



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS

**MODELO MATEMÁTICO PARA LAS INVERSIONES  
DE RESERVAS Y FONDOS FINANCIEROS  
DEL IMSS**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**M A T E M Á T I C O**

**RICARDO IVÁN MARTÍNEZ GÓMEZ**

Tutor:

ACT. JAVIER DAVID ÁVILA MARTÍNEZ

Ciudad Universitaria, CDMX. 2018





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

1. Datos del alumno  
Martínez Gómez  
Ricardo Iván  
57501646  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
30917059-2
2. Nombre del tutor  
Actuario  
Ávila Martínez  
Javier David
3. Sinodal 1  
Maestro en Economía  
García Fernández  
Marco Antonio
4. Sinodal 2  
Maestro en Economía  
Huerta García  
Antonio
5. Sinodal 3  
Maestro en Economía  
Pérez Márquez  
Fernando
6. Sinodal 4  
Licenciado en Economía  
Mexicano Botti  
Javier
7. Sinodal 5  
Licenciada en Economía  
Ávila Hernández  
Patricia Natalia
8. Sinodal 6  
Licenciado en Economía  
Vega Suárez  
Marlenne Vanessa

Título  
Modelo Matemático para las Inversiones de Reservas y Fondos Financieros del IMSS  
76 Páginas  
2018

# Índice General

<b>CUADROS</b> .....	<b>I</b>
<b>FIGURAS</b> .....	<b>II</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. POLÍTICAS DE RESERVAS Y FONDOS FINANCIEROS DEL IMSS</b> .....	<b>3</b>
1.1 Marco normativo .....	3
1.2 Ley del Seguro Social .....	4
1.2.1 De la constitución de Reservas.....	5
1.2.1.1 Reserva Operativa.....	7
1.2.1.2 Reservas de Operación para Contingencia y Financiamiento .....	8
1.2.1.3 Reserva Financiera y Actuarial .....	9
1.2.1.4 Reserva General Financiera y Actuarial.....	11
1.3 Políticas de reservas y fondos financieros .....	12
1.3.1 Fondo Laboral.....	15
1.3.1.1 Régimen de Jubilaciones y Pensiones, Subcuenta 1 .....	15
1.3.1.2 Régimen de Jubilaciones y Pensiones, Subcuenta 2 .....	16
1.3.2 Recursos Ajenos .....	16
1.4 Inversión de las reservas y fondos .....	17
1.4.1 Estructura de las reservas y Fondo Laboral del IMSS .....	17
1.4.2 Asignación estratégica de archivos .....	19
<b>CAPÍTULO 2. MODELO MATEMÁTICO PARA LA INVERSIÓN</b> .....	<b>20</b>
2.1 Antecedentes.....	20
2.2 Planteamiento teórico .....	22
2.2.1 Tipos de riesgo financiero .....	24
2.2.2 Definición de Valor en Riesgo.....	26
2.2.3 Propósitos .....	29
2.2.3.1 Presentación de información .....	29
2.2.3.2 Asignación de recursos.....	29
2.2.3.3 Evaluación del desempeño.....	29
2.2.4 Alcance .....	30
2.2.4.1 Exposición al riesgo de mercado.....	31
2.3 Métodos de estimación .....	31
2.3.1 Valor en Riesgo.....	33
2.3.2 Método de varianza – covarianza.....	36
2.3.3 VaR incremental.....	38
2.3.4 VaR Monte Carlo.....	42
2.3.5 Descripción del método de simulación histórica para el cálculo del VaR .....	43
2.3.6 VaR Paramétrico.....	44
<b>CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE LOS PARAMETROS PARA LA INVERSIÓN</b> .....	<b>45</b>
3.1 Introducción.....	45
3.2 Marco conceptual.....	46

3.2.1	Parámetros .....	47
3.3	Métodos de estimación .....	48
3.3.1	Portafolio de inversión .....	50
3.3.2	Escenarios paramétricos.....	52
3.3.3	Estimación de la pérdida esperada .....	54
3.3.4	Discusión del método.....	68
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>73</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>75</b>

## CUADROS

Cuadro 1.1 <b>Objetivos de las Reservas del IMSS</b> .....	6
Cuadro 1.2 <b>Tipo de reserva según el ramo de aseguramiento</b> .....	7
Cuadro 1.3 <b>Objetivos y Coberturas de las ROCF</b> .....	8
Cuadro 1.4 <b>Objetivos y Coberturas de las Reservas Financieras y Actuariales (RFA)</b> .....	10
Cuadro 1.5 <b>Objetivos y Coberturas de la Reserva Financiera y Actuarial (RFA)</b> .....	11
Cuadro 1.6 <b>Asignación estratégica de activos de la RFA y la Subcuenta 2 del Fondo Laboral</b> .....	19
Cuadro 3.1 <b>Portafolio de inversión</b> .....	50
Cuadro 3.2 <b>Cartera de inversión</b> .....	53
Cuadro 3.3 <b>Estimación del VaR Absoluto en el portafolio de inversión</b> .....	54
Cuadro 3.4 <b>Matriz de Estrategias</b> .....	72

## FIGURAS

Figura 1.1 Evolución del saldo de las reservas y Fondo Laboral.....	17
Figura 1.2 Evolución del saldo de la Subcuenta 2 del Fondo Laboral.....	18
Figura 2.1 Riesgo de Instituciones Financieros.....	25
Figura 2.2 Métodos para el cálculo del Valor en Riesgo .....	34
Figura 2.3 Pasos para el cálculo del Valor en Riesgo .....	35
Figura 2.4 Pasos para el cálculo del Valor en Riesgo Incremental .....	39
Figura 2.5 Pasos para el cálculo del Valor en Riesgo utilizando el modelo de Monte Carlo .....	42
Figura 3.1 Comportamiento del VaR histórico .....	67
Figura 3.2 Estructura del Análisis FODA.....	68
Figura 3.3 Análisis FODA del VaR.....	69

## INTRODUCCIÓN

El Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) tiene el firme propósito de garantizar las prestaciones en especie y en dinero, a través de sus seguros, adquiriendo de esta forma la adecuada administración de sus recursos financieros. Es de esta forma que se ha llegado a la creación de las reservas financieras y fondos creados por el Instituto en su obligación de hacer frente a los riesgos que surgen y ponen en riesgo a su población amparada, o bien, en su carácter de patrón al garantizar los fondos financieros para el pago de su Régimen de Jubilaciones y Pensiones.

Por tal motivo, el Instituto de igual forma que otros organismos de seguridad social en el mundo, fundamenta su política financiera en un régimen conservador y prudente que exige la creación y fondeo de reservas para asegurar su solvencia en el mediano y largo plazo. De esta forma, el Instituto puede contar con la capacidad financiera para hacer frente de manera adecuada a los diversos riesgos que enfrenta su población asegurada. Dicho de otra forma, la creación de reservas ayuda a solventar la exposición de las instituciones a diversos riesgos de corto y largo plazo en relación con sus responsabilidades, los cuales pueden ser: cambios en los ingresos, cambios estructurales en la economía, desempleo, aumento en los gastos de invalidez de largo plazo, el crecimiento futuro en los costos de las enfermedades que pueden generarse por eventos como son las epidemias o pandemias vistos como potenciales riesgos epidemiológicos; así como el aumento generalizado de la longevidad de la población.

Los recursos recaudados por el IMSS son administrados cumpliendo estrictas disposiciones legales para su constitución, utilización e inversión, las cuales en su mayoría fueron establecidas a fin de hacerlas crecer y de salvaguardar debidamente su valor económico en el transcurso del tiempo, teniendo como objetivo principal el de maximizar los rendimientos y reducir los riesgos financieros en los procesos de su inversión.

Los recursos tienen su principal punto de desarrollo en mercados financieros altamente dinámicos, competitivos, difíciles de predecir y cada vez más complejos, por lo que el IMSS se ve obligado a enfrentar arduas y rigurosas tareas como: mantener su crecimiento y persistir en la aplicación de técnicas que contribuyan a su solvencia financiera en el largo plazo. Dichas tareas son cruciales particularmente cuando se ve expuesto el Instituto a enfrentar riesgos demográficos y epidemiológicos que impactan sus finanzas y que exigen tomar las medidas pertinentes para crear y fondear las reservas necesarias para afrontarlos.

La Comisión de Inversiones Financieras se convierte en el órgano especializado por el HCT que se encarga de la dirección y supervisión del proceso de inversión, adquiriendo facultades y obligaciones como: Evaluar y emitir opinión al H. Consejo Técnico; establecer las políticas y directrices de inversión de las reservas, del fondo laboral y de otros recursos financieros administrados por el Instituto como: uso y dispersión de las reservas; procesos de inversión; documentos normativos para las instituciones; administración de riesgos financieros de inversión y definir el perfil de riesgo y rendimiento de las instituciones del sistema financiero.

# CAPÍTULO 1.

## POLÍTICAS DE RESERVAS Y FONDOS FINANCIEROS DEL IMSS

---

*“El IMSS es pilar fundamental de la seguridad y  
protección del trabajador y su  
familia”*

### 1.1 Marco normativo

El Instituto Mexicano del Seguro Social dirige sus operaciones bajo la Ley del Seguro Social, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de diciembre de 1995. La Ley señala que la seguridad social tiene como finalidades: garantizar el derecho humano a la salud, la asistencia médica, la protección de los medios de subsistencia, los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo, el otorgamiento de una pensión que, en su caso y previo cumplimiento de los requisitos legales, será garantizada por el Estado.

Para cumplir con tal propósito, la Ley comprende dos regímenes: obligatorio y voluntario.

- *Régimen obligatorio.* Se financia con contribuciones provenientes de los patrones, el Estado y los propios trabajadores. Cuenta con cinco tipos de seguro: enfermedades y maternidad, riesgos de trabajo, invalidez y vida, retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, guarderías y prestaciones sociales. En este régimen son sujetos de aseguramiento: los trabajadores, los miembros de sociedades cooperativas de producción y las personas que determine el Ejecutivo Federal mediante el Decreto respectivo, tal es el caso de los Estudiantes, amparados bajo el decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de septiembre de 1998.
- *Régimen voluntario.* De forma voluntaria y mediante convenio con el Instituto, podrán ser sujetos de aseguramiento en este régimen, los trabajadores en industrias familiares y los independientes como profesionales, pequeños comerciantes, artesanos y demás trabajadores no asalariados, los trabajadores domésticos, los ejidatarios, comuneros, colonos y pequeños propietarios; así mismo, los patrones (personas físicas) con trabajadores asegurados a su servicio y los trabajadores al servicio de las administraciones públicas de la Federación, entidades federativas y municipios que estén excluidos o no comprendidas en otras leyes o decretos como sujetos de seguridad social.

Para complementar lo anterior, en su título cuarto, capítulo VII, la Ley establece necesaria la creación de reservas y fondos, y la administración de recursos financieros a causa de los tipos de riesgos que el IMSS sufre. En el artículo 278 se establece que, el Instituto para garantizar el debido y oportuno cumplimiento de las obligaciones que contraiga, deberá constituir y contabilizar por ramo de seguro la provisión y el respaldo financiero de las reservas.

Los recursos asignados a estas reservas no formarán parte del patrimonio del Instituto y sólo se podrá hacer uso de ellos para cumplir los fines previstos en esta Ley y garantizar su viabilidad financiera en el largo plazo. Asimismo se establece que, las reservas a que se refiere este capítulo deberán registrarse como una provisión al momento de su constitución y las aportaciones para su incremento o reconstitución deberán hacerse trimestral o anualmente según corresponda y establecerse en definitiva al cierre de cada ejercicio (Artículo 279). Ahora bien, para garantizar la continuidad en la prestación de los servicios y la suficiencia financiera del Instituto existe un Reglamento para la Administración e Inversión de los Recursos Financieros del Instituto Mexicano del Seguro Social, en donde se establecen las normas para la administración e inversión de los excedentes y de las reservas del IMSS, sus reglamentos y otras disposiciones legales aplicables.

Conforme a lo dispuesto en el Artículo 3 de dicho reglamento, la Comisión de Inversiones Financieras (CIF) del Instituto es el órgano del Consejo Técnico (CT) con la facultad de proponer a este las políticas y directrices de inversión, así como para evaluar y supervisar su aplicación.

## **1.2 Ley del Seguro Social**

La Ley del Seguro Social (LSS) tuvo un cambio importante por el decreto que reformó y modificó distintas disposiciones el 20 de diciembre del 2001<sup>1</sup>, el cual tuvo por objetivo el darle una mejor estructura financiera al Instituto bajo los siguientes criterios.

---

<sup>1</sup> A partir de esta reforma se estableció que:

- I) Anualmente, deberá haber una meta de acumulación de reservas, fijada con base en los Informes Actuariales del Instituto y en las consideraciones presupuestales del Honorable Congreso de la Unión y el Ejecutivo Federal, a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en el marco de la elaboración y aprobación del Presupuesto de Egresos de la Federación de cada año;
- II) El aseguramiento por el H. Consejo Técnico del IMSS se asegure de que el ejercicio presupuestal del Instituto sea tal que se haya cumplido la meta de reservas en cada uno de esos años;

En primer lugar, establecer la diferencia entre Patrimonio y Reservas.

- *Patrimonio*. Son los derechos aplicados directamente a la prestación de servicios, que son bienes muebles o inmuebles entre otros.
- *Reservas*. Son aquellas que garantizan el cumplimiento de los seguros que administra el IMSS, por lo tanto no se consideran parte del patrimonio.

Esta diferencia es crucial con el fin de cubrir las obligaciones a favor de los trabajadores asegurados y sus familiares. El Instituto cuenta con una estructura completa de cuatro niveles de reservas que no forman parte de su patrimonio; y por otro lado, la Ley establece la constitución de un Fondo Laboral para hacer frente a las obligaciones del IMSS para con sus trabajadores.

De esta manera, se establecen dos fuentes independientes y de naturaleza jurídica distinta para el cumplimiento de los compromisos del Instituto, una en su carácter de entidad aseguradora y otra en su calidad de patrón.

### **1.2.1 De la constitución de Reservas**

Las reservas se constituyen como pasivos del Instituto con el fin de garantizar el debido y oportuno cumplimiento de las obligaciones que contrae, derivadas de los seguros administrados y de la prestación de los servicios que establece el artículo 280 de la LSS:

- Reservas Operativas (ROs)
- Reserva de Operación para las Contingencias y Financiamiento (ROCF)
- Reservas Financieras y Actuariales (RFA's)
- Reserva General Financiera y Actuarial (RFGA)

---

III) Se constituya el Convenio Adicional para las Jubilaciones y Pensiones de los Trabajadores de Base de Nuevo Ingreso, firmado el 14 de octubre de 2005;

IV) Se observe la adecuada administración y toma de decisiones de la Comisión de Inversiones Financieras y la Unidad de Inversiones Financieras con relación a la inversión de los recursos en todos esos años.

El Fondo para el Cumplimiento de Obligaciones Laborales de Carácter Legal o Contractual (FCOLCLC) se constituye y administra con objeto de disponer de los recursos necesarios para hacer frente a las obligaciones legales o contractuales con sus trabajadores en el momento de su jubilación (Artículo 286K de la LSS).

Cada una de estas reservas y Fondo tienen propósitos diferentes que se resumen de la siguiente manera:

Cuadro 1.1  
**Objetivos de las Reservas del IMSS**

<b>Reserva</b>	<b>Objetivo</b>
<b>RO's</b>	Cubren las diferencias de corto plazo entre los ingresos y gastos presupuestados (pago de prestaciones, gastos administrativos y cobertura a que correspondan) y constituyen el capital de trabajo de los ramos de seguro.
<b>ROCF</b>	Reserva de operación para proveer estabilidad y certidumbre a la operación cotidiana del propio Instituto; pueden proporcionar un apoyo de mediano plazo a cualquiera de los ramos de aseguramiento.
<b>RFA's</b>	Hacen frente al riesgo de los problemas económicos persistentes, puede ser dividida y manejada conforme a la naturaleza de los riesgos que afectan a cada seguro y coberturas.
<b>RGFA</b>	Está diseñada para proteger en contra de los riesgos de situaciones catastróficas y otras variaciones similares en las finanzas del IMSS que provoquen insuficiencia de cualquiera de las reservas financieras y actuariales.
<b>Fondo Laboral</b>	Asiste al financiamiento de obligaciones legales o contractuales para con el personal del IMSS, principalmente las derivadas del Régimen de Jubilaciones y Pensiones (RJP)

Fuente: Elaborado a partir de la LSS

El Instituto administra los siguientes ramos de aseguramiento:

- Enfermedades y Maternidad (EM)
- Gastos Médicos para Pensionados (GMP)
- Invalidez y Vida (IV)
- Riesgos de Trabajo (RT)
- Guarderías y Prestaciones Sociales (GPS)
- Seguro de Salud para la Familia (SSF)
- Otros seguros y coberturas establecidos con base en la LSS (Otros)

Cuadro 1.2  
**Tipo de reserva según el ramo de aseguramiento**

Reservas Operativas (RO'S)					
<b>EM</b>	<b>GMP</b>	<b>IV</b>	<b>RT</b>	<b>GPS</b>	<b>SSF</b>
Reserva de Operación para Contingencias y Financiamiento (ROCF)					
Reservas Financieras y Actuariales (RFA's)					
<b>EM</b>	<b>GMP</b>	<b>IV</b>	<b>RT</b>	<b>GPS</b>	<b>SSF</b>
Reserva General Financiera y Actuarial (RGFA)					
Fondo Laboral para el Cumplimiento de Obligaciones Laborales (FCOLCLC)					

Fuente: IMSS 2010

### 1.2.1.1 Reserva Operativa

Las Reservas Operativas (RO) están definidas, por La LSS, como el capital de trabajo de cada seguro y el conducto para la constitución de las demás reservas. A ellas se afecta la totalidad de los ingresos por cuotas obrero-patronales, así como las cuotas, contribuciones y aportaciones federales. Además se incorporan las cuotas de los seguros voluntarios que se establezcan y otros que de forma adicional se deban otorgar por el Instituto, así como cualquier otro ingreso de los seguros.

El artículo 281 de la LSS establece las RO para los seguros y coberturas. Los ramos de aseguramiento que administra el Instituto son:

- Enfermedad y Maternidad(EM),
- Gastos Médicos para Pensionados(GMA)(GMP);
- Invalidez y Vida(IV);
- Riesgos de Trabajo(RT);
- Guarderías y Prestaciones Sociales(GPS);
- Seguro de Salud para la Familia; y,
- Para otros seguros y coberturas establecidos con base en la Ley del Seguro Social.

Pudiendo disponer de ellas para hacer frente al pago de prestaciones, gastos administrativos y constitución de las Reservas Financieras y Actuariales (RFA) del seguro y cobertura a que correspondan y para la aportación correspondiente de las Reservas de Operación para Contingencias y Financiamiento (ROCF); así como para las Reservas Generales Financieras y Actuariales (RGFA).

Las Reservas Operativas (ROs) tienen como propósito:

- Cubrir diferencias de corto plazo entre los ingresos y gastos presupuestados.
- Constituir el capital de trabajo de los ramos de seguro.
- Se invierten globalmente, pero se registran por separado en la contabilidad.

Mientras que dentro de su naturaleza misma responde a obligaciones nominales de muy corto plazo con una proporción menor indexada a la inflación; algunas denominadas en moneda extranjera.

### 1.2.1.2 Reservas de Operación para Contingencia y Financiamiento

La Reserva de Operación para Contingencias y Financiamiento (ROCF) tiene como meta la de procurar estabilidad y certidumbre en la operación cotidiana del Instituto y facilitar su plan de acción de mediano plazo.

Cuadro 1.3  
**Objetivos y Coberturas de las ROCF**

Artículo	Objetivo y Cobertura
286	<p>La Reserva Financiera de Operación para Contingencias y Financiamiento, se constituirá, incrementará o reconstituirá hasta presentar sesenta días de ingreso promedio global del año anterior del instituto, con el objetivo de proveer estabilidad y certidumbre a la operación cotidiana del propio Instituto y facilitar la planeación de mediano plazo de las operaciones de los distintos seguros que se establezcan en la Ley.</p> <p>A dicha reserva podrán afectarse además de los ingresos ordinarios, los recursos que de manera extraordinaria obtenga el instituto, caso en que podrá exceder el límite señalado en el párrafo anterior hasta por el total de estas afectaciones extraordinarias. El instituto podrá disponer de fluctuaciones tanto en la siniestralidad como financieras y las posibilidades de que se presenten siniestros de carácter catastrófico o cambios drásticos en las condiciones demográficas y epidemiológicas de la población derechohabiente.</p>

Fuente: Elaboración de la ley del Seguro Social reformada el 20 de diciembre de 2001

O bien de otra forma, esta reserva se constituye, con los ingresos ordinarios del Instituto que al respecto establezca el Consejo Técnico y con los de carácter extraordinario que reciba u obtenga el Instituto; el monto que debe mantenerse en esta reserva está limitado hasta 60 días de los ingresos promedio totales del año anterior, y puede utilizarse para cualquier seguro que necesite un apoyo o para hacer frente a los riesgos que redunden en fluctuaciones menores y aleatorias en los ingresos o egresos.

El monto máximo de un préstamo para cualquier seguro es de 90 días de ingreso promedio del año anterior del mismo seguro y se debe reembolsar en un plazo máximo de tres años con intereses, previa aprobación del Consejo Técnico. Además, los ingresos excedentes a los presupuestados que en su caso tuviere el Instituto en un ejercicio anual deberán aplicarse a esta reserva y posteriormente, se podrán destinar en forma excepcional a programas prioritarios de inversión.

Esta reserva tiene como propósito cubrir riesgos en el proceso de planeación del presupuesto, derivados de fluctuaciones menores y aleatorias en los ingresos y egresos, incluidas las fluctuaciones económicas de corto plazo; pueden proporcionar un apoyo de corto plazo a cualquiera de los ramos de aseguramiento. La ROCF tiene obligaciones de corto plazo tanto nominales como indexadas a la inflación; algunas denominadas en moneda extranjera.

### **1.2.1.3 Reserva Financiera y Actuarial**

Las Reservas Financieras y Actuariales (RFA) se establecen a fin de hacer frente al riesgo de los problemas económicos persistentes, normalizar el flujo de efectivo en caso de que haya fluctuaciones aleatorias o financiar por adelantado los pagos futuros de prestaciones (pre-fondeo).

Cuadro 1.4  
**Objetivos y Coberturas de las Reservas Financieras y Actuariales (RFA)**

Artículo	Objetivo y Cobertura
286 A	El instituto podrá disponer de las Reservas Financieras y Actuariales de cada seguro y cobertura solo para cubrir las necesidades que correspondan a cada uno de ellos, previo acuerdo del H. Consejo Técnico a propuesta del Director General del Reglamento a que se hace mención el artículo anterior, y solo para enfrentar caídas en los ingresos o incrementos en los egresos derivados de problemas económicos de duración mayor a un año, así como para enfrentar fluctuaciones en la siniestralidad, mayores a las estimadas en el estudio actuarial a que se refiere el artículo 261 de la Ley o para el pago de beneficios futuros para los que se hubiera efectuado la provisión correspondiente.

Fuente: Elaboración de la ley del Seguro Social reformada el 20 de diciembre de 2001 (2000-2006)

Particularmente, en el caso de las Reservas Financieras y Actuariales, este artículo de la LSS contempla que se debe constituir una reserva para cada uno de los seguros y coberturas, y que esta puede ser dividida y administrada conforme a la naturaleza y características de los riesgos que afectan a cada seguro y cobertura, para establecer un mejor equilibrio entre las fuentes de riesgo, sus características y las correspondientes a los recursos que se afecten para su financiamiento.

Estas reservas se constituyen a través de una aportación trimestral calculada sobre los ingresos del seguro o cobertura correspondiente, con base en las estimaciones de sustentabilidad financiera de largo plazo. Las cuales están contenidas en el Informe Financiero y Actuarial (IFA). Los recursos de cada una de estas reservas sólo pueden utilizarse para el seguro para el cual fueron establecidas y previo acuerdo del Consejo Técnico a propuesta del Director General, en los términos del Reglamento en la materia; no se requiere reembolsar los montos utilizados.

Las Reservas Financieras y Actuariales tienen como propósitos:

- Enfrentar el riesgo de problemas económicos persistentes.
- Enfrentar modificaciones en premisas utilizadas en estudios financieros o actuariales.
- Ser una provisión para pre-fondeo de prestaciones de los seguros.

La naturaleza de estas reservas consiste en las obligaciones de corto plazo indexadas a la inflación; algunas denominadas en moneda extranjera. Así como Obligaciones de Largo Plazo indexadas a la inflación; algunas denominadas en moneda extranjera.

#### 1.2.1.4 Reserva General Financiera y Actuarial.

La Reserva General Financiera y Actuarial (RFA) se crea a partir de las reformas a la Ley del Seguro Social del 20 de diciembre de 2001.

Cuadro 1.5  
**Objetivos y Coberturas de la Reserva Financiera y Actuarial (RFA)**

Artículo	Objetivo y Cobertura
285	La reserva General Financiera y Actuarial deberá constituirse o incrementarse a través de una aportación anual a estimarse en el Informe Financiero y Actuarial a que se refiere el artículo 261 de la Ley, para enfrentar efectos catastróficos o variaciones de carácter financiero de significación en los ingresos o incrementos drásticos en los egresos derivados de problemas epidemiológicos o económicos severos y de larga duración que provoquen insuficiencia de cualquiera de las reservas financieras y actuariales.

Fuente: Elaboración de la ley del Seguro Social reformada el 20 de diciembre de 2001

Con base en el artículo 285 de la LSS, esta reserva se constituye, incrementa o reconstituye a través de

- i) una aportación anual a estimarse en el Informe Financiero y Actuarial (IFA) a que se refiere el artículo 261 de la LSS, y
- ii) estarán afectos a esta reserva, “todos los bienes inmuebles destinados a la prestación de servicios a que se refieren los Títulos de Segundo y Tercer Grado...”

La Reserva General Financiera y Actuarial (RGFA) es una reserva global que está diseñada para enfrentar efectos catastróficos y otros impactos importantes en las finanzas del IMSS. Cualquiera de los seguros puede hacer uso de ella, y al igual que las RFA's, no se requiere reembolsar el monto dispuesto de la reserva.

La meta anual de acumulación de las RFA y RGFA del Instituto es aprobada por la Cámara de Diputados en el marco del Presupuesto de Egresos de la Federación del ejercicio correspondiente. Al hacerlo, la Cámara debe tomar en cuenta el informe sobre los riesgos y la situación financiera del IMSS a que hace referencia el artículo 273 de la Ley del Seguro Social.

La Ley establece que la inversión de las RO y la ROCF sea regulada por el Consejo Técnico, en tanto que la de las RFA y la RGFA se regule mediante reglamento emitido por el Presidente de la República.

### **1.3 Políticas de reservas y fondos financieros**

Para poder profundizar en los temas acerca de los modelos matemáticos de inversión primero se tiene que entender bajo qué normas actúan, para eso se necesita el Reglamento de la Ley del Seguro Social para la constitución, inversión y uso para la operación; de las Reservas Financieras y Actuariales, y la Reserva General Financiera y Actuarial, así como para la determinación de los costos financieros que deberán reintegrarse a la Reserva de Operación para Contingencias y Financiamiento.

En general, dicho Reglamento tiene el propósito de establecer las normas para la constitución, inversión y uso para la operación de las Reservas Financieras y Actuariales y de la Reserva General Financiera y Actuarial, mismas que se refieren las fracciones III y IV del artículo 280 de la Ley del Seguro Social, el cual se verá más adelante; así como para la determinación de los costos financieros que deberán reintegrarse a la Reserva de Operación para Contingencias y Financiamiento.

Textualmente, en términos del tercer párrafo del artículo 283 de la Ley del Seguro Social.

*Artículo 2.- Para efectos de este Reglamento, serán aplicables las definiciones establecidas en el artículo 5 A de la Ley del Seguro Social, así como las siguientes: I. Consejo Técnico: El Consejo Técnico del Instituto; II. Reservas: Las Reservas Financieras y Actuariales señaladas en la fracción III del artículo 280 de la Ley; III. Reserva General: La Reserva General Financiera y Actuarial señalada en la fracción IV del artículo 280 de la Ley, y IV. Seguros y Coberturas: Los seguros de Riesgos de Trabajo, de Enfermedades y Maternidad, de Gastos Médicos para Pensionados, de Invalidez y Vida, de Guarderías y Prestaciones Sociales y de Salud para la Familia administrados por el Instituto, así como los demás seguros y coberturas que se establezcan conforme a la Ley.*

La Ley del Seguro Social establece en el artículo 286 C que la inversión de los recursos del Instituto deberá realizarse bajo criterios de prudencia, seguridad, rendimiento, liquidez, diversificación de riesgo, transparencia y respeto a las sanas prácticas y usos del medio financiero nacional. Asimismo, señala entre las atribuciones del H. Consejo Técnico enunciadas en el artículo 246 fracción I, decidir sobre las inversiones de las reservas y demás recursos del Instituto, con sujeción a lo previsto en la propia Ley y sus reglamentos.

El H. Consejo Técnico, en las mejores prácticas corporativas de operación, ha creado diversos comités como instancias intermedias para apoyarse en sus funciones, las cuales son una extensión del mismo y le asisten en la toma de decisiones. Entre tales Comités se encuentran la Comisión de Inversiones Financieras, facultado para proponer las políticas y directrices de inversión de las reservas señaladas en el Capítulo VII de la Ley del Seguro Social y los excedentes de efectivo, así como evaluar y supervisar su aplicación.

El reglamento para la administración e inversión de los recursos financieros del IMSS estableció en los artículos 3 al 9 las bases para la conformación y funcionamiento de la Comisión de Inversiones Financieras. Por otra parte, el «Reglamento de la ley del Seguro Social para la constitución, inversión y uso para la operación de las Reservas Financieras y Actuariales y la Reserva General Financiera y Actuarial, así como para la determinación de los costos financieros que deberán reintegrarse a la Reserva de Operación para Contingencias y Financiamientos» publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de Agosto de 2013, cita a la Comisión de Inversiones Financieras del Instituto Mexicano del Seguro Social como un órgano especializada del H. Consejo Técnico que tendrá a su cargo el proponer a éste las políticas y directrices para la inversión de las Reservas Financieras y Actuariales y la Reserva General Financiera y Actuarial. Adicionalmente, de acuerdo con este ordenamiento legal, el H. Consejo Técnico deberá expedir el «Manual de Integración y Funcionamiento de la Comisión de Inversiones Financieras»

En este contexto, se resumirá la base legal para la integración y funcionamiento de la Comisión de Inversiones Financieras, los objetivos que debe cumplir, las funciones que debe asumir en su calidad de órgano colegiado, la estructura de integración de la misma, las funciones y responsabilidades de sus miembros y las normas de funcionamiento y de celebración de las sesiones.

El objetivo de la comisión de Inversiones Financieras es el órgano especializado del H. Consejo Técnico facultado para proponer a éste las estrategias, políticas y directrices para la inversión de los recursos de las Reservas; así como para evaluar y supervisar su aplicación. Lo anterior, con base en criterios de seguridad, rendimiento y liquidez, así como de diversificación de riesgo, en términos de la mayor objetividad, prudencia y transparencia. Además de garantizar la creación de las reservas financieras para que el Instituto pueda cumplir sus obligaciones contractuales de largo plazo y salvaguardar el poder adquisitivo de las reservas, a través de su inversión en valores financieros.

La Comisión de Inversiones Financieras como órgano especializado del Consejo Técnico en esta materia estará integrada por miembros designados por las representaciones de los trabajadores y patrones ante el Consejo Técnico, así como por servidores públicos del Instituto y de la Secretaría de hacienda y Crédito Público. Su participación en la Comisión de Inversiones Financieras será de carácter honorífico.

El Consejo Técnico expedirá el «Manual de Integración y Funcionamiento de la Comisión de Inversiones Financieras» y establecerá los requisitos de capacidad y experiencia que deberán cubrir los integrantes que representen a los trabajadores y patrones, lo anterior para el debido desarrollo y cumplimiento de las funciones de la Comisión.

La Comisión estará integrada por cinco miembros, siete invitados permanentes y un Secretario Técnico, a fin de orientar el cumplimiento de sus atribuciones, deberán seguir los criterios estratégicos que se enuncian a continuación; vigilaran y promoverán el cumplimiento de la Ley y sus reglamentos relativos a la inversión de los recursos de las Reservas. Asimismo, propondrán al HCT las políticas y directrices para la inversión; darán seguimiento y cumplimiento a las resoluciones que emanen del HCT concernientes a la inversión de los recursos de las Reservas en el ámbito de su competencia; comunicarán al pleno cualquier circunstancia que sea de su conocimiento y que pudiera afectar al «Proceso Integral de Inversión» y los resultados de inversión; así como guardar absoluta confidencialidad sobre cualquier tema abordado por la Comisión, la información que se presente y las deliberaciones correspondientes.

Entre las actividades de inversión, la Comisión podrá analizar y autorizar, con base en las políticas y directrices que apruebe el HCT, los montos a invertir, las contrapartes y las instituciones públicas o privadas a contratar como intermediarios financieros, así como los mecanismos de inversión de los recursos de las Reservas; determinar la estrategia de inversión con base en las políticas y directrices que apruebe el HCT, previo análisis de las necesidades de liquidez, las expectativas de los mercados financieros y la calidad crediticia de las contrapartes, títulos de crédito y/o emisores de valores; así como evaluar y supervisar su aplicación una vez que éstas sean aprobadas; emitir opinión sobre las instituciones del sistema financiero y demás emisores de valores, títulos de crédito u otros derechos en que se podrán realizar las inversiones, en cuanto al perfil de riesgo y rendimiento, con el propósito de que las inversiones del Instituto se realicen en las mejores condiciones posibles; evaluar el «Proceso Integral de Inversión de los recursos de las Reservas» y, en su caso, proponer acciones al respecto; aprobar los informes de las inversiones de los recursos de las Reservas que se deban rendir al H. Consejo Técnico y a la Comisión de Vigilancia, así como a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, al Banco de México y al Congreso de la Unión, con la periodicidad establecida en Ley y el Reglamento Interior del Instituto.»

### **1.3.1 Fondo Laboral**

Es un fondo administrado por el IMSS con el objeto de disponer de los recursos necesarios para el pago de las jubilaciones de sus propios trabajadores. La Ley del Seguro Social ordena la obligación institucional de depositar en el fondo los recursos que se necesiten para cubrir y financiar los costos derivados del Régimen de Jubilaciones y Pensiones de sus empleados que sean originados por la creación, sustitución o contratación de plazas. El fondo se registra en dos cuentas: Cuenta Especial para el Régimen de Jubilaciones y Pensiones, y Cuenta de Otras Obligaciones Laborales.

#### **1.3.1.1 Régimen de Jubilaciones y Pensiones, Subcuenta 1**

La cuenta especial para el Régimen de Jubilaciones y Pensiones se integra a su vez por dos subcuentas: Integrada con los recursos acumulados en el Fondo para el Cumplimiento de Obligaciones Laborales de Carácter Legal o Contractual hasta el 11 de agosto de 2004. Se utilizará para el pago de

las jubilaciones y pensiones de trabajadores y de los jubilados y pensionados que ostenten esta condición hasta antes de la fecha de la firma del Convenio 2 del 14 de octubre de 2005, incluyendo a los candidatos registrados en las Bolsas de Trabajo que hayan trabajado antes de la firma de dicho Convenio y se denomina la subcuenta 1 (RJPS1).

#### **1.3.1.2 Régimen de Jubilaciones y Pensiones, Subcuenta**

La Subcuenta 2 (RJPS2) se constituyó y se incrementa por:

- i) La aportación al Régimen de Jubilaciones y Pensiones excedente a 3 por ciento del salario establecido para los trabajadores en activo, que ingresaron a Instituto antes del 14 de octubre de 2005, lo que constituye la Subcuenta 2A3/.
- ii) La aportación del Régimen de Jubilaciones y Pensiones de 10 por ciento del salario de los trabajadores que ingresaron al Instituto a partir de 16 de octubre de 2005 y hasta el 27 de junio de 2008, lo que conforma la Subcuenta 2B. La Subcuenta 2 se utiliza para el pago de las pensiones de los trabajadores que ingresaron al Instituto entre el 16 de octubre de 2005 y hasta el 27 junio de 2008.

La Cuenta Otras Obligaciones Laborales no presenta recursos acumulados a la fecha.

#### **1.3.2 Recursos Ajenos**

La Unidad de Inversiones en conjunto con la Unidad de Confirmaciones y Liquidaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social también hacen inversiones de otros instrumentos, además de los establecidos anteriormente; estos instrumentos no pertenecen a ninguna reserva y asimismo tampoco son parte del Fondo Laboral. A esta especie de recurso en los que se encuentran, por ejemplo, el Fondo de Fomento a la Educación (FOFOE) y el Fondo de fomento a la Enseñanza (FOMENZA) se les denomina recursos ajenos y no existe un lineamiento especial o una normatividad bajo la cual se inviertan, la operación solo se hace como un programa de ayuda a estas áreas con el único objetivo de que el capital no este detenido, también entran en este apartado el Programa Integral de Calidad en Salud y Sistema de Ahorro para el Retiro.

## 1.4 Inversión de las reservas y fondos

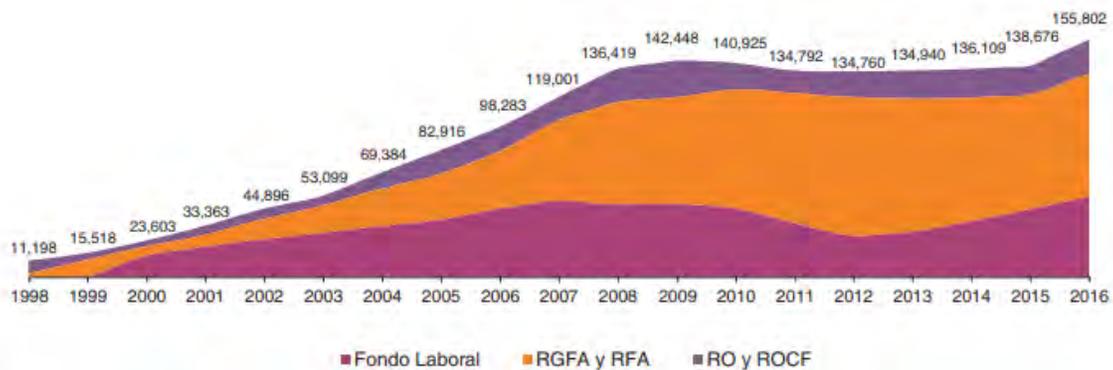
### 1.4.1 Estructura de las reservas y Fondo Laboral del IMSS

La Reserva de Operación para Contingencias y Financiamiento y la Reserva General Financiera y Actuarial, al igual que el Fondo Laboral son globales, mientras que se debe establecer una Reserva Operativa y una Reserva Financiera y Actuarial por cada uno de los siguientes seguros y coberturas:

- Enfermedades y Maternidad (SEM).
- Gastos Médicos de Pensionados (GMP).
- Invalidez y Vida (IV).
- Riesgos de Trabajo (RT).
- Guarderías y Prestaciones Sociales (GPS).
- Seguro de Salud para la Familia (FAM).

Para otros seguros o coberturas que, en su caso, se establezcan con base en la Ley del Seguro Social.

Figura 1.1  
Evolución del saldo de las reservas y Fondo Laboral, 1998-2016  
(Millones de pesos a cierre de cada año)



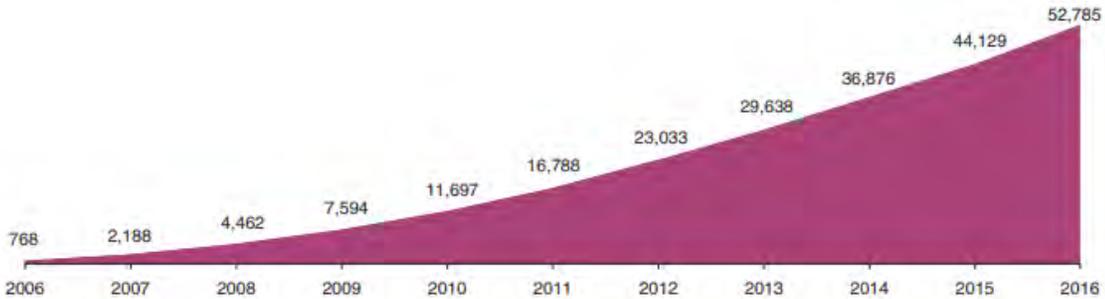
Fuente: Dirección de Finanzas, IMSS.

La gráfica 1.1 presenta la evolución del saldo contable de las Reservas Operativas, la Reserva de Operación para Contingencias y Financiamiento, las Reservas Financieras y Actuariales, la Reserva General Financiera y Actuarial, y el Fondo Laboral, que incluye la Subcuenta 1 y la Subcuenta 2.

La Subcuenta 1 se utiliza para el pago de las jubilaciones y pensiones de los trabajadores que ingresaron al Instituto antes del 14 de octubre de 2005 y se integró con los recursos acumulados en el Fondo Laboral hasta el 11 de agosto de 2004. La contribución de los trabajadores bajo este Régimen de Jubilaciones y Pensiones es de 3 por ciento del salario, adicional a las contribuciones que ya realizaban previo a las Reformas a la Ley del Seguro Social de 2004.

La Subcuenta 2 se utiliza para el pago de las pensiones de trabajadores que ingresaron al Instituto entre el 16 de octubre de 2005 y hasta el 27 de junio de 2008. Esta Subcuenta se fondea con 10 por ciento del salario de los trabajadores que ingresaron al Instituto entre el 16 de octubre de 2005 y el 27 de junio de 2008, así como por la aportación de 7 por ciento del salario de los trabajadores que ingresaron antes del 14 de octubre de 2005.

Figura 1.2  
**Evolución del saldo de la Subcuenta 2 del Fondo Laboral, 2006-2016**  
 (Millones de pesos a cierre de cada año)



Fuente: Dirección de Finanzas, IMSS.

Las cifras de la posición contable se refieren a los recursos en inversión en instrumentos financieros y también incluyen los intereses devengados no cobrados. Las variaciones de las reservas y Fondo Laboral obedecen a múltiples movimientos en el año, aportaciones, pago de intereses, traspasos, así como de la venta de instrumentos financieros y el uso de recursos.

En 2013 se utilizaron 1,977 millones de pesos de la Subcuenta 1 del Fondo Laboral para el pago de las pensiones del Régimen de Jubilaciones y Pensiones y 9,164 millones de pesos de la Reserva

Financiera y Actuarial del Seguro de Enfermedades y Maternidad para apoyar el gasto de la operación del Instituto del ejercicio 2013, totalizando un uso de reservas y Fondo Laboral por 11,141 millones de pesos.

#### 1.4.2 Asignación estratégica de activos

La asignación estratégica de activos es una guía para realizar las operaciones de inversión para los portafolios de las reservas y Fondo Laboral, y se define como la ponderación porcentual óptima que se debe asignar a cada clase y subclase de activo de inversión. Dicha asignación toma en cuenta los objetivos de creación, constitución y usos; los diversos tipos de tasas de rendimiento en el caso de instrumentos de deuda, así como la naturaleza de las obligaciones, la normatividad en materia de inversiones, las expectativas del comportamiento del mercado analizadas en diversos escenarios económicos y los estudios actuariales.

La estrategia de inversión se enfocó en la inversión en instrumentos bancarios de corto plazo previendo el uso de recursos para generar liquidez, y en instrumentos de deuda gubernamental. Posteriormente, en mayo de 2013, la Comisión de Inversiones Financieras autorizó la inversión en instrumentos de deuda corporativa de emisores cuasi-gubernamentales, tomando en consideración que cuentan con el soporte implícito del Gobierno Federal y con el fin de incrementar la diversificación de los portafolios de inversión. En el cuadro 1.6 se resume la asignación estratégica de activos 2015 por clase de activos para la Reserva General Financiera y Actuarial, las Reservas Financieras y Actuariales de cada uno de los ramos de seguros y coberturas, y para la Subcuenta 2 del Fondo Laboral.

Cuadro 1.6  
**Asignación estratégica de activos de la RFA y la Subcuenta 2 del Fondo Laboral, 2015.**  
(Porcentajes)

Clase de activo	RGFA	RFA				
		GMP	SIV	SRT	SEM	Subcuenta 2
Deuda gubernamental	30	50	20	20	65	50
Deuda bancaria	50	25	10	10	30	25
Deuda corporativa	20	25	20	20	5	25
Mercado accionario			50	50		

Fuente: IMSS

## CAPÍTULO 2.

# MODELO MATEMÁTICO PARA LA INVERSIÓN

---

*“Quien piensa que las matemáticas son difíciles,  
no se ha dado cuenta de lo complicada que es la vida.”  
-John von Neumann*

### 2.1 Antecedentes

En 1952 Harry Markovitz propuso usar la variabilidad de los rendimientos de los activos financieros, como medida de riesgo. Así, la varianza de los rendimientos de los activos, se mantuvo como la medida de riesgo universalmente aceptada hasta finales de la década de los ochentas y principio de los noventas, cuando finalmente se hizo evidente que esta es más bien una medida de incertidumbre que de riesgo.

De manera coincidente con las grandes crisis financieras ocurridas precisamente en este periodo, se percibió la necesidad de que la medida de riesgo, tenía que expresarse en términos de pérdidas potenciales, con una cierta probabilidad de ocurrencia.

Actualmente, la medida más aceptada de riesgo es la que se conoce como el Valor en Riesgo (VaR), la cual intenta dar una idea sobre la pérdida en que se puede incurrir en un cierto periodo de tiempo pero, al ser inciertas las pérdidas y ganancias, es necesario asociar probabilidades a las diferentes pérdidas potenciales.

El VaR es un método para cuantificar el riesgo, el cual utiliza técnicas estadísticas estándar que se usan de manera rutinaria en otros campos técnicos. En términos formales, el VaR mide la peor pérdida esperada en un intervalo de tiempo determinado bajo condiciones normales del mercado ante un nivel de confianza dado.

Las sólidas bases matemáticas permiten que el VaR proporcione a los usuarios una medida resumida del riesgo de mercado. Por ejemplo, un banco podría decir que el VaR diario de su portafolio operativo es de \$35 millones con un nivel de confianza del 99 por ciento. En otras palabras, sólo hay una posibilidad en cien, bajo las condiciones normales del mercado, de que ocurra una pérdida mayor de \$35 millones. Esta cifra solo resume la exposición del banco al riesgo de mercado, así como la probabilidad de un movimiento adverso.

Igualmente importante, mide el riesgo utilizando las mismas unidades que la línea de resultados del banco: dólares. Accionistas y administradores pueden entonces decidir si se sienten cómodos con este nivel de riesgo. Si la respuesta es no, el progreso que condujo a obtener el VaR puede utilizarse para decidir dónde reducir el riesgo.

En 1995, la *International Swaps and Derivatives Association* (ISDA) estableció lo siguiente: la medición del riesgo de mercado es significativa para los analistas de estados financieros. La medida que comúnmente consideran apropiada la mayoría de los profesionales líderes es alguna modalidad de Valor en Riesgo

La medición de riesgos de mercado se logra mediante el cálculo de lo que se conoce como Valor en Riesgo (VaR). Este concepto fue propuesto por JP Morgan en octubre de 1994 y hoy en día es un estándar internacional. El VaR resume en un solo número la pérdida potencial máxima que se puede sufrir en una posición de riesgo dado un nivel de confianza y en un periodo de tiempo determinado.

El VaR fue introducido en 1997 por J.P. Morgan, respondiendo a la pregunta *¿Cuánto puede perder un préstamo o portafolio de préstamos si el siguiente periodo (año) es malo?*. Este modelo tiene como propósito estimar el VaR de crédito, en el contexto del paradigma de mercado, es decir, el modelo supone que el riesgo de crédito depende de los cambios en la calificación crediticia y en la tasa de incumplimiento entre los deudores. De igual forma permite calcular directamente los beneficios de diversificación o identificar altas concentraciones potenciales en el portafolio.

## 2.2 Planteamiento teórico

La administración de riesgos posee varias herramientas basadas en modelos matemáticos para determinar el nivel de riesgo de las instituciones financieras que deben conocerse y analizarse para que su aplicación sea efectiva. En particular, se utiliza el Valor en Riesgo (VaR) que mide la pérdida (o ganancia) máxima esperada en un horizonte de tiempo definido.

Esta herramienta es utilizada en múltiples ocasiones por la regulación internacional para determinar requerimientos de capital por riesgo de mercado que son necesarios para que los bancos cumplan con sus obligaciones en sus operaciones.

El VaR es útil para una serie de propósitos:

- **Presentación de información:** El VaR puede ser útil para que la alta dirección evalúe los riesgos que corren las operaciones de mercado y de inversión. Además, comunica a los accionistas los riesgos financieros de la empresa en términos no técnicos. Por lo tanto, el VaR puede ayudar a acelerar la tendencia actual hacia una mejor revelación basada en la presentación de informes con valuación a mercado.
- **Asignación de recursos:** El VaR puede utilizarse para determinar límites de posición a los operadores y para decidir dónde asignar los recursos limitados de capital. La ventaja del VaR es que crea un denominador común con el cual comparar las actividades riesgosas en diversos mercados.
- **Evaluación del desempeño:** El VaR puede utilizarse para ajustar el desempeño por riesgo. Esto es esencial en un entorno operativo, donde los operadores tienen una tendencia natural a tomar un riesgo extra. Los cargos de capital de riesgo basados en medidas de VaR proporcionan incentivos corregidos a los operadores.

El VaR está siendo adoptado *en masse* por las instituciones financieras y por los usuarios finales preocupados por los derivados. También es ampliamente adoptado por la comunidad regulatoria. En términos generales, el VaR puede beneficiar a cualquier institución con exposición al riesgo financiero:

- Instituciones financieras: Los intermediarios con grandes portafolios han estado a la vanguardia de la administración del riesgo. Las instituciones que tienen que ver con numerosas fuentes de riesgo financiero e instrumentos complicados están implementando ahora sistemas centralizados de administración del riesgo.
- Expertos en regulación: La regulación prudencial de las instituciones financieras requiere el mantenimiento de niveles mínimos de capital como reservas contra el riesgo financiero. El Comité de Basilea para la Supervisión Bancaria, el Banco de la Reserva Federal de Estados Unidos y los reguladores en la Unión Europea han coincidido en aceptar al VaR como una medida aceptable del riesgo.
- Empresas no financieras: La administración centralizada del riesgo es útil para cualquier empresa con exposición al riesgo financiero. Las multinacionales, por ejemplo, tienen flujos de efectivo denominados en muchas divisas y padecen por las oscilaciones cambiarias adversas. El VaR también es apropiado para las empresas que requieren un flujo estable de ingresos para invertir en investigación y desarrollo; el análisis de flujo-de-efectivo-en-riesgo puede utilizarse para establecer la probabilidad de que una empresa enfrente una caída crítica de sus fondos. El VaR permite a dichas empresas descubrir su exposición al riesgo financiero, lo cual constituye el primer paso hacia una política informada de cobertura.
- Administradores de activos: Los inversionistas institucionales están recurriendo ahora al VaR para controlar mejor los riesgos financieros.

Finalmente, el mayor beneficio del VaR radica probablemente en la creación de una metodología estructurada para pensar críticamente sobre el riesgo. Las instituciones que llevan a cabo el proceso de cuantificar su VaR se ven forzadas a confrontar su exposición al riesgo financiero y a establecer una función independiente de administración de riesgos que supervise el *front* y el *back office*. Por lo tanto, el proceso de administración del VaR puede ser tan importante como la cifra en sí.

De hecho, la utilización juiciosa del VaR pudo haber evitado muchos de los desastres financieros experimentados en los últimos años.

Este modelo puede ser utilizado por varios tipos de instituciones por ejemplo: bancos comerciales y bancos de desarrollo los cuales utilizan el modelo para analizar el riesgo de su cartera de crédito y discriminar los créditos menos rentables con base en su relación riesgo-retorno; administradores de fondos de inversión pueden utilizarlo para analizar el riesgo de bonos corporativos; empresas en general que posean un portafolio de acreditados, las casas de bolsa y los bancos de inversión pueden estimar el impacto al riesgo de crédito incurrido en operaciones realizadas con contrapartes riesgosas como los Swaps y utilizar el modelo para valuar dichas transacciones en relación con el riesgo adquirido a través de varias estadísticas descriptivas tales como: Pérdida Esperada y Valor en Riesgo.

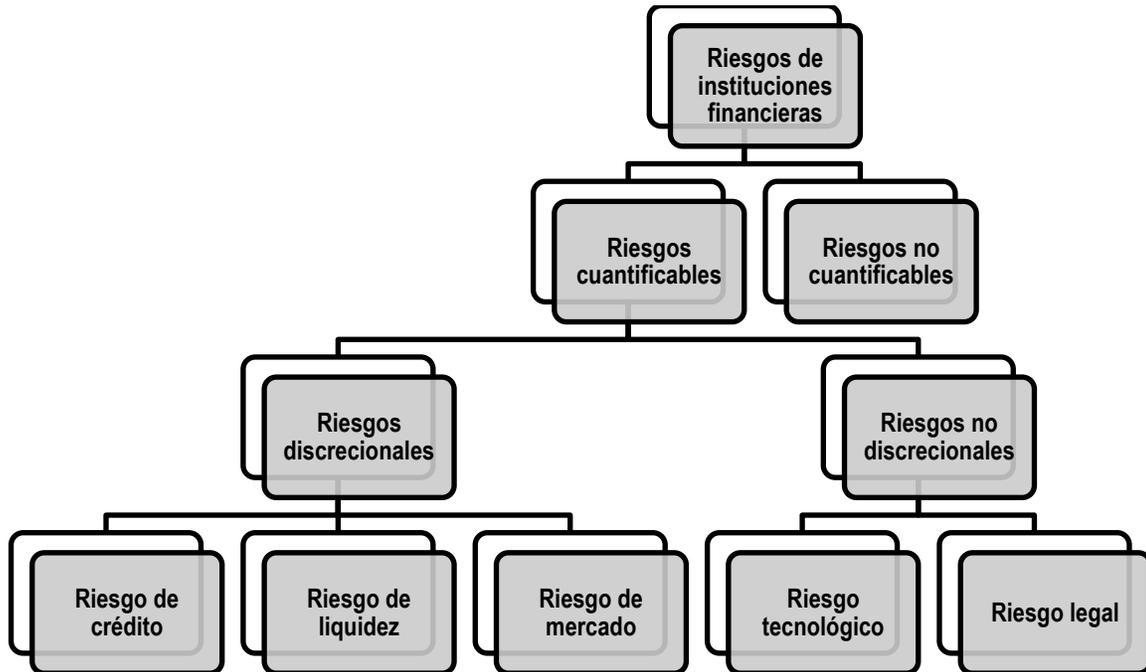
Basado en VaR se usa: Información disponible en calificación de crédito de la deuda; probabilidad de que la calificación cambie en el tiempo (matriz de transición de calificación), tasas de recuperación sobre préstamos en incumplimiento, spreads de crédito, y rendimientos de los mercados de bonos (préstamo). Esta información es necesaria para cualquier valor de  $P$  y  $s$  (valor de mercado de préstamo y volatilidad) ya que no son trazables y, por lo tanto, no son observables.

### **2.2.1 Tipos de riesgo financiero**

En finanzas, el concepto de riesgo está relacionado con la posibilidad de que ocurra un evento que se traduzca en pérdidas para los participantes de los mercados financieros, como pueden ser inversionistas, deudores o entidades financieras. El riesgo es producto de la incertidumbre que existe sobre el valor de los activos financieros debido a movimientos adversos de los factores que determinan su precio; a mayor incertidumbre mayor riesgo.

Los tipos de riesgos a los que se encuentran expuestas las instituciones financieras, así como sus subsidiarias, están regulados por dos ordenamientos: la Circular Única de Bancos (CUB) emitida por la CNBV y la SHCP, que emite los requerimientos de capitalización. De acuerdo con la CUB, los riesgos de las instituciones financieras se clasifican de acuerdo a la figura 2.1.

Figura 2.1  
**Riesgo de Instituciones Financieras**



Como puede apreciarse en la figura anterior, el riesgo de mercado forma parte de los riesgos cuantificables, los cuales se presentan cuando es posible medir las pérdidas potenciales. Dichos riesgos se dividen en discretos, que resultan de la toma de una posición de riesgo; y en no discretos, los cuales resultan de la operación del negocio.

Dado que en los últimos años el uso de nuevos instrumentos financieros ha incrementado el riesgo potencial al cual están expuestas las instituciones, han surgido nuevos parámetros para medir el riesgo de incumplimiento, y en consecuencia, para implementar políticas de protección a las mismas instituciones.

Esta tesis se centra en un tipo de riesgo financiero específico; el riesgo de mercado. No olvidar, sin embargo, que éste es sólo uno de los múltiples tipos de riesgos financieros que enfrentan las empresas.

Generalmente, los riesgos financieros se clasifican principalmente en riesgo de mercado, riesgo crédito, riesgos de liquidez, riesgo operacional y riesgo legal.

El riesgo de mercado se deriva de cambios en los precios de los activos y pasivos financieros (o volatilidades) y se mide a través de los cambios en el valor de las posiciones abiertas. El riesgo de mercado incluye el riesgo base, el cual se presenta cuando se rompe o cambia la relación entre los productos utilizados para cubrirse mutuamente, y el riesgo gamma, ocasionado por relaciones no lineales entre los subyacentes y el precio o valor del derivado.

### 2.2.2 Definición de Valor en Riesgo

El VaR es un método para cuantificar la exposición al riesgo de mercado, utilizando distintas técnicas estadísticas. Ciertamente, el VaR es una medida estadística de riesgo de mercado que estima la pérdida máxima que podría registrar una cartera de inversión en un intervalo de tiempo y considerando unos niveles de probabilidad o de confianza.

El VaR mide la peor pérdida esperada en un intervalo de tiempo determinado bajo condiciones normales del mercado ante un nivel de confianza dado [Jorion 2004].

El VaR corresponde al cuantil asociado al nivel de confianza fijado, de la distribución de probabilidades de pérdidas y ganancias que puede tener el conjunto de activos, en un horizonte de tiempo dado, dadas las condiciones de incertidumbre que prevalecen en ese momento en el mercado [Banxico 2005].

$$VaR_{\alpha,T} = \{x \in \Re | (\Pr[pérdida\_en\_T] > x) = \alpha\}$$

Lo interesante del VaR es que una sola cifra resume la exposición de la entidad al riesgo de mercado; así como la probabilidad de un movimiento adverso. Con el conocimiento de dicha pérdida, los directivos de una empresa pueden realizar toma de decisiones.

Existen una gran cantidad de indicadores de riesgo de mercado, siendo los más importantes:

- Valor en Riesgo (VaR): Es el cuantil de la distribución de pérdidas y ganancias asociadas a la cartera de crédito para un periodo de tiempo y un nivel de confianza dado;
- El VaR hace la pregunta *¿Cuál puede ser mi mayor pérdida?*;

- Déficit Esperado (ES): Es la pérdida esperada durante N días, condicionado a que la pérdida sea mayor que un cierto percentil de la distribución de pérdida. Es una medida que produce mejores resultados que el VaR, a veces es referido como un VaR condicional.
- El ES hace la pregunta: Si las cosas van mal, *¿Cuál puede ser mi pérdida esperada?*;
- El ES al igual que el VaR, es función de dos parámetros, el horizonte de tiempo en días y el nivel de confianza.
- Pérdida Esperada (PE): Es la media de la distribución de pérdidas y ganancias, indica cuánto se puede perder en promedio y está asociada a la política de reserva preventiva que la institución debe tener contra los riesgos crediticios.
- Pérdida no Esperada (PNE): Esta medida puede estimarse como la diferencia entre el VaR y la pérdida esperada, misma que permite determinar el capital requerido por el acreedor para hacer frente a las pérdidas no anticipadas, así como diseñar políticas para mitigar las pérdidas que puede tener el portafolio. Por ejemplo, la provisión es un fondo de contingencia que protege a la cartera de crédito, y representa el porcentaje del crédito original que las autoridades financieras esperan que se pierda debido al deterioro actual de la misma.

Adicionalmente, el capital económico corresponde a un fondo que conforman los accionistas del banco para afrontar las pérdidas potenciales que son mayores a lo esperado por la cartera de crédito. Dichas pérdidas están asociadas a cambios en la calidad de la cartera de crédito en el tiempo y están compuestas por riesgos crediticios que no se consideran como probables o estimables en la fecha de evaluación, pero que pueden ocurrir en el futuro.

- Límites de crédito, que constituyen una política ampliamente utilizada por los bancos ya que permiten controlar o limitar las pérdidas de los créditos en caso de incumplimiento. Para ello, los administradores deben desarrollar procesos de autorización de los límites de crédito, con los cuales se establece el monto máximo en riesgo que se está dispuesto a asumir con un cliente actual o futuro.

Los elementos básicos a considerar para el establecimiento de límites de créditos en una institución financiera son la orientación del banco y su plan anual de negocios, este último plantea el monto total de crédito a otorgar durante un período dado ya sea por grupo económico y/o por crédito individual.

Finalmente, mediante el uso de estos indicadores es posible relacionar la rentabilidad esperada del portafolio con el riesgo asumido por la institución financiera, de tal manera que la institución pueda conocer a priori cuanto debe disponer de capital para obtener el nivel de rentabilidad deseado. A pesar de su importancia, la construcción de modelos que permitan capturar la dinámica interna de los créditos de un portafolio se complica por las siguientes razones:

- Falta de información. La escasez de información se constituye como el principal obstáculo para utilizar métodos estadísticos que cuantifiquen el riesgo de crédito de un portafolio, lo que limita la calibración de los modelos de crédito.
- Sesgo en la distribución de pérdida. Típicamente, la distribución de pérdida de los créditos tiene un fuerte sesgo, el cual involucra una relativa cola pesada a la derecha. Esto se debe a que, de los créditos otorgados en un período, la mayoría de ellos pagan según los términos establecidos al inicio del contrato, dando a la institución una pequeña ganancia relacionada con la tasa de interés pactada; sin embargo, existen algunos créditos que no realizan sus pagos según lo pactado, y como resultado, la institución pierde tanto el capital como el interés, lo que produce que la pérdida sea mucho mayor que la rentabilidad obtenida por el portafolio crediticio. Por esta razón, es necesario que el banco disponga de grandes montos para cubrir dichas pérdidas.
- Necesidad de incorporar dependencia en el modelo. Esta dificultad resulta de la ocurrencia desproporcional de una gran cantidad de incumplimientos de los créditos para un período particular. Este riesgo se relaciona directamente con la dependencia entre los eventos de incumplimiento, de hecho la dependencia tiene un gran impacto en las pérdidas extremas que puede tener el portafolio crediticio.
- Gran número de créditos en el portafolio. Otro de los inconvenientes para modelar la pérdida de un portafolio se deriva del gran número de créditos otorgados, y es mucho más complejo cuando se toma en cuenta que cada crédito presenta diferentes niveles de exposición, provocando que las pérdidas entre los deudores sean distintas. El riesgo de la cartera depende de la exposición, número de créditos y concentración de la cartera

### **2.2.3 Propósitos**

El VaR es útil para los siguientes propósitos: i) Presentación de Información; ii) Asignación de Recursos; y, iii) Evaluación de Desempeño, que debe de considerar una institución respecto a la administración financiera [Jorion 2004].

#### **2.2.3.1 Presentación de información**

A través del VaR los directivos pueden evaluar los riesgos que corren las operaciones de mercado y de inversión. Asimismo, el VAR proporciona información a los accionistas sobre los riesgos financieros de la empresa en términos no técnicos.

#### **2.2.3.2 Asignación de recursos**

El VaR puede utilizarse para determinar límites de posición a los operadores y para decidir donde asignar los recursos de capital. La ventaja del VaR es que crea un denominador común con el cual comparar las actividades riesgosas en diversos mercados. También el riesgo total de la empresa puede descomponerse (VaR Incremental) que permiten a los usuarios descubrir qué posiciones contribuyen más al riesgo total

#### **2.2.3.3 Evaluación del desempeño**

El VaR puede utilizarse para ajustar el desempeño por riesgo. Esto es esencial en un entorno operativo, donde los operadores tienen una tendencia natural a tomar un riesgo extra. Los cargos de capital de riesgo basados en medidas de VaR proporcionan incentivos corregidos a operadores. Desde su aparición el VaR ha sido utilizado por cualquier institución que esté expuesta al riesgo financiero de mercado, entre ellas se cuentan a las instituciones financieras y no financieras, los expertos en regulación y a los administradores de activos, entre otros.

#### 2.2.4 Alcance

- *Instituciones financieras.* Las instituciones financieras, como los bancos y las casas de bolsa, que manejan importantes carteras han estado a la vanguardia de la administración del riesgo a través del VaR. Las empresas que tienen que ver con numerosas fuentes de riesgo financiero e instrumento complicado están implementando ahora sistemas centralizados de administración del riesgo.
- *Expertos en regulación.* Algunos organismos importantes como el Comité de Basilea para la Supervisión Bancaria, el Banco de Reserva de los Estados Unidos y la mayoría de las instituciones de la Unión Europea han aceptado al VaR como una medida aceptable del riesgo. Por ejemplo, en 1995, la *Securities and Exchange Commission* (SEC), propuso establecer mecanismos para mejorar el riesgo de mercado, por ello, se invitaba a las empresas públicas de los Estados Unidos que emitieran información acerca de la actividad con derivados y que cuantificaran el VaR de esta actividad, a través de las técnicas conocidas. Así, las instituciones reguladoras exigen niveles mínimos de capital como reserva contra el riesgo financiero.
- *Empresas no financieras.* Cualquier empresa que tenga exposición al riesgo financiero debe de contar con una administración centralizada del riesgo. Por ejemplo, las empresas multinacionales, que cuentan con flujos de efectivo con varias divisas y por ello pueden tener oscilaciones cambiarias adversas. A través del VaR las empresas pueden contar con una herramienta que descubra su exposición al riesgo financiero, el cual es un escalón para generar una política de información de cobertura.
- *Administradores de activos.* En la actualidad, las instituciones que tienen como una de sus actividades la inversión en diferentes activos financieros, como las Sociedades de Inversión, han adoptado al VaR para medir y controlar los riesgos financieros.

### 2.2.4.1 Exposición al riesgo de mercado

Los activos financieros están expuestos a los movimientos del mercado, sean o no favorables. Así pues, el riesgo de mercado, se refiere a la pérdida de valor de estos instrumentos debido a movimientos desfavorables en los factores que determinan su precio. Existen varios tipos de riesgo de mercado:

- *Riesgo de tasa de interés:* Depende de la sensibilidad del activo financiero a los cambios en las tasas, pero en general se refiere al cambio que tiene el valor presente de un instrumento cuando se mueven las tasas de interés, por lo que los instrumentos a largo plazo tienen un mayor riesgo de este tipo.
- *Riesgo de tipo de cambio:* Cuando una institución tiene posiciones en moneda extranjera este riesgo cobra gran importancia, ya que se refiere a la incertidumbre ante cambios en el valor de las divisas.
- *Riesgo accionario:* Cuando una institución posee varias acciones enfrenta este tipo de riesgo, en el que se distinguen dos tipos: riesgo sistemático y exclusivo; el sistemático afecta a todas las acciones y el exclusivo no, este último puede reducirse diversificando el portafolio.

## 2.3 Métodos de estimación

La evolución de los instrumentos financieros y la aparición de innovaciones financieras ha provocado que la medición del riesgo, en particular el de mercado, sea cada vez más compleja. En México, por convención, la valuación de instrumentos se hace a precios de mercado, y la metodología de medición de riesgo de mercado más utilizada es la de Valor en Riesgo (VaR).

Para el análisis de los instrumentos que se operan en el mercado accionario, existe una gran cantidad de medidas estadísticas; entre estos indicadores se destacan los siguientes:

- *Alfa*. Esta medida muestra el rendimiento de una inversión ajustada por su riesgo; el índice se construye a partir de la comparación entre el rendimiento del instrumento, considerando su volatilidad, con respecto al rendimiento de un índice de referencia, la diferencia entre estos resultados se refiere al índice alfa.
- *Beta*. También es llamado “coeficiente beta”, es el más conocido ya que mide la volatilidad en comparación con el mercado en general, observando las desviaciones individuales de los instrumentos respecto a éste.

Por definición el mercado tiene una beta de 1; si para una acción este indicador es mayor que 1 entonces supondrá una mayor volatilidad en el rendimiento con respecto al mercado, por el contrario si este dato es menor, entonces el rendimiento del instrumento es menos volátil.

- *R cuadrada*. Este es un índice entre 0 y 100, e indica el porcentaje de un instrumento que puede explicarse por los movimientos de un índice de referencia, el cual puede variar de acuerdo al tipo de mercado e instrumento en cuestión.
- *Desviación estándar*. Como es sabido, mide que tanto se alejan los datos de una muestra de su media y, financieramente, se utiliza para medir la volatilidad de un instrumento. Es un indicador muy utilizado para calcular el rendimiento de un fondo de inversión.
- *Razón Sharpe*. Este indicador utiliza la desviación estándar, fue desarrollado por William Sharpe, quien ganó el premio Nobel en economía en 1990. El índice mide el comportamiento del “riesgo ajustado”, ya que es el resultado del cociente de, la diferencia entre la tasa libre de riesgo y la tasa de rendimiento de un instrumento, y la desviación estándar del rendimiento del instrumento. Este índice es generalmente utilizado por los inversionistas, ya que muestra el rendimiento real de una inversión con respecto a los riesgos incurridos.

### 2.3.1 Valor en Riesgo

En los últimos años diversas instituciones financieras han enfrentado grandes pérdidas en los mercados financieros, por lo que existe un incremento en el monitoreo de la exposición al riesgo, en particular al riesgo de mercado.

El método conocido como Valor en Riesgo (VaR) se utiliza para calcular la exposición de una institución al riesgo de mercado, esto permitirá medir la volatilidad que sigue el precio de los activos que se encuentran bajo administración de una institución. En general, el VaR es una cantidad monetaria que es estimada con base a un horizonte de tiempo y un nivel de confianza, y refleja la pérdida (o ganancia) máxima esperada de un portafolio como resultado de un cambio adverso en los factores de riesgo.

La fórmula para calcular el VaR es:

$$VaR = P * d * \sigma_P$$

Donde:

P = Valor del portafolio

d = Valor para el que una N(0,1) captura el nivel de confianza deseado

$\sigma_P$  = Volatilidad (desviación estándar) del portafolio

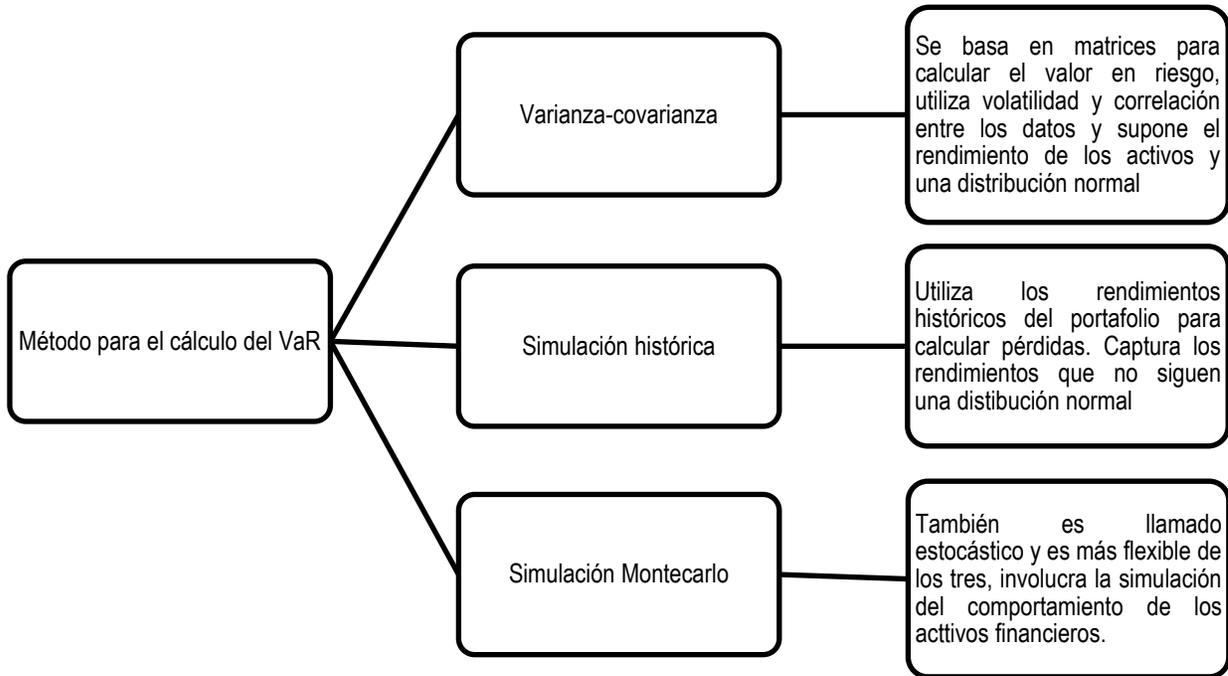
**Ejemplo:** Supongamos que tenemos un portafolio que consiste en una sola acción con un valor de 25 millones de pesos, cuya volatilidad anual es del 35% anual considerando un año de 252 días. Se debe calcular el VaR diario con un nivel de confianza del 95%.

Utilizando la fórmula anterior tenemos lo siguiente:

$$VaR = (25,000,000) * (1.645) * (\sqrt{252})$$

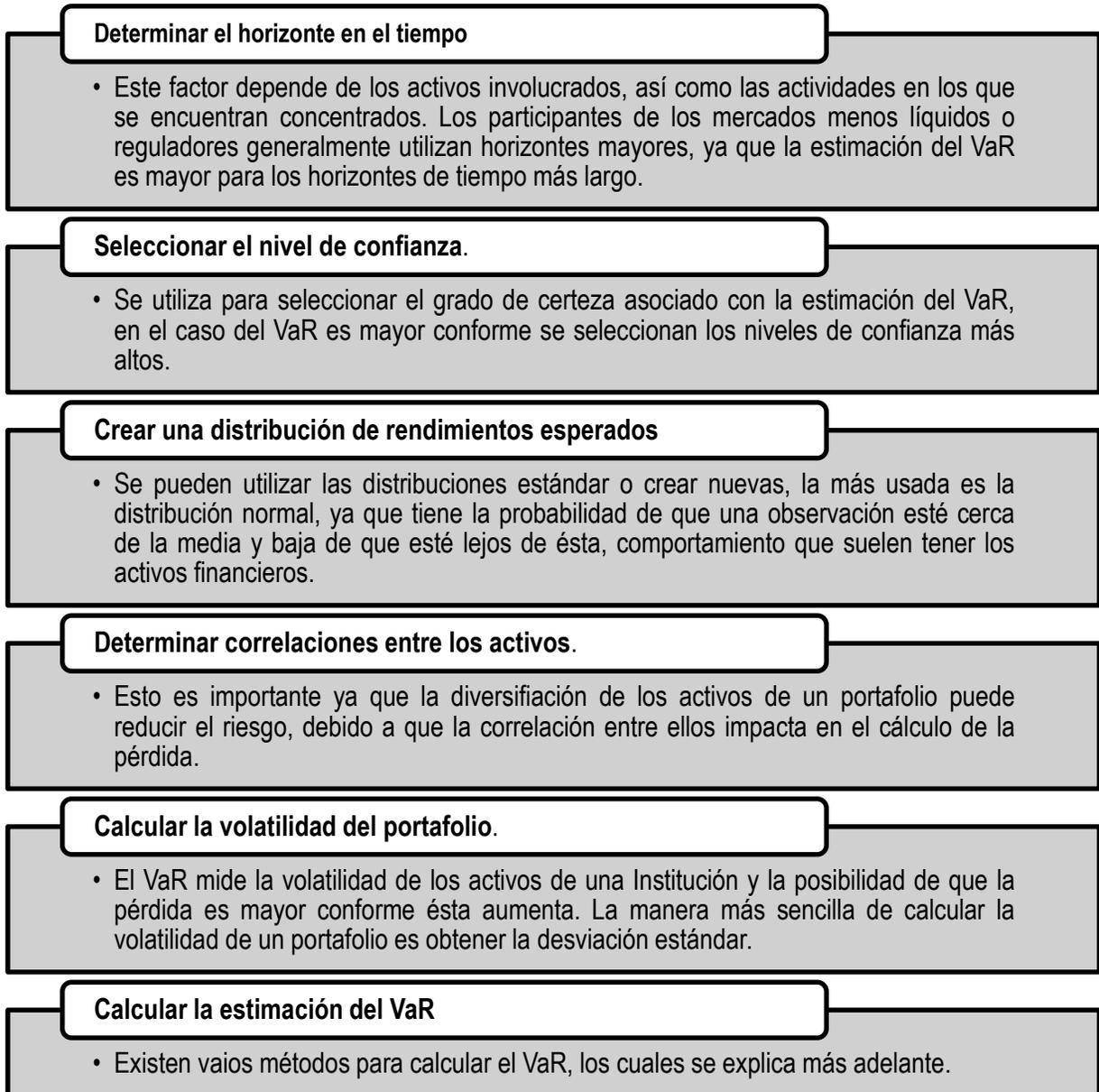
Para calcular el VaR se utilizan diferentes métodos, los más comunes se muestran en la figura 2.2

Figura 2.2  
Métodos para el cálculo del Valor en Riesgo



Este ejemplo muestra la forma de calcular el VaR para una sola acción, más adelante se verá la forma de realizar este cálculo para un portafolio de diferentes acciones. En general, para calcular del VaR existen varios pasos que deben considerarse, éstos se ilustran en la figura 2.3

Figura 2.3  
Pasos para el cálculo del Valor en Riesgo



### 2.3.2 Método de varianza – covarianza

Para realizar el cálculo del VaR a más de una acción debe tomarse en cuenta la correlación que existe entre ellas, el método de varianza – covarianza se basa en este hecho y propone calcular la varianza entre todas las acciones para incorporarla a la fórmula general del VaR.

*Supuestos:*

- i. La distribución de los rendimientos futuros de los activos financieros puede medirse basándose en la volatilidad de sus rendimientos observada en el pasado.
- ii. La distribución futura de los rendimientos será normal.
- iii. La correlación entre los activos es estable

El supuesto que asume que la distribución de los rendimientos será normal en el futuro es el más importante, ya que aunque generalmente esta distribución no es normal es la mejor aproximación.

La curtosis de la distribución normal es un elemento importante para determinar su aproximación; hay tres tipos de gráficas para la normal:

*Forma de cálculo del VaR*

Para calcular la varianza general de las acciones de un portafolio se utiliza la fórmula:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \rho_{ij} w_i w_j \sigma_i \sigma_j$$

Donde:

$\sigma_p^2$  = *varianza general del portafolio p*

$w_i$  = *proporción del valor del activo i respecto al portafolio*

$\sigma_i$  = *desviación estándar del activo i*

$\rho_{ij}$  = *correlación entre el activo i y el j*

$n$  = *número de acciones en el portafolio*

De esta fórmula, se tiene que, si  $i=j$  entonces estos factores son:

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

Cuando  $j$  es distinto de  $i$ , tendríamos los factores:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j<i}^n \rho_{ij} w_i w_j \sigma_i \sigma_j + \sum_{i=1}^n \sum_{j>i}^n \rho_{ij} w_i w_j \sigma_i \sigma_j$$

Así, podemos re expresar la fórmula como:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j<i}^n \rho_{ij} w_i w_j \sigma_i \sigma_j$$

De esta fórmula se puede ver que mientras más pequeño sea el coeficiente de correlación, la desviación estándar también será menor, o lo que es lo mismo, entre menor sea la correlación entre las acciones de un portafolio menor será la volatilidad.

Continuando con la fórmula anterior, se tiene que:

$$\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \sigma_j}$$

Entonces tenemos que:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j<i}^n w_i w_j \sigma_{ij}$$

Del cálculo anterior deriva la llamada matriz de varianza – covarianza, la cual se expresa de la siguiente forma:

$$\sigma_P^2 = [w_1 w_2 w_3 w_4 \dots w_n] \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{23} & \dots & \sigma_{2n} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_{33} & \dots & \sigma_{3n} \\ \sigma_{41} & \sigma_{42} & \sigma_{43} & \dots & \sigma_{4n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \sigma_{n3} & \dots & \sigma_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix}$$

Sean:

$$\Omega = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} \quad y \quad MVC = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{23} & \dots & \sigma_{2n} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_{33} & \dots & \sigma_{3n} \\ \sigma_{41} & \sigma_{42} & \sigma_{43} & \dots & \sigma_{4n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \sigma_{n3} & \dots & \sigma_{nn} \end{bmatrix}$$

Entonces la fórmula para la varianza general del portafolio se expresaría como:

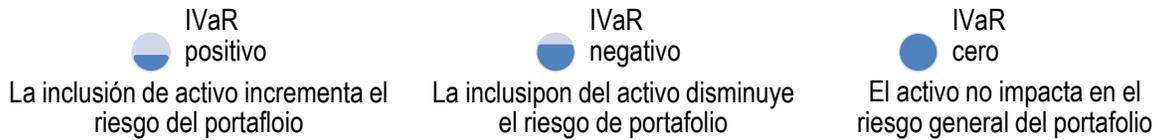
$$\sigma_P^2 = \Omega' * MVC * \Omega$$

### 2.3.3 VaR incremental.

Para evaluar correctamente el VaR de un portafolio es necesario conocer la contribución de cada activo al VaR general, esto se conoce como VaR incremental (IVaR). Entre las ventajas de conocer el IVaR están el identificar fuentes de riesgo general, inferir el impacto que ocasionaría en el VaR de un portafolio el remover un activo del mismo, tomar decisiones de cobertura, etcétera.

La forma más natural de calcular el IVaR es calcular el VaR del portafolio con todos sus activos y luego calcularlo retirando uno de ellos, al restar estos valores de VaR se tendrá un valor para el IVaR. En la figura 2.4 se resume la interpretación del IVaR.

Figura 2.4  
Pasos para el cálculo del Valor en Riesgo Incremental



Aunque este “método” es sencillo, no es el mejor para calcular el IVaR cuando se tiene un portafolio grande, ya que implicaría demasiados cálculos que podrían llevar mucho tiempo. Para calcular el IVaR se ha desarrollado una fórmula para determinar la contribución individual al VaR para cada activo:

$$\beta_1 = \frac{w_i \sigma_i + \sum_{j=1, j \neq i}^n w_j \sigma_{ij}}{\sigma_p^2}$$

Donde:

$\beta_1$  = **contribución individual al VaR por el activo i**

$w_i$  = **peso del activo i en el portafolio**

Así, se puede re-exresar el VaR como:

$$VaR = VaR \left[ \sum_{i=1}^n w_i \beta_i \right] = VaR_1 + VaR_2 + \dots + VaR_n = \sum_{i=1}^n VaR_i$$

**Ejemplo del cálculo del VaR.** Supongamos que se tiene un portafolio con tres acciones distintas y se debe calcular el VaR a 5 días al 99% de confianza.

	Acción A	Acción B	Acción C
Número de acciones	20 000	50 000	30 000
Precio por acción	62	53	52
Valor de mercado	1 240 000	2 650 000	1 560 000
Peso en portafolio	22.8%	48.6%	28.6%
Volatilidad	40%	47%	36%

Las correlaciones entre las acciones son:

	Acción A	Acción B	Acción C
Acción A	1		
Acción B	0.2	1	
Acción C	-0.3	-0.1	1

Para calcular el VaR por el método de varianza-covarianza hay que calcular las covarianzas entre las

acciones, lo cual se hace con base a que  $\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \sigma_j}$

	Acción A	Acción B	Acción C
Acción A	0.16		
Acción B	0.0376	0.2209	
Acción C	-0.0432	-0.01692	0.1296

Ahora hay que calcular la varianza del portafolio:

$$\sigma^2 = [0.228 \ 0.486 \ 0.286] * \begin{bmatrix} 0.1600 & 0.0376 & -0.0432 \\ 0.0376 & 0.2209 & -0.0169 \\ -0.0432 & -0.0169 & 0.1296 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0.228 \\ 0.486 \\ 0.286 \end{bmatrix}$$

Así se tiene que  $\sigma_p^2 = 0.069089$ , y por tanto  $\sigma_p = 0.262848$ .

Ahora para calcular el VaR, aplicamos la fórmula:

$$VaR = P * d * \sigma_p$$

$$VaR = (1,240,00 + 2,650,00 + 1,560,000) * 2.326 * \frac{0.262848}{(252/5)^{0.5}}$$

$$VaR = 469,348.70$$

Así tenemos que la pérdida (o ganancia) máxima esperada en un horizonte de tiempo de cinco días son **469,348.70**.

Finalmente, habrá que calcular el **VaR incremental**, para lo que se deben determinar las betas para las tres acciones:

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \end{bmatrix} &= \frac{VCM * \Omega}{\sigma_P^2} \\ &= \frac{\begin{bmatrix} 0.1600 & 0.0376 & -0.0432 \\ 0.0376 & 0.2209 & -0.0169 \\ -0.0432 & -0.0169 & 0.1296 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0.228 \\ 0.486 \\ 0.286 \end{bmatrix}}{0.069089} \\ &= \begin{bmatrix} 0.613678 \\ 1.607942 \\ 0.274905 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

La beta de la acción B es la más elevada, lo cual nos indica que el VaR es más sensible para estas acciones. Ahora, para calcular el VaR incremental se tiene que:

$$VaR = VaR \left[ \sum_{i=1}^n w_i \beta_i \right]$$

Entonces:

$$\begin{aligned} VaR &= (469348.70) \begin{bmatrix} 0.228 & 0.486 & 0.286 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.613678 \\ 1.607942 \\ 0.274905 \end{bmatrix} \\ &= 469348 [0.139918548 + 0.781459812 + 0.07862283] \\ &= 65671 + 366777 + 36902 \\ &= \mathbf{469350} \end{aligned}$$

Este resultado para el VaR considerando el IVaR es ligeramente mayor que el calculado inicialmente.

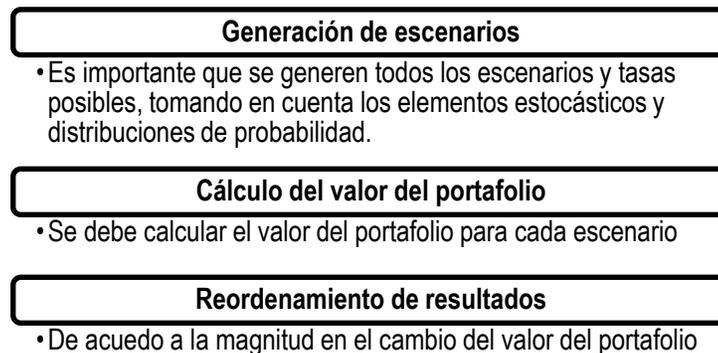
### 2.3.4 VaR Monte Carlo

Este es un método de simulación pura, partiendo del hecho de que no se involucra con la metodología del subyacente. La simulación Monte Carlo muchas veces es vista como una “caja negra” que genera resultados aleatorios, pero es muy útil, ya que los movimientos en el mercado son altamente estocásticos y difícilmente predecibles.

En otras palabras, el método de Monte Carlo convierte variables inciertas en componentes de un modelo a través de una distribución de probabilidad, mediante la combinación de estas distribuciones y la asignación de valores aleatorios se recalcula el modelo una gran cantidad de veces y se obtiene como resultado una probabilidad de salida. Algunas de las distribuciones de probabilidad más utilizadas en el modelo Monte Carlo son: la normal, lognormal, exponencial y uniforme; además, también se utiliza el movimiento Browniano geométrico.

Figura 2.5

#### Pasos para el cálculo del Valor en Riesgo utilizando el modelo de Monte Carlo



A diferencia de la simulación histórica, el método Montecarlo consiste en generar de manera aleatoria, escenarios de ocurrencia de los factores de riesgo que afectan el valor de los activos contenidos en un portafolio de activos financieros.

Un vez generados los escenarios, se procede igual que en la simulación histórica; es decir, se valúa la cartera con los valores de los factores de riesgo asociados a cada escenario y se obtienen las pérdidas o ganancias asociadas a cada escenario, como la diferencia entre su valor actual y el que corresponde

al escenario. Así, se obtiene la distribución de probabilidades de pérdidas y ganancias y el VaR, como el cuantil de la distribución correspondiente al nivel de confianza escogido. Además, de que es aplicable a instrumentos no lineales, lo que se busca es incorporar escenarios que pudieran ocurrir, aunque nunca se hayan observado antes; ni siquiera algunos parecidos.

Las limitaciones de la técnica son, en primer lugar, que se requieren supuestos sobre las distribuciones de probabilidad que caracterizan el comportamiento de los factores de riesgo, así como sus correlaciones entre sí, lo cual puede conducir a generar escenarios incongruentes con el comportamiento real de los mercados, aún en condiciones de crisis. En segundo lugar, la demanda sobre los recursos de cálculo, para generar un número suficientemente grande de escenarios que dé confiabilidad estadística a los resultados, es considerable.

### **2.3.5 Descripción del método de simulación histórica para el cálculo del VaR**

Este método considera la posibilidad de que se repitan escenarios que han ocurrido en el pasado, y valúa los posibles valores de un instrumento actual en función a ello. Para este método, la ganancia o pérdida se obtiene al restar el valor actual de la cartera y el estimado con los niveles de riesgo históricos. En otras palabras, el VaR histórico se basa en datos anteriores tomados en un cierto horizonte de tiempo, que son ordenados y a partir de los cuales se determina el nivel de confianza deseado por el VaR.

Este método requiere una gran cantidad de cálculos y datos adicionales; su principal desventaja es el no considerar factores de estrés financiero; además de que las transiciones entre épocas de alta y baja volatilidad tardarán en reflejarse en el tiempo.

### 2.3.6 VaR Paramétrico

Tienen como característica el supuesto de que los rendimientos de los activos se distribuyen de acuerdo con una curva de densidad de probabilidad que, generalmente, es la normal y en el supuesto de linealidad en el valor de los activos. Bajo el supuesto de normalidad y de media de rendimientos igual a cero, el modelo paramétrico que determina el valor en riesgo de una posición es el siguiente:

$$VaR = F * S * \sigma * \sqrt{t}$$

Donde:

F= Factor que determina el nivel de confianza del cálculo.

S= Monto total de la inversión.

$\sigma$  = Desviación estándar de los rendimientos del activo.

t= Horizonte de tiempo

Sin embargo, en la práctica se ha observado que la mayoría de los activos no necesariamente siguen un comportamiento aleatorio que se puede aproximar bien por una distribución normal y, por lo tanto, los resultados que se obtienen al medir el riesgo suponiendo normalidad, generalmente, subestiman el nivel real de riesgo de una cartera.

## CAPÍTULO 3.

# ANÁLISIS DE LOS PARAMETROS PARA LA INVERSIÓN

---

*“Las matemáticas son el alfabeto con  
el cual Dios ha escrito el universo.”  
-Galileo Galilei*

### 3.1 Introducción

La medida más aceptada de riesgo es la que se conoce como el Valor en Riesgo (VaR), la cual intenta dar una idea sobre la pérdida en que se puede incurrir al ser inciertas las pérdidas y ganancias, es necesario asociar probabilidades y temporalidad a las diferentes pérdidas potenciales.

El VaR es un método para cuantificar la exposición al riesgo de mercado, utilizando distintas técnicas estadísticas. Ciertamente es una medida estadística de riesgo de mercado que estima la pérdida máxima que podría registrar una cartera de inversión en un intervalo de tiempo y considerando unos niveles de probabilidad o de confianza. En el presente capítulo se muestra la estimación del Valor en Riesgo (VaR) de mercado. Primero se realiza una Prueba de Normalidad, para ello, se realiza una prueba de hipótesis a través del estadístico Jarque-Bera; como segundo punto se hace la Selección de Umbral, para esto, se toman en cuenta algunos criterios de selección. Luego, como tercer punto se realiza la Estimación de Parámetros de la Distribución Generalizada de Pareto (DGP), para ello, se utiliza la técnica de los Mínimos Cuadrados Ordinarios.

El cuarto y último punto, ya que se conocen los parámetros del modelo, es el cálculo del valor en riesgo (VaRp) y de la pérdida esperada de la distribución de los excesos (ESp). Posteriormente se presenta el análisis de un caso práctico, en el cual se desarrollará la aplicación de la metodología para la estimación del VaR a través de la TVE, para una cartera de inversión que está integrada por una parte nacional (moneda nacional) y por una internacional (moneda extranjera). Por último se realiza un análisis comparativo entre el VaR TVE y el VaR por Simulación Histórica. En primera instancia se comparan las estimaciones para diferentes niveles de confianza y en segunda instancia se realiza un

comparativo histórico, de forma mensual de enero a agosto, a un mismo nivel de confianza del 99% que es lo que realmente se usa en la actualidad.

### 3.2 Marco conceptual

El VaR mide la peor pérdida esperada en un intervalo de tiempo determinado bajo condiciones normales del mercado ante un nivel de confianza dado. El VaR corresponde al cuantil asociado al nivel de confianza fijado, de la distribución de probabilidades de pérdidas y ganancias que puede tener el conjunto de activos, en un horizonte de tiempo dado, dadas las condiciones de incertidumbre que prevalecen en ese momento en el mercado

Lo interesante del VaR es que una sola cifra resume la exposición de la entidad al riesgo de mercado; así como la probabilidad de un movimiento adverso. Con el conocimiento de dicha pérdida, los directivos de una empresa pueden realizar toma de decisiones. El VaR es útil para los siguientes propósitos:

- **Presentación de Información.** A través del VaR los directivos pueden evaluar los riesgos que corren las operaciones de mercado y de inversión. Asimismo, el VaR proporciona información a los accionistas sobre los riesgos financieros de la empresa en términos no técnicos.
- **Asignación de Recursos.** El VaR puede utilizarse para determinar límites de posición a los operadores y para decidir donde asignar los recursos de capital. La ventaja del VaR es que crea un denominador común con el cual comparar las actividades riesgosas en diversos mercados. También el riesgo total de la empresa puede descomponerse (VaR Incremental) que permite a los usuarios descubrir qué posiciones contribuyen más al riesgo total.
- **Evaluación de Desempeño.** El VaR puede utilizarse para ajustar el desempeño por riesgo. Esto es esencial en un entorno operativo, donde los operadores tienen una tendencia natural a tomar un riesgo extra. Los cargos de capital de riesgo basados en medidas de VaR proporcionan incentivos corregidos a operadores. Desde su aparición el VaR ha sido utilizado por cualquier institución que está expuesta al riesgo financiero de mercado, entre ellas se cuentan a las instituciones financieras y no financieras, los expertos en regulación y a los administradores de activos, entre otros.

### 3.2.1 Parámetros

La Coordinación de Control de Operaciones tiene ciertos parámetros que se describen a continuación:

- Serie y Emisión. El propósito de colocar Serie y Emisión a cada una de las cartas con las que se pactan las inversiones es que la contraparte lleve el control de los títulos que tiene y para identificar el tipo de institución con la que se está negociando. La serie además se relaciona con la temporada en la que la contraparte sacó el instrumento referido al mercado.
- Plazo. Únicamente utilizamos plazo en la modalidad de reporto, esto es por la naturaleza del Instituto y de ciertas reservas, ya que más que buscar una utilidad, busca tener mayor liquidez. Así es que en este parámetro se busca que el vencimiento este próximo.
- Títulos y precio. Este parámetro es de los más importantes puesto que trata del importe:

$$\text{Títulos} \times \text{Precio} = \text{Importe}$$

En la carta el precio que se maneja es el denominado “precio sucio” y es dependiendo de este rubro que deciden pactar el número de títulos

- Valor Nominal e Importe de liquidación. El Valor Nominal que contiene la carta ya está definido previamente por las características de los instrumentos establecidas por la naturaleza de los mismos. El importe de liquidación es la cantidad final pactada por cada asignación.
- Método de pago. La única opción que da el sistema del Instituto (PREI TOBE) para el método de pago es la de “Transferencia Electrónica”. Un custodio es el encargado de hacer el intercambio para que ambas partes completen satisfactoriamente el negocio pactado.

### 3.3 Métodos de estimación

- *VaR Paramétrico*. Tienen como característica el supuesto de que los rendimientos de los activos se distribuyen de acuerdo con una curva de densidad de probabilidad que, generalmente, es la normal y en el supuesto de linealidad en el valor de los activos. Bajo el supuesto de normalidad y de media de rendimientos igual a cero, el modelo paramétrico que determina el valor en riesgo de una posición es el siguiente

$$VaR = F * S * \sigma * \sqrt{t}$$

Donde:

F= Factor que determina el nivel de confianza del cálculo.

S= Monto total de la inversión.

$\sigma$  = Desviación estándar de los rendimientos del activo.

t= Horizonte de tiempo

Sin embargo, en la práctica se ha observado que la mayoría de los activos no necesariamente siguen un comportamiento aleatorio que se puede aproximar bien por una distribución normal y, por lo tanto, los resultados que se obtienen al medir el riesgo suponiendo normalidad, generalmente, subestiman el nivel real de riesgo de una cartera.

- *VaR con Simulación Histórica*. Intuitivamente, la simulación histórica es un ejercicio que examina los posibles valores de una cartera de activos financieros y sus correspondientes pérdidas y ganancias respecto a su valor actual, suponiendo que se pueden repetir escenarios que ya se han observado en algún momento anterior.

Consiste en valorar los activos de un portafolio de instrumentos, en los escenarios de factores de riesgo históricamente observados en un cierto periodo de tiempo. La pérdida o ganancia relacionada con cada escenario es la diferencia entre el valor actual de la cartera y el de la cartera valuada con los niveles de riesgo del escenario en cuestión.

Con las pérdidas y ganancias asociadas a cada escenario, se define una función de distribución de pérdidas y ganancias del valor del portafolio, de la que se puede obtener el VaR que, como ya se explicó, corresponde al cuantil de dicha distribución, elegida por el analista.

El método de simulación histórica tiene buena aceptación, porque no se basa en supuestos de correlaciones y volatilidades que en situaciones de movimientos extremos en los mercados pudieran no cumplirse. Tampoco descansa en el supuesto de normalidad y es aplicable a instrumentos no lineales.

- *VaR con Simulación Montecarlo.* A diferencia de la simulación histórica, el método Montecarlo consiste en generar de manera aleatoria, escenarios de ocurrencia de los factores de riesgo que afectan el valor de los activos contenidos en un portafolio de activos financieros.

-

Un vez generados los escenarios, se procede igual que en la simulación histórica; es decir: se valúa la cartera con los valores de los factores de riesgo asociados a cada escenario y se obtienen las pérdidas o ganancias asociadas a cada escenario, como la diferencia entre su valor actual y el que corresponde al escenario. Así, se obtiene la función de distribución de pérdidas y ganancias y el VaR, como el cuantil de la distribución correspondiente al nivel de confianza escogido. Además, de que es aplicable a instrumentos no lineales, lo que se busca es incorporar escenarios que pudieran ocurrir, aunque nunca se hayan observado antes; ni siquiera algunos parecidos.

Las limitaciones de la técnica son, en primer lugar, que se requieren supuestos sobre las distribuciones de probabilidad que caracterizan el comportamiento de los factores de riesgo, así como sus correlaciones entre sí, lo cual puede conducir a generar escenarios incongruentes con el comportamiento real de los mercados, aún en condiciones de crisis. En segundo lugar, la demanda sobre los recursos de cálculo, para generar un número suficiente grande de escenarios que dé confiabilidad estadística a los resultados, es considerable.

## 3.3.1 Portafolio de inversión

Cuadro 3.1  
Portafolio de inversión

Emisor	Número de serie	Precio Limpio	Precio Sucio	Intereses
BANOBRA	341	\$6,951.21	\$7,442.61	\$491.40
BANXICO	312	\$25,283.39	\$25,384.47	\$101.08
BACOMER	286	\$316,061.62	\$320,060.20	\$3,998.57
TREASURY	196	\$393,338.97	\$397,640.11	\$4,301.14
PEMEX	195	\$4,328,212.77	\$4,390,904.72	\$62,691.95
USTREASURY	136	\$236,901.53	\$237,654.45	\$752.93
BMULTIV	88	\$5,235.74	\$5,242.51	\$6.77
NAFINSA	86	\$14,345.69	\$14,496.73	\$151.03
BSCTIA	80	\$6,868.46	\$6,872.37	\$3.91
BANSAN	73	\$73,274.73	\$74,383.26	\$1,108.52
HSBC	65	\$111,245.59	\$111,912.27	\$666.68
DBR	58	\$1,401,960.67	\$1,412,947.01	\$10,986.35
BINVEX	57	\$6,507.59	\$6,530.26	\$22.67
UMS	56	\$1,165,541.25	\$1,195,027.69	\$29,486.44
BACTIN	49	\$2,044.79	\$2,065.92	\$21.13
BINTER	48	\$4,155.12	\$4,165.67	\$10.55
AMX	47	\$1,049,545.21	\$1,061,510.73	\$11,965.52
BACMEXT	47	\$42,244.15	\$42,259.22	\$15.07
BMONEX	43	\$36,042.87	\$36,042.87	\$0.00
GGB	38	\$450.38	\$462.65	\$12.27
CEMEX	33	\$442,434.88	\$447,754.62	\$5,319.74
CFE	32	\$266,439.29	\$270,165.31	\$3,726.02
BBASE	30	\$1,118.86	\$1,120.05	\$1.19
COLO	30	\$473,433.43	\$484,595.20	\$11,161.77
JPMORGA	29	\$2,516.45	\$2,521.44	\$4.99
VWLEASE	29	\$2,888.57	\$2,889.32	\$0.75
BRASIL	28	\$427,404.83	\$440,997.07	\$13,592.24
TLEVISA	28	\$571,298.48	\$579,761.69	\$8,463.21
PETROBRAS	26	\$374,638.37	\$383,976.62	\$9,338.25
GOLDMAN	25	\$8,013,010.19	\$8,109,398.73	\$96,388.55
FEFA	22	\$2,202.35	\$2,208.28	\$5.93
MORGAN	22	\$5,960,398.71	\$6,052,365.25	\$91,966.54
TNOT	22	\$38,316.74	\$38,491.65	\$174.91
BANORTE	21	\$36,941.85	\$37,487.80	\$545.94
INBURSA	21	\$3,129.07	\$3,141.77	\$12.70
CSBANCO	20	\$2,002.04	\$2,005.43	\$3.39

Emisor	Número de serie	Precio Limpio	Precio Sucio	Intereses
PERU	20	\$255,204.31	\$260,110.89	\$4,906.58
SHF	20	\$1,224.39	\$1,234.58	\$10.18
JPM	19	\$9,085,218.86	\$9,107,402.51	\$22,183.65
INTERBA	18	\$14,178.40	\$14,271.88	\$93.48
ABNGOA	16	\$372.24	\$373.31	\$1.07
DAIMLER	14	\$51,749.84	\$53,109.90	\$1,360.06
KOF	14	\$185,428.18	\$186,718.31	\$1,290.13
CASITA	13	\$11.12	\$11.12	\$0.00
ACTINVER	12	\$1,200.26	\$1,203.62	\$3.36
BARCLAY	12	\$42,948,235.40	\$43,023,969.83	\$75,734.43
CABEI	12	\$2,554,214.51	\$2,578,805.72	\$24,591.21
COLT	12	\$6,652.56	\$6,901.15	\$248.59
CREAL	12	\$1,143.30	\$1,145.66	\$2.36
METROCB	12	\$312.58	\$312.74	\$0.16
BAC	11	\$1,423,947.84	\$1,434,314.67	\$10,366.83
BANKAME	11	\$4,768,453.82	\$4,854,622.89	\$86,169.07
BMIFEL	11	\$1,001.07	\$1,002.66	\$1.59
BNY	11	\$1,677.32	\$1,692.14	\$14.82
FEMSA	11	\$168,969.95	\$170,345.94	\$1,375.99
ABREGIO	10	\$999.61	\$1,000.49	\$0.88
BIMBO	10	\$109,360.08	\$110,763.61	\$1,403.53
BNTN	10	\$38,093.28	\$38,093.28	\$0.00
COMERCI	10	\$120,643.12	\$120,643.18	\$0.05
FORD	10	\$998.97	\$1,000.11	\$1.14
KIMBER	10	\$1,085.47	\$1,094.35	\$8.88
MERRILL	10	\$10,607,914.85	\$10,769,056.24	\$161,141.40
MEX	10	\$192,016.12	\$197,576.15	\$5,560.03
TELMEX	10	\$177,207.72	\$181,547.05	\$4,339.33
VITRO	10	\$125,268.90	\$125,553.14	\$284.24
AFIRALM	9	\$900.08	\$907.27	\$7.18
BANAMEX	9	\$49,024.29	\$49,026.97	\$2.67
BX	9	\$9,010.69	\$9,066.86	\$56.16
CIBANCO	9	\$6,768.30	\$6,873.81	\$105.50
CITIMEX	9	\$1,322.57	\$1,324.35	\$1.78
FACTOR	9	\$799.98	\$801.53	\$1.55
NAVISTS	9	\$899.97	\$902.51	\$2.55
PE&OLES	9	\$68,210.08	\$70,273.32	\$2,063.24
SF	9	\$2,038,558.14	\$2,059,855.65	\$21,297.51
CHIL	8	\$124,839.16	\$126,096.50	\$1,257.34

Emisor	Número de serie	Precio Limpio	Precio Sucio	Intereses
CINMOBI	8	\$0.00	\$0.00	\$0.00
CITIGROUP	8	\$144,706.10	\$146,513.21	\$1,807.11
FAMACB	8	\$31,002.94	\$31,235.21	\$232.27
GFAMSA	8	\$713.92	\$714.79	\$0.87
METROFI	8	\$124.59	\$125.31	\$0.72
MEXCHEM	8	\$104,553.48	\$106,333.18	\$1,779.70
TBOND	8	\$17,851.36	\$18,080.76	\$229.40
TELEB	8	\$145,869.12	\$147,124.54	\$1,255.42
URBI	8	\$1,040.41	\$1,040.41	\$0.00
VENEZUELA	8	\$42,734.20	\$45,329.78	\$2,595.57
BANSI	7	\$600.99	\$602.22	\$1.24
CII	7	\$6,921.43	\$7,046.58	\$125.15
DEUTSCHEM	7	\$1,840.92	\$1,874.52	\$33.60
LIVEPOL	7	\$1,395.29	\$1,404.41	\$9.12
MS	7	\$4,071,312.00	\$4,139,841.72	\$68,529.73
PCARFM	7	\$699.20	\$699.52	\$0.32
SGMEX	7	\$10,575.76	\$10,599.37	\$23.61
TOYOTA	7	\$54,691.76	\$54,974.51	\$282.76
AFIRMAR	6	\$600.21	\$604.47	\$4.25
AXTEL	6	\$103,286.31	\$106,178.85	\$2,892.55
BBVA	6	\$110,457.03	\$111,947.51	\$1,490.48
BIMB	6	\$94,618.68	\$94,710.56	\$91.88
DEUTCHEL	6	\$1,900,580.54	\$1,900,580.54	\$0.00
FRTR	6	\$147.04	\$149.20	\$2.17

### 3.3.2 Escenarios paramétricos

Los estimadores muestrales para la distribución de las Tasas de Rendimientos ( $R$ ) usualmente se estiman con base en cierta información de periodos previos, suponiendo que todas las observaciones son idénticas e independientemente distribuidas (iid). Si  $T$  es el número de observaciones entonces los primeros momentos de la distribución pueden ser estimados de la siguiente manera:

- *Esperanza.* El valor esperado o primer momento puede ser estimado por la media muestral, es decir:

$$\mu = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T Ri,$$

$Y$  representa el rendimiento del portafolio en el tiempo  $i$  para  $i = 1, \dots, T$ .

- *Varianza*. La varianza o segundo momento, puede ser estimada por la varianza muestral, es decir

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

donde  $\mu$  es la media muestral de los rendimientos,

La raíz cuadrada de  $\sigma^2$  es la desviación estándar de  $R$ , frecuentemente llamada volatilidad, mide el riesgo como la dispersión de los resultados alrededor de su valor esperado.

Usualmente la media de los rendimientos diarios es muy pequeña. Suponiendo que ésta es igual a cero y una muestra relativamente grande, es común representar la ecuación anterior como:

$$\mu = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T R_i^2,$$

Los parámetros a considerar para el cálculo del VaR absoluto son el monto y la tasa. Para este fin, se obtiene la media, varianza y desviación estándar de la tasa  $R$  con el propósito de obtener el VaR absoluto considerando un cuantil del 95%. En el cuadro 3.2 se muestran los resultados de los parámetros muestrales de la tasa de rendimiento  $R$  para el portafolio.

Cuadro 3.2  
**Cartera de inversión**

Promedio $R$	1.21056818
Varianza $R$	0.16620258
Desviación Estándar $R$	0.4076795

Sea  $R$  la tasa de rendimiento de la cartera y  $W_0$  el valor inicial de la cartera. Entonces para calcular  $W$  que será valor del portafolio al final del periodo se utiliza la siguiente fórmula:

$$W_0(1+R)$$

Sea  $R^*$  una tasa necesaria para sacar el nivel más bajo del portafolio con la fórmula:

$$R^* = \mu + \sigma^2 * k$$

donde

$\mu$  : media

$\sigma^2$  : varianza

$k$ : uantil

Dando como resultado que  $R^* = 0.047011557$ .

Posteriormente se obtendrá  $W^*$  que es el nivel más bajo del portafolio con la fórmula:  $W_0(1+R^*)$

### 3.3.3 Estimación de la pérdida esperada

La pérdida esperada está definida como el monto de capital que podría perder el IMSS en este caso hipotético. Se utiliza la metodología del VaR absoluto. En el cuadro 3.3 se expresa el VaR como la pérdida absoluta en unidades monetarias, es decir, relacionada a cero, o sin referencia al valor esperado, la medida es.

Cuadro 3.3  
Estimación del VaR Absoluto en el portafolio de inversión

	W0	W	W*	VaR Relativo	VaR Absoluto
AAV	43,798.55	45,464.88	56,189.45	-10,724.57	10,724.57
ABN	167.94	194.89	215.45	-20.56	20.56
ABNGOA	372.24	372.24	477.55	-105.31	105.31
ABREGIO	899.56	955.06	1,154.05	-198.99	198.99
AC	393.62	416.13	504.98	-88.85	88.85
ACTINVER	1,998.52	2,136.50	2,563.91	-427.41	427.41
ACTINVR	391.46	409.54	502.21	-92.67	92.67
AERMXCB	182.03	195.29	233.53	-38.25	38.25
AEROD	49,800.01	53,277.56	63,888.76	-10,611.20	10,611.20

	W0	W	W*	VaR Relativo	VaR Absoluto
AFBNT	199.97	211.99	256.55	-44.56	44.56
AFIRALM	897.33	953.83	1,151.19	-197.36	197.36
AFIRMAR	99.88	106.11	128.14	-22.03	22.03
AFIRME	1.00	1.06	1.28	-0.22	0.22
AGSACB	191.06	224.32	245.12	-20.79	20.79
AHMSA	9,282.20	9,282.20	11,908.19	-2,625.99	2,625.99
ALFA	82,559.97	87,467.01	105,916.73	-18,449.72	18,449.72
ALFAD	41,243.89	43,513.64	52,912.06	-9,398.41	9,398.41
ALPE	42,723.88	44,748.83	54,810.75	-10,061.92	10,061.92
ALPEK	41,338.00	43,181.49	53,032.79	-9,851.30	9,851.30
ALPHA	99.98	107.84	128.27	-20.43	20.43
ALSEA	250.70	264.72	321.62	-56.90	56.90
AMCCB	675.15	709.93	866.16	-156.22	156.22
AMERICA	3,700.31	3,782.14	4,747.15	-965.02	965.02
AMEXB	99.93	106.47	128.20	-21.73	21.73
AMX	917,837.68	955,542.80	1,177,500.04	-221,957.24	221,957.24
AR	24,752.52	24,752.52	31,755.17	-7,002.65	7,002.65
ARCA	99.54	107.38	127.70	-20.32	20.32
ARCE	43,523.18	44,466.66	55,836.18	-11,369.52	11,369.52
ARCONCB	95.66	104.77	122.72	-17.96	17.96
ARG	110.60	113.74	141.89	-28.15	28.15
ARGCB	19.24	20.76	24.69	-3.93	3.93
ARGEK09	25.60	25.60	32.85	-7.24	7.24
ARGEL81	61.89	61.89	79.40	-17.51	17.51
ARGLCCB	100.00	108.06	128.29	-20.23	20.23
ARRENCB	199.90	215.96	256.46	-40.50	40.50
ATLANTI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AUTLAN	15.05	15.05	19.31	-4.26	4.26
AUTOCB	75.34	81.38	96.66	-15.28	15.28
AXO	291.57	316.43	374.06	-57.62	57.62
BAC	1,284,892.60	1,323,584.62	1,648,397.23	-324,812.61	324,812.61
BACHOCO	2,207.37	2,241.36	2,831.85	-590.49	590.49
BACMEXT	53,817.49	57,873.86	69,042.81	-11,168.95	11,168.95
BACOMER	294,625.07	298,687.42	377,976.45	-79,289.03	79,289.03
BACTIN	1,843.61	1,954.60	2,365.18	-410.58	410.58
BAFIRME	99.99	108.90	128.28	-19.38	19.38

	W0	W	W*	VaR Relativo	VaR Absoluto
BAINDUS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BAM	105.97	112.41	135.95	-23.54	23.54
BANAMEX	53,944.11	55,851.84	69,205.26	-13,353.41	13,353.41
BANB	43,296.28	46,871.93	55,545.09	-8,673.15	8,673.15
BANBR	43,892.86	45,546.35	56,310.45	-10,764.10	10,764.10
BANCEN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BANK	216,158.62	220,444.27	277,311.33	-56,867.06	56,867.06
BANKAME	4,905,427.46	5,042,117.94	6,293,205.41	-1,251,087.47	1,251,087.47
BANOBRA	32,523.07	37,238.41	41,724.07	-4,485.66	4,485.66
BANORTE	1,460.27	1,499.20	1,873.39	-374.19	374.19
BANSAN	86,306.92	90,210.77	110,723.73	-20,512.95	20,512.95
BANSI	2.00	2.11	2.56	-0.45	0.45
BANXICO	23,657.90	25,481.11	30,350.87	-4,869.76	4,869.76
BARCLAY	45,361,877.87	47,428,045.12	58,195,053.87	-10,767,008.75	10,767,008.75
BAZTECA	99.98	107.59	128.27	-20.68	20.68
BBAJIO	97.91	104.77	125.61	-20.84	20.84
BBASE	1,215.90	1,291.28	1,559.88	-268.60	268.60
BBV	279.29	279.29	358.30	-79.01	79.01
BBVA	128,705.74	135,526.31	165,117.44	-29,591.13	29,591.13
BBVAK	41,756.99	43,501.66	53,570.31	-10,068.65	10,068.65
BBVAR	8,622,876.15	9,363,320.54	11,062,344.98	-1,699,024.44	1,699,024.44
BBVAUS	40,944.79	41,724.00	52,528.35	-10,804.34	10,804.34
BCI	4,167.60	4,167.60	5,346.64	-1,179.04	1,179.04
BCOBX+	305.46	329.77	391.88	-62.11	62.11
BCOPAN	86,048.12	89,899.19	110,391.71	-20,492.52	20,492.52
BEAR	1,004,505.94	1,076,247.82	1,288,687.33	-212,439.50	212,439.50
BELGIUM	71,862.87	72,621.98	92,193.35	-19,571.36	19,571.36
BEVIDES	23.89	23.89	30.64	-6.76	6.76
BIM	100.00	107.36	128.29	-20.93	20.93
BIMB	116,706.95	122,494.50	149,724.12	-27,229.61	27,229.61
BIMBO	130,574.69	135,785.82	167,515.13	-31,729.31	31,729.31
BINB	40,406.01	42,205.09	51,837.14	-9,632.05	9,632.05
BINBUR	1,127.32	1,205.93	1,446.24	-240.31	240.31
BINTER	10,633.71	11,338.19	13,642.06	-2,303.87	2,303.87
BINVEST	302.98	322.03	388.69	-66.66	66.66
BINVEX	5,458.02	5,932.89	7,002.14	-1,069.25	1,069.25

	W0	W	W*	VaR Relativo	VaR Absoluto
BLADEX	200.05	213.20	256.64	-43.44	43.44
BMERCB	49.96	53.93	64.09	-10.16	10.16
BMG	41,950.36	44,720.21	53,818.40	-9,098.19	9,098.19
BMIFEL	199.99	213.39	256.57	-43.18	43.18
BMONEX	68,809.66	68,890.75	88,276.37	-19,385.61	19,385.61
BMULTIV	5,428.89	5,767.14	6,964.76	-1,197.62	1,197.62
BNDE	44,010.24	45,602.75	56,461.03	-10,858.28	10,858.28
BNP	111,034.19	113,045.29	142,446.50	-29,401.21	29,401.21
BNPPPF	199.87	213.00	256.41	-43.41	43.41
BNTN	6,630.41	-6,354.05	8,506.19	-14,860.25	14,860.25
BNY	1,600.69	1,702.40	2,053.53	-351.13	351.13
BOFA	23.60	26.19	30.28	-4.09	4.09
BOI	115,608.32	123,178.18	148,314.68	-25,136.50	25,136.50
BOIENG	63,858.45	66,309.93	81,924.42	-15,614.50	15,614.50
BRANCH	175,496.78	181,717.49	225,145.99	-43,428.50	43,428.50
BRAS	83,789.00	88,851.58	107,493.46	-18,641.88	18,641.88
BRASIL	544,114.21	570,583.67	698,047.73	-127,464.06	127,464.06
BRAZU	36,811.54	38,542.23	47,225.76	-8,683.53	8,683.53
BREMSR	100.00	105.75	128.29	-22.54	22.54
BSCTIA	7,070.19	7,284.62	9,070.39	-1,785.78	1,785.78
BT	2,783.93	3,041.50	3,571.52	-530.02	530.02
BUNDES	48,799.50	48,799.50	62,605.20	-13,805.70	13,805.70
BX	13,110.82	14,055.06	16,819.96	-2,764.90	2,764.90
C	10,726.09	10,726.09	13,760.57	-3,034.48	3,034.48
CABEI	2,542,898.74	2,653,416.65	3,262,301.65	-608,885.01	608,885.01
CACI	3,117,009.30	3,236,079.06	3,998,831.90	-762,752.84	762,752.84
CADU	164.07	173.65	210.48	-36.83	36.83
CAF	559.30	580.66	717.53	-136.86	136.86
CAISSE	1,001.54	1,071.45	1,284.88	-213.43	213.43
CALYON	1,009,127.12	1,080,169.67	1,294,615.88	-214,446.20	214,446.20
CAMESA	200.25	215.90	256.90	-41.00	41.00
CAMSCB	597.52	625.81	766.56	-140.75	140.75
CAMSSCB	927.13	956.08	1,189.42	-233.35	233.35
CASITA	11.12	11.12	14.27	-3.15	3.15
CATFIN	99.90	106.32	128.17	-21.85	21.85
CBA	40,493.47	43,002.27	51,949.34	-8,947.07	8,947.07

	W0	W	W*	VaR Relativo	VaR Absoluto
CEMED	42,509.02	44,840.35	54,535.10	-9,694.75	9,694.75
CEMEX	415,742.19	438,351.57	533,358.42	-95,006.85	95,006.85
CEMEX4	36,505.07	38,756.12	46,832.59	-8,076.47	8,076.47
CEOAA	41,513.54	43,824.47	53,257.99	-9,433.52	9,433.52
CEOAA82	41,675.20	43,996.94	53,465.39	-9,468.45	9,468.45
CETCX	1,009,384.23	1,102,959.61	1,294,945.72	-191,986.11	191,986.11
CFATLAS	99.98	108.89	128.27	-19.38	19.38
CFCREDI	296.95	315.32	380.96	-65.64	65.64
CFE	326,298.90	345,512.66	418,611.02	-73,098.37	73,098.37
CHDRAUI	37.12	37.12	47.62	-10.50	10.50
CHICB	81.96	88.43	105.15	-16.72	16.72
CHIHCB	804.17	863.43	1,031.68	-168.24	168.24
CHIL	121,317.43	125,078.38	155,638.94	-30,560.56	30,560.56
CHILE	317,511.82	328,427.96	407,338.02	-78,910.06	78,910.06
CHILV04	43,599.50	44,568.01	55,934.09	-11,366.07	11,366.07
CIBANCO	7,499.85	7,985.61	9,621.60	-1,635.99	1,635.99
CIE	117.50	122.30	150.75	-28.45	28.45
CII	7,569.22	8,301.73	9,710.60	-1,408.87	1,408.87
CINMOBI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CITIGROUP	85,265.14	86,631.45	109,387.21	-22,755.76	22,755.76
CITIMEX	666.99	680.97	855.69	-174.72	174.72
CLOVE	5,290,152.58	5,536,976.74	6,786,771.82	-1,249,795.08	1,249,795.08
COBR	1,650.17	1,650.17	2,117.01	-466.84	466.84
CODELCO	83,915.04	87,492.23	107,655.17	-20,162.94	20,162.94
COLA	83,126.59	84,765.82	106,643.66	-21,877.84	21,877.84
COLLAD	92.00	101.76	118.03	-16.27	16.27
COLO	511,692.06	531,517.67	656,453.14	-124,935.47	124,935.47
COMERCI	120,661.14	120,661.14	154,796.97	-34,135.84	34,135.84
COMPART	592.69	634.02	760.36	-126.34	126.34
CONM	10,997.26	11,663.86	14,108.46	-2,444.60	2,444.60
CONMEX	95.92	102.92	123.05	-20.13	20.13
CORP	88,071.74	90,530.71	112,987.82	-22,457.11	22,457.11
CPEXACB	1,075.22	1,106.19	1,379.41	-273.22	273.22
CREA	43,007.50	45,339.04	55,174.61	-9,835.58	9,835.58
CREAL	51,755.27	55,137.12	66,397.18	-11,260.07	11,260.07
CRED	40,339.56	43,065.88	51,751.89	-8,686.01	8,686.01

	<b>W0</b>	<b>W</b>	<b>W*</b>	<b>VaR Relativo</b>	<b>VaR Absoluto</b>
CREDICB	51.77	56.23	66.42	-10.19	10.19
CREDIT	41,295.45	41,797.96	52,978.21	-11,180.25	11,180.25
CREMI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CREYCA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CREYCB	94.40	94.40	121.11	-26.71	26.71
CS	590.35	590.35	757.36	-167.01	167.01
CSBANCO	1,770.95	1,890.80	2,271.96	-381.16	381.16
CSNA	20,859.15	23,828.79	26,760.35	-2,931.56	2,931.56
CULTIBA	119.00	123.14	152.67	-29.52	29.52
DAIMLER	63,310.19	67,120.20	81,221.07	-14,100.86	14,100.86
DALTOCB	99.97	107.73	128.26	-20.53	20.53
DANHOS	222.49	234.32	285.44	-51.12	51.12
DBR	1,710,365.65	1,715,945.44	2,194,239.43	-478,293.98	478,293.98
DBR358	95,727.06	95,727.06	122,808.88	-27,081.82	27,081.82
DEPOFIN	100.00	108.41	128.29	-19.88	19.88
DEUTHEL	1,945,236.48	2,066,517.52	2,495,556.78	-429,039.26	429,039.26
DEUTSCHE	7,552,160.84	8,147,161.51	9,688,717.21	-1,541,555.69	1,541,555.69
DEUTSCHEA	46,787.42	47,191.07	60,023.89	-12,832.82	12,832.82
DEUTSCHEM	1,823.10	1,970.15	2,338.87	-368.71	368.71
DHIC	100.01	107.67	128.30	-20.63	20.63
DINA	7,995.21	7,995.21	10,257.11	-2,261.90	2,261.90
DINEXCB	194.06	212.62	248.96	-36.34	36.34
DMXI	85.21	95.10	109.32	-14.22	14.22
DOCUFOR	549.96	595.66	705.55	-109.89	109.89
DOIHICB	88.07	96.95	112.99	-16.04	16.04
DOIXCB	573.52	613.78	735.77	-121.99	121.99
DURANGO	16,914.22	16,914.22	21,699.37	-4,785.15	4,785.15
ECREDCB	99.95	108.58	128.23	-19.64	19.64
EDONL	94.43	102.21	121.15	-18.94	18.94
ELEKTRA	42,499.73	45,260.27	54,523.19	-9,262.92	9,262.92
ELEM	21.96	21.96	28.17	-6.21	6.21
ELMT	40,291.60	42,528.43	51,690.37	-9,161.94	9,161.94
EMPAQ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EXITUCB	100.00	108.01	128.29	-20.28	20.28
EXPORT	1,009,049.65	1,083,416.61	1,294,516.49	-211,099.88	211,099.88
FACILSA	493.78	527.97	633.47	-105.51	105.51

	W0	W	W*	VaR Relativo	VaR Absoluto
FACTOR	899.93	967.61	1,154.52	-186.91	186.91
FAMACB	29,097.31	32,589.60	37,329.13	-4,739.53	4,739.53
FANNIE	54,805.35	56,473.64	70,310.15	-13,836.52	13,836.52
FEFA	3,383.88	3,600.19	4,341.21	-741.01	741.01
FEMSA	205,372.81	209,738.73	263,474.14	-53,735.41	53,735.41
FER	39,024.95	41,678.09	50,065.36	-8,387.27	8,387.27
FERROMX	297.60	321.98	381.79	-59.81	59.81
FHIPO	316.79	334.58	406.42	-71.84	71.84
FICRCB	107.87	123.79	138.39	-14.60	14.60
FIDEP	100.29	107.93	128.66	-20.73	20.73
FINAE	58.10	62.89	74.53	-11.64	11.64
FINDEP	40,948.27	43,088.89	52,532.81	-9,443.93	9,443.93
FINDETER	25,965.34	28,273.68	33,311.10	-5,037.42	5,037.42
FINH	99.15	110.70	127.20	-16.50	16.50
FINN	110.74	114.82	142.07	-27.24	27.24
FINTECB	171.90	186.91	220.54	-33.63	33.63
FIRPO	430.55	471.80	552.35	-80.55	80.55
FMCYDCB	99.92	108.60	128.19	-19.58	19.58
FNACTIV	44.00	47.74	56.45	-8.70	8.70
FONACOT	399.82	425.35	512.93	-87.59	87.59
FORD	898.53	959.06	1,152.73	-193.66	193.66
FRESA61	43,334.79	45,342.64	55,594.48	-10,251.84	10,251.84
FRTR	168.94	170.48	216.74	-46.26	46.26
FSHOP	112.63	116.61	144.49	-27.88	27.88
FUNO	119,325.79	126,610.75	153,083.85	-26,473.10	26,473.10
FUTILCB	199.86	215.97	256.40	-40.43	40.43
GAP	3,863.74	4,005.66	4,956.81	-951.15	951.15
GASN	292.37	315.65	375.08	-59.43	59.43
GBM	414.93	436.73	532.31	-95.58	95.58
GCARSO	515.40	523.40	661.21	-137.81	137.81
GCC	68.40	68.40	87.75	-19.35	19.35
GCDMXCB	99.99	106.52	128.28	-21.76	21.76
GDFECB	465.07	501.25	596.64	-95.38	95.38
GDINIZ	200.32	217.57	256.99	-39.42	39.42
GE	1,078,288.33	1,125,263.95	1,383,343.25	-258,079.30	258,079.30
GENERAL	351,245.52	370,450.66	450,615.20	-80,164.55	80,164.55

	W0	W	W*	VaR Relativo	VaR Absoluto
GEO	648.06	648.06	831.40	-183.34	183.34
GFAMSA	1,006.28	1,089.44	1,290.97	-201.53	201.53
GFBB	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GFBITAL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GFINTER	81.41	81.41	104.44	-23.03	23.03
GFMEGA	399.98	432.72	513.14	-80.42	80.42
GGB	573.64	615.73	735.93	-120.20	120.20
GGCA	43,316.91	46,055.71	55,571.55	-9,515.84	9,515.84
GHO	91.76	101.71	117.72	-16.01	16.01
GICSA	809.52	859.59	1,038.54	-178.95	178.95
GISSA	35.99	35.99	46.17	-10.18	10.18
GMAC	130.63	140.04	167.58	-27.54	27.54
GMFIN	299.92	319.92	384.77	-64.85	64.85
GOLDMAN	8,487,578.25	8,785,701.08	10,888,770.41	-2,103,069.32	2,103,069.32
GPROFUT	165.88	172.98	212.80	-39.83	39.83
GRUMA	51,361.48	54,541.97	65,891.98	-11,350.01	11,350.01
HBOSCAP	41,866.57	44,688.12	53,710.90	-9,022.78	9,022.78
HELLENIC	29.03	31.21	37.25	-6.04	6.04
HERDEZ	393.21	416.27	504.45	-88.18	88.18
HOGAR	3.05	3.05	3.91	-0.86	0.86
HOLCIM	296.93	318.07	380.93	-62.86	62.86
HOME63	206.27	206.27	264.63	-58.36	58.36
HOMEX	323.97	323.97	415.62	-91.65	91.65
HSBC	118,621.97	123,471.04	152,180.91	-28,709.87	28,709.87
IASASA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IBDROLA	102.90	111.33	132.01	-20.68	20.68
ICA	15,470.33	15,470.33	19,846.98	-4,376.66	4,376.66
ICAS	8,199.27	8,199.27	10,518.90	-2,319.63	2,319.63
IDEAL	27.80	27.80	35.66	-7.86	7.86
IDESA	37,378.37	41,434.04	47,952.96	-6,518.91	6,518.91
IENOVA	280.83	294.61	360.28	-65.68	65.68
IJETCB	178.51	193.27	229.01	-35.74	35.74
INBUR	1,059.32	1,121.13	1,359.00	-237.87	237.87
INBURSA	4,010.99	4,218.84	5,145.72	-926.88	926.88
INCARSO	309.01	326.00	396.44	-70.43	70.43
INGBANK	668,101.23	712,052.98	857,111.50	-145,058.52	145,058.52

	<b>W0</b>	<b>W</b>	<b>W*</b>	<b>VaR Relativo</b>	<b>VaR Absoluto</b>
INTENAL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
INTERBA	20,725.74	21,087.23	26,589.19	-5,501.96	5,501.96
INVXCT	355.95	374.30	456.65	-82.34	82.34
ION	99.98	109.19	128.27	-19.08	19.08
ITUAU	43,750.08	45,591.92	56,127.27	-10,535.35	10,535.35
IUSA	1,902.75	1,902.75	2,441.05	-538.30	538.30
IUSACEL	55.32	55.32	70.96	-15.65	15.65
IXE	95,297.20	99,804.47	122,257.41	-22,452.94	22,452.94
JAVER	42,698.10	46,483.00	54,777.67	-8,294.67	8,294.67
JPM	9,355,362.38	9,665,982.40	12,002,056.43	-2,336,074.03	2,336,074.03
JPMORGA	84,860.93	94,586.77	108,868.65	-14,281.88	14,281.88
KAUPTHING	5,000.00	5,000.00	6,414.53	-1,414.53	1,414.53
KIMBER	938.45	976.35	1,203.95	-227.59	227.59
KOF	221,191.84	227,613.65	283,768.48	-56,154.84	56,154.84
KREA	97.55	113.32	125.14	-11.82	11.82
KUO	42,191.41	43,846.12	54,127.64	-10,281.52	10,281.52
LAB	314.53	333.64	403.52	-69.88	69.88
LAMOSA	39.59	39.59	50.79	-11.20	11.20
LINGO	100.00	108.86	128.29	-19.43	19.43
LIPSCB	1,255.86	1,294.91	1,611.15	-316.23	316.23
LIV	39,436.44	41,263.09	50,593.27	-9,330.18	9,330.18
LIVEPOL	1,284.77	1,346.19	1,648.24	-302.05	302.05
LPSL	1,056.88	1,114.32	1,355.88	-241.55	241.55
LSCIENT	298.96	332.18	383.54	-51.36	51.36
MABE	89,392.69	93,570.05	114,682.48	-21,112.43	21,112.43
MASCB	99.96	107.92	128.24	-20.32	20.32
MAXCOM	40.82	45.77	52.37	-6.60	6.60
MERCFCB	130.97	141.24	168.02	-26.78	26.78
MERCFIN	799.94	866.17	1,026.25	-160.08	160.08
MERRILL	8,003,378.62	8,570,262.62	10,267,587.49	-1,697,324.87	1,697,324.87
METALSA	39,552.46	41,800.99	50,742.12	-8,941.13	8,941.13
METLA	39,552.46	41,800.99	50,742.12	-8,941.13	8,941.13
METRO	0.15	0.15	0.19	-0.04	0.04
METROCB	230.44	234.68	295.63	-60.94	60.94
METROFI	137.09	148.37	175.87	-27.50	27.50
MEX	259,956.45	269,922.65	333,499.85	-63,577.20	63,577.20

	<b>W0</b>	<b>W</b>	<b>W*</b>	<b>VaR Relativo</b>	<b>VaR Absoluto</b>
MEXB32	82,838.43	86,094.96	106,273.98	-20,179.02	20,179.02
MEXCHEM	122,935.60	130,007.05	157,714.90	-27,707.86	27,707.86
MEXGA	37,836.95	40,020.29	48,541.27	-8,520.98	8,520.98
MEXW87	36,477,096.89	36,732,589.78	46,796,709.45	-10,064,119.67	10,064,119.67
MFRISCO	114.20	118.63	146.50	-27.88	27.88
MICHCB	433.67	458.91	556.36	-97.45	97.45
MIFE	46,813.20	49,958.88	60,056.97	-10,098.09	10,098.09
MINOSA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MINSA	13.83	13.83	17.74	-3.91	3.91
MN127CB	4,987.78	5,401.69	6,398.85	-997.16	997.16
MN150CB	992.40	1,083.50	1,273.16	-189.65	189.65
MOLYMET	284.17	307.28	364.56	-57.28	57.28
MONEX	168.31	174.41	215.92	-41.51	41.51
MONTPIO	300.31	323.29	385.27	-61.98	61.98
MORGAN	6,183,667.65	6,340,577.83	7,933,068.23	-1,592,490.40	1,592,490.40
MS	2,981,373.17	3,096,856.66	3,824,823.41	-727,966.75	727,966.75
MULTIVA	300.00	323.82	384.87	-61.05	61.05
MXCH	42,739.35	44,517.31	54,830.60	-10,313.29	10,313.29
NAFINSA	164,788.66	169,470.76	211,408.46	-41,937.70	41,937.70
NAFR	661.06	708.03	848.07	-140.04	140.04
NALCO	81,085.13	84,827.32	104,024.65	-19,197.33	19,197.33
NAVIS	180.52	194.16	231.59	-37.43	37.43
NAVISTS	1,199.89	1,300.75	1,539.34	-238.60	238.60
NBD	51,990.28	54,226.47	66,698.67	-12,472.20	12,472.20
NEMAK	18.52	18.52	23.76	-5.24	5.24
NETHER	69.56	70.09	89.24	-19.14	19.14
NIHD	10,365.12	10,365.12	13,297.48	-2,932.36	2,932.36
NOMU329	1,008,634.16	1,100,722.92	1,293,983.45	-193,260.53	193,260.53
NOMU499	998,649.02	1,088,877.87	1,281,173.45	-192,295.58	192,295.58
NOMU924	411,565.21	448,731.13	527,999.74	-79,268.61	79,268.61
NOMURA	791,974.78	870,316.55	1,016,029.70	-145,713.15	145,713.15
NRW	91,175.44	99,207.99	116,969.57	-17,761.58	17,761.58
OAXACA	169.69	184.10	217.70	-33.59	33.59
OAXCB	438.68	464.60	562.78	-98.18	98.18
ODHGA	18,228.99	25,010.25	23,386.10	1,624.15	1,624.15
OFDMA	44,357.63	46,419.33	56,906.70	-10,487.37	10,487.37

	W0	W	W*	VaR Relativo	VaR Absoluto
OMA	1,697.33	1,755.87	2,177.52	-421.64	421.64
OPI	581.03	618.20	745.41	-127.21	127.21
ORO	21.68	31.51	27.82	3.69	3.69
OSM	772.83	824.97	991.47	-166.50	166.50
PAMMCB	543.44	575.34	697.19	-121.84	121.84
PAMMS	738.66	793.24	947.63	-154.38	154.38
PAQPCB	90.78	98.52	116.46	-17.94	17.94
PCARFM	199.56	212.21	256.01	-43.81	43.81
PDN	199.97	215.59	256.55	-40.96	40.96
PDVS	7,899.15	10,251.25	10,133.87	117.38	117.38
PE&OLES	88,866.83	92,609.03	114,007.84	-21,398.81	21,398.81
PEMEX	6,043,908.34	6,358,012.37	7,753,770.09	-1,395,757.72	1,395,757.72
PERU	225,179.26	234,093.82	288,883.96	-54,790.14	54,790.14
PETB	39,517.40	42,283.97	50,697.13	-8,413.16	8,413.16
PETROBRAS	446,035.17	468,148.16	572,221.48	-104,073.32	104,073.32
PLANFCB	267.55	289.19	343.25	-54.06	54.06
POSADAS	41,300.20	43,465.13	52,984.30	-9,519.17	9,519.17
PRE	8,247.54	12,945.01	10,580.82	2,364.19	2,364.19
PROIN	171.98	187.76	220.63	-32.87	32.87
PROMEX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PRU	41,924.58	44,584.47	53,785.32	-9,200.85	9,200.85
PXGE091	1,414,950.89	1,479,847.77	1,815,249.88	-335,402.11	335,402.11
PXGE607	996,317.60	1,055,794.28	1,278,182.45	-222,388.17	222,388.17
PXUD161	1,459,769.39	1,507,817.98	1,872,747.83	-364,929.85	364,929.85
RABOBAN	1,000.59	1,072.66	1,283.66	-211.00	211.00
RAG	50,832.83	51,019.25	65,213.77	-14,194.52	14,194.52
RBS	40,604.49	43,376.29	52,091.77	-8,715.48	8,715.48
RCENTRO	200.67	213.66	257.44	-43.78	43.78
RCO	19,653.44	21,447.71	25,213.52	-3,765.81	3,765.81
ROYAL	999,946.75	1,070,217.68	1,282,838.32	-212,620.64	212,620.64
RUBA	99.99	108.60	128.28	-19.68	19.68
SAN	7,687,885.19	8,238,656.74	9,862,838.88	-1,624,182.14	1,624,182.14
SANTCHILE	41,321.86	42,473.94	53,012.08	-10,538.14	10,538.14
SANTINT	3,385,171.97	3,566,398.73	4,342,859.56	-776,460.83	776,460.83
SARE	25.33	25.33	32.50	-7.17	7.17
SCOTIAS	91.34	99.50	117.19	-17.68	17.68

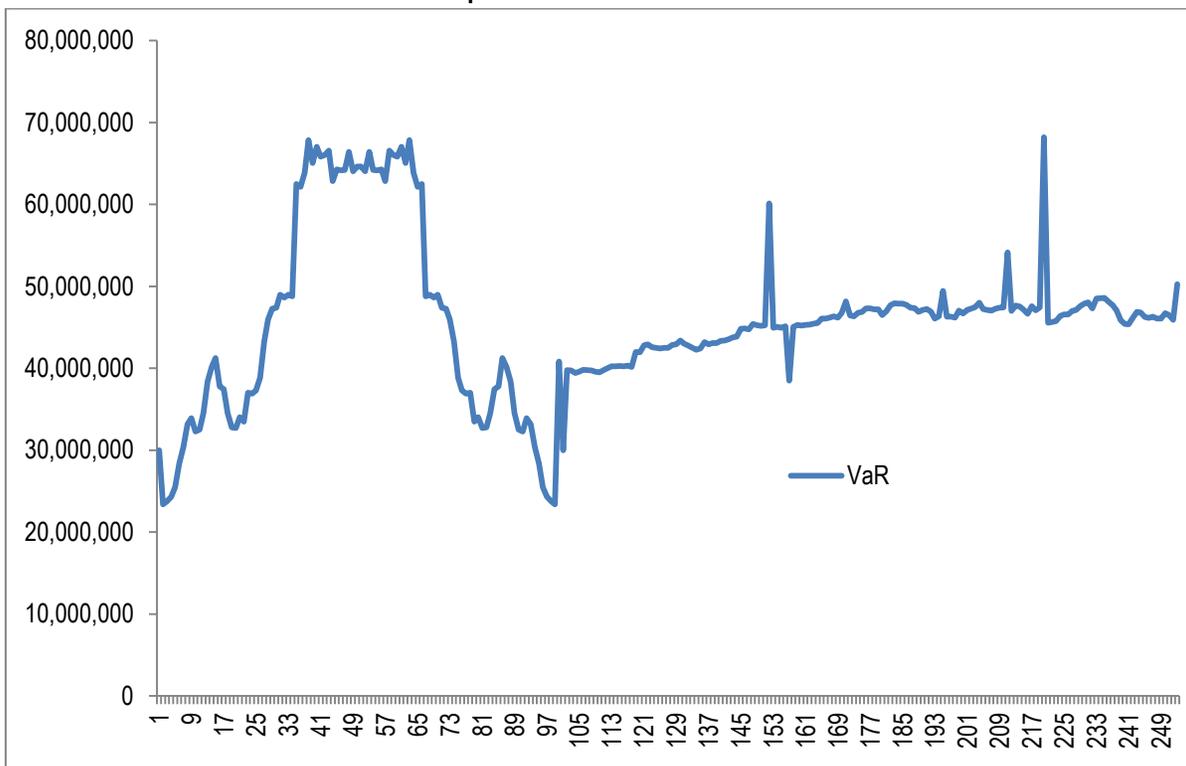
	<b>W0</b>	<b>W</b>	<b>W*</b>	<b>VaR Relativo</b>	<b>VaR Absoluto</b>
SCOTICB	13.77	15.07	17.67	-2.59	2.59
SCRECB	191.94	209.48	246.24	-36.76	36.76
SCRIBE	41,687.37	45,227.58	53,481.00	-8,253.42	8,253.42
SEFIACB	100.00	106.39	128.29	-21.90	21.90
SENDA	199.98	218.20	256.56	-38.36	38.36
SERFIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SF	2,204,361.21	2,219,492.92	2,827,989.61	-608,496.69	608,496.69
SFOMIBU	599.97	637.43	769.70	-132.28	132.28
SFPLUS	80.00	86.45	102.63	-16.18	16.18
SGMEX	12,684.58	13,002.08	16,273.13	-3,271.05	3,271.05
SHF	2,882.30	3,036.87	3,697.73	-660.86	660.86
SIDEK	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SIGMA	89,787.17	92,712.53	115,188.55	-22,476.03	22,476.03
SIGME93	39,309.06	41,178.38	50,429.86	-9,251.48	9,251.48
SILICA	99.61	106.63	127.79	-21.17	21.17
SOCIETE	40,222.85	43,245.53	51,602.15	-8,356.62	8,356.62
SOLIDA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SORIANA	245.04	256.02	314.36	-58.34	58.34
SUAM	41,805.97	43,752.30	53,633.16	-9,880.86	9,880.86
SWEDEN	82,760.21	82,972.82	106,173.62	-23,200.80	23,200.80
TBONA97	4,500.90	4,633.11	5,774.23	-1,141.12	1,141.12
TBOND	20,514.62	21,031.42	26,318.34	-5,286.91	5,286.91
TBOND17	4,254.98	4,308.12	5,458.75	-1,150.63	1,150.63
TBONW27	5,114.88	5,260.91	6,561.91	-1,300.99	1,300.99
TBONX00	5,196.74	5,345.73	6,666.93	-1,321.21	1,321.21
TECRECB	100.02	108.72	128.31	-19.60	19.60
TELEB	128,785.24	131,520.20	165,219.44	-33,699.24	33,699.24
TELECOM	40,105.39	41,696.94	51,451.47	-9,754.52	9,754.52
TELESAU	2,453,362.11	2,459,062.32	3,147,434.51	-688,372.19	688,372.19
TELFIM	99.28	107.52	127.36	-19.84	19.84
TELINT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TELMARNL	12,788.80	18,515.89	16,406.84	2,109.05	2,109.05
TELMEX	89,774.18	92,734.72	115,171.89	-22,437.17	22,437.17
TELVA	35,330.13	37,473.40	45,325.26	-7,851.86	7,851.86
TENIXCB	455.24	479.95	584.04	-104.08	104.08
TERRA	39,670.04	42,064.53	50,892.96	-8,828.43	8,828.43

	W0	W	W*	VaR Relativo	VaR Absoluto
TIEE852	996,241.17	1,013,564.67	1,278,084.40	-264,519.72	264,519.72
TIP	84.12	90.74	107.92	-17.18	17.18
TLEVISA	592,593.59	617,760.69	760,242.24	-142,481.55	142,481.55
TMMCB	111.82	119.87	143.45	-23.58	23.58
TNOT	45,241.03	46,022.04	58,040.02	-12,017.98	12,017.98
TNOTF82	4,128.32	4,210.27	5,296.25	-1,085.98	1,085.98
TNOTH40	4,320.73	4,366.53	5,543.10	-1,176.57	1,176.57
TNOTJ77	4,366.50	4,425.66	5,601.81	-1,176.15	1,176.15
TNOTJ95	4,019.38	4,104.30	5,156.49	-1,052.19	1,052.19
TNOTQ20	4,301.39	4,357.19	5,518.29	-1,161.10	1,161.10
TNOTR22	4,322.67	4,373.00	5,545.58	-1,172.58	1,172.58
TNOTV33	4,061.28	4,144.86	5,210.25	-1,065.38	1,065.38
TNOTY90	4,010.36	4,095.86	5,144.92	-1,049.05	1,049.05
TOYOTA	10,429.80	11,068.27	13,380.46	-2,312.19	2,312.19
TRANSGS	10,352.23	11,055.06	13,280.94	-2,225.88	2,225.88
TREASURY	394,277.92	402,210.07	505,821.76	-103,611.69	103,611.69
TRUSTF	78,182.64	83,488.32	100,301.03	-16,812.71	16,812.71
TUCACCB	106.47	113.78	136.60	-22.81	22.81
TV5	93.85	102.93	120.40	-17.46	17.46
TVAZTCA	69,815.86	80,610.97	89,567.23	-8,956.25	8,956.25
UBS	1,256.70	1,298.29	1,612.23	-313.93	313.93
UDIC310	1,373,934.11	1,457,455.27	1,762,629.18	-305,173.90	305,173.90
UDIGE	1,175,812.57	1,240,405.27	1,508,457.74	-268,052.47	268,052.47
UMS	1,253,772.51	1,299,577.71	1,608,473.06	-308,895.35	308,895.35
UMS14F2	163,892.62	170,509.63	210,258.93	-39,749.31	39,749.31
UMS19F2	89,274.09	91,189.15	114,530.32	-23,341.17	23,341.17
UMS23F	88,819.93	90,441.96	113,947.68	-23,505.72	23,505.72
UMS44F	75,536.44	79,571.81	96,906.20	-17,334.39	17,334.39
UNFINCB	397.71	431.87	510.23	-78.36	78.36
UNICON	38,028.95	41,149.93	48,787.59	-7,637.65	7,637.65
UNIFIN	42,302.58	43,776.89	54,270.26	-10,493.37	10,493.37
UNIRECB	99.99	108.55	128.28	-19.73	19.73
URBI	114.76	114.76	147.23	-32.47	32.47
USTREASURY	208,684.24	211,811.87	267,722.40	-55,910.52	55,910.52
VALARRE	99.78	108.48	128.01	-19.54	19.54
VASCONI	122.30	127.50	156.90	-29.40	29.40

	W0	W	W*	VaR Relativo	VaR Absoluto
VENEZUELA	65,699.36	82,958.45	84,286.14	-1,327.69	1,327.69
VERA	714.08	770.80	916.09	-145.29	145.29
VERTICB	5.34	5.34	6.85	-1.51	1.51
VINTE	126.00	131.11	161.65	-30.54	30.54
VIPESA	230.59	285.89	295.82	-9.93	9.93
VITRO	139,291.36	145,655.89	178,697.81	-33,041.91	33,041.91
VIVACB	100.03	108.32	128.33	-20.01	20.01
VOTO	43,523.18	45,487.43	55,836.18	-10,348.75	10,348.75
VWBANK	99.58	106.18	127.75	-21.57	21.57

<b>Total VaR ABS</b>	<b>50,270,677.40</b>
----------------------	----------------------

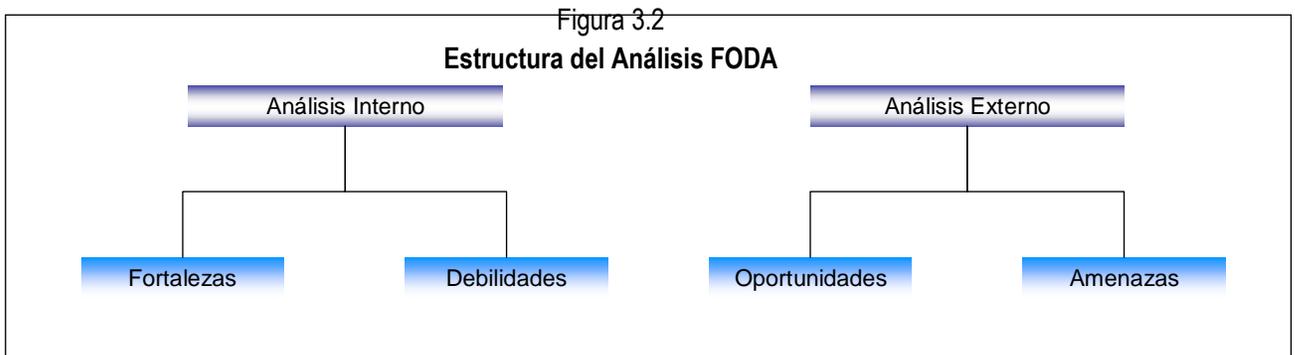
Figura 3.1  
Comportamiento del VaR histórico



### 3.3.4 Discusión del método

El análisis FODA es una herramienta estratégica que permite trabajar con toda la información que posea sobre un negocio o tema de análisis, y sirve para examinar sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, de aquí surge su nombre. Además, esta información permite realizar distintos tipos de estrategias para cubrir puntos débiles y aprovechar al máximo las ventajas que se tienen.

Dicho análisis tiene múltiples aplicaciones, su mayor aplicación es a nivel corporación y en sus diferentes unidades de análisis tales como producto, mercado, producto-mercado, línea de productos, corporación, empresa, división, unidad estratégica de negocios, etcétera. El análisis FODA consta de dos partes: una interna y otra externa, como se muestra en el gráfica 3.2

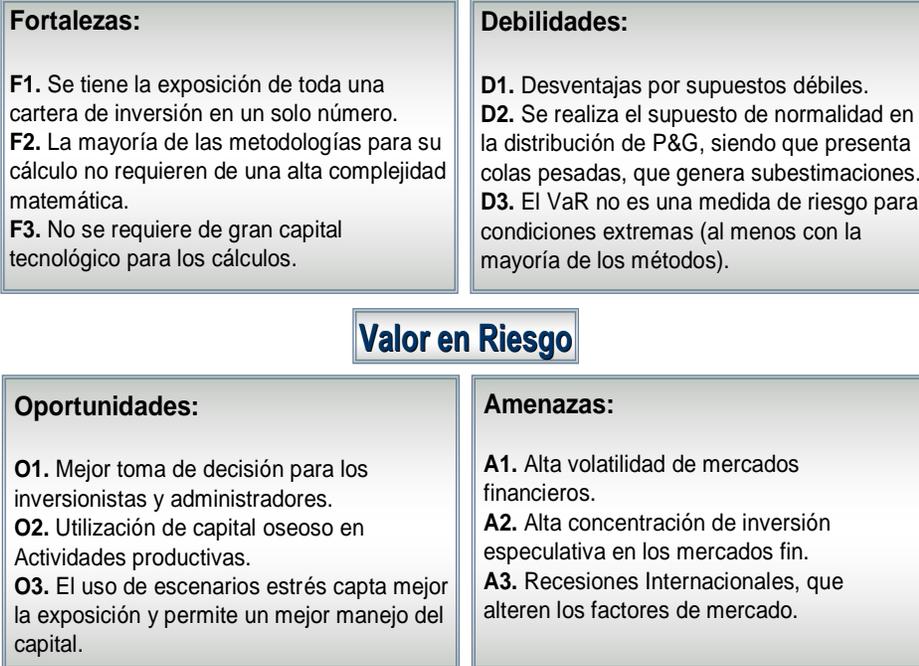


En el presente estudio, el análisis FODA se empleará como herramienta de análisis del Valor en Riesgo (VaR). La técnica empleada para el análisis de los conceptos internos y externos, es a través de los criterios siguientes: 1) Si son internos o externos al VaR y, 2) Si son convenientes o inconvenientes al VaR. Posteriormente se generan los tipos de estrategias siguientes: de fuerzas y debilidades, de debilidades y oportunidades, de fuerzas y amenazas, y de debilidades y amenazas.

Esto con la finalidad de obtener estrategias que permitan un mejor manejo y aprovechamiento de esta medida y saber más de la importancia del VaR en el mundo financiero actual. En la gráfica 3.3 se presentan los resultados del análisis de los conceptos internos y externos del VaR.

Figura 3.3  
Análisis FODA del VaR

## Análisis FODA



### Fortalezas

**F1.** Obtener en un solo número la exposición que presenta una cartera de inversión que puede contener activos con características muy diferentes (bonos de deuda, Instrumentos en distintas monedas de origen, pagarés, derivados, etcétera).

**F2.** La mayoría de las metodologías que se utilizan para realizar los cálculos del VaR no requieren de una alta complejidad matemática, lo cual facilita la medición a las Instituciones.

**F3.** Los recursos tecnológicos que requiere para la estimación del VaR, ya que para realizar los cálculos de la mayoría de las metodologías, no es necesario tener un gran capital tecnológico.

## **Debilidades**

**D1.** Puede presentar desventajas importantes dependiendo de los supuestos que se realicen para su cálculo, y las Instituciones que lo utilizan deben de estar conscientes de ello.

**D2.** En ocasiones, por conveniencia, se hace el supuesto de normalidad en la distribución de pérdidas, ya que existe una fórmula cerrada. Sin embargo, este supuesto generalmente subestima el VaR. Mientras más “pesadas” sean las colas de la distribución de pérdidas, mayor será el error de estimación del VaR.

**D3.** No es una medida de riesgo para condiciones extremas. Hay mucha incertidumbre sobre qué pérdida esperar por encima del nivel de confianza. Es decir, en la práctica, cuando la pérdida observada es mayor que el VaR, lo excede por mucho, pero es difícil saber cuánto más.

## **Oportunidades**

**O1.** Permitir una mejor toma de decisiones para los inversionistas, administradores de riesgos y, por lo tanto, a las Instituciones, a través de conocer en un número toda la exposición de la cartera de inversión que está integrada por activos muy heterogéneos.

**O2.** Conocer la exposición de las inversiones, es la de utilizar capital ocioso en actividades productivas más redituables para las Instituciones.

**O3.** Permitir la medición de la exposición de la cartera de inversión ante escenarios de estrés, lo cual sirve de herramienta ante los constantes cambios y crisis en la economía internacional, ante la suposición de escenarios estrés y el saber la exposición que puede presentar, se puede tener un mejor manejo de capital de las Instituciones.

**Amenazas**

**A1.** Alta volatilidad que tienen los mercados financieros y que repercute en el comportamiento de los factores de riesgo (tasas de interés, curvas, sobretasas, etcétera) para las carteras de inversión.

**A2.** Alta concentración de inversión especulativa que se observa en la actualidad en la economía mundial, lo cual puede generar movimientos muy repentinos y sin precedente en los factores de riesgo y que salen del comportamiento natural de la economía. Esto puede provocar subestimaciones en la exposición de la cartera de inversión.

**A3.** Igualmente, se presentan amenazas por las recesiones que se presentan en la economía internacional, esto debido a que el fenómeno de la globalización hace que una crisis que se presente en un país repercute a nivel mundial, por las relaciones comerciales, y las inversiones de capital internacional, entre otras cosas, que conforman el paradigma de la economía actual. Esto genera cambios inesperados y muy drásticos en los factores de riesgo que afectan las inversiones.

**Estrategias**

En el cuadro 3.4 se muestra la matriz con las distintas estrategias generadas.

Cuadro 3.4  
**Matriz de Estrategias**

		INTERNOS						
		DEBILIDADES			FORTALEZAS			
		D1	D2	D3	F1	F2	F3	
EXTERNAS	AMENAZAS	A1	E 1,E2	E 2,E4	E 2,E4	E 2	E 4	E 4
		A2	E 1,E3	E 2,E3	E 3,E4	E 3	E 3	E 3
		A3	E 1,E5	E 2,E5	E 4,E5	E 5	E 5	E 5
	OPORTUNIDADES	O1	E 1	E 1,E4	E 4	E 1,E4	E 1,E4	E 1,E4
		O2	E 1	E 1	E 4	E 3	E 1,E4	E 1,E2
		O3	E 1,E2	E 1,E2	E 1,E4	E 4	E 1,E2,E4	E 2

Donde:

- E1.** Desarrollo de metodologías con fundamentos matemáticos más sólidos.
- E2.** Escenarios estrés más adecuados y análisis de sensibilidad de la cartera de inversión.
- E3.** Diversificación de carteras de inversión.
- E4.** Desarrollo de metodologías que modelen de mejor forma las condiciones extremas.
- E5.** Alertas tempranas e investigación sobre el comportamiento de los mercados financieros y las variables macroeconómicas.

## CONCLUSIONES

El sistema financiero mundial presenta un gran dinamismo y complejidad, esto debido a factores tales como la globalización, los constantes avances y surgimiento de nuevas tecnologías; así como la constante búsqueda de beneficios por parte de las instituciones financieras. Ante tal escenario, los gobiernos se han visto en la necesidad de generar una cultura de riesgos, a través de normas internacionales, con el objetivo de mitigar los riesgos y evitar desastres financieros que afecten la estabilidad financiera mundial.

Dicha normatividad al parecer queda rezagada ante el acelerado cambio que presentan los mercados financieros, es entonces, que las instituciones financieras deben de tomar el rol como generadoras de una administración integral de riesgos cada vez más óptima. Para ello, las instituciones deberán buscar el continuo desarrollo de herramientas, metodologías y políticas más eficaces, que permitan modelar de manera más real los fenómenos financieros y de esta forma, comprenderlos y tener mayor control sobre estos.

Una de las medidas más utilizadas por las instituciones financieras a nivel mundial para la estimación del riesgo de mercado, es el Valor en Riesgo (VaR), existen varias metodologías para estimarlo, las más usadas son: por simulación histórica, el paramétrico y por simulación Montecarlo.

En este trabajo primeramente se obtuvo VaR con la finalidad de obtener la pérdida esperada para cada uno de los instrumentos de un portafolio, utilizando el método para estimar el valor en riesgo. Dicha medida de riesgo es la más aceptada e indica el peor escenario posible de pérdida bajo ciertas condiciones de aleatoriedad.

Posteriormente, se realizaron estimaciones históricas para meses anteriores al caso práctico. Al analizar los resultados, es este caso, del comparativo histórico a un mismo nivel de confianza del 99%, se observa que se mantiene un comportamiento similar a los resultados obtenidos para diferentes niveles de confianza. Estos resultados corroboran que el VaR absoluto logra una medición más óptima de los datos más extremos de la distribución de pérdidas y ganancias de la cartera de inversión.

Una medida como el VaR es de gran utilidad ya que permite una mejor toma de decisiones, tanto para los administradores de riesgos, en la constitución de reservas preventivas y el seguimiento del riesgo de mercado; así como para los inversionistas y directivos en un mejor manejo del capital de la institución.

En la aplicación de esta metodología se detectaron algunas ventajas y desventajas que son importantes resaltar. Las ventajas es que, por un lado es un método muy fácil de comprender y es ampliamente utilizado por los bancos como técnica de medición o como fuente de datos; además permite la evaluación total del riesgo de una cartera o portafolio.

Por otro lado, las desventajas es que no incorpora los efectos de los ciclos económicos; las correlaciones de la cartera entre la pérdida esperada y la probabilidad de migración son difíciles de estimar, es decir, se tienen que utilizar técnicas estadísticas avanzadas y, además, se presentaron problemas prácticos para estimar el VaR. Es importante destacar que para que el modelo se pueda aplicar con mayor confiabilidad en entidades gubernamentales, será necesario contar con los recursos para obtener dicha información y así analizar el riesgo de su cartera de inversión.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alan. (2010). System-wide PD, LGD and EAD. Financial Stability Institute .
- Banco de México. (2005). Definiciones básicas de riesgos.
- Banco de México. (2005). Duración y Convexidad las Herramientas Tradicionales de Administración de Riesgos.
- Banco de México. (2005). Duración y Convexidad las Herramientas Tradicionales de Administración de Riesgos.
- Benninga, S. (2008). Financial modeling. Cambridge, Massachusetts: MIT.
- Bergen, J. V. (s.f.). Working Through The Efficient Market Hypothesis.
- Bhunia, A. (2011). A study of managing liquidity. Journal of management research .
- Blanchard, O. (2008). Grietas en el sistema. Reparar los daños en la economía mundial. F&D: Finanzas y desarrollo.
- Blanchard, O. (2008). Grietas en el sistema. Reparar los daños en la economía mundial. Finanzas y desarrollo .
- Brunnermeier, M. (2009). Dechipering the liquidity and credit crunch 2007-2008. Journal of economic perspectives .
- Carey, M. (2006). The Risks of financial institutions. Chicago Illinois: University of Chicago.
- Cechetti, S. (2010). Toward a global risk map. BIS Working papers no. 309 .
- D., M. d. (s.f.). La administración integral de riesgos financieros. Serie de documentos de investigación, Universidad Iberoamericana.
- DeMasi, J. (2007). Managing Market Risk in the Investment Portfolio. Investment management .
- Duffie, D. (2007). Innovations in credit risk transfer: implications for financial stability. Stanford University and National Bureau of Economic Research .
- Embrechts, P., Klüppelberg, C. y Mikosch, T. 1997. Modelling Extremal Events for insurance and finance. Springer-Verlag, Berlin.
- Fondo Monetario Internacional. (2010). Global Financial Stability Report. FMI .

- Fullenkamo, C. (2010). Banking regulation: Basel I and II. CEMLA .
- Galati, G. (2011). Macroprudential policy - a literature review. BIS Working Papers no. 337 .
- Group, S. S. (2009). Observations on Management of Recent Credit Default Swap Credit Events. Senior Supervisors Group .
- Harald Scheule, D. R. (2010). Model risk: identification, measurement and management Harald Scheule and Daniel Rösch . London, England: Risk Books.
- Harper, D. (s.f.). Introduction to Value at Risk (VAR) - Part 1.
- Harper, D. (s.f.). Introduction to Value at Risk (VAR) - Part 2.
- Hoffman, P. (2007). Surviving large losses : financial crises, the middle class, and the development of capital markets. Cambridge, Massachussetts: Belknap Press of Harvard University.
- Martinez, D. C. (2008). Más allá del riesgo de mercado: crisis de crédito y liquidez. Impacto diferencial en los mercados bursátiles y de crédito. Boletín Económico de ICE .
- Zamill, R. (s.f.). Un riesgo demasiado grande. Finanzas y desarrollo.