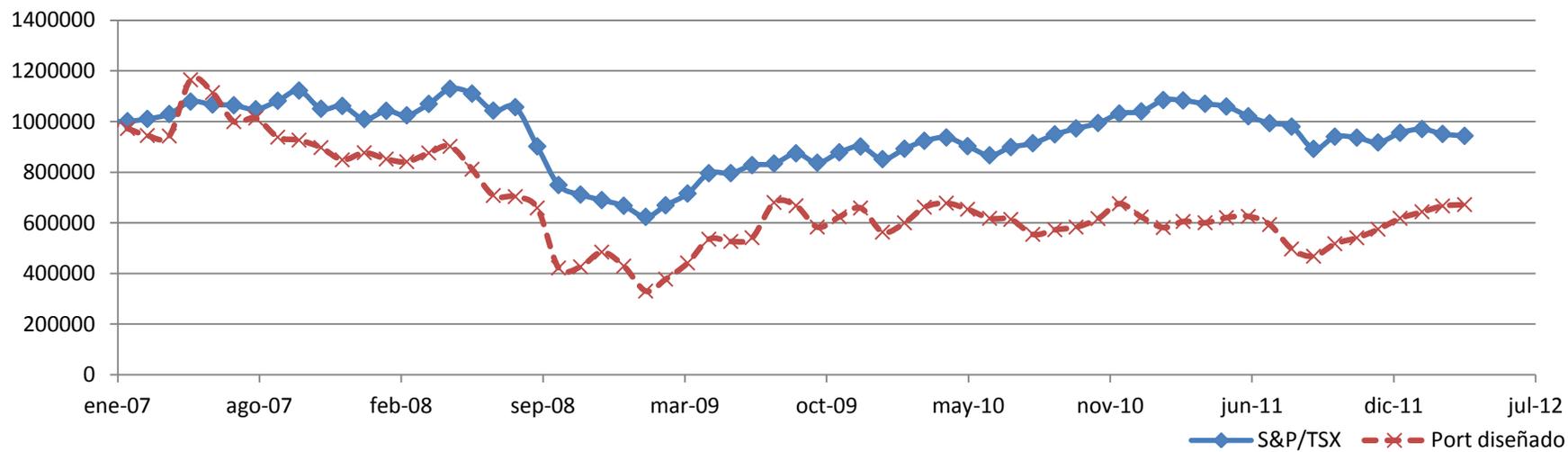
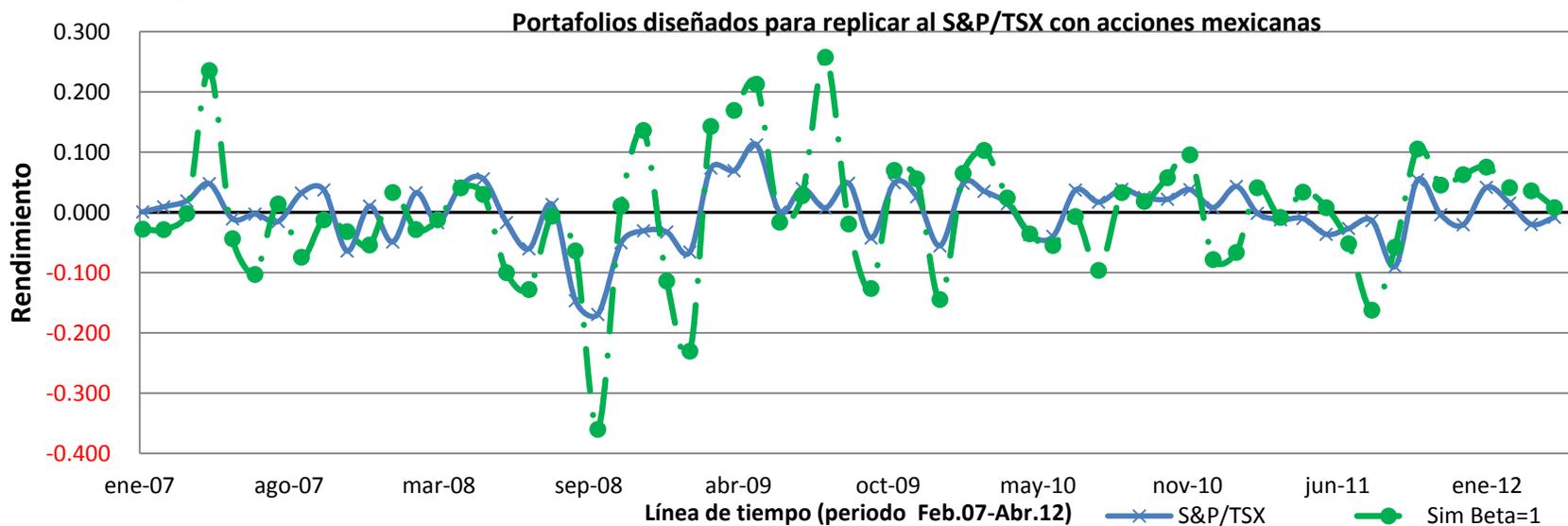
Portafolio B. Simulación 5 (sim5)



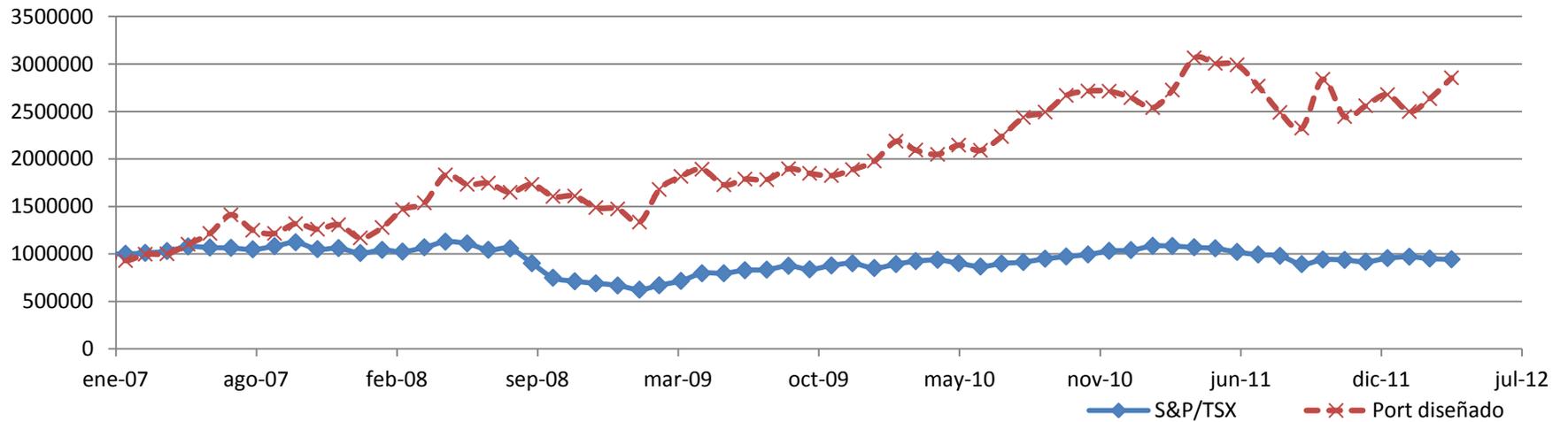
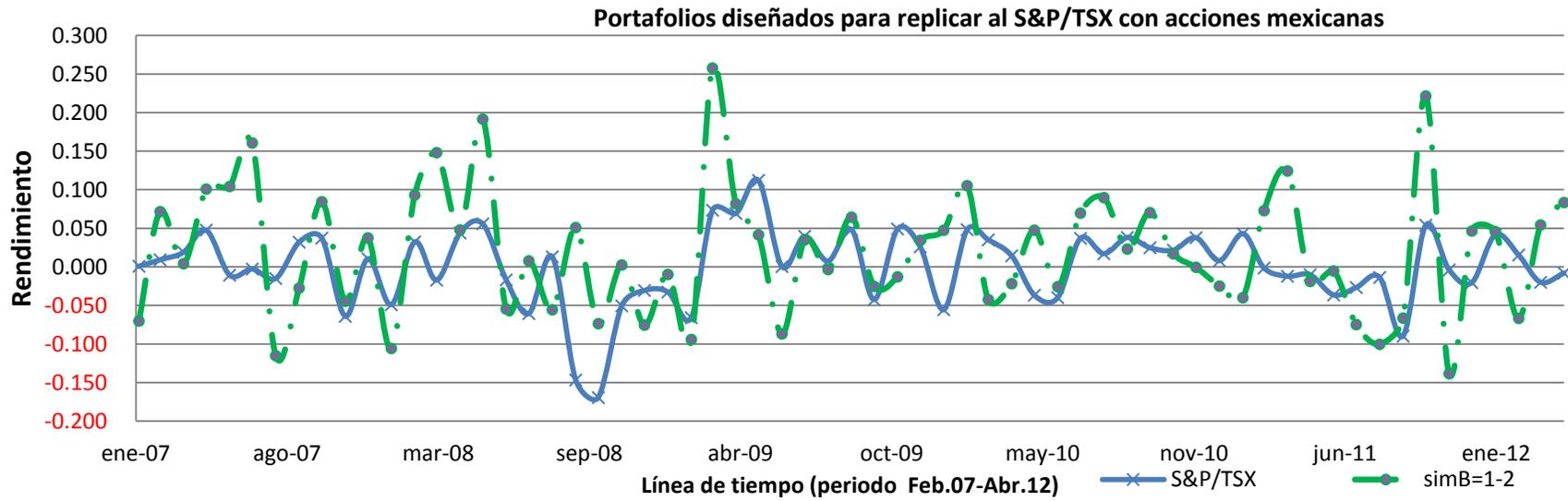
Portafolio B. Simulación 2 (sim2: Máximo riesgo)



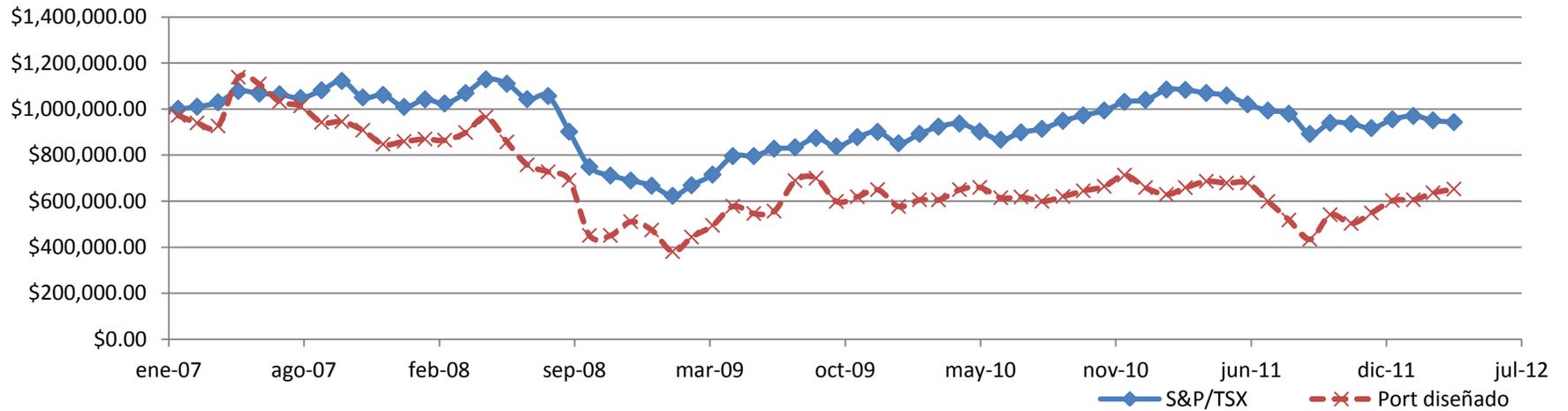
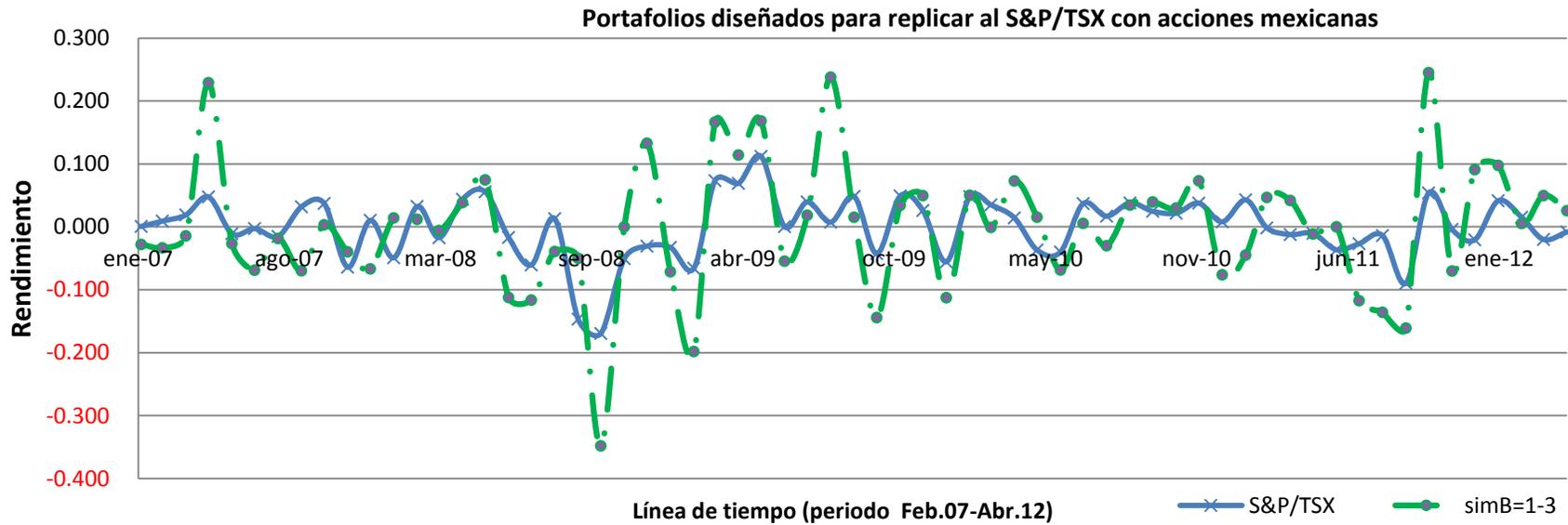
Portafolio B. Optimizado B-1 (sim β =1)



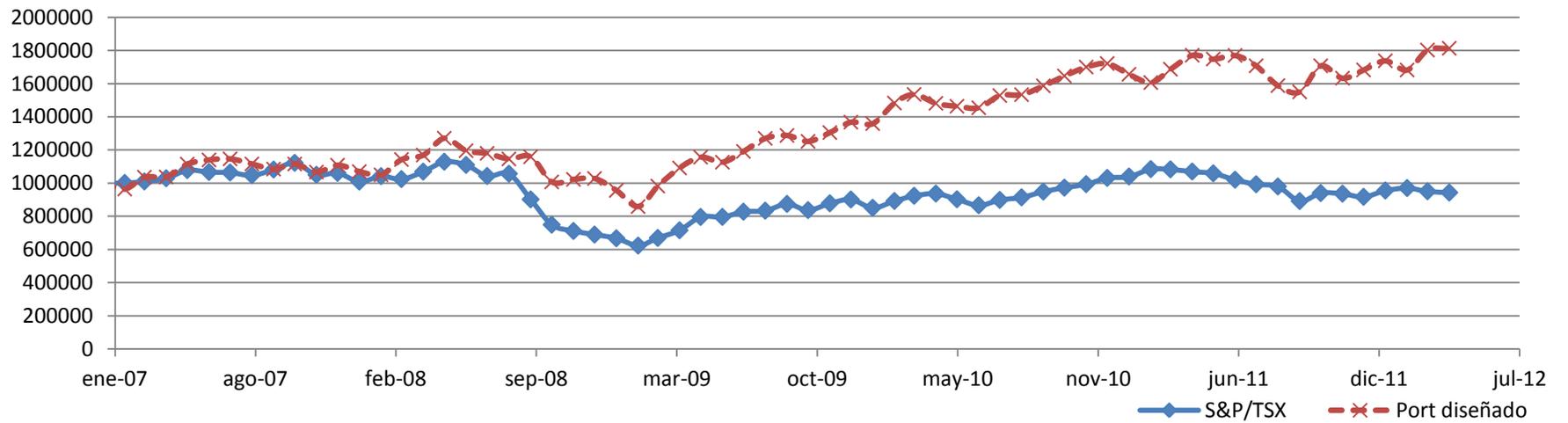
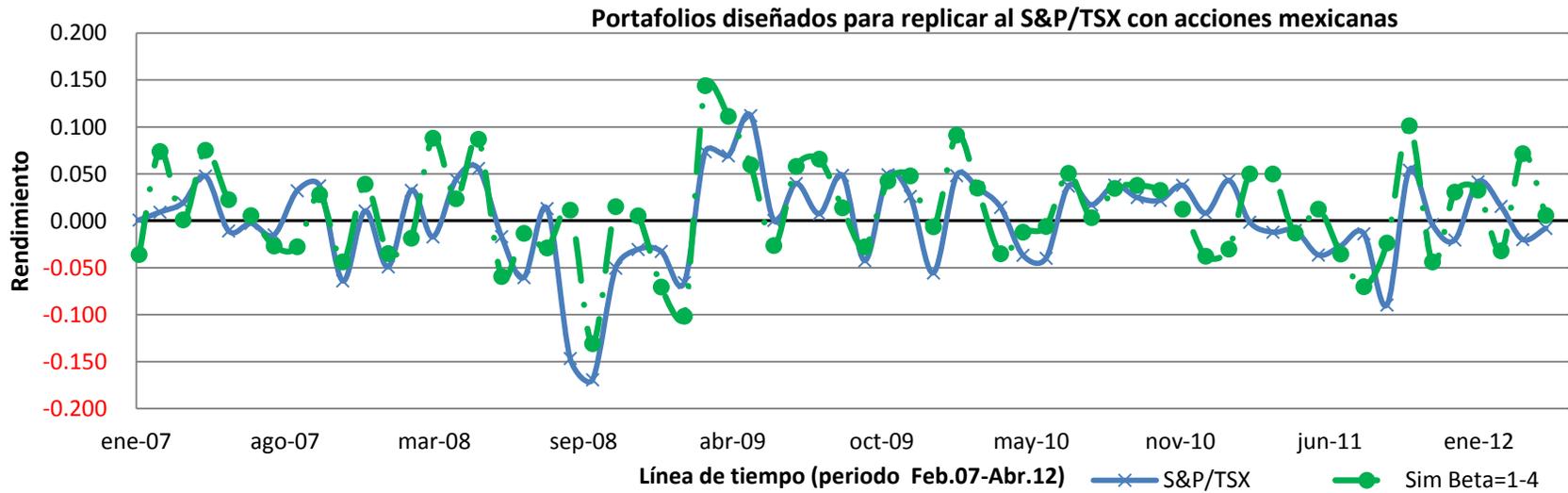
Portafolio B. Optimizado B-2 ($\text{sim}\beta=1-2$)



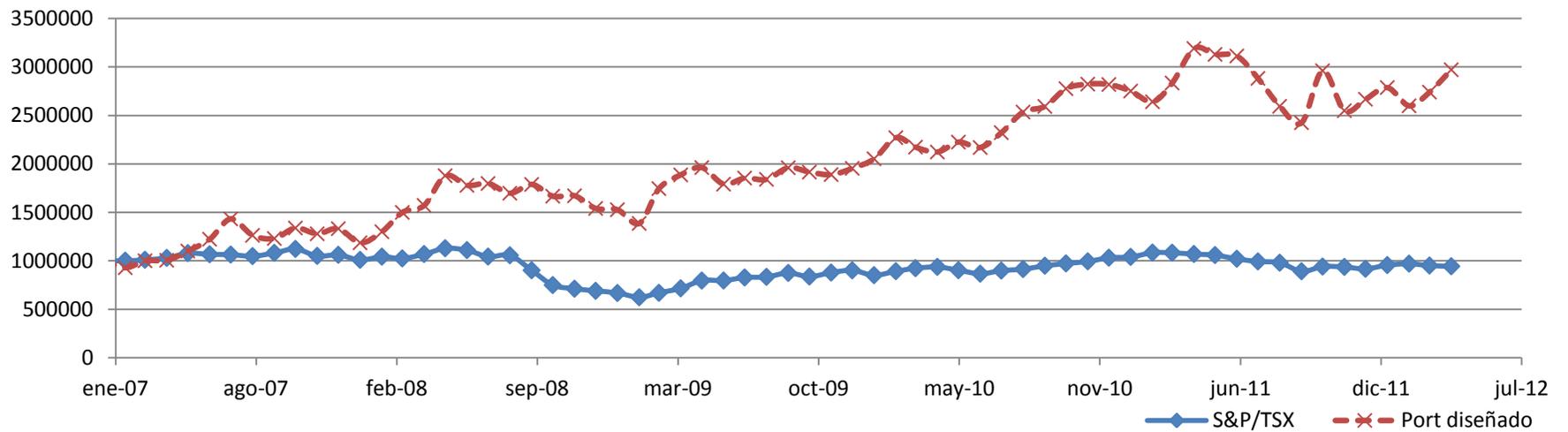
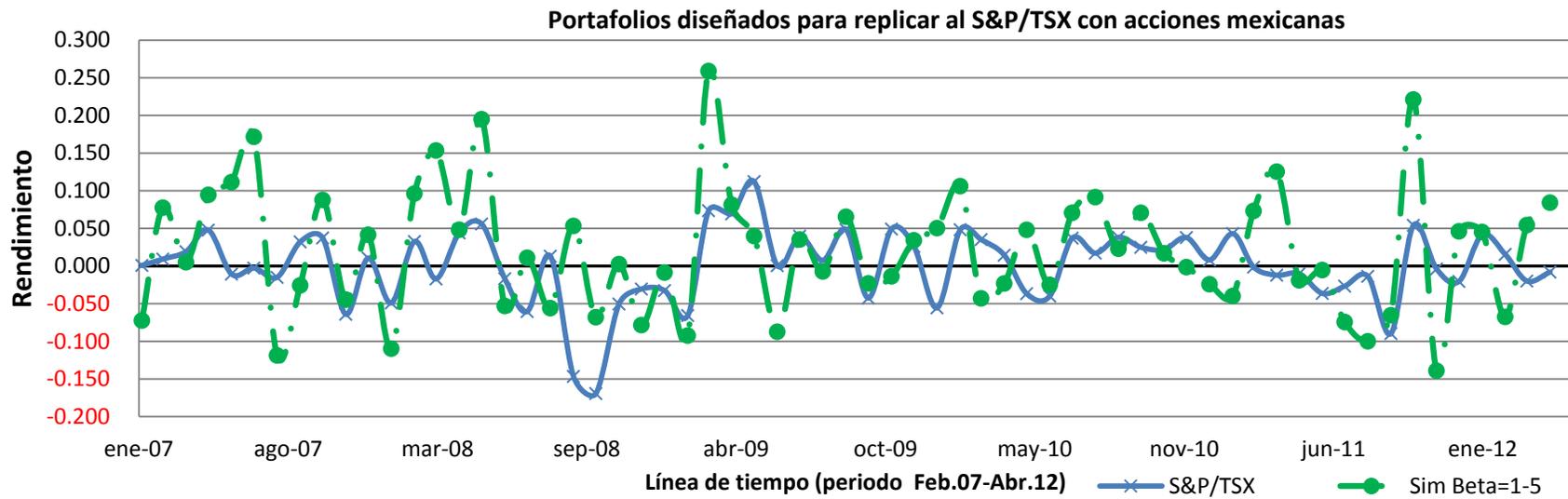
Portafolio B. Optimizado B-3 (simβ=1-3)



Portafolio B. Optimizado B-4 ($\text{sim}\beta=1-4$)

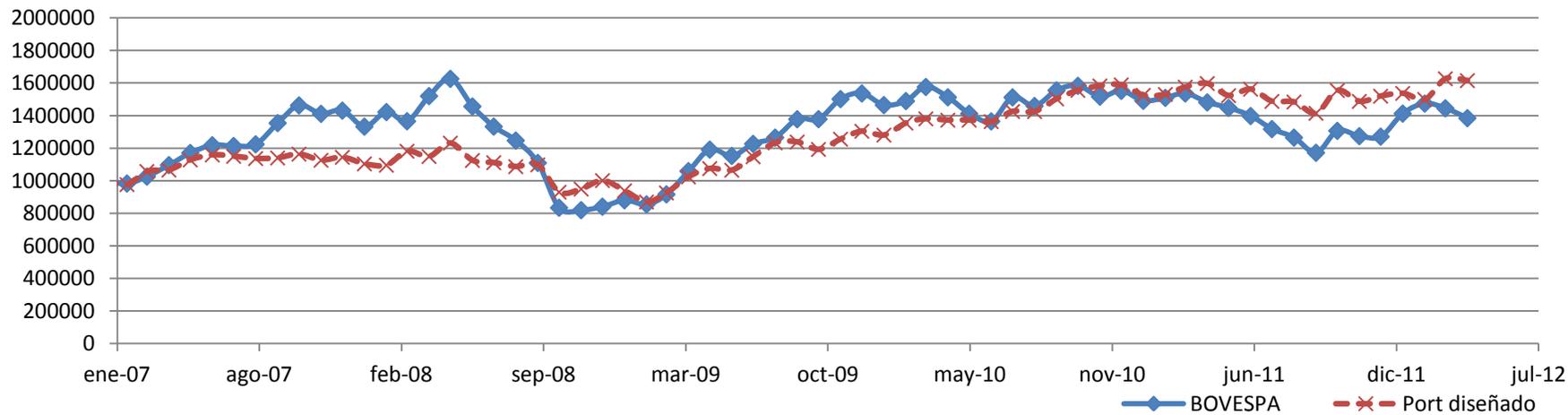
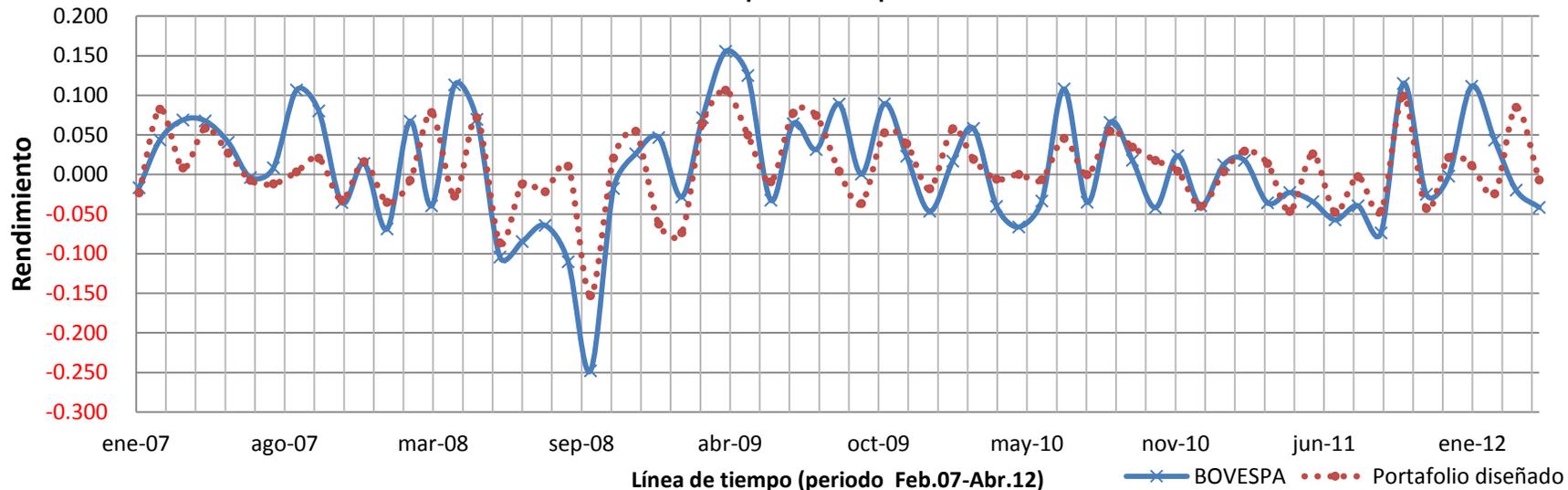


Portafolio B. Optimizado B-5 ($\text{sim}\beta=1-5$)



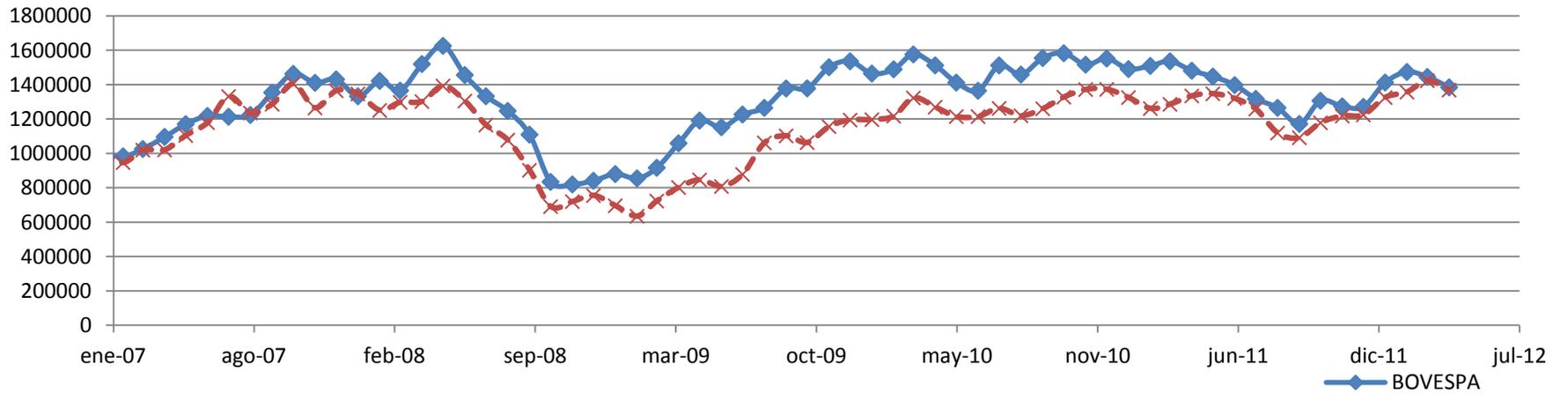
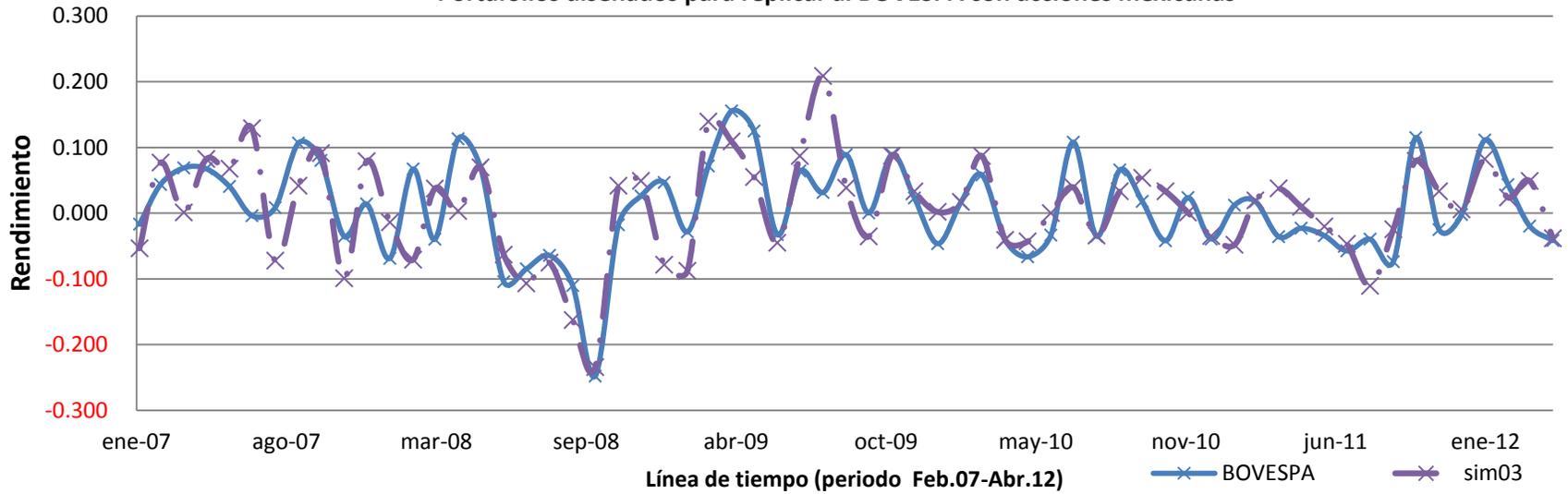
Portafolio C. Simulación 1 (sim1)

Prueba del Portafolio diseñado que busca replicar el BOVESPA con acciones mexicanas

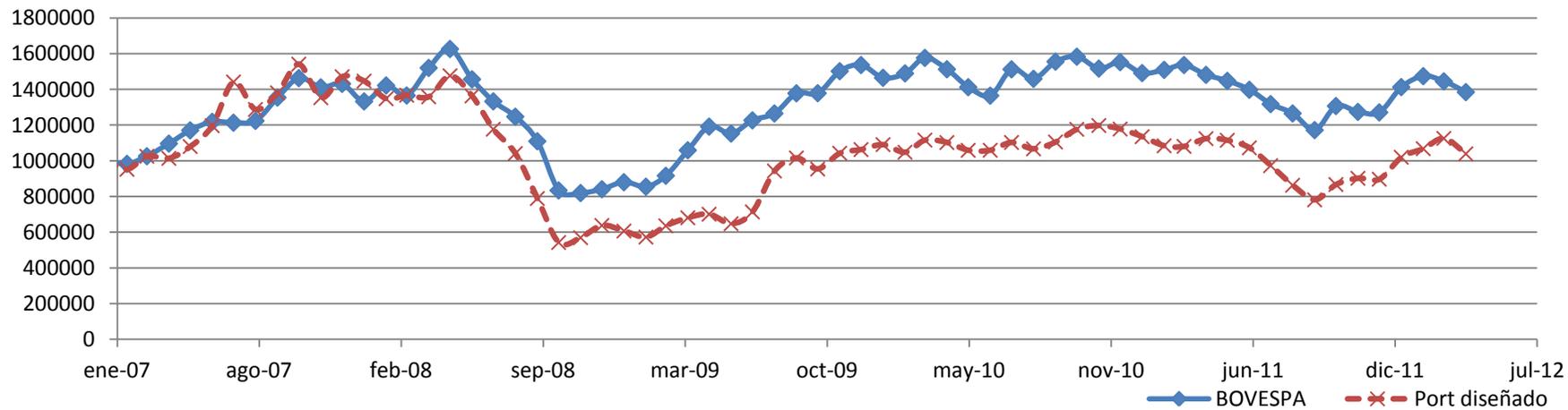
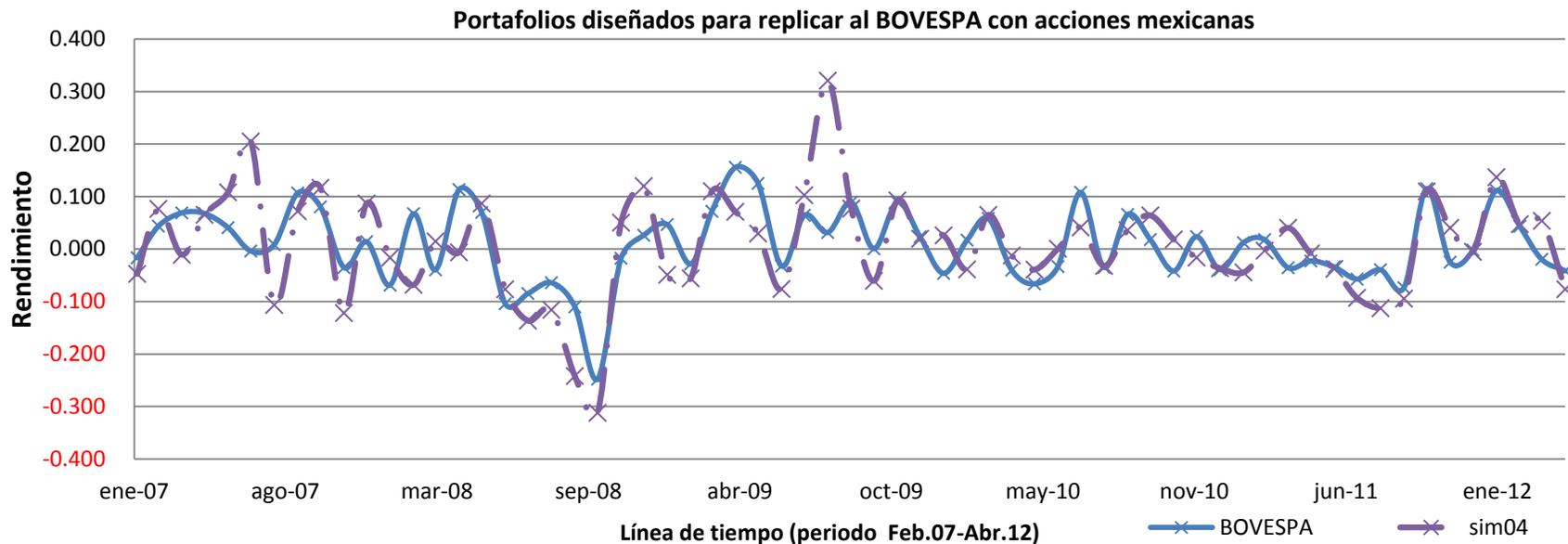


Portafolio C. Simulación 3 (sim3)

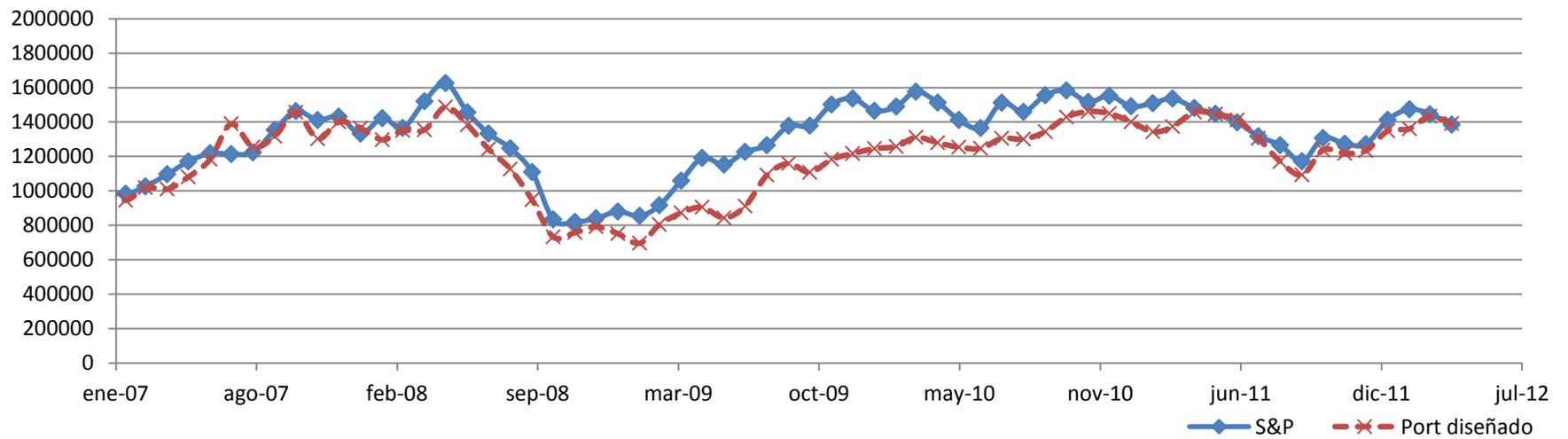
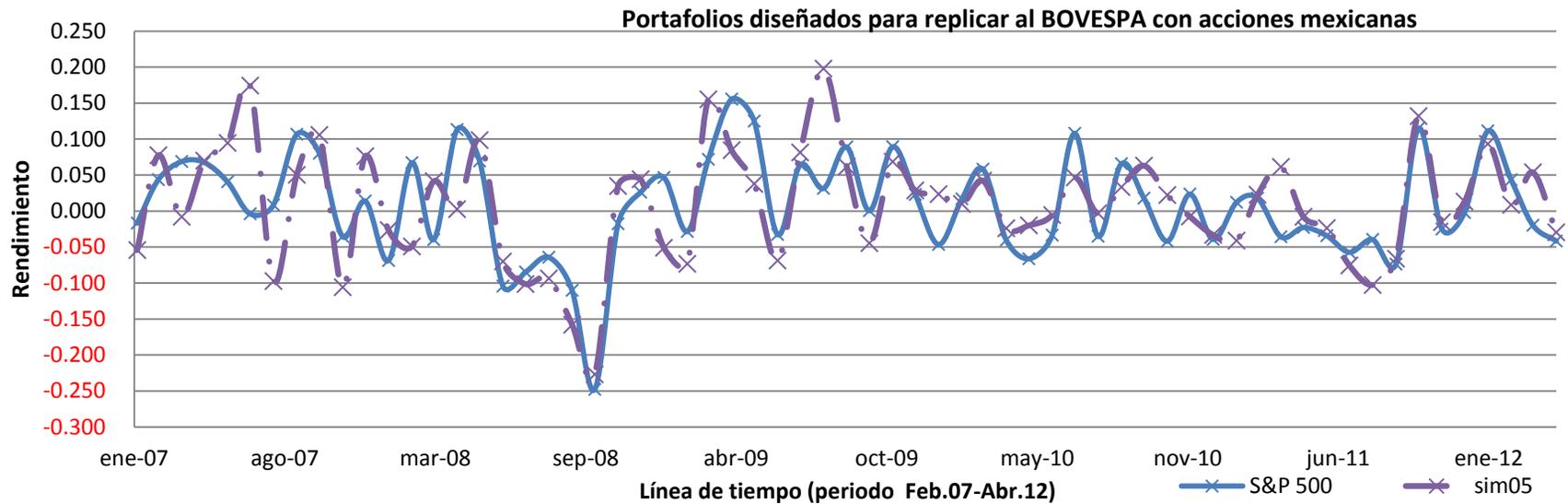
Portafolios diseñados para replicar al BOVESPA con acciones mexicanas



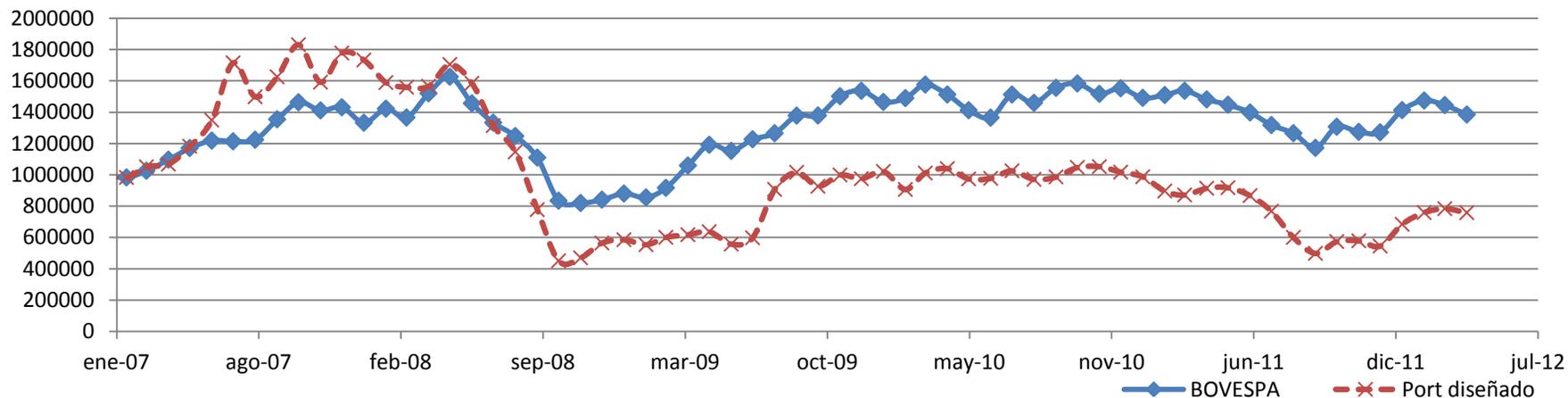
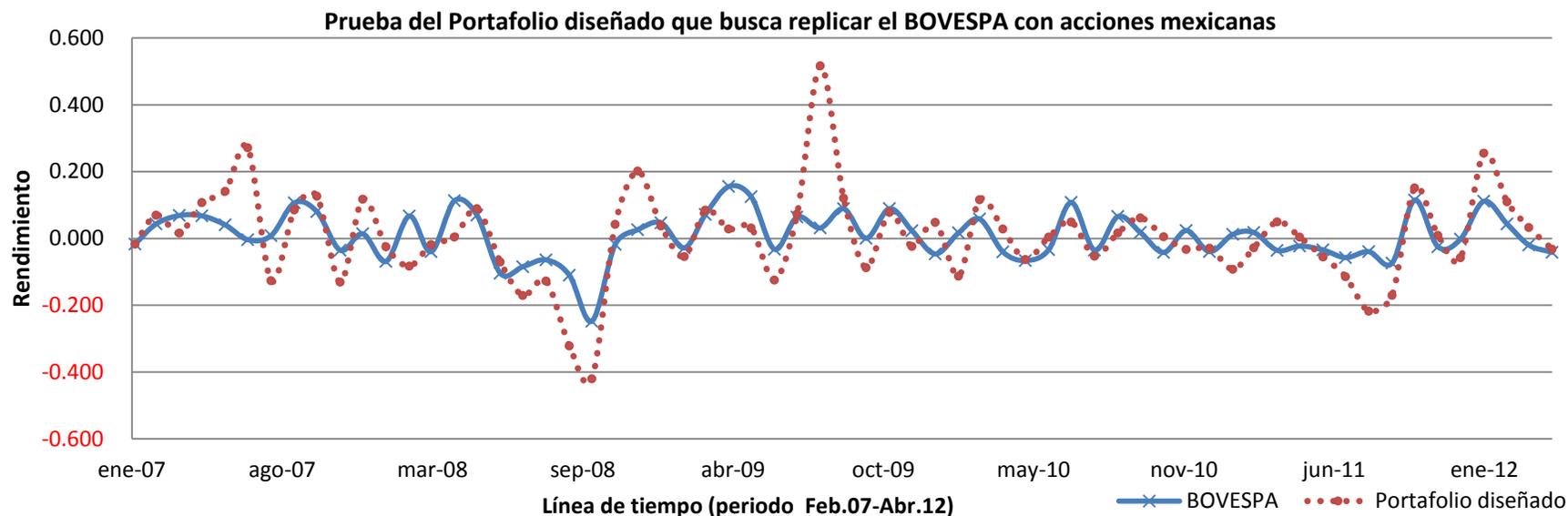
Portafolio C. Simulación 4 (sim4)



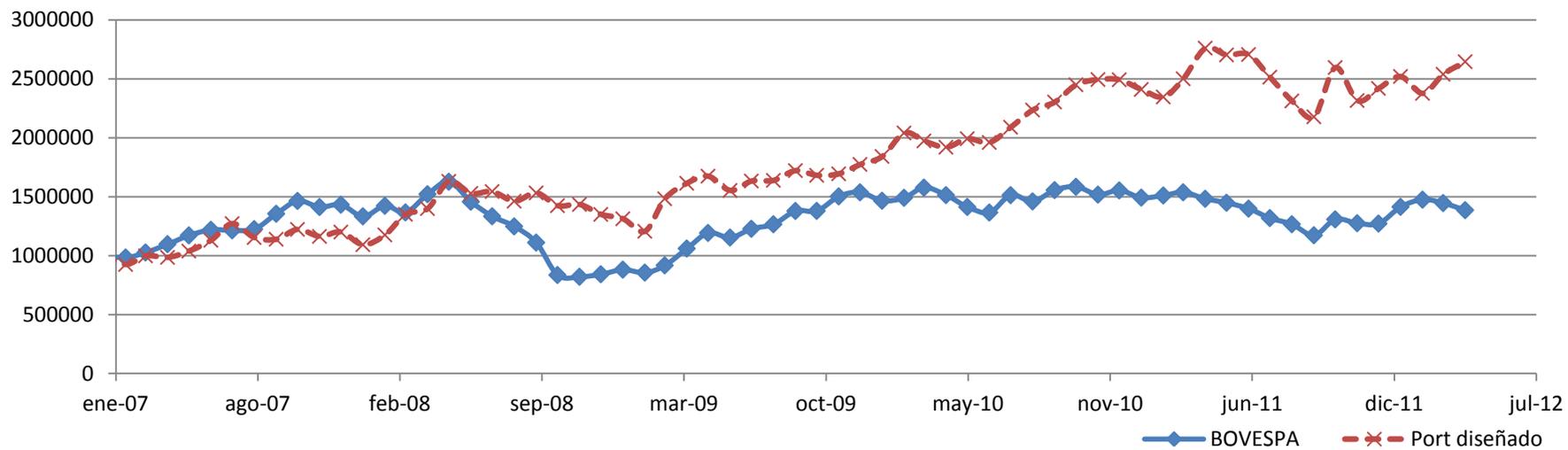
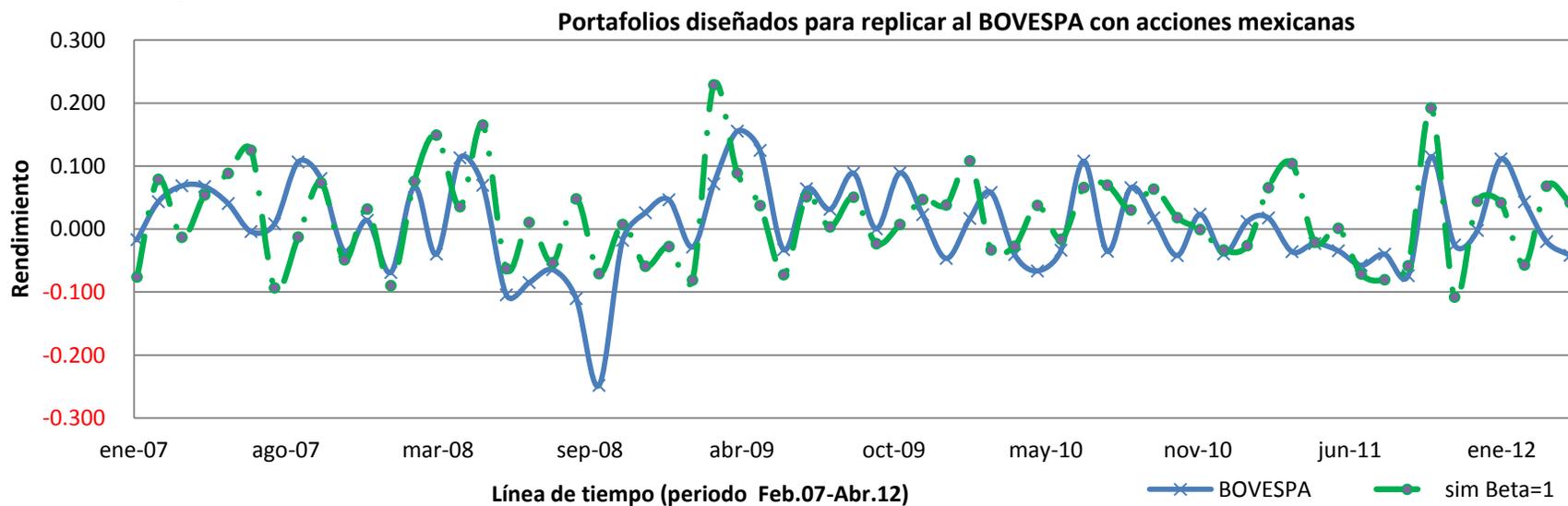
Portafolio C. Simulación 5 (sim5)



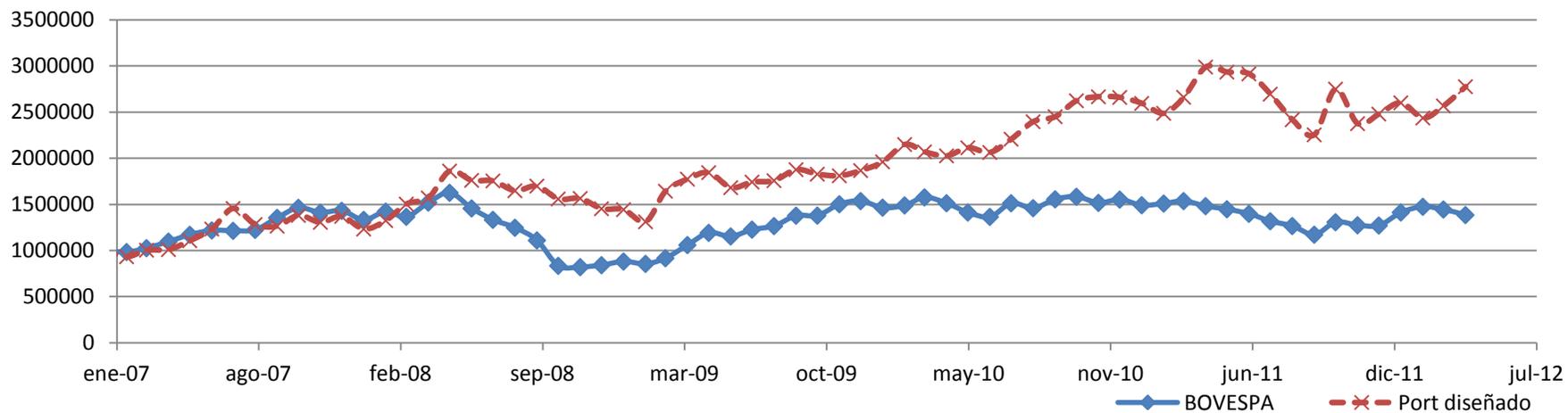
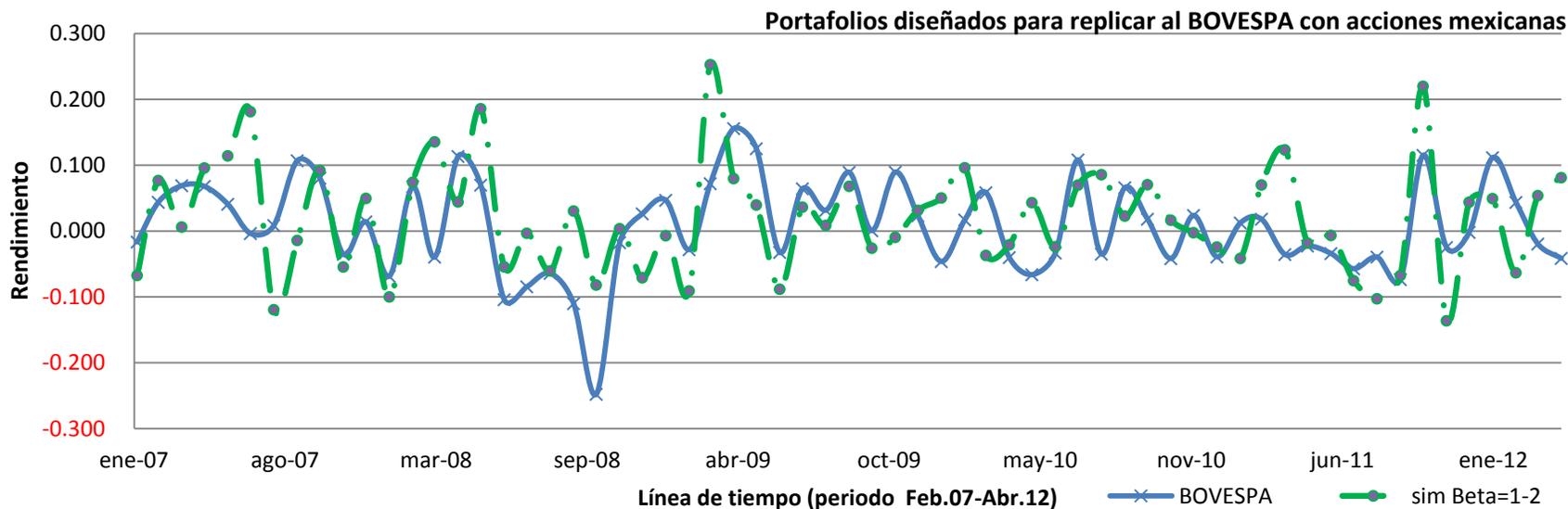
Portafolio C. Simulación 2 (sim2: Máximo riesgo)



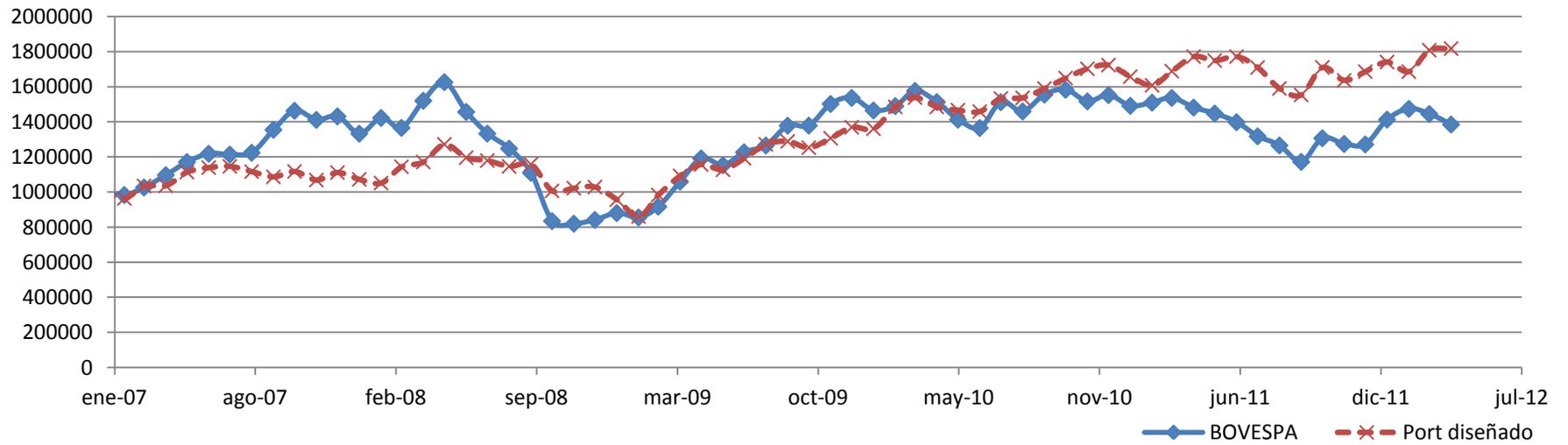
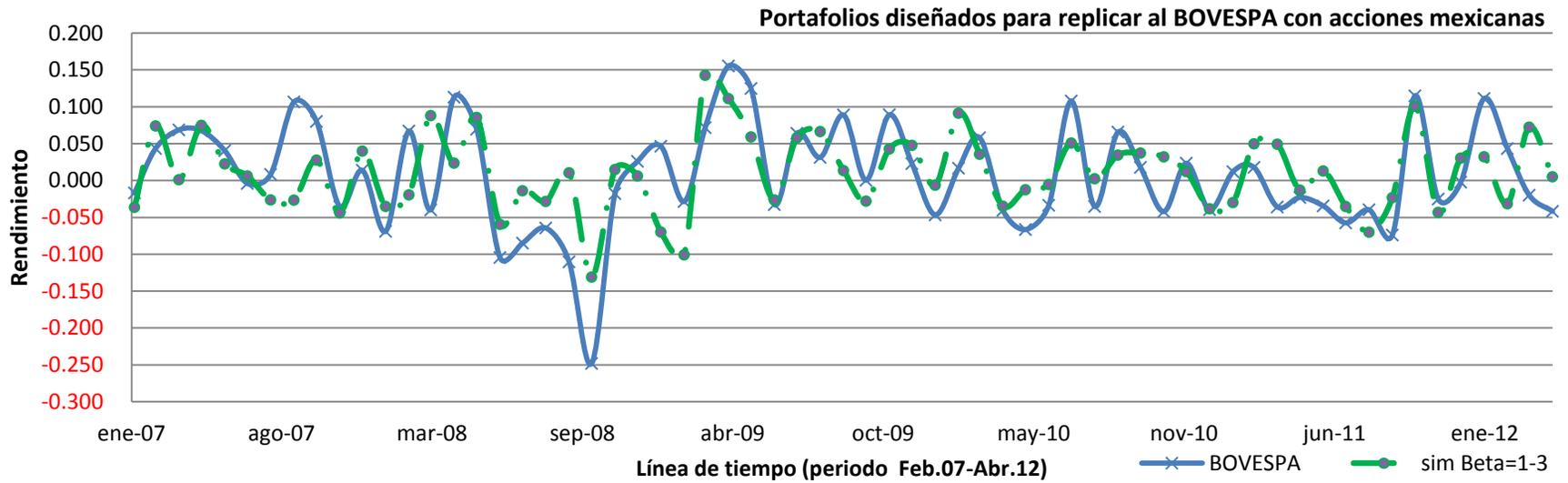
Portafolio C. Optimizado C-1 (simβ=1)



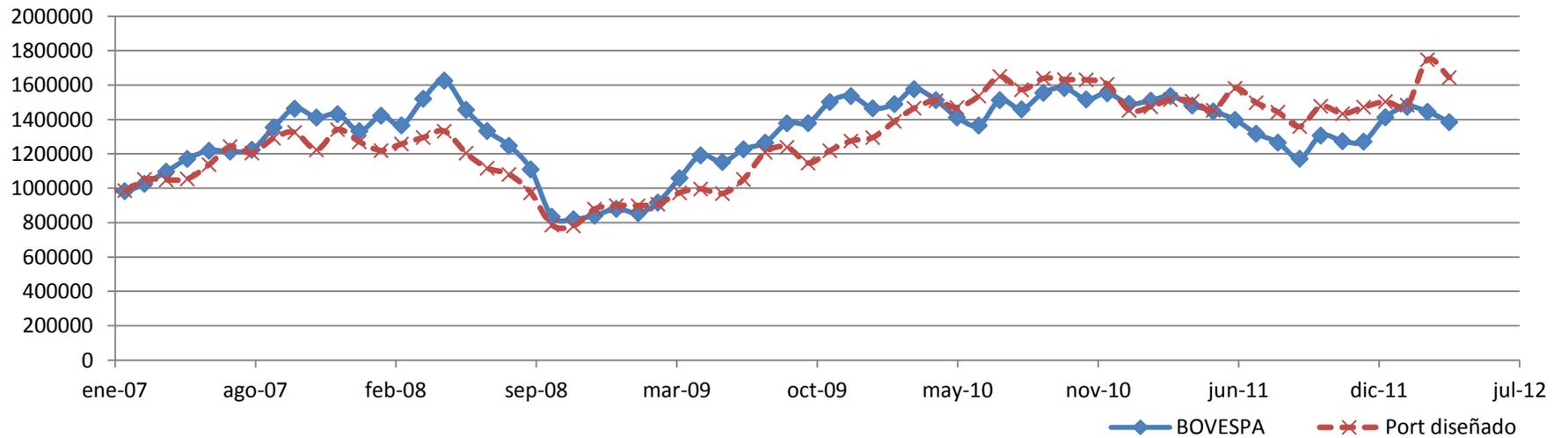
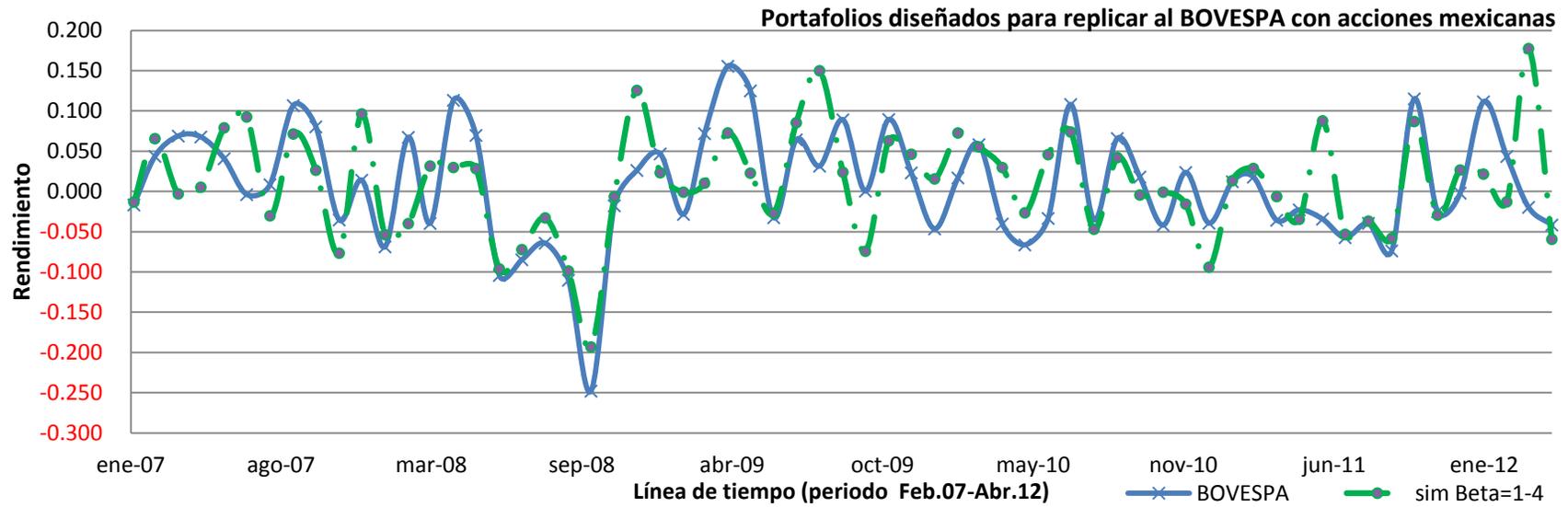
Portafolio C. Optimizado C-2 (sim $\beta=1-2$)



Portafolio C. Optimizado C-3 ($\text{sim}\beta=1-3$)

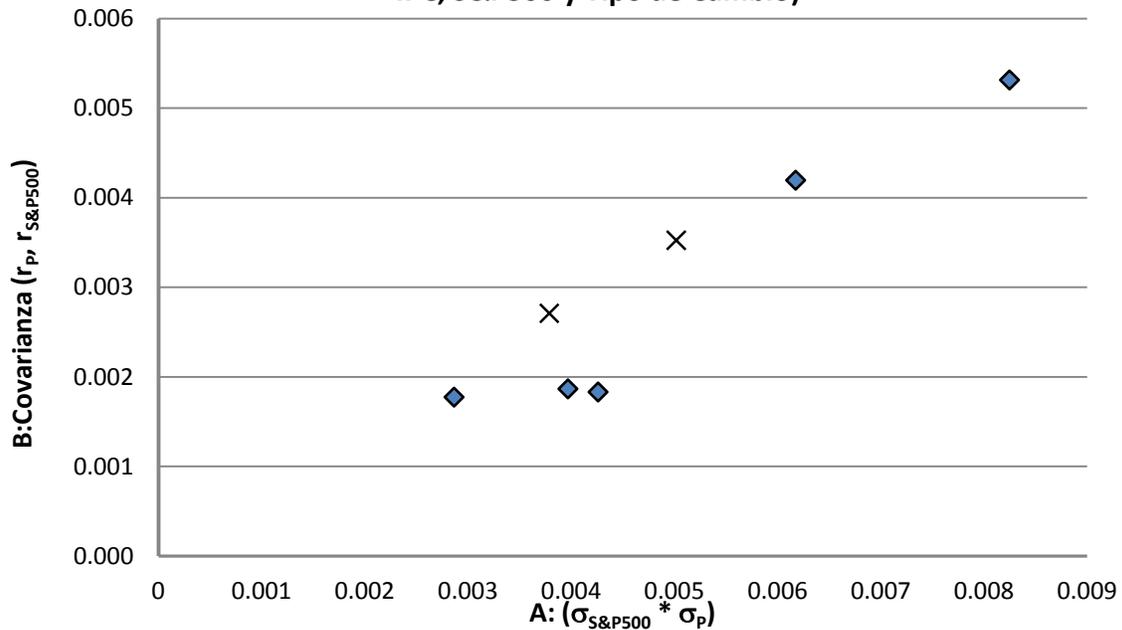


Portafolio C. Optimizado C-4 (sim β =1-4)

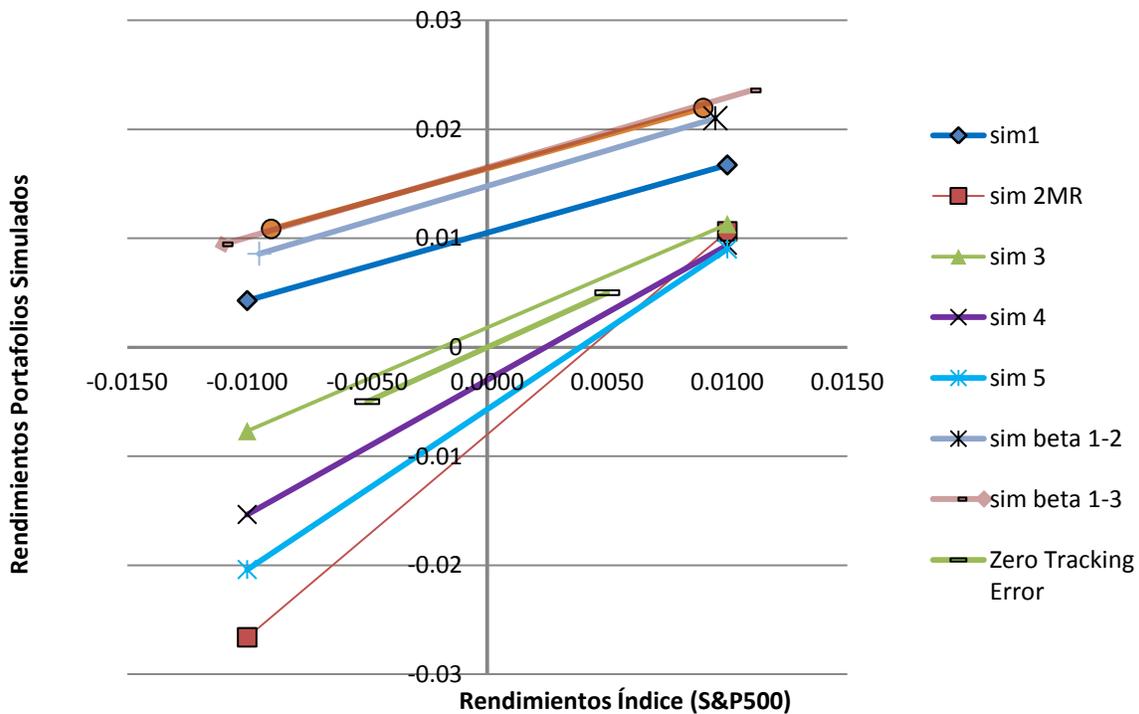


E) Coeficiente de correlación³⁹ y Tracking Error⁴⁰

Coeficientes de Correlación de Portafolios A Simulados (Multi-índice IPC, S&P500 y Tipo de Cambio)



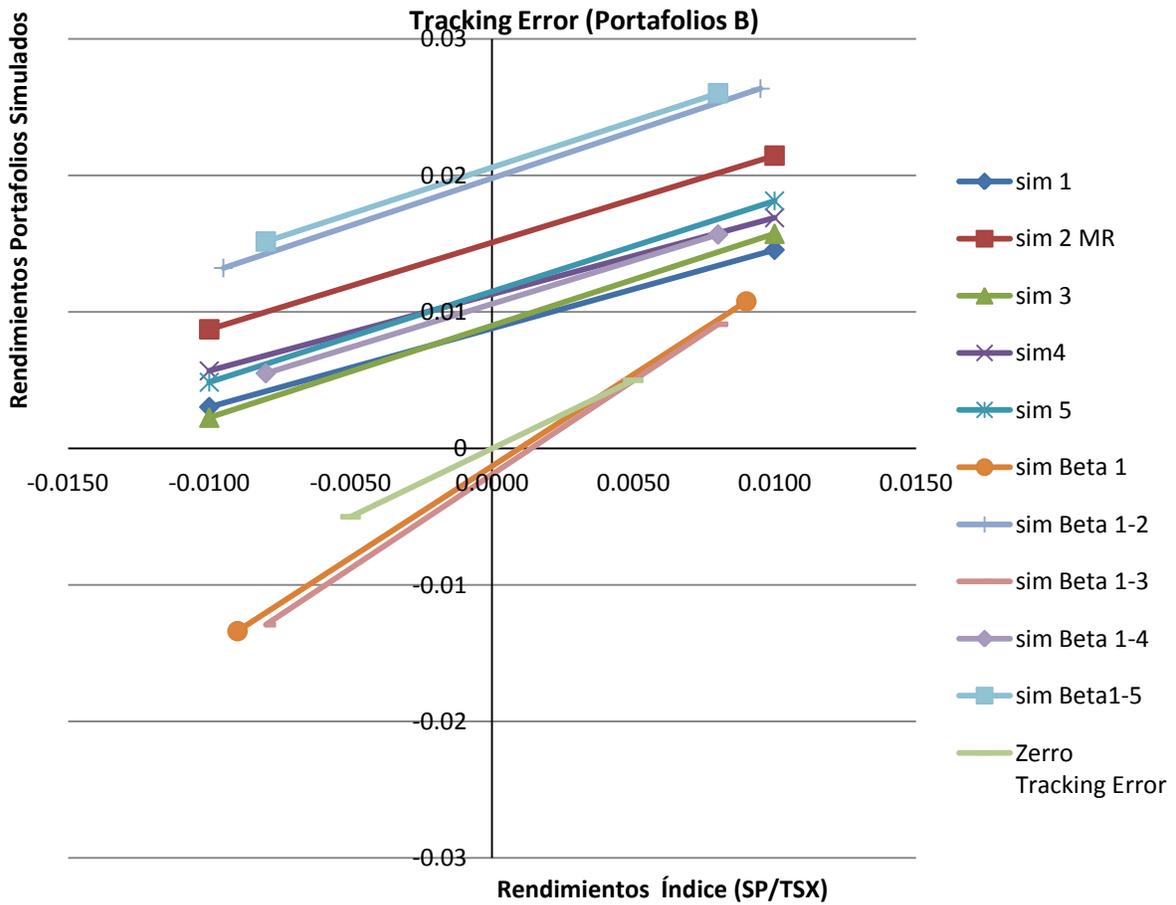
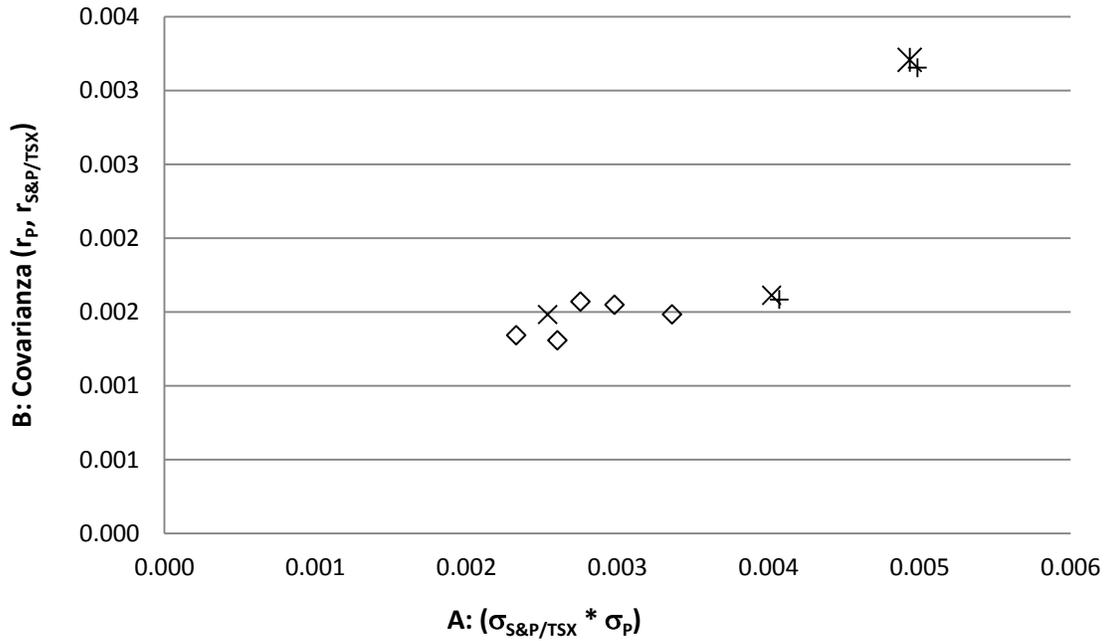
Tracking Error (Portafolios A)



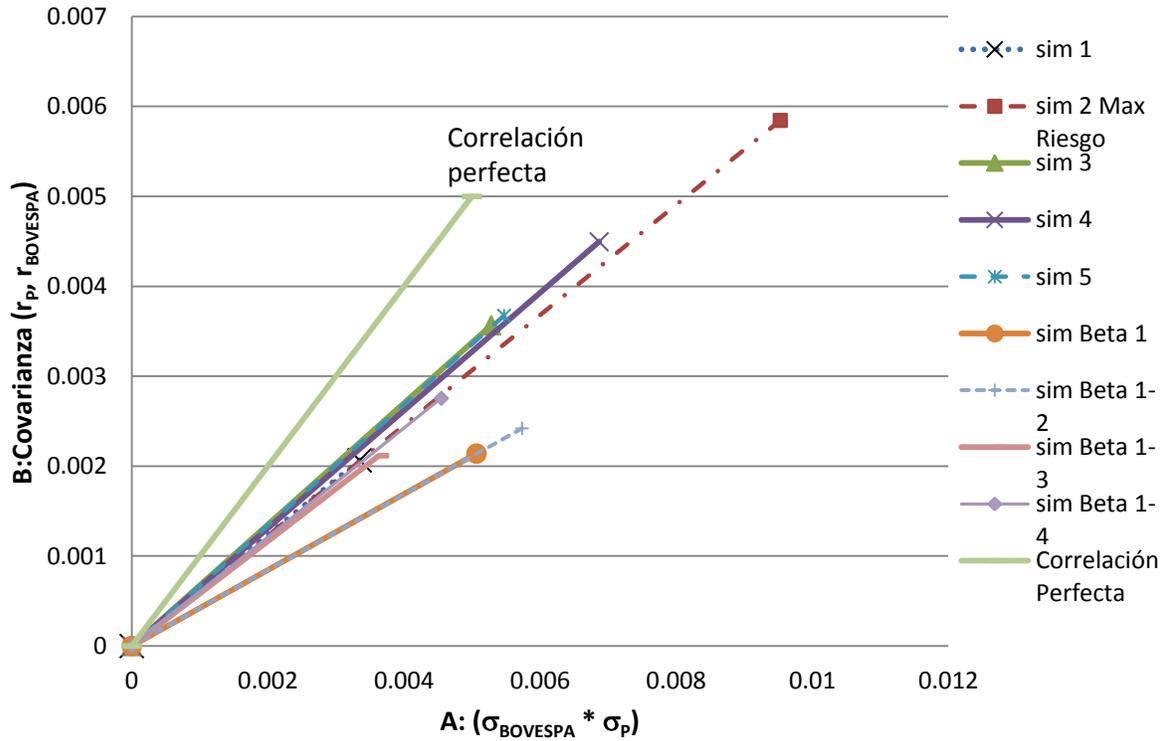
³⁹ Coeficiente de correlación: B/A

⁴⁰ Coef. de Correlación y Tracking Error: parámetros de evaluación graficados con relación a la tabla 3.5.4.1

Coeficientes de Correlación de Portafolios B Simulados (Multi-índice IPC, S&P/TSX y Tipo de Cambio)



Coeficientes de Correlación de Portafolios C Simulados (Multi-índice IPC, BOVESPA y Tipo de Cambio)



Tracking error (Portafolios C)

