



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ECONOMÍA ♦ DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES EN ECONOMÍA

*Análisis VaR y correlaciones de índices financieros del TLCAN: un estudio  
empírico aplicado a portafolios de inversión*

## ENSAYO

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
Especialista en Economía Monetaria y Financiera

PRESENTA:  
Erick Mancera Jiménez

TUTOR:  
Dr. Francisco Javier Reyes Zárate

Ciudad de México, Cd. Mx., 2016



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# Análisis VaR y correlaciones de índices financieros del TLCAN: un estudio empírico aplicado a portafolios de inversión

Erick Mancera Jiménez  
*Facultad de Economía*

---

## Índice

Resumen .....	1
Abstract .....	1
Introducción.....	2
Globalización e integración de mercados financieros en el TLCAN .....	4
Principales aspectos metodológicos sobre la medición del riesgo y portafolios eficientes .....	11
Administración del riesgo.....	11
Teoría de portafolios eficientes .....	14
Valor en Riesgo .....	18
<i>Backtesting</i> .....	19
Aplicación de un portafolio de inversión en los países del TLCAN .....	21
Conclusiones .....	31
Anexos .....	33
Bibliografía .....	35

## **Resumen**

El presente trabajo se centra en el análisis de un portafolio de inversión trinacional con índices financieros de las economías que integran el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Se aplican métodos de evaluación de riesgos y medidas de análisis retrospectivo con la finalidad de verificar cuáles son los componentes de riesgo que implican pérdidas cuantiosas para los inversionistas que las asumen. Los resultados indican que Estados Unidos es una economía cuyas ventajas comparativas permiten manejar mejores estrategias de inversión y administración de riesgo financiero. Al mismo tiempo se puede observar los patrones de correlación entre los activos financieros que conforman el portafolio de inversión y la afectación para la elección de portafolios diversificados cuando se trata de inversiones que contienen activos de diferentes países.

## **Abstract**

This paper focuses on the analysis of a portfolio of investment trinational financial indices of the economies that make up the North American Free Trade Agreement (NAFTA). Risk assessment methods and measures of retrospective analysis are applied in order to verify which components of risk involved the most heavy losses for investors. The results indicate that the US is an economy whose comparative advantages allow better manage investment strategies and financial risk management. At the same time you can see the patterns of correlation between financial assets in the portfolio of investment and the implication of choosing diversified portfolios when it comes to investments that contain active in different countries.

**Palabras clave:** Riesgo, Valor en Riesgo, Rendimiento, Diversificación, Activos Financieros, Integración Financiera, Globalización financiera.

**Clasificación JEL:** G10, G11, G14.

## **Introducción**

En las últimas décadas el mundo ha presenciado los cambios más trascendentales de la historia en diversos ámbitos, tal es el caso de la economía, ya que se ha creado un gran mercado global interconectado por diversos medios que permiten que se realicen operaciones bancarias, comerciales, de valores y personales con dispositivos al alcance de prácticamente cualquier persona, como lo es el celular y la computadora. Asimismo, las relaciones entre países se han visto facilitadas por los avances tecnológicos y los cambios económico-sociales, que han ido permitiendo que se creen diversos bloques económicos, tal es el caso de los países de América del Norte: Estados Unidos, Canadá y México, quienes en el año de 1994 firmaron el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN).

A más de veinte años de haber entrado en vigor el TLCAN ha permitido que los países hayan alcanzado altos niveles de operaciones comerciales, señala la Secretaria de Economía (2014) en su Declaración Conjunta de los Líderes de América del Norte que el comercio ha crecido al menos 265% en comparación con el que tenían para 1994 y este tratado para 2014 tiene un valor de más de un billón de dólares por año. Sin embargo, el comercio trasnacional no es lo único que ha evolucionado en estos veinte años, ya que las operaciones bursátiles también han sufrido grandes cambios, y el sector financiero se ha posicionado como uno de los pilares no solo de estas tres economías norteamericanas, sino del mundo entero.

El presente trabajo tiene por objetivo conocer el entorno financiero de un portafolio de inversión compuesto por activos de los tres países mencionados ya que este responderá en gran medida a la correlación que exista entre ellos, por tanto, en el primer apartado se analizarán los factores determinantes que se consideran primordiales para la integración de los mercados y la afectación que ha tenido en el sector financiero en el periodo comprendido de enero de 2010 a enero de 2016. Para este análisis es necesario hacer mención a que en esta región se encuentra la economía hegemónica del mundo, quien también en este periodo ha sufrido diversos cambios, presionado principalmente por China, economía que ha tenido altos niveles de crecimiento en los últimos años y se perfila para competir al mismo nivel que Estados Unidos en prácticamente todos los ámbitos económicos. En este sentido la economía estadounidense al ser el referente de este bloque norteamericano también es el principal factor de estabilidad económica y al tener gran participación en el mercado mundial es un sitio preferido para la inversión, por lo tanto, si Estados Unidos sufre algún desequilibrio indudablemente afectará en gran medida a México y Canadá.

La creciente necesidad de crear portafolios diversificados ha dado pauta a la elección de inversiones con activos que traspasan fronteras, situación que merece alta atención, ya que el pensamiento común sería que por tratarse de dos economías diferentes la correlación entre los activos debería tender a ser negativa, sin embargo, los crecientes cambios socioeconómicos y la globalización financiera han hecho que esta premisa no se cumpla del todo y pueda haber altas correlaciones entre ciertos países. Si bien los inversionistas buscan la forma de encontrar un portafolio óptimo de diferentes maneras hay un concepto que se encuentra latente para cualquier inversión sin importar su naturaleza y es el riesgo financiero. Por esta razón el apartado tres, apoyado en la teoría de creación de portafolios eficientes y administración del riesgo, expuesta en el segundo capítulo, se busca realizar un análisis empírico del periodo mencionado anteriormente en el cual se observe el comportamiento que han tenido los índices más importantes de los tres países miembros del TLCAN y cómo se comportan estos tres índices dentro de un portafolio de inversión, sobre todo en términos de pérdidas financieras, por lo que mediante el método de cálculo de riesgo más común, el Valor en Riesgo (VaR, por su nombre en inglés, Value at Risk) se logrará observar cual es el efecto de la diversificación entre estos tres índices además de conocer el panorama al cual se podría enfrentar un inversionista al optar por una inversión que traspase fronteras en la zona de América del Norte.

## Globalización e integración de mercados financieros en el TLCAN

La constante evolución en la tecnología utilizada por el sistema financiero ha llevado a crear una gran red global que facilita la interacción entre los mercados financieros de los países, ya que esta nos permite una conexión en línea en la cual es posible tener operaciones con cualquier parte del mundo sin cambiar el lugar de residencia. Esta tecnología ha dado pie a un mercado global financiero, mismo que ha permitido que cualquier situación que se presente en algún país del mundo afecte en mayor o menor medida al resto del mundo, y dependiendo de las correlaciones que se den entre los países la afectación se dará de forma inmediata o gradual.

Asimismo, la relación comercial que existe entre los países y la creación de diversos bloques económicos ha favorecido el hecho que haya una mayor integración por parte de los mercados financieros en el mundo, por tanto, los conceptos de globalización financiera e integración financiera han ido cobrando mayor relevancia en temas relacionados con el sistema financiero. La globalización y la integración financiera son, en principio, dos conceptos diferentes: “la globalización financiera hace referencia a la multiplicación de vinculaciones mundiales por flujos financieros transnacionales, mientras que la integración financiera alude a las vinculaciones de cada país con los mercados internacionales de capital” (Prasad, *et al.*, 2003, p.8).

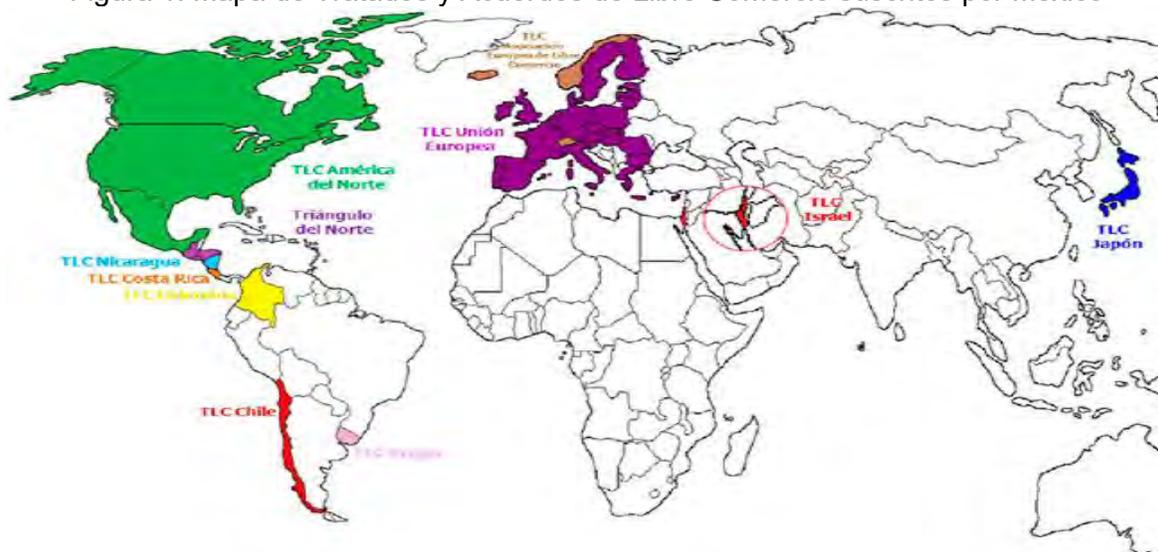
“Se puede afirmar que los vínculos económico-financieros entre países se han incrementado a través de la globalización. Estos vínculos económico-financiero involucran diversos riesgos, por ende, es de primordial importancia analizar los riesgos para una mejor toma de decisiones” (Bucio, *et al.*, 2016, p.85). En este sentido, México se ha encargado de crear relaciones comerciales con diferentes países e incluso bloques económicos para expandir sus mercados y así verse favorecido en términos de comercio. La figura 1 representa el mapa de los Tratados de Libre comercio a los que México se encuentra adscrito, centrandó la atención en el TLCAN (Tratado de Libre Comercio de América del Norte), el cual entró en vigor en el año de 1994 con la finalidad de ampliar el comercio en América del Norte, este tratado busca desde el comienzo eliminar obstáculos al comercio y facilitar la circulación transfronteriza de bienes y servicios además de promover condiciones de competencia leal en la zona de libre comercio y aumentar sustancialmente las oportunidades de inversión entre los países.<sup>1</sup> Según Prasad *et al.*, (2003), en un principio la globalización financiera podría ayudar a las tasas de crecimiento de los países en desarrollo a través de varios factores,

---

<sup>1</sup> Para mayor información consultar el Decreto de Promulgación del Tratado de Libre Comercio, publicado el lunes 20 de diciembre de 1993 en el Diario Oficial de la Federación, en su Segunda Sección. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

algunos de ellos podrían influir directamente en los factores determinantes de crecimiento económico como la transferencia de tecnología de los países desarrollados a los países en desarrollo, el progreso del sector financiero interno, etc., pero hay factores que pueden ser más importantes que influyen indirectamente a las economías en desarrollo como el mayor grado de especialización de la producción y mejora de la política económica. El autor señala a pesar de esto que, si bien la globalización financiera puede en teoría ayudar a estimular el crecimiento económico a través de varios canales, aún no se obtienen pruebas empíricas de que estas relaciones causales tengan un gran efecto cuantitativo.

Figura 1. Mapa de Tratados y Acuerdos de Libre Comercio suscritos por México



Fuente: Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas (CANAME).  
<http://www.caname.org.mx/index.php/servicios/comercioexterior>.

El concepto de integración financiera está latente en el área de América del Norte, como se puede apreciar en el cuadro 1 dentro de los destinos de exportación e importación de los países miembros del TLCAN destacan como principales importadores y exportadores ellos mismos, es decir, el comercio entre estos tres países tiene gran actividad. El caso de Estados Unidos es el más notable, ya que para Canadá y México el principal destino del comercio es Estados Unidos, ahí destaca que cerca del 80% de las exportaciones de ambos países sean destinadas a la economía estadounidense, sin embargo, el caso de las exportaciones estadounidenses es más variado, si bien tanto México como Canadá aparecen dentro de los primeros cinco lugares, la proporción de las exportaciones es sumamente distante, apenas alcanzan cerca de 15% de las exportaciones de Estados Unidos, esto puede deberse al papel que juega la economía estadounidense para el mundo, pues según datos de la World Trade Organization (WTO, 2015) en el perfil comercial para Estados Unidos las exportaciones de mercancías de este país representan el 8.53% de las exportaciones totales en el

mundo, mientras que México 2.09% y Canadá 2.50%, hecho que hace notoria la importancia que tiene el comercio de Estados Unidos para el mundo, y puede ser una de las causas por cual deba tener una mayor cantidad de clientes en el mundo, tanto para importaciones como exportaciones.

Para el caso de las importaciones de los tres países la situación es similar, en México y Canadá la mayoría de las mercancías importadas son estadounidenses, aunque la proporción cambia de manera significativa, el principal proveedor de mercancías para México y Canadá es Estados Unidos, donde cerca de la mitad de las mercancías son originarias de este país, pero es necesario resaltar que las importaciones que se dan entre Canadá y México no son tan significativas como lo son con otros países, de hecho en el caso de México el país canadiense no figura dentro de los primeros cinco lugares de los países a los que les compra mercancías, y Canadá, por su parte, sólo compra un 5.6% de sus mercancías importadas a México. Al mismo tiempo cabe mencionar que los destinos principales de importaciones y exportaciones para los países miembros del TLCAN son prácticamente los mismos, situación que puede confirmar de cierta forma que los países están siguiendo un camino similar en lo que refiere a vinculaciones con los países del resto del mundo.

Cuadro 1. Destino principal de las exportaciones e importaciones de los países miembros del TLCAN para 2014

MÉXICO				ESTADOS UNIDOS				CANADÁ			
EXPORTACIÓN		IMPORTACIÓN		EXPORTACIÓN		IMPORTACIÓN		EXPORTACIÓN		IMPORTACIÓN	
PAÍS	%	PAÍS	%	PAÍS	%	PAÍS	%	PAÍS	%	PAÍS	%
Estados Unidos	80.2	Estados Unidos	49.0	Canadá	19.3	China	19.9	Estados Unidos	76.7	Estados Unidos	54.3
Unión Europea	5.1	China	16.6	Unión Europea	17.1	Unión Europea	17.8	Unión Europea	7.4	China	11.5
Canadá	2.7	Unión Europea	11.1	México	14.8	Canadá	14.8	China	3.7	Unión Europea	11.3
China	1.5	Japón	4.4	China	7.7	México	12.5	Japón	2.1	México	5.6
Brasil	1.2	República de Corea	3.4	Japón	4.1	Japón	5.7	México	1.0	Japón	2.6

Fuente: Elaboración propia con datos de World Trade Organization (WTO). Statics database. Services Profiles, September 2015.

López, *et al.* (2008, p.88) menciona que, “la evidencia empírica identifica un grado creciente de integración y que la volatilidad del mercado más grande influye en la volatilidad de los más chicos, esto es, existe un efecto dominante de un mercado debido a su importancia relativa”. Cabe hacer mención que el bloque económico analizado está compuesto por dos economías desarrolladas (Estados Unidos y Canadá) y una economía en vías de desarrollo, tal es el caso de México, por lo que nos situamos en un escenario donde el mercado más grande es el estadounidense, mientras que el mercado más pequeño es el mexicano; de esta forma el cuadro 2 muestra por una parte la importancia que tiene el comercio

sobre México y Canadá, ya que porcentualmente representa más de dos tercios del Producto Interno Bruto (PIB) de cada país, por otro lado para Estados Unidos es casi una tercera parte, sin embargo, aunque la proporción entre PIB y comercio es menor a los otros dos países, se encuentra en los primeros lugares del *ranking* mundial en importaciones y exportaciones, de mercancías y servicios comerciales siendo el primero en exportación de servicios comerciales y el primer importador a nivel mundial para el año 2014. Cabe señalar que si bien el comercio tiene más importancia para México y Canadá estos no cuentan con un rango privilegiado en el comercio mundial, Canadá oscila entre el lugar diez y veinte tanto en importaciones como en exportaciones de mercancías y servicios comerciales, en cambio México se encuentra en el lugar quince en exportaciones mundiales y catorce en importaciones mundiales para mercancías, pero en lo que refiere a servicios comerciales se encuentra en un rango más bajo situándose en el lugar cuarenta en exportaciones y el treinta y tres en importaciones, lo cual hace suponer que la economía mexicana está más orientada al sector industrial que al sector de servicios, lo que crea una mayor dependencia de Estados Unidos puesto que como lo menciona el cuadro 1 Estados Unidos es el primer destino de sus importaciones.

Cuadro 2. Cifras de los países miembros del TLCAN

Miembros del TLCAN:	México		Estados Unidos		Canadá	
Población 2014 <sup>1</sup>	124		319		36	
PIB, 2014 <sup>2</sup>	1,283		17,419		1,787	
Comercio como porcentaje del PIB (2012-2014)	65.61%		29.92%		62.69%	
Rango en el comercio mundial 2014	Exportación	Importación	Exportación	Importación	Exportación	Importación
Mercancías	15	14	2	1	12	10
Servicios Comerciales	40	33	1	1	18	15

Fuente: Elaboración propia con datos de World Trade Organization (WTO). Statics database. Services Profiles.

<sup>1</sup> Redondeado a Millones de personas.

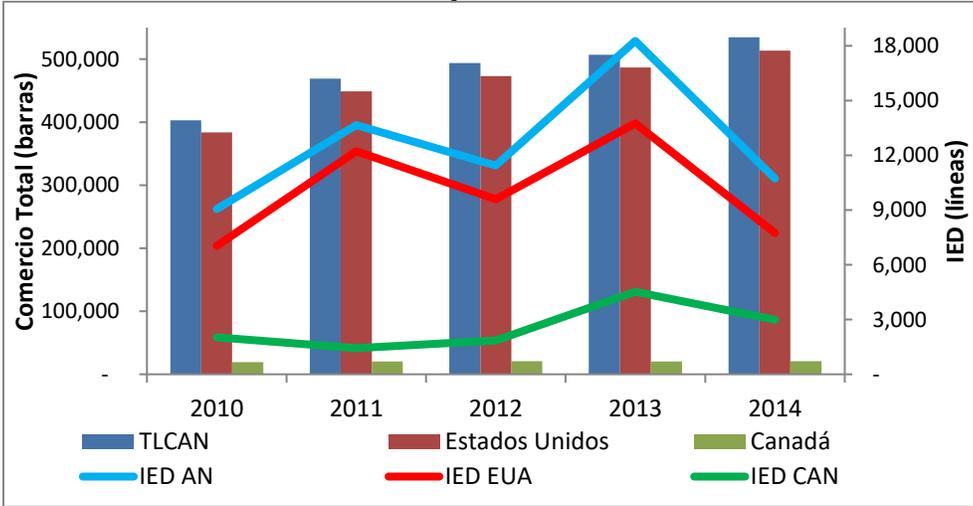
<sup>2</sup> Redondeado a Miles de Millones de dólares, a precios actuales.

Al mismo tiempo, el cuadro 2 muestra las diferencias que puede haber entre estos tres países, debido a que en primera instancia se puede observar la ventaja económica que tiene Estados Unidos ante México y Canadá en prácticamente

todos los rubros tomados en cuenta en el cuadro anterior. El dato principal al que es necesario hacer mención es el Producto Interno Bruto de los países miembros, en términos nominales Canadá y México tienen cifras cercanas pero sólo representan cerca del diez por ciento de la economía estadounidense, sin embargo, aunque la cifra del PIB sea cercana entre México y Canadá la población mexicana es 3.4 veces mayor que la canadiense, a su vez, si quisiera hacerse una comparación entre la población estadounidense que es 2.5 veces mayor que México, el PIB estadounidense supera al mexicano en 13.5 veces, con ello por la afirmación anterior de López *et al.* (2008) se supondría que la volatilidad de Estados Unidos influirá de gran manera en México y Canadá, teniendo más afectación en México por ser la economía más pequeña en términos de PIB.

En el caso específico de México, la economía en vías de desarrollo, como se mencionó anteriormente, depende en gran medida del comercio que tiene con Estados Unidos, la gráfica 1 muestra las relaciones comerciales que tiene México con los países del TLCAN, mismo en donde se puede observar que prácticamente todas las operaciones de comercio que se llevaron a cabo en el periodo 2010 a 2014 fueron con Estados Unidos, en realidad la proporción que tiene con Canadá es muy pequeña, por ejemplo para el año 2014 el comercio total con Estados Unidos alcanzó 513 mil millones de dólares y el comercio con Canadá tuvo operaciones por 20 mil millones de dólares. Además de esto el comercio con Estados Unidos ha tenido cifras más dinámicas que con Canadá, ya que las operaciones entre México y Estados Unidos crecieron un 34%, mientras que las operaciones México-Canadá sólo crecieron en un 8% entre 2010 y 2014.

Gráfica 1. Comercio Total de los países miembros del TLCAN con México vs Inversión Extranjera en México 2010-2014

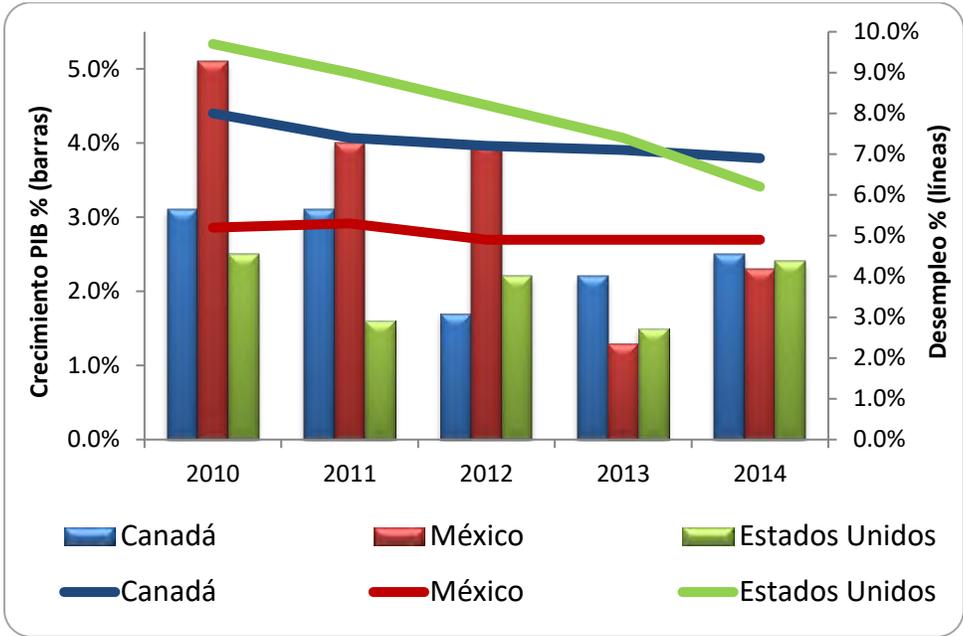


Fuente: Elaboración propia con datos de: Banco de datos mundial (BM), Secretaría de Economía (SE) e Instituto Nacional de estadística y Geografía (INEGI).

Notas: Comercio Total, cifras a millones de dólares.  
Inversión Extranjera Directa, cifras a millones de dólares.

En lo que respecta a Inversión Extranjera Directa (IED) en México, también mostrada en la gráfica 1, se observa que tiene un comportamiento similar al del comercio, donde la mayor parte de la IED proviene de Estados Unidos, sin embargo, la proporción de los dos países en comparación al comercio total si tiene un comportamiento diferente, ya que para 2014, la IED de Canadá representó un 28% de la IED de los países del TLCAN, según datos de la Secretaría de Economía en los Mensajes sobre 20 años del TLCAN Canadá es el cuarto inversionista más importante para México, y tomando en cuenta que la IED de los países miembros del TLCAN representa un 42% de la IED total en México<sup>2</sup>, se puede conocer el motivo de las correlaciones tan altas que se tienen en los países. Cabe mencionar que, aunque las cifras revelan que la IED de los países miembros del TLCAN es muy importante para México, la IED sólo representa un 2% del comercio total entre ambos países, por lo que las operaciones que se están llevando a cabo sólo son operaciones nominales. Por otra parte, también resulta preocupante que la IED del TLCAN haya caído en un 59% lo cual puede traer como consecuencia que México siga siendo aún más dependiente del comercio y por tanto más susceptible a las volatilidades del mercado.

Gráfica 2. Crecimiento de la economía vs. Desempleo total (2010-2014)



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial.

Es necesario hacer mención que el periodo de estudio comprendido en el presente trabajo tiene por antecedente la crisis de 2008, por lo tanto, la gráfica 2 muestra en base al crecimiento del PIB y el desempleo la manera en la que los países

<sup>2</sup> Datos obtenidos del Banco de Información Estadística (BIE), del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

estudiados han reaccionado en el periodo posterior a la crisis. Para el año 2010 los tres países presentaron niveles altos de crecimiento porcentual del PIB, pero estos venían acompañados también por altos niveles de desempleo, conforme al paso del tiempo los niveles de crecimiento porcentual del PIB fueron disminuyendo, situándose para el año 2014 entre 2% y 3% de crecimiento con respecto al año anterior, siendo México la economía más volátil la cual alcanzó un nivel de crecimiento en el año 2010 de 5%, para el año 2013 tuvo un crecimiento cercano al 1% y en el 2014 se sitúa en un crecimiento cercano al 2%. La economía estadounidense ha visto disminuir los niveles de desempleo de 9.7% de la Población Económicamente Activa (PEA) a un 6.2%, mientras que Canadá y México han situado sus niveles cercanos al 7% y 5% respectivamente, lo cual tomando en cuenta las correlaciones entre los tres países y la estabilidad que está tomando Estados Unidos que es la economía más grande, sitúa a la región de América del Norte con un pronóstico favorable para la inversión.

## **Principales aspectos metodológicos sobre la medición del riesgo y portafolios eficientes**

Los mercados financieros en la actualidad se han convertido en un pilar de la economía mundial, ya que estos han seguido un complejo proceso de evolución el cual ha sido apoyado de diversos procesos socioeconómicos y tecnológicos, sin embargo, a pesar que estos han avanzado de manera considerable en las últimas décadas, el concepto de riesgo sigue estando presente para cada una de las actividades que se lleven a cabo en el sistema financiero. La premisa óptima de los mercados financieros es aquella en la cual se tenga el mayor rendimiento posible, enfrentando el menor riesgo. Con base en esta premisa se ha ido creando basta teoría sobre la administración del riesgo, y si bien no es posible eliminar la exposición al riesgo, este puede diversificarse en diferentes activos, o puede ser cuantificable mediante diferentes metodologías tratadas a continuación.

### **Administración del riesgo**

“La palabra riesgo proviene del latín *risicare* que significa transitar por un sendero peligroso, por lo que dicha palabra se relaciona generalmente con pérdida o peligro” (De Lara 2008, p.13), ya que cualquier actividad o acción realizada tiene implícita la posibilidad que uno o varios factores alteren el resultado esperado. Los riesgos a los que están expuestos los agentes económicos son muy variados y se deben a un sinfín de factores que pueden afectar la estabilidad de los activos, Algunos autores como De Lara (2008) y Napp (2011), clasifican el riesgo en diferentes tipos según su naturaleza:

- Riesgo sistemático. Obedece a factores que no pueden ser determinados o controlados de forma interna por una empresa o una institución tales como políticas económicas, variables macroeconómicas, el comportamiento de la economía internacional; éste también es conocido como riesgo no diversificable.
- Riesgo no sistemático. Se refiere al riesgo que está relacionado con el comportamiento de las empresas, es determinado por el nivel de dirección de la empresa, capacidad de endeudamiento, tecnología, etc. También es conocido como riesgo diversificable.
- Riesgo de crédito. Este riesgo se puede calificar como el más común y antiguo, ya que está relacionado con el riesgo de incumplimiento de pago en una transacción donde haya de por medio una promesa de pago.
- Riesgo de mercado. Se refiere a la pérdida que puede sufrir el inversionista derivado de la fluctuación de los precios o cambio en variables económicas como tasa de interés, tipo de cambio etc., o bien

la posibilidad de que estas fluctuaciones afecten al emisor de pago o garante de la inversión.

- Riesgo de tipo de Cambio. Se refiere a la pérdida que puede provocar la fluctuación de alguna divisa que afecte el rendimiento de alguna inversión que se encuentre valuada en moneda diferente a la propia.
- Riesgo de liquidez. Se refiere a la imposibilidad de poder transformar algún activo en líquido, es decir, la imposibilidad de poder vender algún instrumento financiero. Ésta situación se presenta generalmente en periodos de crisis, donde sólo hay vendedores en el mercado. Dicho riesgo también se refiere a las pérdidas que se puedan suscitar cuando la empresa necesita una mayor cantidad de recursos para poderse financiar y los costos no pueden ser cubiertos.

Por tanto, se puede definir que uno de los objetivos principales de la administración del riesgo es medir la probabilidad de pérdidas en situaciones de incertidumbre, de ahí su importancia, ya que, el riesgo es un concepto que está presente en cualquier inversión, situación por la que siempre se ha tratado de perfeccionar su estudio. Desde tiempos de Cardano<sup>3</sup>, quien fuera el primero en introducir el concepto de la probabilidad, hasta la actualidad se ha ido evolucionando en los modelos de medición y administración de riesgo, se han realizado diversos estudios centrándose en la administración y cuantificación del mismo, debido a que dentro de los mercados financieros el riesgo es un factor determinante para la valuación de los activos financieros y se trata por cualquier medio minimizarlo, buscando así evitar las pérdidas significativas por fluctuaciones en los factores que rodean al sector financiero. Cabe mencionar que, aunque dichas fluctuaciones pueden afectar al inversionista, existe también la posibilidad de que se obtengan beneficios inesperados si las fluctuaciones de los precios de los activos o cambios en las tasas de interés sitúan el valor del activo por encima del valor esperado.

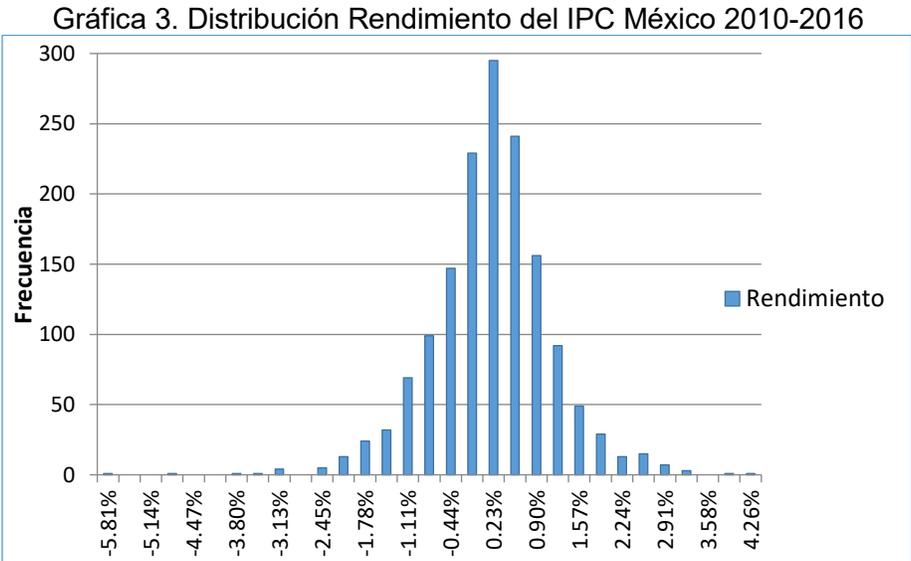
La administración del riesgo se convierte entonces, en una herramienta para la toma de decisiones, sobre la cual se debe identificar y cuantificar dichos riesgos con el objetivo de evitar pérdidas económicas que pongan en riesgo la situación económica de los inversionistas. En definitiva hay ciertos riesgos inevitables a los cuales las empresas, los inversionistas e incluso los países están expuestos; la incertidumbre de un cambio en la economía mundial o un desastre natural es un riesgo latente para cualquier economía y en muchas de las situaciones puede estar fuera de las posibilidades el poder prevenirlo; sin embargo, la importancia de

---

<sup>3</sup> “Girolamo Cardano (1500-1571) fue el primero en introducir el término probabilidad dentro de su libro *Liber de Ludo Aeale (Libro de Juegos de Azar)*, publicado en 1663, después de su muerte. En ella propuso el término “probable” como un resultado incierto. Fue el primero en referirse a la probabilidad como medida de frecuencia relativa de eventos aleatorios” (De Lara, 2004, p.14).

la administración del riesgo radica principalmente en minimizar los riesgos que puedan atraer una pérdida potencial, o incluso buscar la compatibilidad con riesgos presentes en la economía, los cuales puedan presentar en algún momento un beneficio dependiendo el giro económico que se está realizando.

Para lograr una correcta administración del riesgo es necesario establecer un proceso de control para la exposición al riesgo, por tanto, lo más importante es fijar criterios. De Lara (2004) indica que para lograr una correcta práctica en primera instancia se debe identificar los riesgos a los cuales se expone la inversión, para ello se debe tomar en cuenta el entorno económico y social al momento en el que se decide invertir, además para lograr una correcta identificación de los riesgos se debe tomar en cuenta la correlación que existe entre ellos, e identificar que en la vida económica de un país o de una empresa los factores que están relacionados y el movimiento de una variable puede tener repercusiones sobre uno o varios factores. En segunda instancia se necesita realizar la cuantificación del riesgo, actualmente existen diferentes metodologías, para ello el más utilizado es el concepto de Valor en Riesgo (VaR, por su nombre en inglés Value at Risk). Por lo que es necesario también contar con la información suficiente para la correcta medición del riesgo como lo son los precios del mercado, rendimiento, etc., con lo que se puede lograr una estimación de la exposición al riesgo global.



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finance.

Actualmente la medida de riesgo más usado es el Valor en Riesgo (VaR), este término fue propuesto por J.P. Morgan en el año de 1994 bajo el documento RiskMetrics, es una medida estadística que estima la pérdida máxima esperada que podría registrar un portafolio en un determinado periodo de tiempo con cierto nivel de confianza estadístico, esta medida es utilizada para pruebas dentro de

condiciones normales. Sin embargo, la principal desventaja en la que se encuentran los mercados es que no es posible encontrar una distribución normal, ya que por las condiciones de incertidumbre anteriormente expuestas nos encontramos con situaciones de “colas anchas o pesadas”<sup>4</sup>. Por ejemplo, en un histograma de distribución de los rendimientos del Índice de Precios y Cotizaciones (IPC)<sup>5</sup> de 2010 a 2016 se puede observar que los datos no están distribuidos de forma normal (ver gráfica 3), hay datos en los extremos derechos e izquierdos, para fines prácticos los estudios relacionados con el VaR centran el análisis en los datos situados del lado izquierdo que son las pérdidas más altas en una inversión, con la finalidad de calibrar el VaR y utilizar el nivel de confianza idóneo se aplica la prueba de *backtesting* y así obtener un resultado confiable al análisis.

### **Teoría de portafolios eficientes**

El estudio y la administración del riesgo ha tenido una evolución considerable en los últimos tiempos, es notable como las instituciones y los países han ido implementando a lo largo del tiempo metodologías con las cuales se pretende disminuir el riesgo que hay en los sistemas financieros<sup>6</sup>; asimismo la gama de productos financieros ha ido creciendo, de ahí la importancia que las metodologías utilizadas para la administración del riesgo vayan avanzando junto a los mercados financieros. Uno de los principales autores en la teoría de los portafolios de inversión fue “Harry Markowitz, premio Nobel de economía, quien en *The Journal of Finance* en 1952 desarrolló la teoría de portafolios y el concepto de que en la medida en que se añaden activos a una cartera de inversión, el riesgo (medido a través de la desviación estándar) disminuye como consecuencia de la diversificación. También propuso el concepto de covarianza y correlación, es decir, en la medida en que se tienen activos negativamente correlacionados entre sí, el

---

<sup>4</sup> “La definición de Valor en Riesgo es válida únicamente en condiciones normales de mercado, ya que en momentos de crisis y turbulencia la pérdida esperada se define por pruebas de *stress* o valores extremos.” (de Lara 2008, p. 59).

<sup>5</sup> Según información de la página oficial de la Bolsa Mexicana de Valores, el Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) es el principal indicador de Mercado Mexicano de Valores; expresa el rendimiento del mercado accionario en función de las variaciones de precios de una muestra balanceada, ponderada y representativa del conjunto de Emisoras cotizadas en la Bolsa, basado en las mejores prácticas internacionales. Tiene como principal objetivo, constituirse como un indicador representativo del Mercado Mexicano para servir como referencia y subyacente de productos financieros. Para más información visitar: <http://www.bmv.com.mx/>

<sup>6</sup> La Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) es la encargada de verificar el correcto funcionamiento de las Instituciones financieras. En el artículo 82 de las Disposiciones de Carácter General aplicables a las Instituciones de Crédito hace mención a que las instituciones en la administración del riesgo de mercado como mínimo deberán evaluar Analizar, evaluar y dar seguimiento a todas las posiciones sujetas a riesgo de mercado, utilizando para tal efecto modelos de valor en riesgo que tengan la capacidad de medir la pérdida potencial en dichas posiciones, asociada a movimientos de precios, tasas de interés o tipos de cambio, con un nivel de probabilidad dado y sobre un período específico.

riesgo de mercado de una cartera de activos disminuye” (De Lara, 2004, p. 15). “Un portafolio eficiente, según Markowitz, es aquel que tiene un mínimo riesgo, para un retorno dado o, equivalentemente un portafolio con un máximo retorno para un nivel de riesgo dado” (Gálvez, *et al.*, 2010., p. 40).

Marling *et al.* (2012) señala que el rendimiento de un portafolio en un tiempo  $t$  puede ser definido como el valor de una cartera dividida entre el valor de la cartera de un momento anterior, menos uno, lo que dará por resultado un momento porcentual sobre otro.

$$R = \frac{V_t}{V_{t-1}} - 1 \quad (1)$$

La media será considerada el rendimiento esperado del portafolio  $E[P]$ , con ello se observa que el rendimiento del portafolio está compuesto por los rendimientos de cada activo en función a las ponderaciones que cada uno de ellos tenga dentro del portafolio:

$$r_p = E[P] = \sum_{i=1}^n w_i r_i \quad (2)$$

Donde:

- $r_p$  = Rendimiento esperado
- $w_i$  = Ponderación de los activos
- $x_i$  = Suma de los pesos de los activos.

El modelo debe estar determinado por las siguientes condicionantes, la suma del peso de los activos debe ser igual a 1, y el peso de cada activo debe ser mayor a 0, por lo que no se permiten ventas en corto:

$$\sum_{i=1}^n X_i = 1 \quad (3)$$

$$X_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

Mientras que la varianza del portafolio  $Var[P]$  está determinada por:

$$\sigma^2 = Var[P] = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{1,2} x_1 x_2 \quad (5)$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{i,j} x_i x_j} \quad (6)$$

Donde:

- $\sigma^2$  = Varianza del portafolio
- $\sigma_{1,2}$  = Covarianza entre los rendimientos de los activos 1 y 2
- $\sigma$  = Desviación estándar del portafolio, determinará el nivel de riesgo del portafolio.

Cabe mencionar que estas expresiones se deberán resolver de forma matricial y vectorial:

$$r_p = W^T R_i \quad (7)$$

$$\sigma_p^2 = W^T S W \quad (8)$$

$$[S] = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{21} & \dots & \sigma_{n1} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{n2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_{nn} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Donde:

- $W$  = Vector de los pesos que tendrán cada activo dentro del portafolio
- $W^T$  = Vector transpuesto de los pesos de los activos
- $S$  = Matriz de Varianza y Covarianza
- $R_i$  = Vector de los Rendimientos individuales de los activos que componen el portafolio

Como ya se mencionó anteriormente la premisa principal del portafolio eficiente es obtener el mayor rendimiento, exponiéndose al menor riesgo posible, por tanto, será necesario minimizar el riesgo, lo cual se podrá lograr con el siguiente procedimiento:

$$\min \frac{1}{2} \sigma_p^2 \quad (10)$$

Esto se puede obtener mediante multiplicadores de Lagrange:

$$1 = \frac{1}{2} = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n w_i w_k x_i x_k \left[ r_p - \sum_{i=1}^n w_i r_i \right] + \gamma \left[ 1 - \sum_{i=1}^n w_i \right] \quad (11)$$

En forma matricial podrá expresarse como  $V2 W2 = B2$ :

$$V2 = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{21} & \cdots & \sigma_{1n} & r_1 & 1 \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \cdots & \sigma_{2n} & r_2 & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \cdots & \sigma_{nn} & r_n & 1 \\ r_1 & r_2 & \cdots & r_n & 0 & 0 \\ 1 & 1 & \cdots & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$W2 = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \\ \lambda \\ \gamma \end{bmatrix} \quad (13)$$

$$B2 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ r_p \\ 1 \end{bmatrix} \quad (14)$$

De esta manera el vector solución será:

$$W2 = V2^{-1}B2 \quad (15)$$

Al resolver este sistema matricial se obtendrá la ponderación que resultaría ideal donde la varianza se haya minimizado. “Una de las críticas al modelo es que no considera la volatilidad de una serie financiera suponiendo que la varianza es constante en el tiempo (homocedasticidad), por el contrario, es muy frecuente la heterocidad, es decir, la varianza tiene cambios sistemáticos en el tiempo” (Gálvez, *et al.*, 2010, p.39). Sin embargo, este método es utilizado por ser el pionero de la creación de portafolios eficientes, Mascareñas (2012, P. 12) señala que “el modelo de Markowitz es considerado la primera formalización matemática de la idea de la diversificación de inversiones, es decir, el riesgo puede reducirse sin cambiar el rendimiento esperado de la cartera”, aunque en su pie de página resalta que en el año 1940 el autor Bruno de Finetti propone en un trabajo el análisis de la media/varianza para optimizar la combinación de riesgo-rendimiento de los portafolios de inversión<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Véase Rubinstein, Mark (2006): *Bruno de Finetti and Mean-Variance Portfolio Selection*. Journal of Investment Management vol 4 n° 3 sept.

## Valor en Riesgo

Por su parte, el VaR se ha convertido en la medida generalizada para calcular la pérdida máxima que una inversión puede sufrir durante un periodo de tiempo determinado, bajo cierto nivel de confianza, que generalmente es de 95% o 99%, las pérdidas máximas se sitúan en el extremo izquierdo de la distribución (véase gráfica 3), con base en esta estimación de pérdidas máximas el inversionista podrá tener un panorama bajo el cual se encuentra su inversión. Existen dos métodos para el cálculo del VaR, el método paramétrico y el no paramétrico.

El cálculo del VaR paramétrico sirve para calcular el valor en riesgo de un activo individual bajo una probabilidad normal, el cual puede tener un nivel de confianza del 95% con una  $F=1.65$  o nivel de confianza de 99% con una  $F=2.33$ , y se calcula de la siguiente forma:

$$VaR = \gamma \times \beta \times \sigma \times \sqrt{t} \quad (16)$$

Donde:

- $\gamma$  = Nivel de confianza del cálculo para 95%  $F=1.65$  y para 99%  $F=2.33$
- $\beta$  = Monto total de la inversión
- $\sigma$  = Desviación estándar de los rendimientos del activo
- $t$  = Periodo de tiempo utilizado para el cálculo del VaR

Para calcular el valor en riesgo de un portafolio de inversión es necesario tomar en cuenta las correlaciones de los rendimientos que conforman el portafolio de inversión, por lo cual el método para obtener el VaR de un portafolio es:

$$VaR = \gamma \times \beta \times \sigma_p \times \sqrt{t} \quad (17)$$

$$\sigma_p = \sqrt{W^T \Phi W} \quad (18)$$

$$\Phi = \sigma C \sigma \quad (19)$$

$$\sigma = \begin{bmatrix} \sigma & 0 & 0 \\ 0 & \sigma & 0 \\ 0 & 0 & \sigma \end{bmatrix} \quad (20)$$

Donde:

- $\sigma_p$  = Varianza del portafolio
- $W$  = Vector de los pesos que tendrán cada activo dentro del portafolio
- $W^T$  = Vector transpuesto de los pesos de los activos
- $\Phi$  = Matriz de Varianza y Covarianza.
- $C$  = Matriz de correlaciones de los activos que conforman el portafolio

$\sigma$  = Matriz cuadrada donde la diagonal principal está compuesta por la desviación estándar de cada activo del portafolio, y los elementos fuera de la diagonal son ceros.

El método denominado simulación Montecarlo pertenece al método paramétrico y consiste en generar números aleatorios para así crear diferentes escenarios y con base en ellos determinar la pérdida o ganancia en el mismo, señala De Lara (2004) se deben generar aproximadamente 10,000 escenarios con igual probabilidad de ocurrencia y se ordenan, de tal forma que se pueda determinar un nivel de confianza específico. Por otra parte, el método no paramétrico consiste en obtener una serie histórica de los rendimientos de los activos y con base en esta crear una serie de tiempo con rendimientos simulados con la finalidad de generar el histograma, de estos se obtendrán los cuantiles que nos indicarán el valor en riesgo dependiendo del nivel de confianza del VaR, según Banco de México (2005) el método de simulación histórica tiene buena aceptación debido a que no se basa en supuestos de correlaciones y volatilidades, además que no se apoya en supuestos de normalidad y se puede aplicar a instrumentos no lineales.

### **Backtesting**

Debido a las críticas que ha recibido el VaR a lo largo del tiempo, es recomendable complementar este análisis con verificaciones al modelo, para lo cual se utiliza el *backtesting* (prueba de desempeño) o *stresstesting* (prueba de estrés), con la finalidad de reducir los errores de estimación, puesto que el modelo no puede indicar por sí mismo cual es el nivel de confianza ideal a ocuparse en el VaR. Dando una alternativa para la calibración del modelo, Kupiec (1995) desarrolla intervalos de confianza para determinar si el nivel de confianza que se está utilizando en el VaR es correcto, definidas en el cuadro 3.

Cuadro 3. Verificación del VaR: Regiones de no rechazo.  
Número de fallas en un nivel de 0.05.

Nivel de Probabilidad	Regiones de no rechazo para un numero de fallas.		
	T=255 días	T=510 días	T=1000 días
p	N<7	1<N<11	4<N<17
0.010	2<N<12	6<N<21	15<N<36
0.025	6<N<21	16<N<21	37<N<65
0.050	11<N<28	27<N<51	59<N<92
0.075	16<N<36	38<N<65	81<N<120

Fuente: Jorion P. (1999). p. 117.

El método de Kupiec consiste en contar el número de veces que las pérdidas exceden el VaR durante cierto periodo de tiempo, con la finalidad de verificar que tan eficiente es el modelo, bajo la hipótesis de que p es estadísticamente igual a la

probabilidad utilizada para el VaR. Estos rangos están basados en una distribución de chi cuadrada con un grado de libertad, determinada por los extremos de la máxima verosimilitud dada por la siguiente expresión.

$$L = -2\ln((1 - p)^{T-N} p^N) + 2\ln((1 - (N / T)^{T-N} (N / T)^N) \quad (21)$$

Los datos del cuadro 1 podrán apoyar al análisis dado que con base en ellos se determinará si el nivel de confianza para el cálculo del VaR fue el correcto, además de indicar si hay algún error en la estimación del modelo, por ejemplo, con una probabilidad del 5% las pérdidas no podrán exceder en más de 21 veces el VaR para 255 días. Con ello se busca que el VaR pueda centrarse más cerca de la realidad e ir situándolo dentro de ciertos parámetros que lo hagan tener un mejor panorama para los inversionistas al momento de conocer los riesgos a los que están expuestos.

## Aplicación de un portafolio de inversión en los países del TLCAN

El análisis empírico del presente trabajo toma un escenario hipotético donde se asume un portafolio de inversión con un monto inicial de \$10,000,000.00 (diez millones de pesos mexicanos) distribuidos en activos de los tres países que forman parte del TLCAN, en este caso se toman en cuenta los índices más representativos cada economía, estos índices refieren al Dow Jones Industrial (DJI) de Estados Unidos, el Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) de México y el Standar & Poor's Toronto Stock Exchange (S&PTSX) de Canadá. La serie financiera utilizada para el análisis comprende del 04 de enero de 2010 al 29 de enero de 2016, con un total de 1572 datos. Con la finalidad que los datos fueran comparables se realizó una homologación a moneda mexicana tomando en cuenta el tipo de cambio que reporta Banco de México en el periodo de estudio y así se obtuvo el rendimiento de la serie con base en la ecuación (1) mencionada en la teoría de portafolios eficientes. Los ponderadores de los activos fueron asignados según la teoría de diversificación de portafolios del modelo de Markowitz utilizando las ecuaciones (12), (13), (14) y (15) expuestas en el apartado anterior. La ponderación obtenida distribuye los activos de la siguiente forma: el 14.49% para el DJI de Estados Unidos, el 47.76% para el S&PTSX de Canadá, y el 37.75% para el IPC de México, divididos en un monto de inversión de \$ 1,448,617 que equivalen a 10 títulos para el DJI, \$ 4,776,444 con 32 títulos para el S&PTSX y \$ 3,774,938 para el IPC equivalente a 115 títulos, todos a precio del día 29 de enero de 2016.

Cuadro 4. Rendimiento y Riesgo por Activo.

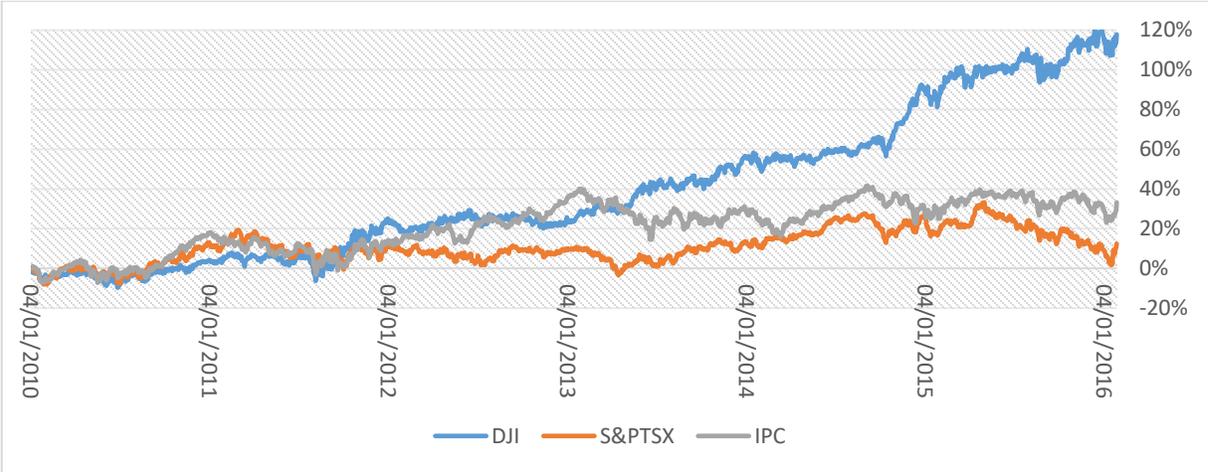
	DJI	S&PTSX	IPC
<b>Rendimiento diario</b>	0.06%	0.01%	0.02%
<b>Riesgo diario</b>	1.09%	0.88%	0.92%
<b>Rendimiento anual</b>	13.97%	2.84%	5.67%
<b>Riesgo Anual</b>	17.24%	14.00%	14.65%
<b>Relación riesgo- rendimiento</b>	5.50%	1.13%	2.17%
<b>Inversión por Acción</b>	\$ 1,448,617	\$ 4,776,444	\$ 3,774,938
<b>Precio de Cierre</b>	301179	165896	43631
<b>No de Títulos</b>	4	28	86

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finance

El cuadro 4 muestra el riesgo y rendimiento de los activos de forma individual, donde se observa el comportamiento que han tenido los índices en esta serie, de los cuales se puede hacer un comparativo del rendimiento (media del rendimiento) contra la exposición al riesgo (medido por la desviación estándar), el índice mejor posicionado de los 3 resulta ser el DJI con un rendimiento anual del 13.97% y una exposición al riesgo del 17.24%, mientras que el S&PTXS reporta un rendimiento del 2.84% anual, exponiéndose a un riesgo del 14% y por último el IPC tiene un

rendimiento del 5.67% contra un 14.67% de riesgo anual; confirmado por la relación riesgo rendimiento, para este periodo el índice con mejor comportamiento es el DJI ya que si se expone a un 0.01% de riesgo el rendimiento se verá favorecido en proporción de 5.5% al rendimiento previo, el SP&TSX y el IPC, como era de suponerse no cuentan con los mismos resultados en esta prueba, si fuera necesario exponer estos índices a un riesgo mayor en 0.01%, se obtendría una variación proporcional de 2.17% al IPC y 1.13% para el S&PTSX, lo que hace que el DJI sea una inversión más versátil y por tanto pueda ser más demandado en el mercado bursátil, en este sentido, una vez que se toma en cuenta la diversificación en base a la teoría de portafolios eficientes de Markowitz mediante las ecuaciones (2), (5) y (6) de la teoría anteriormente expuesta se obtiene por resultado que el portafolio de inversión tiene un rendimiento anual del 14.71% exponiéndose a un riesgo del 12.16%, haciéndolo sustentable debido a que se obtiene por el portafolio un riesgo menor al rendimiento que se obtiene. Contrario a lo que se pudiera pensar, dado que Canadá es una economía desarrollada, el S&PTSX es el activo con menor rendimiento del portafolio de inversión, si bien el IPC tiene un riesgo similar, el rendimiento que provee es prácticamente el doble. Por su parte el DJI tiene una ventaja amplia ante los otros dos índices, esto puede ser debido a la estabilidad y demanda del mercado bursátil que ha ido cobrando Estados Unidos posterior a la crisis de 2008.

Gráfica 4. Evolución de los índices de los países miembros del TLCAN 2010-2015



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finance.

La gráfica 4 permite observar la evolución y diferencia que han tenido los índices en un periodo que comprende de enero de 2010 a enero de 2016, medido en base (2010=100), en ella se hacen notorios los mejores rendimientos que ha tenido el DJI sobre el IPC y el S&PTSX, ya que este ha tenido una evolución del 117.79% en el periodo analizado, contra 33.19% del IPC y 12.33% del S&PTSX, al mismo tiempo se puede observar que el crecimiento que ha tenido el DJI ha sido de cierta

forma constante, y si bien la serie cuenta con altibajos en ciertos periodos, en general tiende a evolucionar de manera positiva. Por otra parte, en lo referente al índice mexicano y canadiense, han tenido un comportamiento similar entre ellos, con ciclos que tienen una duración de aproximadamente de un año, lo cual indica que el índice estadounidense ha cobrado mayor estabilidad en los últimos cinco años que México y Canadá. Contrario a lo que se pudiera esperar<sup>8</sup>, el índice mexicano obtuvo mayores rendimientos que el S&PTSX, esto pudo haber sido apoyado por el buen comportamiento que tuvo el DJI en este periodo, teniendo en cuenta que las estadísticas indican que México tiene una relación comercial más cercana con Estados Unidos que con Canadá, además que factores como el tamaño de la economía estadounidense y el hecho que compartan fronteras también pueden influir en gran medida al comportamiento del IPC en México.

Cuadro 5. Matriz de correlaciones IPC, DJI S&PTSX 2010-2016

	DJI	S&PTSX	IPC
DJI	1	0.4770	0.5243
S&PTSX	0.4770	1	0.4880
IPC	0.5243	0.4880	1

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finance

A pesar de las diferencias que hay entre los tres índices las tendencias en los ciclos son similares, cuando uno de los tres índices tiene una caída generalmente los otros dos índices sufrirán también una caída en mayor o menor proporción, esto responde a la correlación que puedan tener entre sí, en el cuadro 5 se observa que las correlaciones en los mercados de los tres países son muy altas. Estos datos, en cierta forma representan un resultado contrario al pronóstico que supondría un portafolio de inversión con activos de diferentes países, en el cual se esperaría una correlación negativa de acuerdo al modelo tradicional de Markowitz, sin embargo, las altas correlaciones que tienen estos tres índices implican una dificultad para crear portafolios diversificados (Reyes y Ortiz 2013), la correlación que existe entre estos países nos sitúa en un escenario donde la integración financiera propicia la evolución de la globalización financiera, debido a que la relación comercial que tienen estos países se ve reflejada en el sector financiero, por tanto esto hace suponer que los riesgos a los que estén expuestos estos países de forma individual se compartirán. Al mismo tiempo se espera que la evolución del Sistema Financiero en los tres países tenga un rumbo similar, como el caso del IPC con el DJI, ya que al ser los índices que tienen mayor correlación

<sup>8</sup> Reyes y Ortiz (2013) realizan un estudio comparativo de portafolios de inversión para el TLCAN durante el periodo 2000-2007 con datos diarios de los índices DJI, S&PTSX e IPC, aplicando modelos econométricos GARCH multivariados para ajustar la volatilidad dinámica. Durante este periodo concluyen que el mercado mexicano reporta mejores oportunidades para invertir en portafolios de inversión.

tienen los rendimientos más altos, es decir, el crecimiento del IPC pudo ser propiciado por un crecimiento del DJ, en la gráfica 4 se observa que en los dos primeros años del periodo estudiado el S&PTSX reportaba rendimientos mayores a los del IPC, pero al iniciar la tendencia de rendimientos positivos para el DJI el índice mexicano comenzó a situarse por encima del índice de canadiense, lo cual hace notorio que Canadá tiene una correlación menor con el IPC y el DJI, mismos datos que se confirman en el cuadro 5.

Otra de las razones por la cual la correlación afecta más a México que a Canadá puede ser la diferencia que existe entre los mercados bursátiles de cada país, el Cuadro 6 muestra un comparativo entre el Producto Interno Bruto de cada país comparado con la capitalización en el mercado de las empresas que cotizan en bolsa, donde se puede observar claramente que México es el único país de los tres en donde la capitalización en el mercado no supera su PIB, de hecho la capitalización de las empresas cotizantes representa sólo un 36% para 2014 en comparación del PIB. A diferencia de México, en Estados Unidos y Canadá la capitalización de las empresas que cotizan en bolsa rebasa los montos del PIB, en Estados Unidos representa un 151% y en Canadá 117%. Cabe mencionar el crecimiento que ha tenido la capitalización en el mercado por parte de estados Unidos, entre 2011 y 2014 registró un crecimiento de 168%, situación a la cual puede atribuirse el alto crecimiento que tuvo el DJI en el periodo analizado.

Cuadro 6. Capitalización en el mercado y número de compañías listadas en las Bolsas de Valores

PIB <sup>1</sup>					
País	2010	2011	2012	2013	2014
Estados Unidos	\$ 14,964	\$ 15,518	\$ 16,155	\$ 16,663	\$ 17,348
Canadá	\$ 1,613	\$ 1,789	\$ 1,824	\$ 1,837	\$ 1,784
México	\$ 1,051	\$ 1,171	\$ 1,187	\$ 1,262	\$ 1,298
Capitalización en el mercado de las compañías que cotizan en Bolsa <sup>2</sup>					
Estados Unidos	\$ 17,283	\$ 15,641	\$ 18,668	\$ 24,035	\$ 26,331
Canadá	\$ 2,171	\$ 1,913	\$ 2,060	\$ 2,114	\$ 2,095
México	\$ 454	\$ 409	\$ 525	\$ 526	\$ 480
Número de compañías listadas					
Bolsa de Valores	2010	2011	2012	2013	2014
NYSE (US)	2, 238	2, 308	2, 339	2, 371	2, 466
TMX Group	3, 741	3, 945	3, 970	3, 886	3, 761
BMV	130	133	136	143	137

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y World Federations of Exchanges annual reports & statistics (2010 a 2014).

Notas: <sup>1</sup> Miles de millones de US dólares a precios actuales

<sup>2</sup> Miles de millones de US dólares a precios actuales

Asimismo, en el cuadro 6 se puede apreciar la diferencia que existe en las bolsas de los tres países, para los cuales fueron tomados en cuenta las bolsas de valores

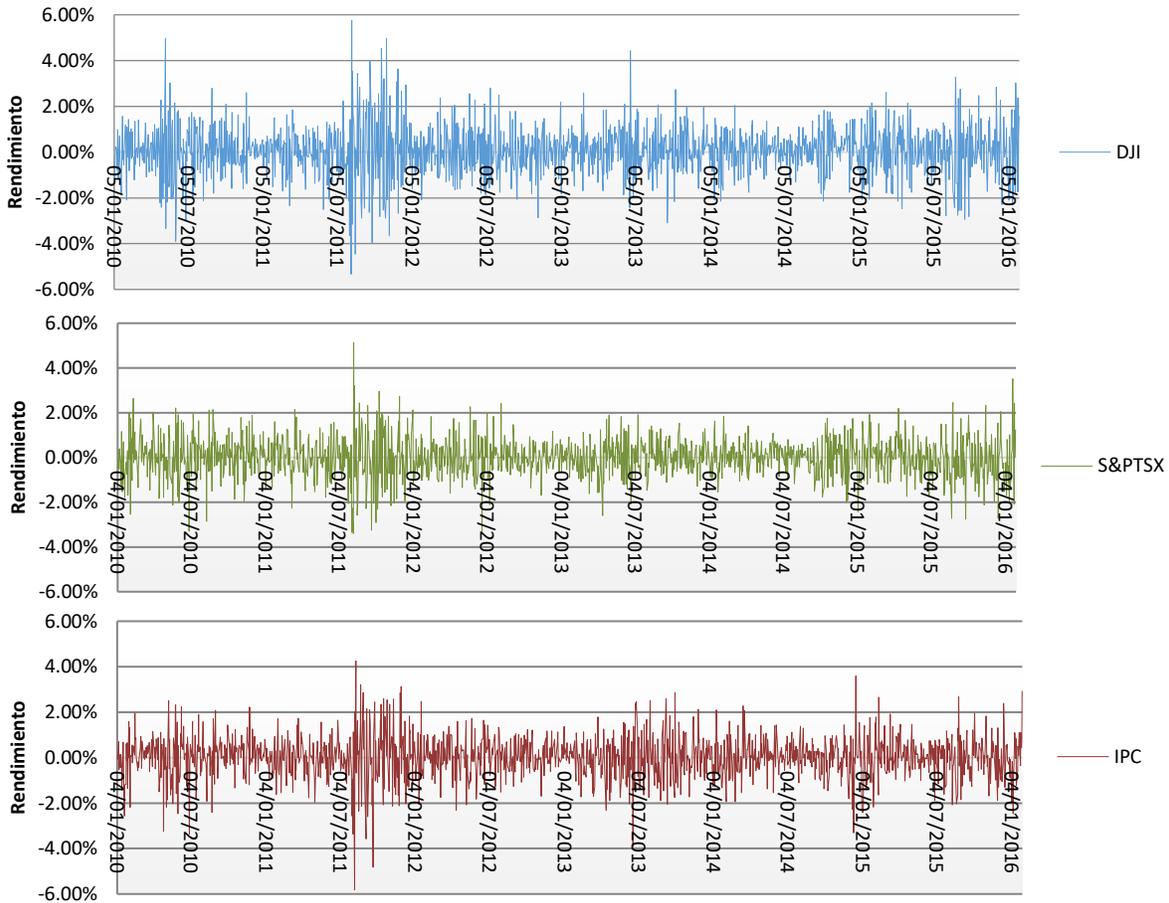
representativas de los índices estudiados. En Estados Unidos la NYSE (New York Stock Exchange), es la bolsa de valores más importante de Estados Unidos, incluso considerada la más grande del mundo tiene listadas a 2,466, el TSX (Toronto Stock Exchange) operada por TMX Group tiene en sus filas a 3,761 empresas y es considerada la tercera bolsa de valores de América del Norte, por último, se encuentra la Bolsa Mexicana de Valores que cuenta con 137 empresas listadas, todos los datos a 2014. El cuadro 6 resulta determinante para observar las diferencias que existen entre los mercados financieros de una economía desarrollada y una en vías de desarrollo, tanto en los niveles de capitalización como en las empresas listadas. Lo anteriormente mencionado puede brindar un acercamiento al hecho que Canadá tenga una menor correlación con Estados Unidos, debido que la NYSE y la TSX al tener gran importancia en el nivel mundial también pueden tener cierto grado de independencia entre ellas, y debido a que la NYSE es la más grande de las tres bolsas de valores es la que más efecto tendrá sobre la BMV, que es la de menor tamaño y con menor capitalización en la región del TLCAN.

La razón por la cual se utilizaron los índices bursátiles más representativos para cada país del TLCAN, es dado que estos pueden brindar un mayor acercamiento al comportamiento del sistema financiero de cada país. En términos absolutos, el resultado de invertir en el portafolio de inversión compuesto por estos tres índices en el periodo de los cinco años mencionados resulta favorable, ya que al contar con una inversión inicial de 10'000,000 de pesos mexicanos, al fin del periodo el portafolio tuvo un valor de \$13,338,001.21, lo que indica una ganancia nominal del 33.38%; para lograr estos rendimientos, el análisis técnico del portafolio indica que fue sometido a un riesgo anual del 12%, medido mediante la desviación estándar del portafolio, además de ello, las estadísticas indican que tuvo un rendimiento anual del 14.72%. Por tanto, en primera instancia el presente portafolio de inversión resulta favorable para el inversionista gracias a que el riesgo al que fue sometido fue menor al rendimiento obtenido.

Tomando en cuenta que nos encontramos ante un periodo post crisis, en el cual los mercados financieros se enfrentaron a un ambiente de incertidumbre el cual se vio apoyado por dificultades en la Unión Europea en especial por la crisis en Grecia además del alza de las materias primas en la primera mitad de este periodo y la variación del tipo de cambio del dólar en relación en el año 2015 e inicios de 2016, los últimos dos años del periodo de estudio (ver anexo 1), apoyado por la baja de los precios del periodo; la gráfica 5 permite observar los rendimientos diarios que han tenido estos tres índices, mismo que nos ayuda a dividir el periodo de análisis en tres segmentos de tiempo, el primero que comprende los años 2010 y 2011 en el cual perseveró el entorno de incertidumbre, el segundo periodo que abarca los años 2012 y 2013, donde prolifera un entorno estable con baja volatilidad; y el último periodo es nuevamente de alta volatilidad

que comprende el año 2015, en este año la volatilidad se da principalmente por la baja de los precios del periodo y el fortalecimiento del precio del dólar en comparación de las monedas en el mundo, además del entorno económico mundial que estuvo dado por la incertidumbre que trajo consigo la salida de Reino Unido de la Unión Europea.

Gráfica 5. Rendimientos del DJI, S&PTX e IPC  
enero 2010 - enero 2016



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finance.

Con la finalidad de conocer el comportamiento que tuvo el portafolio en estos años se realizó un análisis de Valor en Riesgo, utilizando los tres modelos de VaR anteriormente mencionados, el cuadro 7 muestra los resultados para el VaR paramétrico obtenido con base en las ecuaciones (16), (17), (18), (19) y (20) de Valor en Riesgo del apartado anterior (ver anexo 3 para matriz de varianza y covarianza), donde se pueden apreciar las pérdidas máximas esperadas de los activos en forma individual, en donde ninguno de ellos rebasa los \$100,000.00 de pérdida, pero merece tomar atención sobre el efecto de la diversificación, es muy claro que la suma de los VaR individuales es mayor que el VaR del portafolio en su conjunto, lo que nos indica que sin el efecto de diversificación el nivel de pérdidas sería en promedio un 20% mayor. Otro dato de relevancia es el ajuste del

VaR según los niveles de confianza, para este caso con un nivel de confianza del 90% la pérdida máxima esperada es de \$98,196.32 lo que representa un 0.73% tomando en cuenta el monto final de la inversión para el periodo de tiempo dado, para un nivel de confianza de 95% se espera una pérdida máxima de \$126,033.61 y con un nivel de confianza de 99% hay una pérdida máxima de \$178,251.74 equivalente a 0.94% y 1.33% respectivamente del total de la inversión, lo que indica que entre el VaR con un nivel de confianza de 99% y de 90% hay una diferencia nominal de \$80,055.42, situación que puede ser determinante para el inversionista y su aversión al riesgo.

Cuadro 7. VaR Paramétrico.

Nivel de confianza	90%	95%	99%
Portafolio	-\$ 98,196.32	-\$ 126,033.61	-\$ 178,251.74
DJI	-\$ 20,162.49	-\$ 25,878.27	-\$ 36,600.13
S&PTSX	-\$ 53,975.32	-\$ 69,276.58	-\$ 97,979.18
IPC	-\$ 44,655.42	-\$ 57,314.61	-\$ 81,061.15
<b>SUMA de VaR individuales</b>	<b>-\$ 118,793.23</b>	<b>-\$ 152,469.46</b>	<b>-\$ 215,640.46</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finance.

Otro de los modelos usados para el presente trabajo es el modelo Montecarlo, para el cual se simularon 10,000 escenarios tomando en cuenta el nivel de correlación entre los activos<sup>9</sup>, el cuadro 8 indica el resultado de esta simulación, el método arroja una pérdida máxima esperada mayor a la del método paramétrico, tomando en cuenta un nivel de significancia de 10%, es decir un nivel de confianza de 90%, se espera una pérdida de \$130,850.92 y para un nivel de significancia de 1% se espera una pérdida de \$239,888.31, que corresponde a 0.98% y 1.79% respectivamente. Este método tiene un pronóstico menos alentador, si se hace un comparativo entre los dos modelos expuestos hasta el momento, el método Montecarlo incluso prevé mayores pérdidas que la suma de los VaR individuales en el método paramétrico, cabe mencionar que para la aplicación de este método el número de observaciones es mayor, y fueron escenarios simulados.

Cuadro 8. VaR Montecarlo

Nivel de Significancia	10%	5%	1%
No de Observa	10,000	10,000	10,000
VaR	1000	500	100
<b>VaR Montecarlo</b>	<b>-\$ 130,850.92</b>	<b>-\$171,174.10</b>	<b>-\$ 239,888.31</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finance.

Por otra parte, el VaR histórico, mostrado en el cuadro 9 se compone por una serie de tiempo de rendimientos simulados, con base en ella se obtiene el cuantil que tendrá la máxima pérdida esperada, para crear esta serie se utilizaron los

<sup>9</sup> Con la finalidad de que las diferentes variables simuladas tomaran en cuenta el nivel de correlación entre los activos se generó la matriz de Cholesky, a partir de la matriz de correlaciones para lograr que los portafolios de inversión simulados se puedan adecuar al modelo (Ver anexo 4).

1,572 datos de rendimientos de los tres índices bursátiles, y la simulación se realizó tomando en cuenta los rendimientos de los activos y sus precios de cierre, el nivel de confianza fue obtenido en relación al número de datos, mismos que fueron ordenados de menor a mayor, de esta forma permite indicar cuales son los cuantiles que contienen la máxima pérdida esperada, para un 99% el cuantil que contiene la máxima pérdida es el 16, para un 95% el cuantil 79 y para el 90% el cuantil 157. Este método no toma en cuenta la correlación entre los activos por lo cual castiga más la pérdida esperada de los anteriores métodos aplicados. Tomando en cuenta el monto final de inversión por \$13,338,001.21, el VaR histórico con un nivel de confianza del 99%, pronostica una pérdida máxima de \$360,371.22 lo que significa un 2.7% del monto total de la inversión, este resultado es más castigado que el del VaR paramétrico en gran medida ya que el VaR paramétrico se ajusta a una pérdida máxima que corresponde al 1.33% de la inversión total.

Cuadro 9. VaR Histórico

Títulos	Emisora	Valor actual del portafolio
10	DJI	\$ 3,011,785.07
VaR	Nivel de confianza	
-\$ 37,213.98	90%	-1.24%
-\$ 52,839.83	95%	-1.75%
-\$ 84,563.20	99%	-2.81%
Títulos	Emisora	Valor actual del portafolio
32	S&PTSX	\$ 5,308,677.65
VaR	Nivel de confianza	
-\$ 54,879.20	90%	-1.03%
-\$ 74,986.62	95%	-1.41%
-\$ 121,478.14	99%	-2.29%
Títulos	Emisora	Valor actual del portafolio
115	IPC	\$ 5,017,538.50
VaR	Nivel de confianza	
-\$ 54,321.52	90%	-1.08%
-\$ 75,384.55	95%	-1.50%
-\$ 119,804.05	99%	-2.39%
Títulos	Emisora	Valor actual del portafolio
157	Portafolio	\$ 13,338,001.21
VaR	Nivel de confianza	
-\$ 143,613.53	90%	-1.08%
-\$ 200,354.85	95%	-1.50%
-\$ 360,371.22	99%	-2.70%

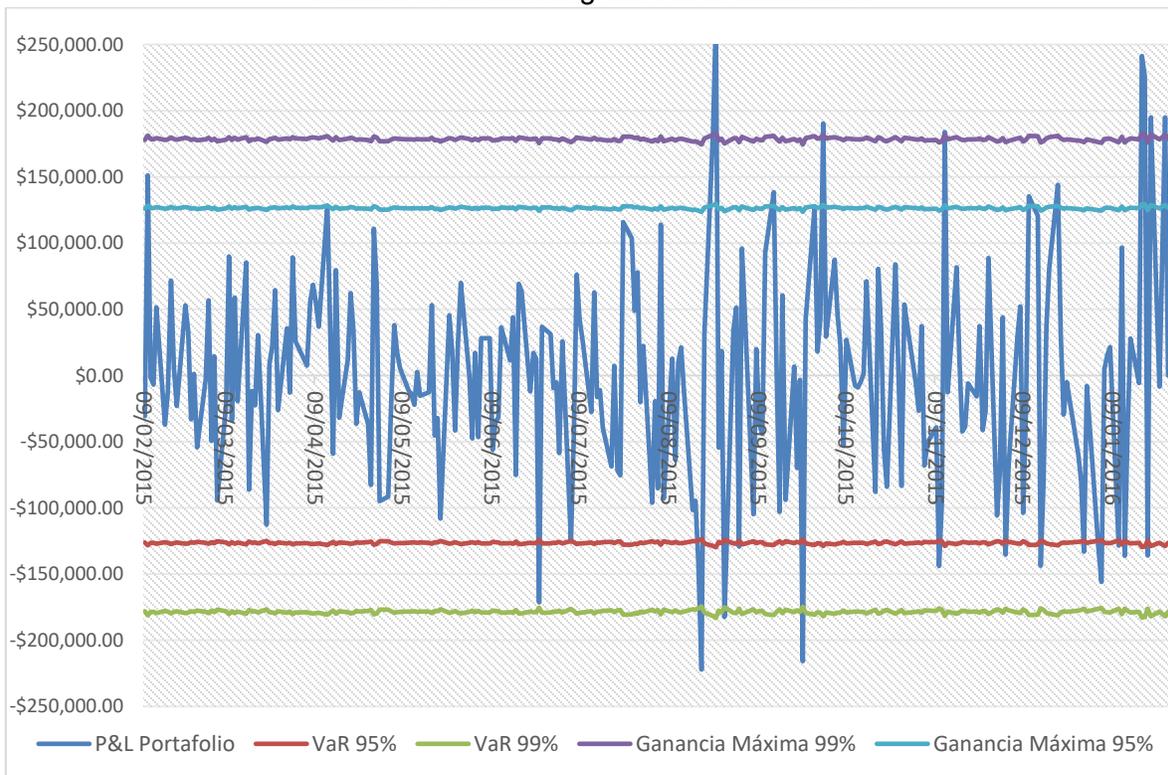
Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finance.

Para lograr conocer qué tan bien se ajusta el análisis del VaR a la realidad se realizó un análisis retrospectivo conocido como *backtesting*, en este caso se utiliza

el Método del VaR paramétrico debido a que el método Montecarlo e histórico se realizan bajo simulaciones, en este sentido se opta por realizar el análisis con datos reales ya que en primera instancia el objetivo del trabajo es estudiar el comportamiento del portafolio de inversión bajo condiciones reales. El periodo que se toma en cuenta para realizar este *backtesting* es el tercer corte, un periodo con alta volatilidad que comprende del 9 de febrero de 2015 al 29 de enero de 2016 con un total de 252 datos, para cada uno de los datos se obtiene el VaR diario bajo el método paramétrico, al mismo tiempo se obtienen las ganancias máximas esperadas utilizando el mismo proceso que para la obtención del VaR, sólo tomando en cuenta que el nivel de confianza es positivo ya que se trata de un monto positivo a la inversión. Para fines prácticos se toman en cuenta niveles de confianza de 95% y 99% únicamente.

La gráfica 6 muestra el desarrollo de las pérdidas y ganancias (P&L) del portafolio de inversión en el periodo descrito delimitado por los niveles de pérdida y ganancia máxima esperada, en él es notorio que la mayoría de los datos se encuentran dentro de estos límites, donde al considerarse un periodo de alta volatilidad los rendimientos permanecen estables, esto tomando en cuenta que el VaR bajo el método paramétrico anteriormente calculado se situaba cerca del 1.33% con un nivel de confianza del 99%.

Gráfica 6. Backtesting del VaR Paramétrico



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finance.

Para determinar si los parámetros del VaR se utilizaron de forma correcta se calibrará apoyado del modelo de Kupiec en el cual se contarán las veces en las que las pérdidas excedieron el VaR, dado que las veces que el P&L supera las ganancias esperadas resulta benéfico para el inversionista sólo se tomarán en cuenta para la calibración del VaR las pérdidas que se encuentren fuera del VaR. El cuadro 3 indica las regiones de no rechazo del VaR por lo que con base en este se tomará la determinación si el VaR paramétrico cumple con las características para ser considerado como apegado a la realidad. Se tomará en cuenta una ventana de  $T=255$  días, en este sentido los resultados obtenidos del backtesting indican que las pérdidas exceden el VaR con un nivel de confianza de 95% en 16 veces y 3 veces bajo un nivel de confianza del 99%. Tomando en cuenta los datos del cuadro 3, para un nivel de significancia del 1% las pérdidas no deben exceder el VaR en más de 7 veces, mientras que para un nivel de significancia del 5% el rango de fallas se encuentra entre 16 y 21 veces. Por esta razón se puede concluir que el VaR realizado al portafolio de inversión en la región del TLCAN es apto para obtener conclusiones sobre su comportamiento en el periodo de tiempo dado.

## Conclusiones

En primera instancia, el objetivo principal del trabajo es conocer la viabilidad que existe para invertir en un portafolio de inversión con activos de Canadá, Estados Unidos y México, el resultado que arroja el análisis técnico del portafolio es que en efecto, es un portafolio atractivo para la inversión ya que según los datos obtenidos el portafolio se expone a un riesgo menor al rendimiento que se obtiene, lo anteriormente expuesto en el capítulo 3 indica que la inversión tuvo un rendimiento de 14.71% anual contra un riesgo medido por la desviación estándar de 12.16%. Esto resulta atractivo ya que en el escenario hipotético planteado, al término del periodo de estudio la ganancia nominal del portafolio fue de 33.38%, lo que en moneda nacional significaría una ganancia de \$3'338,001.21 pesos mexicanos, dicha ganancia fue lograda en un periodo de recuperación del sistema financiero y en gran medida apoyado por el buen desempeño de Estados Unidos. Además de esto el análisis nos dio la oportunidad de tener acercamiento a lo que podría representar el sector financiero de la economía más grande del mundo, ya que los rendimientos aceptables del portafolio de inversión son en gran medida gracias a la favorable recuperación posterior a la crisis de 2008 que tuvo Estados Unidos en estos cinco años .

El resultado para las pérdidas máximas esperadas, medidas por los modelos de VaR más utilizados dio un resultado positivo, ya que estos indican que la pérdida máxima para un día se sitúa entre el 1% y 3% del total de la inversión, y los modelos de simulación situaron su panorama cercano al 3%, lo que quiere decir que medido en condiciones reales la pérdida máxima esperada sería cercana al uno por ciento. Esto confirmado con la prueba de desempeño, ya que el *backtesting* arrojó que bajo un nivel de confianza del 5% en un periodo de 255 días las pérdidas sobrepasaron el VaR sólo 16 veces, y para un nivel de confianza del 1% sólo en 3 veces las pérdidas observadas sobrepasaron el VaR. Al mismo tiempo se puede apreciar en la gráfica 6 que en la mayoría de los datos las pérdidas y ganancias del portafolio se situaron en un rango entre +\$100,000.00 y -\$100,000.00 pesos, lo que hace ver que la inversión es bastante estable y al observar las vinculaciones comerciales que tiene esta región con el resto del mundo, supondrían un ambiente propicio para la inversión. Por tanto un portafolio de inversión compuesto de activos de estos tres países, a pesar de tener una correlación positiva, puede ser atractivo para el inversionista por cuestiones de rendimiento y estabilidad financiera en la zona.

Para el caso particular de México que es la economía en vías de desarrollo, el hecho de compartir este tratado le ha favorecido para poder obtener mejores rendimientos bursátiles, como ya se ha visto esto fue apoyado por Estados Unidos, y aunque en este periodo le ha favorecido, hay otras situaciones que

pueden perjudicarlo. Cabe recordar que el portafolio de inversión se homologó a pesos mexicanos, y la gráfica 6 nos permite observar que al final del periodo observado, a finales del año 2015 e inicios de 2016 comenzó un periodo de mayor volatilidad, esto debido a que el tipo de cambio peso dólar comenzó a sufrir bruscas variaciones que perjudicaron al peso mexicano (ver anexo 1), que si bien en este análisis hipotético puede resultar favorable para la inversión, a nivel país esto puede representar una desventaja para México.

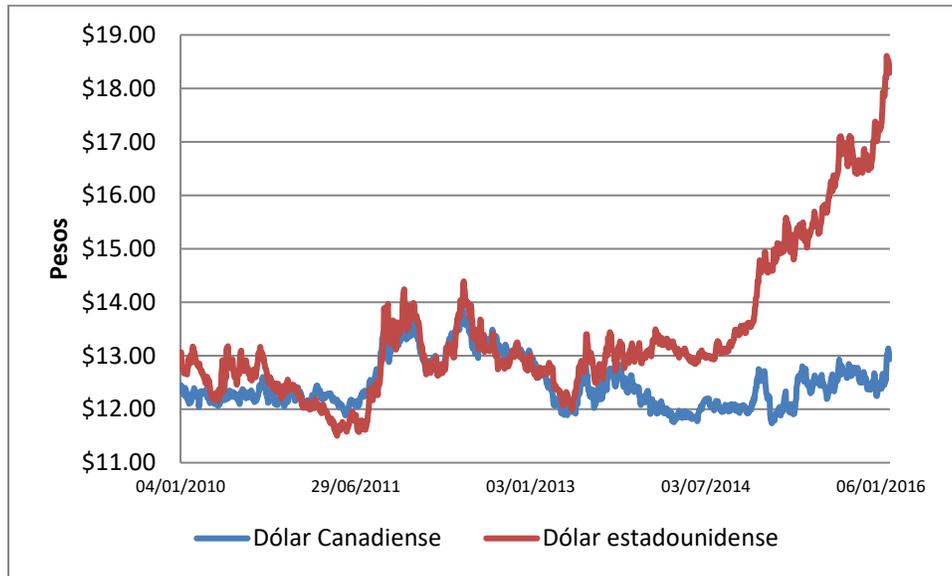
Otro factor importante a enfatizar es la matriz de correlación entre los rendimientos de los índices accionarios analizados. La asociación lineal positiva corresponde a un alto grado de correlación que llama mucho la atención debido al efecto diversificación que se asume como supuesto fundamental en la teoría del portafolio de inversión, sin embargo, el paradigma que surge en esta función del efecto *spillover* o riesgo de contagio que muchos autores han evidenciado en algunos trabajos como se mencionó anteriormente. Los países que conforman este bloque no son la excepción y la matriz de correlaciones obtenida es prueba de ello, en cambio, el efecto diversificador pasa a un segundo plano debido al efecto dominó creado por las finanzas bursátiles en los mercados financieros, es decir, al aumentar el beneficio en Estados Unidos las economías estadounidense y canadiense observan un impacto en el mismo sentido, y cualquier cambio afectará colateralmente a sus contrapartes, lo cual debe ser muy importante observar para el analista de riesgos al momento de tomar decisiones que impliquen cambios en los portafolios de inversión.

Por último a más de veinte años de la entrada en vigor del TLCAN se ha creado un gran debate sobre la continuidad del tratado, sin embargo este ha continuado su curso ya que, por ejemplo, para México representa una gran ventaja exportar bienes y servicios a la economía más grande del mundo al igual que Canadá, por otra parte Estados Unidos comparte fronteras con dos de sus principales socios comerciales; de esta forma también para el comercio mundial la zona representa un gran mercado, tanto para la importación como para la exportación. Pero el comercio se encuentra en constante movimiento y la forma en la que los mercados financieros se desarrollan ha cambiado, observando la gráfica 1 donde se aprecia que la IED disminuyó de manera considerable en tan sólo un año, por lo cual si bien este Tratado de Libre Comercio es útil para los países en general por el flujo de comercio transnacional es un hecho que tanto países desarrollados como en vías de desarrollo deberán adaptarse al nuevo orden mundial para tratar de minimizar las volatilidades que pueda dejar el comercio mundial por fluctuaciones de precios o contagios de fenómenos financieros que afecten a algún país.

# Anexos

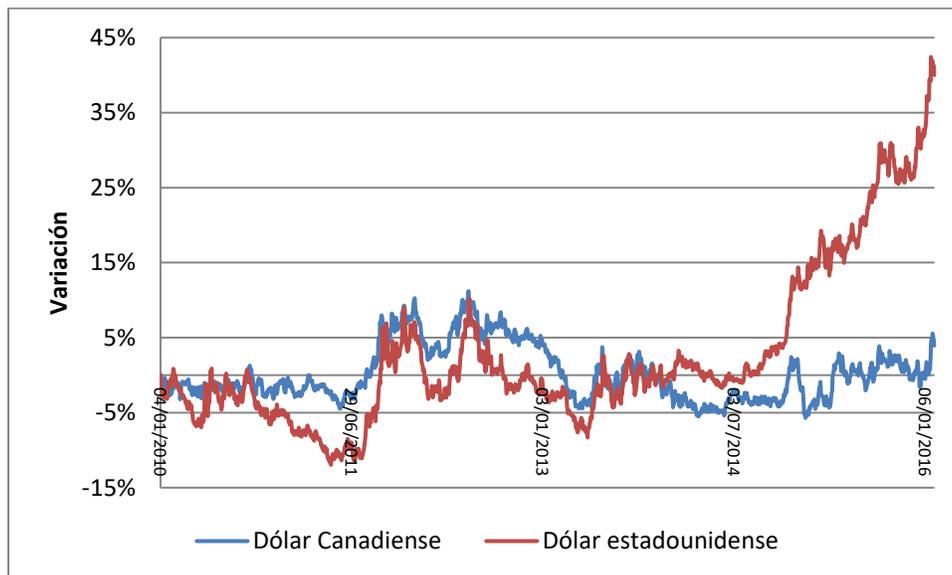
## Anexo 1

Gráfica 7. Tipo de cambio peso-dólar estadounidense, peso-dólar canadiense



Fuente: Elaboración propia con datos de Banco de México.

Gráfica 8. Variación del peso en comparación de las divisas norteamericanas



Fuente: Elaboración propia con datos de Banco de México.

## Anexo 2

Cuadro 10. Matriz de correlaciones

	<i>DJI</i>	<i>S&amp;PTX</i>	<i>IPC</i>
<i>DJI</i>	1	0.4770	0.5243
<i>S&amp;PTX</i>	0.4770	1	0.4880
<i>IPC</i>	0.5243	0.4880	1

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finance.

## Anexo 3

Cuadro 11. Matriz de Varianza y Covarianza

	<i>DJI</i>	<i>S&amp;PTX</i>	<i>IPC</i>
<i>DJI</i>	0.0001179	0.0000457	0.0000525
<i>S&amp;PTX</i>	0.0000457	0.0000777	0.0000397
<i>IPC</i>	0.0000525	0.0000397	0.0000851

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finance.

## Anexo 4

Cuadro 12. Matriz de Cholesky

	<i>DJI</i>	<i>S&amp;PTX</i>	<i>IPC</i>
<i>DJI</i>	1.0000	0.0000	0.0000
<i>S&amp;PTX</i>	0.4770	0.8789	0.0000
<i>IPC</i>	0.5243	0.2034	0.8269

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finance.

## Bibliografía

- Bucio, C.; De Jesús, R. y Cabello, A., (2016). Valor en riesgo anual de los mercados accionarios de México y Estados Unidos: VaR tradicional vs VaR cópulas [Versión electrónica]. *Estóastica: Finanzas y riesgos*. Vol. 6 No. 1, enero-junio 2016, 83-114, [http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/4279/EFR\\_6\\_1\\_4\\_VaR-Copulas.pdf?sequence=3](http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/4279/EFR_6_1_4_VaR-Copulas.pdf?sequence=3)
- Banco de México (2005). *Definiciones básicas de Riesgos* [versión electrónica]. México: Banco de México. Consultado 31 de agosto de 2016, <http://www.banxico.org.mx/sistema-financiero/material-educativo/intermedio/riesgos/%7BA5059B92-176D-0BB6-2958-7257E2799FAD%7D.pdf>
- Banco de España (2008), *Guía del Proceso de Autoevaluación del Capital de las Entidades de Crédito (PAC)*. Comisión Ejecutiva del Banco de España. Madrid, España.
- Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV). (2016). <http://www.bmv.com.mx/>
- Comisión Nacional Bancaria y de valores (2005). Disposiciones de Carácter General Aplicables a las Instituciones de Crédito. México.
- De Lara, A. (2008). *Medición y control de riesgos financieros*. México: Limusa.
- De Lara, A. (2005). *Productos Derivados Financieros: Instrumentos, valuación y cobertura de riesgos*. México: Limusa.
- Gálvez, P., Salgado, M., Gutiérrez, M. (2010). Optimización de carteras de inversión, modelo de Markowitz y estimación de volatilidad con GARCH. *Horizontes empresariales*. Vol. 42, pp. 39-49.
- International Monetary Fund. (2015). *IMF Financial Operations 2015*. Washington, D.C.: International Monetary Fund.
- Jorion, P. (1999). *Valor en riesgo*. México: Limusa.
- J.P. Morgan/Reuters (1996). RiskMetrics™—Technical Document [Versión Electrónica]. New York: J.P. Morgan. Consultado el 30 de agosto de 2016, <https://www.msci.com/documents/10199/5915b101-4206-4ba0-ae2-3449d5c7e95a>

- Kupiec, P. (1995), Techniques for verifying the accuracy of risk measurements models. *Journal of Derivates*. Vol. 3 No.2, pp. 73-84.
- López, F.; Ortiz, E. y Cabello, A. (2008). Las interrelaciones de volatilidad y rendimientos entre los mercados de valores del TLCAN. *Investigación económica*. Vol. LXVIII, 267, enero-marzo 2009, pp.83-114.
- López, F., Venegas-Martínez, F. (2011). Integración Financiera México-Estados Unidos: Mercados Accionarios y de Derivados Accionarios. *Economía teoría y práctica Nueva Época*. 36, 179-196.
- Marling, H. y Emanuelsson, S. (2012), The Markowitz portfolio theory [Versión electrónica]. *Mathematical Sciences, Chalmers University of Technology*. Consultado el 30 de agosto de 2016, [http://www.math.chalmers.se/~rootzen/finrisk/gr1\\_HannesMarling\\_SaraEmanuelsson\\_MPT.pdf](http://www.math.chalmers.se/~rootzen/finrisk/gr1_HannesMarling_SaraEmanuelsson_MPT.pdf)
- Markowitz, J. (1952). The Journal of Finance. *American Finance Association*. New York. Vol. 7, No. 1. (Mar, 1952), Pp. 77-91.
- Mascareñas, J. (2012), *Gestión de Carteras I: Selección de Carteras* [versión electrónica]. *Monografías de Juan Mascareñas sobre Finanzas Corporativas*. Universidad Complutense de Madrid. Consultado el 31 de agosto de 2016, <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/jmas/mon/05.pdf>
- México. Diario Oficial de la Federación. (1993). Decreto de Promulgación del Tratado de Libre comercio. Lunes 20 de diciembre de 1993. Segunda Sección, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.
- Napp, A. (2011). *Financial Risk Management in SME – the use of financial analysis for identifying, analyzing and monitoring internal financial risk*. Master Thesis. Dinamarca: Aarhus University.
- Prasad, E., Rogoff K., Wei S., Kose M. (2003). *Efectos de la globalización financiera en los países en desarrollo: Datos empíricos*. Washington: FMI.
- Reyes, F., Ortiz E. (2013). *Modelos VAR-GARCH y portafolios de inversión trinacionales en los mercados accionarios del TLCAN*. México: Revista Mexicana de Economía y Finanzas, Vol. 8, No. 2, julio-diciembre, pp. 129-155.
- Rubinstein, M. (2006). *Bruno de Finetti and Mean-Variance Portfolio Selection*. California: Journal of Investment Management. Vol. 4 No. 3, sept.

Sánchez Cerón, Carlos, (2001), Valor en Riesgo y Otras Aproximaciones. México: Valuación Análisis y Riesgo.

Secretaría de economía (SE). <http://www.gob.mx/se>

Secretaría de Economía, Subsecretaría de Comercio Exterior. *Estadísticas de Comercio Exterior de México. Balanza Comercial de México año previo a la entrada en vigor de los TLC .vs. 2014* [versión electrónica]. Consultado el 30 de agosto de 2016, [http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/120706/TOTAL\\_2014.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/120706/TOTAL_2014.pdf)

World Trade Organization (WTO). (2016). Statics database. Consultado 01 de agosto de 2016, <http://stat.wto.org/ServiceProfile/WSDBServicePFReporter.aspx?Language=S>