



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE ECONOMÍA

SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**LA REGULACIÓN DE BASILEA II Y SU IMPACTO
EN EL SECTOR BANCARIO MEXICANO: UN
ENFOQUE DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS**

**TRABAJO DE TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS ECONÓMICAS**

**PRESENTA:
PABLO LÓPEZ SARABIA**



MÉXICO, D.F.

SEPTIEMBRE DE 2011



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México D.F., siendo las 09:00 horas del día 22 del mes de septiembre del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de SEPI ESE-IPN para examinar la tesis titulada:
LA REGULACIÓN DE BASELEA II Y SU IMPACTO EN EL SECTOR BANCARIO MEXICANO: UN ENFOQUE DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS.

Presentada por el alumno:

LÓPEZ

Apellido paterno

SARABIA

Apellido materno

PABLO

Nombre(s)

Con registro:

B	0	7	1	3	0	9
---	---	---	---	---	---	---

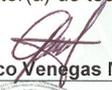
aspirante de:

Doctorado en Ciencias Económicas

Después de intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA DEFENSA DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Director(a) de tesis


Dr. Francisco Venegas Martínez

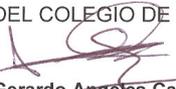

Dr. Francisco Almagro Vázquez


Dr. Carlos Gómez Chiñas


Dr. Humberto Ríos Bolívar


Dr. Gerardo Angeles Castro

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES


Dr. Gerardo Angeles Castro

gmf.



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO

CARTA CESION DE DERECHOS

En México D. F., siendo las **09:00** horas del día jueves **22** del mes de **septiembre** del año **2011**, el (la) que suscribe PABLO LÓPEZ SARABIA alumno (a) del Programa de Doctorado en Ciencias Económicas con número de registro **B071309** adscrito a la SEPI ESE-IPN, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis bajo la dirección del Dr. Francisco Venegas Martínez y cede los derechos del trabajo intitulado La reglación de Basilea II y su impacto en el sector mexicano: un enfoque de administración de riesgos, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección La Mariquita # 149. Colonia Benito Juárez. Nezahualcoyotl, Estado de México (C.P. 57000). Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

D.EN C. © PABLO LÓPEZ SARABIA

Nombre y firma

❖ gmf.

Índice

Glosario.....	vii
Índice de figuras y tablas	xii
Resumen.....	xv
Abstract	xvi
Introducción	xvii
Capítulo I. La administración de riesgos y crisis bancarias.....	1
1.1. Riesgo y sus fundamentos microeconómicos	2
1.2. Tipos de riesgos económicos y financieros.....	3
1.3. El proceso de la administración de riesgos.....	7
1.4. Los productos derivados y las crisis bancarias y financieras	14
Capítulo II. Teoría de la regulación y Basilea II	18
2.1. Teoría de la regulación	19
2.2. La regulación de Basilea.....	24
2.2.1. Basilea I.....	26
2.2.2. Basilea II.....	27
2.2.3. Algunos elementos relevantes de Basilea II.....	31
2.2.4. Basilea III	35
2.3. Impacto de Basilea II en el Sector Financiero de América Latina.....	37
2.3.1. Brasil.....	42
2.3.2. Chile.....	44
2.3.3. México.....	45
2.3.4. Los Bancos de Desarrollo.....	46
2.3.5. Las agencias calificadoras	48
Capítulo III. Valor en Riesgo (VaR) y medidas coherentes de riesgo.....	50
3.1. Valor en Riesgo (VaR)	51
3.2. Pruebas de estrés	57
3.3. Pruebas de respaldo o backtesting	58
3.4. Medidas coherentes de riesgo	60
3.4.1. Axiomas y definición de medidas coherentes de riesgo.....	62
3.4.2. Propiedades adicionales de una medida coherente de riesgo.....	65
3.5. Medidas coherentes de riesgo más usuales	66
3.5.1. Worst conditional expectation- peor esperanza condicional.....	67
3.5.2. Conditional Value at Risk-Valor en Riesgo Condicional	67

3.5.3.	Expected Shortfall-Perdida Esperada	70
3.6.	Medidas no coherentes de riesgo más usuales	70
3.6.1.	Valor en Riesgo (VaR)	70
3.6.2.	Tail Conditional Expectation-Esperanza Condicional de la Cola	71
3.6.3.	Varianza.....	72
3.6.3.1	Modelo ARCH.....	73
3.6.3.2.	Modelo GARCH	73
3.6.3.3.	Modelo TARCH.....	74
3.6.3.4.	Modelos EGARCH.....	74
3.6.3.5.	Modelo ARCH o GARCH en Media.....	75
3.7.	Medidas de sensibilidad como medida de riesgo.....	78
Capítulo IV. La crisis subprime y su impacto en la banca		80
4.1.	La Crisis Subprime y su impacto en la banca	81
4.2.	Supuestos y planteamientos del modelo	94
4.3.	Efectos del incumplimiento de hipotecas riesgosas y la necesidad de intervención gubernamental	102
4.4.	Parametrización del modelo y simulación de Monte Carlo.	104
4.5.	Estimaciones del VaR y el CVAR para la Banca Comercial de México	119
4.6.	Derivados y el riesgo de mercado	124
4.6.1.	Futuros	126
4.6.2.	Opciones	128
4.6.2.1.	Coberturas petroleras en México	131
4.7.	Rentabilidad de los bancos ajustada por riesgo.....	138
Capítulo V. Riesgo de crédito y opciones reales.....		150
5.1.	Riesgo de crédito y Basilea II	151
5.2.	Modelos de riesgo crédito	163
5.3.	Estimaciones del Modelo Z score de Altman	166
5.4.	Derivados de Crédito (CDs).....	171
5.4.1.	El Credit Default Swap (CDS).....	172
5.4.2.	Los Credit Default Swaps (CDS) y la Administración de Riesgos	174
5.4.3.	Notas Ligadas a un Crédito (CLN).....	176
5.4.4.	Canastas de Swaps de Incumplimiento (BDS)	177
5.5.	Opciones reales y los créditos para proyectos de inversión	177
5.5.1.	Introducción a las opciones reales	180
5.5.2.	Valuación de proyectos y estrategias con opciones reales	183
5.5.3.	Opciones reales para la posposición de proyectos	184
5.5.4.	Opción real de expansión	186
5.5.5.	Opción real de contracción.....	188
5.5.6.	Opción real de cierre temporal.....	189
5.5.7.	Opción real de permanencia.....	189
5.5.8.	Opción real de abandono	190
5.5.9.	Opción real de cambio tecnológico	190
5.5.10.	Opciones reales compuestas.....	191

5.5.11. Valuación de opciones reales bajo el enfoque de ecuaciones diferenciales parciales	193
5.6. Relación del riesgo crédito y el riesgo operacional	194
Conclusiones y recomendaciones.....	197
Anexo Estadístico.....	201
Bibliografía	206
Agradecimientos.....	220

Glosario

A

Acreeedores: aquella persona legítimamente facultada para exigir el pago de una obligación contraída por dos partes.

Asignación de recursos: en el sentido de Pareto (1848-1923) las asignaciones de recursos tienen la propiedad de “*que no es posible mejorar el bienestar de ninguna persona sin empeorar el de otra*”, de tal forma que se dice que son eficientes en el sentido de Pareto.

ARCH: *Autorregressive Conditional Heteroskedasticity*, asumen que la varianza del término de error actual o la innovación es una función del cuadrado de los términos de error de los períodos anteriores.

Aversión: término referido a la situación en la que un ente, expuesto a alternativas con diferentes niveles de riesgo, preferirá aquella con el nivel de riesgo más bajo.

B

Banco de México: por mandato constitucional, el Banco de México es una institución autónoma desde abril de 1994. Su objetivo prioritario es procurar la estabilidad del poder adquisitivo de la moneda nacional. Las finalidades sustantivas del Banco de México son proveer a la economía del país de moneda nacional; instrumentar la política monetaria con el objetivo prioritario de procurar la estabilidad del poder adquisitivo de la moneda nacional; promover el sano desarrollo del sistema financiero; y propiciar el buen funcionamiento de los sistemas de pago.

Big to be fail: término coloquial en la teoría de la regulación y políticas públicas que se refiere a algunas instituciones financieras que son tan grandes y tan interconectadas que su fracaso sería desastroso para la economía.

C

CAPM: el modelo de valuación de activos conocido como CAPM ofrece de manera intuitiva una forma sencilla para predecir el riesgo de un activo separándolos en riesgo sistemático y riesgo no sistemático.

Coficiente: un coeficiente en matemáticas es un factor multiplicativo vinculado a ciertos elementos, como una variable, un vector unitario, una función base, etcétera.

CNBV: Comisión Nacional Bancaria y de Valores, regulador mexicano cuyo objetivo es salvaguardar la estabilidad del Sistema Financiero Mexicano.

Commodities: mercancías estandarizadas o básicas como petróleo, cobre, gas, trigo, etc.

Correlación: indica la fuerza y la dirección de una relación lineal entre dos variables aleatorias.

Costos de transacción: es un costo incurrido para realizar un intercambio económico.

Crecimiento económico: es el aumento de la renta o valor de bienes y servicios finales producidos por una economía en un lapso de tiempo determinado.

Crédito subprime: un crédito subprime es una modalidad crediticia del mercado financiero de Estados Unidos que se caracteriza por tener un nivel de riesgo de impago superior a la media del resto de créditos.

Crisis financiera subprime: la crisis financiera del 2007 provocada por los créditos denominados “subprime” que se caracterizan por tener un nivel de riesgo de impago superior a la media del resto de créditos.

CVaR: *Conditional Value at Risk*, es una alternativa del valor en riesgo, es más sensible a la forma de la distribución de pérdidas en las colas de la distribución.

D

Deudores: son las entidades que le deben a la empresa por un concepto distinto al de venta de mercancías.

Distribución normal: es una de las distribuciones de probabilidad de variable continua que con más frecuencia aparece en fenómenos reales.

E

Economía: la ciencia que estudia la forma en la cual asignan los recursos escasos entre los diversos usos que compiten por ellos con el propósito de satisfacer parte de los deseos ilimitados de los individuos.

Estocástico: en estadística, y específicamente en la teoría de la probabilidad, un proceso estocástico es un concepto matemático que sirve para caracterizar una sucesión de variables aleatorias que evolucionan en función de otra variable, generalmente el tiempo. Cada una de las variables aleatorias del proceso tiene su propia función de distribución de probabilidad y, entre ellas, pueden estar correlacionadas o no.

Externalidades negativas: las externalidades pueden ser positivas o negativas. Stiglitz señala que existen muchos casos en los que los actos de una persona afectan a otras personas o empresas (externalidad negativa).

Eventos aleatorios: los eventos aleatorios son causados por azar. Ello significa que la aleatoriedad se asocia a todo proceso cuyo resultado no es previsible más que en razón de la intervención del azar.

F

FED: Reserva Federal de los Estados Unidos, es el sistema bancario central de los EUA que tiene como objetivo conducir la política monetaria.

Fondeo: el costo de fondeo es el precio que deben de pagar los intermediarios financieros para hacerse de recursos y ofrecerlos bajo la modalidad de crédito a los diferentes segmentos de negocio, este indicador en México se denomina como Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio (TIE).

Función de utilidad: una función de utilidad mide la satisfacción obtenida por un consumidor cuando disfruta de cierta cantidad de bienes para consumir.

G

GARCH: General Autorregressive Conditional Heteroskedasticity, considera el error de la varianza a lo largo del tiempo.

H

Hedge Fund: un fondo de inversión de alto riesgo. El término "hedge fund" se aplicó por primera vez a un fondo gestionado por Alfred Winslow que combinaba posiciones cortas y largas en valores con el fin de realizar una cobertura contra las variaciones de mercado.

I

INEGI: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, su objetivo es suministrar a la sociedad y al Estado información de calidad, pertinente, veraz y oportuna.

M

Margen de ganancia: es el componente que asigna cada intermediario a sus productos crediticios y que representa la utilidad esperada del producto.

Mercado: lugar donde se llevan a cabo el conjunto de transacciones que se dan entre oferentes y demandantes en función de un vector de precios.

Método Monte Carlo: es un método no determinístico, usado para aproximar expresiones matemáticas complejas y costosas de evaluar con exactitud. El método se llamó así en referencia al Casino de Montecarlo (Principado de Mónaco) por ser "la capital del juego de azar", al ser la ruleta un generador simple de números aleatorios.

MEXDER: Mercado Mexicano de Derivados, sociedad anónima denominada que tiene por objeto proveer las instalaciones y demás servicios para que se coticen y negocien los contratos de futuros y contratos de opciones.

Mínimos cuadrados ordinarios: el análisis de regresión trata de la dependencia de las variables explicativas, con el objeto de estimar o predecir el valor promedio poblacional de la variable dependiente en términos de los valores conocidos o fijos de las variables explicativas.

Modelo Black-Sholes: el primer modelo analítico completo para valorar opciones. Lo desarrollaron en 1969 Fischer Black y Myron Scholes, con la ayuda de Robert Merton, y se publicó en 1973. Al igual que el resto de modelos de determinación de precios de opciones, el modelo hace suposiciones específicas y requiere aportaciones específicas.

Monopolio: Es una situación de privilegio legal o fallo de mercado, en el cual existe un productor (monopolista) oferente que posee un gran poder de mercado y es el único en una industria dada que posee un producto, bien, recurso o servicio determinado y diferenciado.

Movimiento Browniano: El movimiento browniano es el movimiento aleatorio que se observa en algunas partículas microscópicas que se hallan en un medio fluido. Recibe su nombre en honor al escocés Robert Brown, biólogo y botánico que descubrió este fenómeno en 1827 y observó que pequeñas partículas de polen se desplazaban en movimientos aleatorios sin razón aparente.

Modelo de Vectores Autorregresivos (VAR): es una opción frecuente para el modelado y predicción de procesos estocásticos lineales. Es el estudio de las interacciones dinámicas de diferentes tipos de perturbaciones y controles fortuitos, y de hecho, los usos típicos de esta modelación reflejan esta motivación, se pasará al análisis de las funciones impulso-respuesta y de la descomposición de la varianza a fin de realizar evaluación de políticas y el análisis del poder predictivo del sistema.

O

Oligopolio: es un mercado el cual es dominado por un pequeño número de vendedores o prestadores de servicio.

P

PIB: el Producto Interno Bruto es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un período determinado a precios de mercado.

PIB real: se define como el valor monetario de todos los bienes y/o servicios producidos por un país o una economía valorados a precios constantes, es decir valorados según los precios del año que se toma como base o referencia en las comparaciones.

Precio futuro de un activo financiero: Precio por unidad de activo subyacente acordado en un contrato de futuro en la fecha de celebración.

R

Riesgo: probabilidad de que surja una contingencia o amenaza inesperada que afecta directa o indirectamente de manera negativa el capital y la utilidad de los agentes económicos.

Riesgo de mercado: asociado a las pérdidas por variaciones en los precios de mercado.

Riesgo de crédito: asociado a la probabilidad de incumplimiento de quien tienen un crédito.

Riesgo de operación: asociado a pérdidas por cuestiones humanas, tecnológicas y legales.

ROA: rendimiento sobre el activo, se calcula al dividir el beneficio menos impuestos, entre el valor de todos los activos, es un indicador de rentabilidad de la empresa.

ROE: rentabilidad sobre el capital, mide la ganancia de la empresa en cada unidad monetaria invertida en fondos propios e inversión física.

Ruido blanco: serie estacionaria con un proceso estocástico alrededor de una media y con una distribución normal. Sus propiedades son; shocks temporales y reversión a la media.

T

Trader: Persona que compra o vende instrumentos en los mercados financieros.

V

Valor esperado: en estadística la esperanza de una variable aleatoria X , es el número $E(x)$ que formaliza la idea de valor medio de un fenómeno aleatorio.

Valor presente neto: determina la equivalencia en el tiempo de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto al mismo tiempo que compara esta equivalencia con el desembolso inicial.

VaR: *Value at Risk*, es una técnica utilizada para estimar la probabilidad de pérdidas en la cartera a partir del análisis estadístico de las tendencias históricas de precios y volatilidades.

Varianza: medida del cuadrado de la distancia promedio entre la media y cada elemento de la población.

Volatilidad: situación en la que el precio de un activo financiero está expuesto a fluctuaciones extremas, durante un corto período. El término volatilidad se utiliza para describir, en general, el grado de variabilidad de los factores que atañen al mercado financiero. Conforme crece la variabilidad de los diferentes indicadores (sean estos precios, rendimientos, etc.), se dice que son más volátiles.

Índice de figuras y tablas

Figura 1. Tipos de riesgos.....	4
Figura 2. La evolución de la administración del riesgo	9
Figura 3. Procesos en la administración de riesgos.....	11
Figura 4. Diferencias en los derivados OTC y listados en Bolsa	17
Figura 5. Distribución del Valor en Riesgo	51
Figura 6. VaR y CVaR con distribución exponencial.....	68
Figura 7. Distribuciones de probabilidad bivariada	76
Tabla 1. Medidas de Riesgo.....	76
Figura 8. Tasas de interés de referencia a nivel internacional.....	82
Figura 9. Evolución del índice de Shiller para las principales ciudades.....	84
de los Estados Unidos.	84
Tabla 2. Instrumentos Sintéticos y Estructurados en el Mercado Hipotecario.....	85
Figura 10. Esquema de la Bursatilización	86
Figura 11. Requerimientos de capital de la Bursatilización	87
Tabla 3. Ponderaciones por Riesgo de las Posiciones de Bursatilización	87
Figura 12. Niveles del DJIA desde enero de 2001 a noviembre de 2009.....	89
Figura 13.A Total de Derivados Financieros.....	90
Figura 13.B. Total de Derivados Financieros.....	91
Figura 14. Posición Neta de Derivados en los Bancos Comerciales de México.....	92
Figura 15. Derivados Financieros en el Pasivo de los Bancos Comerciales de México.....	93
Figura 16. Variación de indicadores seleccionados para los E.U.A, 2000 -2008	98
Figura 17. Rendimientos del DJIA y el RGDP para los EUA.....	103
Tabla 4. Modelación del sistema a través de mínimos cuadrados en dos etapas.	104
Figura 18. Simulaciones para variables seleccionadas usando el sistema de ecuaciones dado en (6) y tres bancos que siguen las reglas (7) y (8).....	106
Tabla 5. Parámetros usados para la simulación Monte Carlo.....	107
Tabla 6. Resumen de quiebras para el experimento Monte Carlo con un líder,.....	108
Tabla 7. Resumen de quiebras conjuntas con un VaR normal a 95%.....	108
Tabla 8. Probabilidades condicionales con un banco líder y VaR normal al 95%	109
Tabla 9. Probabilidades incondicionales y condicionales de quiebra para el sistema modelado con un VaR normal al 95%	109
Tabla 10. Pérdidas bancarias globales durante la crisis <i>subprime</i>	110
Figura 19. Pérdidas bancarias en la crisis <i>subprime</i>	112
Figura 20. Bancos de Norteamérica-Razón TIER1	113
Figura 21. Bancos de Europa-Razón TIER1	114
Figura 22. Bancos de Asia-Razón TIER1	115
Figura 23. Financiamiento y Morosidad en México	116
Figura 24. Morosidad y ciclo económico en México.....	117
Figura 25. Morosidad y tasa de interés activa en México.....	118
Figura 26. Costo de fondeo empresas	119
Figura 27. VaR y CVaR de la cartera de crédito total por cambios en la tasa de interés dentro de la Banca Múltiple de México.....	120
Figura 28. VaR y CVAR cartera de crédito comercial ante cambios en la tasa de interés Banca Múltiple de México	121

Figura 29. VaR y CVAR cartera de crédito al consumo ante cambios en la tasa de interés Banca Múltiple de México	122
Figura 30. VaR y CVAR cartera de crédito a la vivienda ante cambios en la tasa de interés Banca Múltiple de México	123
Figura 31. Volatilidades para índices accionarios alrededor del mundo durante la crisis <i>subprime</i>	124
Figura 32. Volumen de Futuros en el MEXDER	128
Figura 33. Volumen de Opciones en el MEXDER	131
Tabla 10. Tendencias de la Volatilidad de la Mezcla de Petróleo Crudo de México	132
Figura 34. Precio petróleo mezcla mexicana y volatilidad	134
Figura 35. Simulación de la Cobertura Petrolera en 2010	136
Tabla 11. Cobertura Petrolera de México en 2010.....	137
Figura 36. Rentabilidad de una muestra de bancos internacionales.....	139
Figura 37. Capitalización y rentabilidad de Citigroup	140
Figura 38. Capitalización y rentabilidad de Bank of America	141
Figura 39. Rentabilidad Bancos Comerciales de México.....	142
Figura 40. Rentabilidad ajustada por riesgo de Bancos Comerciales de México	143
Figura 41. Rentabilidad ajustada por riesgo de la Banca Múltiple	144
Figura 42. Rentabilidad e índices seleccionados de la Banca Múltiple	145
Figura 43. Rentabilidad e índice de morosidad de Banamex	146
Figura 44. Rentabilidad e índice de morosidad de Bancomer.....	147
Figura 45. Requerimientos de capital por tipo de riesgo en la Banca de México	148
Figura 46. Índice de capitalización y morosidad de la Banca en México.....	149
Tabla 12. Ponderación por riesgo crédito contemplado por Basilea II.....	153
Tabla 13. Ponderaciones para los activos sujetos a Riesgo de Crédito.....	153
Enfoque Estándar	153
Figura 47. Componentes de la fórmula general con modelos internos	155
Figura 48. Función de distribución de la pérdida por riesgo de crédito.....	156
Modelos Internos.....	156
Figura 49. Curvas de riesgo - Modelos Internos	157
Figura 50. Traslados de las curvas de riesgo ante aumentos de LGD.....	158
Modelos Internos.....	158
Figura 51. Sensibilidad de la curva de riesgo total ante cambios en el nivel de confianza - Modelos Internos.....	159
Figura 52. Sensibilidad de la curva de riesgo total ante cambios en el nivel de correlación – Modelos Internos.....	160
Figura 53. Requerimientos de capital por riesgo crédito en la Banca de México.....	165
Figura 54. Índice de morosidad por segmentación de la Banca Múltiple.....	166
Tabla 14. Equivalencias de los Bonos Soberanos con EMScore	169
Figura 54.A Estimaciones del Modelo Z score para Bancos Comerciales de México	170
Figura 54.B Estimaciones del Modelo Z score para Bancos Comerciales de México	171
Figura 55. Diagrama del Credit Default Swap	173
Figura 56	175
Bear Stearns Comp LLC (Credit Default Swap) US Dollar 5 year	175
Figura 57	175
Citigroup Inc (Credit Default Swap) US Dollar 5 year	175
Figura 58	176

Lehman Brothers Holdings Inc (Credit Default Swap) US Dollar 5 year	176
Tabla 15. Similitud entre las opciones reales y financieras	184
Tabla 16. Tipos de riesgo operacional	196

Resumen

La tesis tienen como objetivo demostrar que las medidas y los estándares propuestos por el Nuevo Acuerdo de Capital denominado Basilea II, no son las más adecuadas para ser aplicadas al sector bancario mexicano, debido a su ineficiencia desde el punto de vista de la teoría de la regulación y las medidas coherentes de riesgo, incrementando la probabilidad de un riesgo sistémico al cuantificar de manera inadecuada el riesgo del mercado, crédito y de operación. Los resultados muestran que la medida estándar para cuantificar el riesgo de mercado y crédito denominada Valor en Riesgo (VaR), así como la estimación de la volatilidad a través de la varianza no son medidas coherentes de riesgo, por lo que se requiere el uso de medidas alternas como el VaR Condicional (CVAR) que cumpla con los axiomas de subaditividad y con ello reduzca el sesgo en las estimaciones de riesgo.

También, la tesis propone explicar de manera multifactorial la crisis financiera de 2007-2009, detonada por el incumplimiento de las hipotecas subprime y el subsecuente periodo de alta volatilidad en los mercados financieros. Se examina el comportamiento de los bancos que suspendieron operaciones en fondos con instrumentos respaldados o colateralizados por hipotecas, lo cual, a su vez, condujo a la falta de liquidez en el sistema financiero, situación que orilló al estado a un rescate apresurado. Para ello, se propone un sistema de ecuaciones diferenciales estocásticas con reversión a la media que vinculan el requerimiento de capital de los bancos con: 1) los activos riesgosos, 2) la volatilidad del sistema financiero, 3) el premio al riesgo de mercado, 4) la tasa de interés real, 5) el nivel de inflación y 6) la actividad económica. En el modelo propuesto se supone que los bancos pueden sufrir “*corridas bancarias*” cuando su requerimiento de capital está por debajo de un umbral tipo VaR (Valor en Riesgo) como el contemplado por la regulación de Basilea II, al tiempo que se busca detectar el mecanismo en que dicha “*corrida*” pueden ser transmitidas al resto del sistema financiero, para ello se utiliza una simulación Monte Carlo.

Los resultados muestran que el comportamiento irresponsable de los bancos puede condicionar la quiebra del resto del sistema, dependiendo del tamaño relativo de los mismos, así como por el uso que realicen de los productos financieros derivados y de la popular bursatilización. Adicionalmente, se analiza el efecto de la crisis en el sector bancario de México y los Estados Unidos, estimando el VaR y CVAR de la cartera de algunos bancos, así como el índice de morosidad, rentabilidad y el papel de los Credit Default Swaps (CDS).

Finalmente, se estima el modelo Z-score de Altman para determinar la probabilidad de default de una muestra de bancos. Los resultados muestran la solidez del sistema bancario mexicano y los buenos niveles de capital TIER1 que pueden explicarse, a raíz de las normas prudenciales incorporadas desde la crisis de 1994 y a la introducción de la regulación de Basilea desde el 2007. Sin embargo, la reciente crisis de la deuda en Europa y su potencial contagio a la banca internacional, vislumbra un escenario en donde la regulación actual ha sido inoperante para contener la incertidumbre sobre el futuro del sistema bancario mundial y en particular el de Grecia y Europa.

Abstract

The aim of the thesis is to demonstrate that measures and standard suggested by the New Capital Agreement named Basilea II, are not the most adequate to be applied in the Mexican banking sector, due to its inefficiency from the point of view of the regulation theory and the risk coherent measures, increasing the probability of a systemic risk by assessing inadequately the risk in the market, credit and operation. The results show that the standard measure to quantify risk in the market and credit named Risk Value (VaR), and the estimation of volatility throughout the Variance are not coherent measures of risk, meaning that the use of alternative measures is required such as the Conditional VaR (CVAR) that fulfill with the subadditivity and therefore reduces the bias in risk estimations.

Also, the thesis proposes the explication in a multifactorial way of the financial crisis of 2007-2009, detonated by the break of the subprime mortgage and the subsequent period of high volatility in financial markets. Bank behavior is examined when fund operations were suspended with mortgage backed up or collateralized instruments, situation that at the same time, lead to a lack of liquidity in the financial system, forcing the state to a haste rescue. For that, an stochastic differential equations system is suggested with reverse in the medium that links the bank capital requirement with: 1) risky actives, 2) volatility in the financial system, 3) the premium to the market risk, 4) the real interest rate, 5) the inflation level and 6) the economic activity. In the suggested model it is assumed that the banks can suffer “bank run” when the capital requirement is underneath the VaR type threshold (value in risk) as considered by the Basilea II regulation, while a detection of the mechanism where such “run” can be transmitted to the rest of the financial system is trying to be found, which explains the employment of a Monte Carlo simulation.

The results show that the irresponsible behavior of the banks can condition the breakdown of the rest of the system, depending on the relative size of these, and by the use that the derivative financial products execute and the popular stock marketing. Additionally, the effect of the crisis upon the banking sector in Mexico and the United States is analyzed by estimating the VaR and CVAR of the portfolio of some banks, and the slowness in paying index, rentability and the Credit Default Swap (CDS).

Finally, an estimation of the Z-score Altman model is made to determine the default probability of a sample of banks. The results show a strength of the Mexican banking system and the good levels of capital TIER1 that can be explained, in the wake of the prudential norms incorporated since the 1994 crisis and the introduction of the Basilea regulation since 2007. Nonetheless, the recent debt crisis in Europe and the potential spreading to the international bank, glimpses a scenario where the actual regulation has been ineffective to hold the uncertainty upon the future of the global banking system and in particular that of Greece and Europe.

*“Si yo te debo una libra, tengo un problema;
pero si te debo un millón de libras el problema es tuyo”*
(John Maynard Keynes)

Introducción

*“La educación es el arma más poderosa
que puedes usar para cambiar el mundo”*

Nelson Mandela

Las crisis bancarias se convirtieron en un tema recurrente desde el siglo XX en las economías emergentes y en menor medida en las economías desarrolladas, aunque los inicios del siglo XXI han puesto al descubierto la debilidad de los sistemas financieros de países industrializados con sólidos y avanzados sistemas de supervisión bancaria como es el caso de los Estados Unidos y la Unión Europea (casos emblemáticos son Irlanda, Grecia, Portugal y España, aunque no los únicos).

Algunos de los elementos relevantes que explican la mayor frecuencia de crisis en el sector bancario mundial, se pueden englobar en los siguientes puntos:

- i. Intentos de convertir activos financieros y no financieros ilíquidos en dinero, lo cual lleva a un incremento en las tasas de interés y a una disminución en el precio de los activos, generando una crisis de liquidez como en el caso de las hipotecas *subprime* que fueron bursatilizadas por los bancos norteamericanos.
- ii. Amenaza de insolvencia, debido a la falta de capacidad de los bancos de hacer frente a sus obligaciones, lo que lleva a vender precipitadamente sus activos con el propósito de hacerse de recursos que puedan cubrir sus necesidades.
- iii. Los retiros masivos de depósitos (bank runs) que precipitan la amenaza de insolvencia.
- iv. Una declinación de las utilidades generadas por las operaciones de crédito tradicionales, que ha acelerado la innovación financiera de productos exóticos y notas estructurados hechas a la medida del cliente que implican un riesgo mayor y en muchas ocasiones metodologías algo sofisticadas para valorar su precio justo.

Algunas crisis bancarias que muestran algunos de los elementos señalados en los numerales está la crisis del Banco español Banesto en 1993, que debido a préstamos incobrables y operaciones fuera de balance requirió la intervención del Banco Central Español.

En 1994 el *Crédit Lyonnais* el banco gubernamental más grande de Francia, fue mantenido a flote con un subsidio de diez mil millones de dólares, aunque en fecha posterior quebró debido a una expansión muy agresiva y una mala administración financiera y de riesgos. En ese mismo año se generó una crisis importante en el sector bancario mexicano que lleva a uno de los rescates más polémicos con el denominado Fondo Bancario de Protección al Ahorro, *FOBAPROA*. El fideicomiso mediante el cual el gobierno compró la cartera tóxica de muchos bancos comerciales, a fin de evitar su quiebra. Es importante señalar que las crisis bancarias en México no son algo nuevo, ya que en el año 1982, la crisis de la deuda provocó la nacionalización del sistema bancario.

La crisis bancaria y financiera generada en Estados Unidos por las hipotecas *subprime* en agosto de 2007, tuvo como característica particular que el incumplimiento a nivel local en los pagos de las hipotecas de alto riesgo, se transmitió rápidamente a nivel internacional, a través de diversos vehículos de inversión como son los fondos de inversión indexados a dichas hipotecas, así como a la bursatilización de las mismas.

La desregulación experimentada por el sector bancario de los Estados Unidos desde principios de 1980, eliminó la prohibición que tenían los bancos de no poder abrir sucursales fuera de su Estado de origen, situación que incentivó la conformación de bancos nacionales y una mayor competencia entre ellos, con la consecuente reducción del margen financiero. Lo anterior, propició que la mayoría de los bancos comenzaran a realizar una reingeniería en sus productos financieros, a fin de tomar un mayor riesgo a cambio de mejores rendimientos que permitieran compensar la caída de sus utilidades.

Recordemos que el sector bancario de los Estados Unidos se encontraba segmentado por una cuestión regulatoria, ya que la Ley McFadden creada en 1927 prohibía a los bancos norteamericanos abrir sucursales fuera de su Estado en que tenía a la matriz. Por su parte, el acta Glass-Steagall de 1933 estableció una separación entre la banca comercial tradicional y la banca de inversión, aunque ante la magnitud de la crisis *subprime* todos los bancos de inversión han desaparecido y se han convertido en bancos comerciales.

La banca de inversión generalmente se dedicaba a la suscripción de acciones, colocación de oferta privadas y públicas (vía la bolsa de valores), fusiones y adquisiciones, así como servicios de asesoría. Entre los más importantes se encontraban: Morgan Stanley, Merrill Lynch, Goldman Sachs y Lehman Brothers.

En el caso de México, la banca ha tenido un carácter universal, aunque en fecha recientes se ha experimentado una segmentación de mercados con los denominados correspondientes bancarios que buscan bancarizar a las personas de bajos ingresos vía las tiendas departamentales, lo que puede incrementar el riesgo de crédito y operacional. En cuanto a los denominados nuevos bancos, estos se han concentrado en nichos de mercado de alta rentabilidad como es el crédito al consumo y automotriz, un ejemplo claro de ello son Banca Coppel y Banco Walmart.

La crisis bancaria que ya experimentan los denominados países PIIGS (Portugal, Irlanda, Italia, Grecia y España), muestran los riesgos del sobre endeudamiento de dichos países, bajo un esquema de moneda única que impide tener una política monetaria independiente que permita trasladar el ajuste al tipo de cambio, los niveles de deuda son realmente altos al ubicarse por arriba del 100% del Producto Interno Bruto, situación que pondrá en jaque a la zona euro e impondrá regulaciones y lineamientos más estrictos no sólo a los gobiernos sino al conjunto del sistema financiero europeo para garantizar su viabilidad, a fin de que gran parte de ajuste no sólo recaiga en las economías más sólidas como son: Alemania y Francia. La inestabilidad macroeconómica no es privativa de los países que conforman la zona euro, ya que los persistentes déficits gemelos que experimenta la economía norteamericana ha provocado que la calificadora Standard and Poor's en un hecho sin precedentes haya rebajado la calificación de la deuda soberana de los Estados Unidos de AAA a AA+ el pasado 05 de agosto de 2011, provocando una alta volatilidad en los mercados financieros que disparó la cotización del peso por arriba de los 14 pesos por dólar y que se suma a los temores de un inminente default de la economía griega.

La incertidumbre sobre el futuro de Grecia y la economía Europea ha puesto sobre la mira no sólo a los bancos tenedores de bonos griegos (los bancos alemanes tienen más del 70%

de la tenencia de bonos griegos, mientras que los francés mantienen un monto superior al 20%), sino también a bancos de los Estados Unidos que en caso de una corrida especulativa difícilmente recibirían recursos del gobierno del presidente Obama, los primeros efectos de esta situación se comenzaron a sentir el pasado 21 de septiembre cuando tres de los mayores bancos estadounidenses Bank of America, Wells Fargo y Citigroup tuvieron una baja en su calificación crediticia por parte de la calificadora Moody's. La calificadora rebajó la nota de deuda a largo plazo de Bank of America, el banco más grande de Estados Unidos, de "A2" a "Baa1" y la de deuda de corto plazo a "Prime 2" desde "Prime 1", así como la nota a los depósitos de largo plazo del banco de "Aa3" a "A2". Mientras que la agencia mantuvo la nota de largo plazo del grupo financiero estadounidense Citigroup en "A3", aunque modifico la de corto plazo de nivel "Prime 1" a "Prime 2". Finalmente, la nota de la deuda a largo plazo de Wells Fargo fue reducida de "A1" hasta "A2", y la de sus depósitos, de "Aa2" a "Aa3".

El auge de los instrumentos financieros derivados es otro de los elementos que preocupa a los reguladores internacionales, ya que el abuso en el uso de dichos instrumentos no sólo esta afectando a los intermediarios financieros como es la banca, sino también a las empresas mexicanas como fue el caso de Comercial Mexicana, Alfa, Cemex y Bachoco.¹

Los instrumentos financieros derivados negociados en el mercado extra-bursátil (*Over-The-Counter, OTC*) han crecido de manera considerable, al convertirse en un actividad central para muchos bancos comerciales e instituciones financieras, complicando la regulación de dichos instrumentos al no estar estandarizados. El nocional de los derivados *outstandings* manejados en los mercados *OTC* en el año de 1994 fueron de alrededor de 11,303 billones de dólares, situación que alertó a los reguladores para establecer requerimientos de capital mínimos, a fin de reducir el riesgo sistémico que podría generar un volumen tan importante de recursos y potencialmente generar una quiebra generalizada del sistema financiero, ya que para el año 2009, el nocional de los derivados *outstandings* ascendió a 614,674 billones de dólares de los cuáles 18.47% fueron de Credit Default Swaps (CDS).² Por lo que se refiere a los derivados listados en bolsa o estandarizados fueron de un nocional *outstandings* de 73,118 billones de dólares en el mismo año 2009, siendo los contratos de opciones el 70% del total operado, por lo que el mercado *OTC* es 12 veces el mercado de derivados listado en bolsa, de ahí la importancia de establecer una eficiente regulación, más aún si se considera que muchos de los instrumentos para cuantificar el riesgo como el Valor en Riesgo (VaR) no es una medida coherente de riesgo y en muchos casos y escenarios podría estar subestimando la exposición real al riesgo de las instituciones bancarias y no bancarias.

Los productos derivados negociados en los mercados *OTC* son hoy día la mayor fuente de ganancias para aproximadamente 150 de los bancos comerciales y empresas de valores más grandes del mundo que tienen una participación activa en estos mercados financieros, ya que según la encuesta del ISDA de abril de 2009, indica que cerca del 94% de las 500

¹ CNNExpansión, "El casino de los derivados", consultado el 12 de noviembre de 2008 en <http://www.cnnexpansion.com/expansion/2008/11/12/doble-o-nada>.

² Riesgo sistémico significa que la falla de una empresa conduce al fracaso de un gran número de otras empresas o el colapso del sistema financiero internacional.

empresas listadas por la Revista Fortune usan derivados financieros para su coberturas de riesgos económicos y financieros.³ La encuesta también muestra que los derivados más utilizados son los referentes a tipo de cambio con 88% de las empresas que utilizan derivados, mientras que el 83% usan derivados de tasas de interés, es importante señalar que de las 500 empresas tomadas en la muestra 123 son del sector financiero y de ellas el 98% usa derivados. Si clasificamos las empresas por su país de origen se advierte que las empresas que más usan los derivados provienen fundamentalmente de los Estados Unidos, Japón, Francia, Alemania y Reino Unido, aunque China registra un crecimiento importante.

Por lo que se refiere al mercado mexicano, los bancos poseían en derivados un nocional *outstandings* del 0.02% del volumen operado a nivel mundial en el mercado OTC en el año 2009, mientras que dentro del mercado listado controlaban el 0.13% del monto operado en las Bolsas de Valores, aunque las posiciones en derivados de la banca mexicana representaron el 23.4% del monto operado en América Latina por bancos de la región dentro del mercado OTC para el año referido. La situación del sector no bancario no cambia mucho, ya que su participación dentro del total del mercado OTC y listado, represento el 0.01% y 0.11%, respectivamente.⁴

El dinamismo del mercado mexicano de derivados listado y OTC dentro de la región de América Latina presiona a los reguladores a actualizar y calibrar las reglas de capitalización de las instituciones bancarias, así como el cálculo de los coeficientes de liquidez que deben mantener los bancos, a fin de cubrir los riesgos que asumen en sus operaciones de crédito y mercado, y avanzar con ello en la definición de las reglas que permitirán constituir el capital requerido en función del riesgo operativo de cada una de las instituciones como ya lo contempla la regulación de Basilea III.

Es importante señalar que las reglas de capitalización de la Banca en México fueron actualizadas en 1999 por las autoridades regulatorias del país, a fin de responder a los acuerdos en materia de capital diseñados por el comité de Basilea en su segunda etapa mismas que refuerzan las acciones de Basilea I contempladas desde 1988 y que comenzaron a instrumentarse de manera gradual desde el 01 de enero del 2007.

Sin embargo, el dinamismo y la innovación que presenta el sistema financiero mexicano, especialmente con la utilización de derivados financieros e instrumentos de cobertura para minimizar el impacto de los riesgos de mercado, crédito y operacional, carecen de metodologías estándar, eficientes y coherentes que permitan cuantificar el capital suficiente que requieren los bancos para hacer frente al total de sus riesgos.

A pesar de que el 01 de julio del 2004 se publicaron en el Diario Oficial de la Federación las "*Disposiciones de carácter prudencial en materia de administración integral de riesgos aplicables a las instituciones de crédito*", las reglas de capital aún están en proceso de adecuación y muy en particular para algunos productos derivados, el objetivo central es

³ ISDA, International Swaps and Derivatives Association, "News release", 23 abril de 2009. <http://www.isda.org/statistics/otc.html> consultado en junio de 2009.

⁴ Estimaciones propias a partir de la información del Banco Internacional de Pagos, BIS; "Semiannual Derivatives Statistics". <http://www.isda.org/statistics/otc.html> consultado en junio de 2009.

homologar el tratamiento del resto de los productos derivados que tienen reglas de aplicación diferente y que afectan el consumo de capital en forma importante, como es el caso de los derivados de crédito que permiten sacar algunos activos del balance y con ello reducir los requerimientos de capital, a pesar de que la exposición al riesgo persiste.

Las instituciones financieras a partir del 2005 deben clasificar los riesgos en dos tipos: los cuantificables, que son aquellos para los cuales es posible conformar bases estadísticas que permitan medir sus pérdidas potenciales y los no cuantificables que son los derivados de eventos imprevistos y por ende son difíciles de medir. En el primer caso se deberán incluir los riesgos de crédito, de liquidez, de mercado y los no discrecionales, tales como el riesgo operativo que se define como la pérdida potencial por fallas o deficiencias en los controles internos, tecnológicos y legales.

El Consejo de Administración de cada institución será la responsable de aprobar los objetivos, lineamientos y políticas para la administración integral de los riesgos, así como los mecanismos para la realización de acciones correctivas en el momento que consideren pertinente. Otra de las obligaciones del Consejo de Administración es la conformación un comité de riesgos cuyo objetivo será la administración de los riesgos a que se encuentra expuesta la institución y vigilar que las operaciones se ajusten a los objetivos, políticas y procedimientos contemplados en Basilea II.

En relación a la cartera crediticia, las instituciones financieras deberán evaluar la concentración por tipo de financiamiento, calificación, sector económico, zona geográfica y acreditado; al tiempo de calcular la probabilidad de incumplimiento y exposición al riesgo por parte de los deudores. Así como estimar las pérdidas potenciales bajo distintos escenarios, incluyendo escenarios extremos.

Los esfuerzos en materia de reservas de capital y la transición hacia Basilea II significará para el sistema financiero mexicano y en particular para los bancos un esfuerzo para cumplir con las reglas publicadas el 26 de junio de 2004 por el Comité de Basilea del Banco Internacional de Pagos, conocidas como "Convergencia internacional sobre estándares y medidas de capital: marco institucional revisado", que entraron en operación en todo el mundo el 01 de enero de 2007. Ya que los costos de la transición serán relativamente altos y la adaptación de los modelos y sistemas pueden tener implícitos riesgos que no se han contemplado y podrían no garantizar la buena administración de riesgos (la medida del VaR no es coherente), además de que la evolución de los instrumentos financieros derivados permiten brincarse las limitaciones de reservas de capital propuestas por Basilea (derivados de crédito), situación que podría exponer al sistema bancario a un riesgo sistémico mayor que el que puede estarse considerando. Más aún si consideramos que todavía no se implemente por completo los lineamientos de Basilea II y en septiembre de 2010 salieron a la luz nuevos elementos y parámetros a tomar en cuenta por los reguladores y que se ha denominado Basilea III.

El surgimiento de los derivados de crédito han puesto en alerta a muchas autoridades financieras, ya que estos instrumentos pueden permitir eludir los límites en materia de reserva de capital impuestos a los bancos, además de que la medida más utilizada para cuantificar los riesgos de mercado conocido como valor en riesgo (VaR) no es una medida

coherente de riesgo, ya que viola algunas propiedades deseables en cualquier medida eficiente de riesgo como es la subaditividad.

Otro problema total radica en que las coberturas de riesgo dependen fundamentalmente de una buena estimación de la volatilidad medida a través de la Varianza o desviación estándar como podría ser la volatilidad histórica, EWMA o GARCH; sin embargo, cada técnica tiene ventajas y desventajas, por lo que ninguna puede garantizar una buena estimación a la hora de hacer prospectiva.

En la actualidad la discusión entre más o menos regulación parece estar superada, ya el consenso de los analistas parecen apuntar más bien en la efectividad de la regulación, así como en la instrumentación de acciones y normas preventivas, más que correctivas que permitan tener mercados eficientes que incorporen la información histórica, pública relevante y privada en la toma de decisiones financieras por parte de todos los agentes económicos. El estudio de la regulación financiera en México, a principios del siglo XXI es de gran interés, ya que desde el 2000 se ha impulsado que las empresas e instituciones financieras adopten un proceso integral de administración de riesgos que incorpore los elementos principales establecidos por el acuerdo de Basilea I y II, a fin de consolidar una regulación eficiente que disminuya el riesgo sistémico en el sector bancario en lo particular y en el conjunto de la economía en lo general.

El objetivo de la tesis es demostrar que las medidas y estándares propuestos por el Nuevo Acuerdo de Capital denominado como Basilea II, no son suficientes para prevenir que el riesgo de mercado, crédito y operacional de una institución bancaria se transmita de manera sistémica al sector bancario mexicano; sí consideramos una buena administración de riesgos que incorpore medidas coherentes de riesgo y una eficiente regulación con carácter preventivo y no correctivo. Por lo anterior, se propone la siguiente **hipótesis a verificar**: *Las medidas de riesgo planteadas en el nuevo acuerdo de Basilea II no son coherentes, así como las estrategias y acciones no son eficientes desde la perspectiva de la teoría de la regulación, por lo que el sector bancario de México está expuesto a un alto riesgo de mercado, crédito y operacional, que podría generar una crisis sistémica.*

La presente tesis se desarrolla bajo un marco teórico de la economía neoclásica convencional que recoge los elementos de la teoría de la regulación, así el enfoque axiomático de las medidas coherentes de riesgo propuesto por Artzner, et. al. (1999). Las estimaciones se realizaron para el Sector Bancario de México y en alguna medida para el de los Estados Unidos por la dependencia que tenemos a la economía estadounidense (recordemos que Citygroup es uno de los principales accionistas de Banamex), así como por la hegemonía financiera del mercado norteamericano que hace que los demás países emergentes se conviertan en seguidores de las políticas y acciones que instrumente los reguladores de los Estados Unidos y el Comité de Basilea. Aunque la crisis de deuda de las economías de Europa y el potencial default de la economía griega se ha convertido en un factor de riesgo para todas las economías del mundo, incluida la de México. El análisis se concentra en el período de 2000 a la crisis subprime de 2007-2008, aunque se esbozan algunos elementos relevantes, a partir de la baja de la calificación de la deuda soberana de los Estados Unidos ocurrida en agosto de 2011 y la reciente crisis de la deuda en Europa.

“Los hombres aprenden cuando enseñan”
Séneca

Capítulo I. La administración de riesgos y crisis bancarias

*“Más vale ser vencido diciendo la verdad
que triunfar por la mentira”*
Mahatma Gandhi (1869-1948)

1.1. Riesgo y sus fundamentos microeconómicos

En la literatura se habla de muchas definiciones de riesgo, unas tienen un tratamiento general, mientras otras son más específicas y tratan de la medición eficiente del mismo. Sin embargo, la mayoría de las definiciones señalan que el riesgo es la exposición a la incertidumbre, ya sea respecto a los flujos de ingresos futuros, a la presencia de un evento indeseable, a la posibilidad de presenciar un evento negativo, a la obtención de pérdidas, de estar en desventaja, entre otras.

El riesgo propiamente se define como la probabilidad de que surja una contingencia o amenaza inesperada que tiende afectar directamente o indirectamente de manera negativa el capital y las utilidades de los agentes económicos, ya sea de índole social, natural, político, económico o financiero, provocando una pérdida potencial de sus valores a corto, mediano y largo plazo.

Por su parte, De Lara Haro (2005) señala que el riesgo es un concepto que tiene una connotación negativa relacionado con el peligro, daño, siniestro o pérdida. Sin embargo, el riesgo es parte inevitable de los procesos de toma de decisiones en general y de los procesos de inversión en particular. En finanzas el concepto de riesgo es relacionado con las pérdidas potenciales que se pueden sufrir en un portafolio de inversión o en diversos activos financieros. Otra definición ampliamente generalizada es la propuesta por Jorion (2001) quien define al riesgo como la volatilidad de los flujos financieros no esperados, generalmente derivada del valor de los activos o los pasivos.

Desde el punto de vista financiero, el riesgo se define como la pérdida máxima que una institución financiera podría observar por una determinada posición o cartera de inversión, la cual se supone que no cambia durante el periodo de inversión en el caso de presentarse un cambio en los factores de riesgo, durante un horizonte de inversión definido y con un nivel de probabilidad determinado. También el riesgo se define como el impacto que pueden sufrir los activos o los flujos de una institución ante un cambio inesperado del mercado ó las pérdidas potenciales que enfrenta una inversión.

De acuerdo a lo anterior, el riesgo se conforma de dos componentes:

- i.* Incertidumbre, que implica el desconocimiento de las circunstancias que impactan el resultado final, y se mide en términos de varianza o desviación estándar.
- ii.* Exposición, que representa las situaciones de la empresa que impactan sus flujos, y se miden en términos del perfil de riesgo, y no tiene fecha específica generalmente.

En la teoría microeconómica el riesgo y la incertidumbre han sido piezas angulares en el redescubrimiento y generación de nuevo conocimiento en las últimas décadas. Ya que el riesgo forma parte de la vida cotidiana, simplemente pensemos en los individuos que se enfrentan a un riesgo cada vez que cruzan la calle o realizan una inversión, por ello

existen instrumentos e instituciones financieras que pueden paliar, al menos en parte, estos riesgos.

El efecto y acciones que puede tomar un individuo, empresa o institución financiera ante un riesgo específico dependerán de su nivel de aversión al riesgo, así como de los niveles de información que tenga disponibles. Se dice que un individuo puede ser neutral al riesgo, amante al riesgo o averso al riesgo, dependiendo de sus preferencias. Matemáticamente la aversión al riesgo dependerá de la forma funcional de la función de utilidad que tenga cada individuo.

Un individuo neutral al riesgo es aquel que es indiferente entre un resultado seguro y uno variable, siempre y cuando ambos tengan el mismo valor esperado. Un inversionista neutral al riesgo tiene una función de utilidad lineal, lo que implica que no necesita un premio adicional por incurrir en un riesgo adicional. Por lo tanto, un inversionista neutral al riesgo solamente utiliza el valor esperado para basar sus decisiones de inversión.

Un individuo amante al riesgo es aquel que selecciona de entre varias alternativas, aquella que resulta con la varianza mayor (mayor riesgo), o bien, en otros términos sería que la utilidad esperada de un evento aleatorio es mayor que la utilidad de su valor esperado, $U(E(X)) < E(U(X))$, donde $U(*)$ es la función de utilidad y $E(*)$ es el operador de expectativas. En términos generales, la función de utilidad de un amante al riesgo es estrictamente creciente y convexa.

Un individuo averso al riesgo es aquel que prefiere comportarse conservadoramente. Este nivel se refiere a que el riesgo disminuye su utilidad, y que los inversionistas deben ser recompensados por tomar un riesgo adicional, es decir, debe darse una compensación en términos de rendimientos crecientes adicionales. En otras palabras, un inversionista con aversión al riesgo, se ve en la necesidad de seleccionar entre dos eventos aleatorios, con el mismo rendimiento esperado, siempre seleccionará aquel evento que resulte con la mínima varianza (*ceteris paribus*).

La importancia de conocer estas conductas de los inversionistas, empresas o instituciones en relación al riesgo, se debe a que es un punto central para seleccionar el nivel de confianza con que se estimara el valor en riesgo, (VaR) y con ello la pérdida máxima que se estaría dispuesto a tolerar.

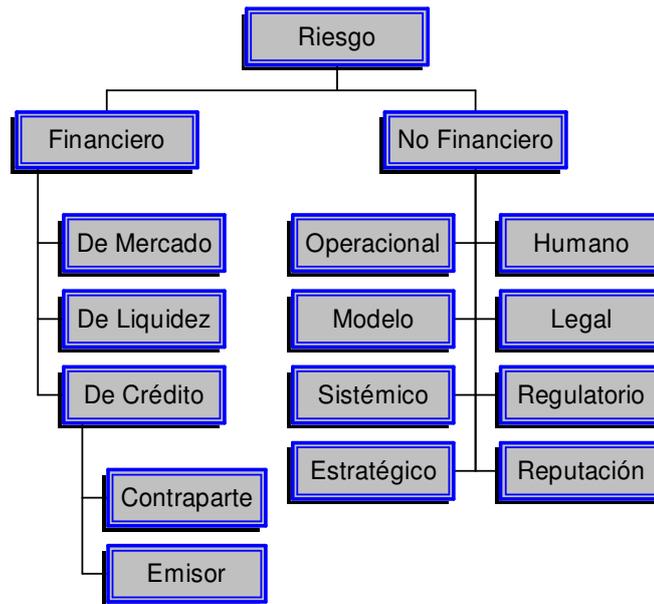
1.2. Tipos de riesgos económicos y financieros

Los riesgos se pueden clasificar como cuantificables y no cuantificables. Aunque en la literatura generalmente se clasifican desde el punto de vista de una empresa o institución como: riesgos estratégicos o económicos, riesgos de negocio o del producto y riesgos financieros o de mercado.

Los riesgos estratégicos o económicos son los que se encuentran directamente relacionados con la situación política interna propia del país, y que lleva a generar un riesgo inherente para el país como es el denominado riesgo país y el riesgo político.

Los riesgos de negocio o del producto consisten en que las líneas de producto del negocio lleguen a tener un nivel obsoleto, debido a la competencia enfrentada. Por lo tanto, este tipo de riesgo se refiere a la competitividad que logra la empresa en el mercado, y la forma en que le afectan los entes de la competencia a su compañía.

Figura 1. Tipos de riesgos



Fuente: Elaboración propia con base De Lara Haro, Alfonso (2005).

Los riesgos financieros o de mercado son las posibles pérdidas en los activos y pasivos financieros, a consecuencia de las variaciones de los precios o movimientos en variables que implican un riesgo como son tasas de interés, tipo de cambio, precio de las mercancías, la incertidumbre de la actividad económica futura, etc. También el riesgo de mercado se refiere a la pérdida que puede sufrir un inversionista debido a la diferencia en los precios que se registran en el mercado o en los movimientos de los factores de riesgo⁵ como son las tasas de interés, tipos de cambio etc. Así como a la posibilidad de que el valor presente neto de los portafolios se mueva adversamente ante cambios en las variables macroeconómicas que determinan el precio de los instrumentos que componen una cartera de valores.

Los riesgos de mercado se asocian a la volatilidad, estructura de correlaciones y liquidez. Es importante advertir que 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

⁵ Factor de riesgo es un parámetro cuyos cambios en los mercados financieros causarán un cambio en el valor presente del portafolio de activos o en un activo en particular como son: los precios de las acciones, tasas de interés, sobretasas en instrumentos del mercado de dinero, tipo de cambio, precios de materia primas y commodities, etc. (De Lara Haro 2002).

mutuamente, y el riesgo gamma, ocasionado por relaciones no lineales entre los subyacentes y el precio o valor del derivado.

Riesgo de la base es la incertidumbre de la diferencia que se dará entre el precio spot y el precio futuro de un activo financiero, ya que la cobertura con futuros nunca eliminará completamente el riesgo cambiario, es decir, siempre existirá el riesgo de la base, pero éste será menor a mantener una posición sin cubrir (es decir, el riesgo del activo).

El riesgo cambiario se ocasiona cuando una empresa compra o vende divisas, ya que se crea una exposición a la que se conoce como “posición abierta”. El tipo de cambio puede moverse en contra del valor de la empresa. El objetivo en este tipo de riesgo se enfoca a contrarrestar los cambios anticipados en el valor del tipo de cambio para los flujos de efectivo de una empresa, con cambios idénticos en el costo de sus pasivos al mismo tiempo.

Riesgo de *commodities* se refiere al cambio constante en los precios de materias primas o productos no diferenciados que pueden afectar en gran proporción a los bancos, así como a otros prestamistas, en formas complejas y muchas veces sumamente impredecibles.

El riesgo de liquidez se refiere a las pérdidas que puede sufrir una institución al requerir una mayor cantidad de recursos para financiar sus actividades a un costo posiblemente inaceptable. Los bancos son muy sensibles a las variaciones en las tasas de interés y el manejo de activos y pasivos. El riesgo de liquidez se refiere también a la imposibilidad de transformar en efectivo un activo o portafolio (vender en el mercado sin pérdida de valor). Este riesgo se presenta en situaciones de crisis, cuando en los mercados hay únicamente vendedores.

El riesgo de crédito es el más antiguo y probablemente el más importante que enfrentan los bancos. Se puede definir como la pérdida potencial producto del incumplimiento de la contraparte en una operación que incluye un compromiso de pago. Este riesgo se asocia al incumplimiento de contrapartes, riesgo en la custodia de valores, en la liquidación, en la degradación de la calificación crediticia en algún instrumento o problemas con el colateral o garantía.

El riesgo legal se refiere a la pérdida que se sufre en caso de que exista incumplimiento de una contraparte y no se pueda exigir por la vía jurídica, cumplir con los compromisos de pago. Se refiere a operaciones que tengan algún error de interpretación jurídica o alguna omisión en la documentación. Se asocia a problemas con los contratos, regulación e impuestos.

Riesgo regulatorio es originado por cambios imprevistos en las disposiciones, leyes y reglamentos. Tener que hacer cambios o modificaciones en los procedimientos en forma imprevista, debido al cambio en la regulación. No cumplir con las disposiciones ya sea por desconocimiento o por mala fe.

La diferencia entre el riesgo legal y regulatorio consiste en que en el primero, no hay legislación suficiente o adecuada para un caso específico. Faltan documentos o las leyes y contratos pueden ser malinterpretados. Mientras que en el segundo, sí hay legislación y sí existen las disposiciones, pero cambian o surgen nuevas que provocan que se tengan que hacer modificaciones en los procedimientos actuales. También implica que existan reglas pero que éstas no sean cumplidas.

El riesgo operativo es un concepto muy amplio y se asocia con fallas en los sistemas, procedimientos, en los modelos o en las personas que manejan dichos sistemas. También se relacionan con pérdidas por fraudes o por falta de capacitación de algún empleado de la organización. Asimismo este tipo de riesgo se atribuye a las pérdidas en que pueden incurrir una empresa o institución por la eventual renuncia de algún empleado o funcionario, quien durante el periodo en que laboró en dicha empresa concentró todo el conocimiento especializado en algún proceso clave. Este riesgo está asociado a riesgos de modelo, tecnología, auditoría, errores de sistemas, fallas humanas y fraude.

Riesgo laboral es complejo y difícil de medir, ya que involucra la política de personal, reclutamiento, capacitación, motivación y retención.

El riesgo de reputación es el relativo a las pérdidas que podrían resultar como consecuencia de no concretar oportunidades de negocio atribuibles a un desprestigio de una institución por falta de capacitación del personal clave, fraude o errores en la ejecución de alguna operación. Si el mercado percibe que la institución comete errores en algún proceso clave de la operación, es lógico que los clientes consideraran eventualmente cambiar de institución.

Riesgo país refleja el nivel financiero del país y el status de su moneda en términos de control de cambio de moneda extranjera existente o de carácter potencial. Es función de la política de estabilidad del país, de su rendimiento económico y de su trayectoria histórica y social respecto al cumplimiento de sus compromisos financieros internacionales. El riesgo país está integrado por el riesgo soberano y de transferencia. El primero se refiere al riesgo de los acreedores de los Estados, en cuanto a la imposibilidad de realizar acciones contra el prestatario por razones de soberanía. El riesgo de transferencia es el de los acreedores extranjeros con respecto a un país que experimenta una incapacidad general para hacer frente a sus deudas, por carecer de la divisa en que aquellas estén denominadas.

Riesgo político se refiere a la inestabilidad política que puede afectar las regulaciones, movimientos de capital y transacciones.

Riesgo de volatilidad o trayectoria, recoge todos aquellos factores de variación que corresponden a fluctuaciones que puedan generar volatilidad en una inversión financiera. Es usual representar el riesgo global de una cartera por la varianza o desviación estándar de los rendimientos obtenidos de un activo o activos de un portafolio.

Riesgo competitivo se refiere a posibles cambios en la posición competitiva de la empresa, debido a las decisiones que se toman en la política de precios de la empresa, así como los precios del mercado para las materias primas (competitividad de costos), lo cual redundará consecuentemente en el precio del producto terminado que se les dará a los consumidores.

Riesgo sistémico es originado por insuficiencias estructurales del Sistema Financiero y la incapacidad para soportar grandes magnitudes de riesgo de mercado, crédito y liquidez. La quiebra de instituciones importantes puede provocar quiebras generalizadas en el Sistema Financiero (a manera de dominó).

Un portafolio de inversión se enfrenta a dos tipos de riesgos relevantes: el riesgo no sistemático y sistemático. El primero se refiere a un riesgo que puede ser reducido mediante la diversificación de un portafolio. El segundo se asocia con los riesgos de mercado que no pueden ser eliminados mediante la diversificación.

Los riesgos en sociedades de inversión se deben a factores externos como cambios en las tasas de interés, tipo de cambio, inflación, expectativas, etc. Además del riesgo de las emisoras y por la composición de la cartera, ya que generalmente las Sociedades de Inversión en Renta variable tienen mayor riesgo.

Los títulos de deuda están generalmente expuestos principalmente a dos tipos de riesgo: riesgo de emisor y riesgo de mercado. Las variaciones en las tasas de interés y otros factores alteran los precios de los títulos. Por otra parte, se corre el riesgo de que el emisor no pague los cupones y/o el principal, y se incurra así en pérdidas.

1.3. El proceso de la administración de riesgos

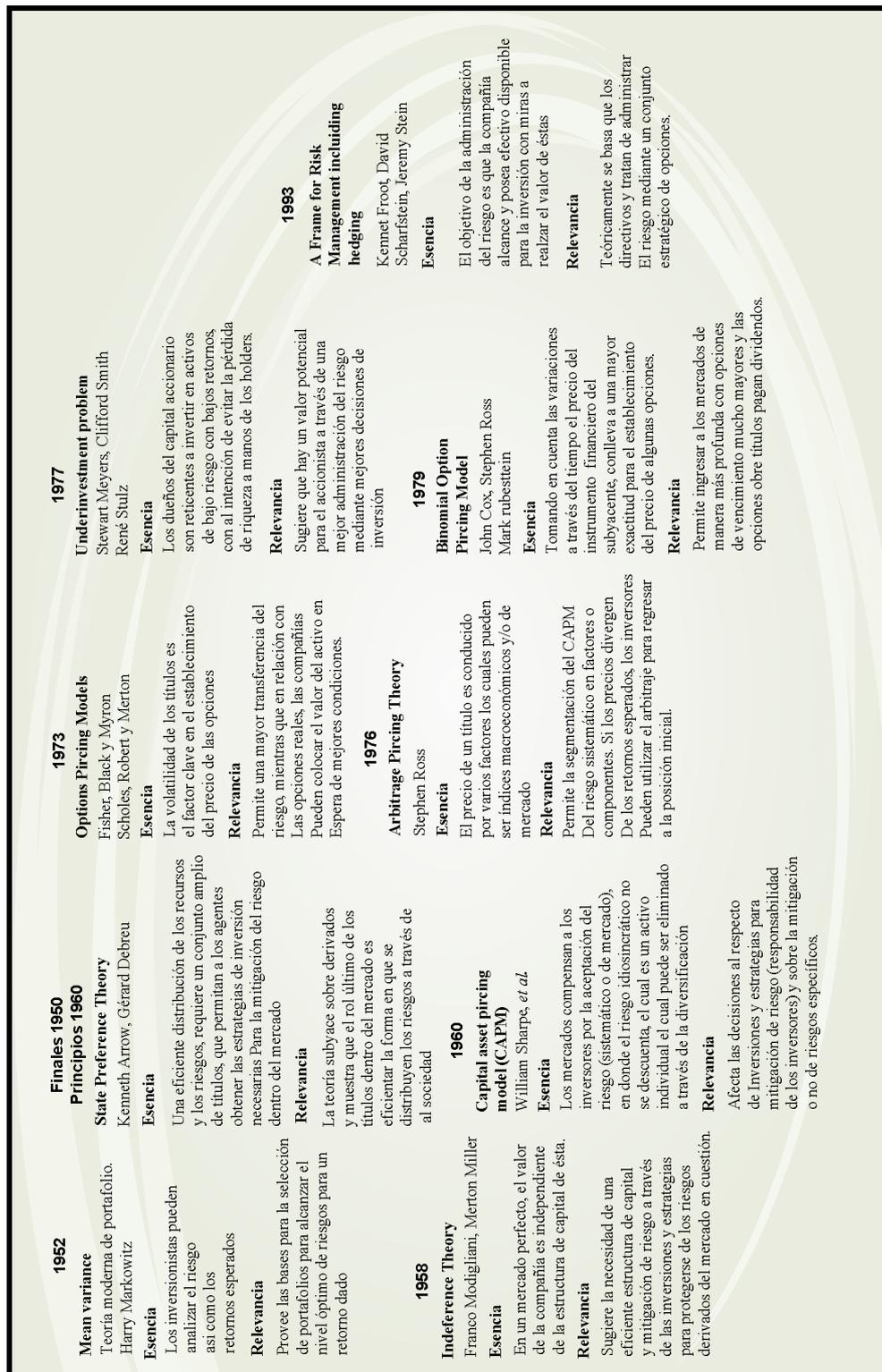
La administración de riesgos como se conceptualiza hoy día, comenzó básicamente a partir de la ruptura del Sistema Financiero de Bretton Woods y tiempo más tarde a la publicación del modelo de valuación de opciones de Black & Scholes. Estos dos acontecimientos constituyeron una especie de parte aguas, ya que a partir del año de 1973, proliferó fuertemente la utilización de instrumentos derivados, como herramientas de administración de riesgos.

Aunque tiempo atrás en 1959, Harry Markowitz desarrolló la teoría de portafolios y el concepto de la diversificación que implicaba que al añadir más activos a una cartera de inversión, el riesgo medido a través de la desviación estándar disminuye como consecuencia de la diversificación. Markowitz también incorporó el concepto de covarianza y correlación al análisis financiero, es decir, en la medida que se tienen activos negativamente correlacionados entre sí, el riesgo de mercado de una cartera de activos disminuye (Buehler, et. al. 2008).

Sin lugar a dudas uno de los desarrollos más importante para la administración de riesgos se daría en 1973 por parte de Fisher Black y Myron Scholes al publicar su artículo intitulado “The Pricing of Options and Corporate Liabilities” en el *Journal of Politic*

Economy en el que desarrollan la fórmula para valuar el precio de las opciones financieras; la cual es formada por una ecuación diferencial parcial de segundo orden parabólica y lineal, cuya solución es el precio de la opción europea cuando la condición final es el valor intrínseco de la opción.

Figura 2. La evolución de la administración del riesgo



Fuente: (Adaptado parcialmente de: Buehler et al, 2008)

Otro elemento clave para el desarrollo de la administración de riesgos se da en el año de 1994 cuando el banco estadounidense JP Morgan en su documento técnico llamado *Riskmetrics* incorpora el concepto de Valor en Riesgo (VaR) como un modelo para medir cuantitativamente los riesgos de mercado en instrumentos financieros individuales y en portafolios de inversión. El valor en riesgo (VaR) es la pérdida máxima esperada a lo largo de un horizonte de tiempo objetivo, dentro de un intervalo de confianza dado que se basa en la teoría de la probabilidad (Venegas Martínez, 2007).

A pesar de los antecedentes que ya tenía la administración de riesgos, ésta se generaliza en los mercados financieros mundiales, a partir del Acuerdo de Basilea suscrito por los principales reguladores de las economías más importantes el 15 de julio de 1988, a fin de alcanzar una mayor estabilidad financiera, incorporando una medida común de solvencia (*proporción de Cooke*), la cual cubría el riesgo de crédito para todos los bancos del (G-10). Aunque es en el año de 1993, cuando el comité de Basilea da a conocer sus propuestas sobre riesgos de mercado (Venegas Martínez, 2007).

Es importante tener en mente que el riesgo es una variable que está presente en todas nuestras actividades, situación que obliga a contar con un proceso completo e integral de administración de riesgos que permita que las decisiones de inversión de los tesoreros y administradores de recursos financieros, ahora sean monitoreadas por un cuerpo de especialistas independientes, los cuales estén directamente vinculados al consejo de administración y al cuerpo directivo. También la información referente a la exposición de riesgos de mercado deberá dirigirse a la alta dirección, así como al consejo de administración de manera oportuna y eficaz, a fin de evaluar correctamente las pérdidas potenciales e implantar las acciones necesarias para la disminución drástica de los diferentes riesgos que pueden presentarse ante eventos adversos.

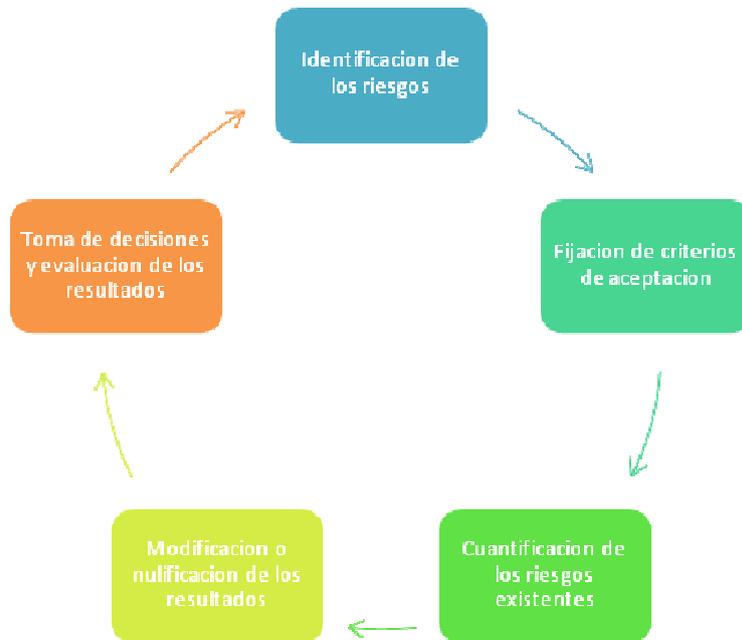
Por lo que se refiere a la autorregulación, se debe contemplar esquemas profesionales que permitan el desarrollo de metodologías para el control interno de los riesgos, así como determinar el capital adecuado para el soporte de las pérdidas económicas y financieras. Sin lugar a dudas, el incremento en la volatilidad de las principales variables financieras, así como el desarrollo tecnológico han impulsado la ingeniería financiera, cuyo objetivo es proporcionar alternativas creativas para protegerse contra los riesgos financieros o para especular con ellos.

El objetivo de la administración de riesgos es asegurarse de que una institución o inversionista no sufra pérdidas económicas inaceptables o no tolerables. Así como mejorar el desempeño financiero de dicho agente económico, tomando en cuenta el rendimiento ajustado por riesgo.

En el proceso de administración de riesgos de cualquier empresa tanto públicas como privadas se tiene que seguir lineamientos como serían la identificación plena del riesgo al sé que debe enfrentar a la entidad económica, agente económico o país, para de esta manera fijar un nivel de riesgo máximo o mínimo que se desea adquirir para de manera inmediata cuantificar los riesgos de manera numérica y estadística para poder dar una

frontera de riesgo más acertada, posteriormente evaluar las medidas tomadas con base a la realidad y finalmente de esta manera tomar las decisiones necesarias sobre las nuevas transacciones u operaciones de acuerdo a las expectativas que se tienen.

Figura 3. Procesos en la administración de riesgos



Fuente: Elaboración propia con base Buehler, et. al. (2008).

El proceso de la administración de riesgos implica en primer lugar, la identificación de riesgos, en segundo lugar su medición y finalmente su cuantificación y control mediante el establecimiento de límites de tolerancia al riesgo y coberturas que permitan modificar o nulificar dichos riesgos. La identificación de los riesgos a los que se enfrenta un individuo, empresa o institución significa entender dentro del ciclo del negocio (activo o portafolio), los principales eventos que intervienen de manera directa o indirecta, sobre las variables relevantes del negocio (activo o portafolio).

La medición del riesgo comprende dos mediciones fundamentales para la cuantificación del riesgo que es la exposición y la incertidumbre (volatilidad). El primero consiste en aplicar una metodología que permita medir la sensibilidad de la empresa a un cambio inesperado de las diferentes variables relevantes del negocio (activo o portafolio), y específicamente en el desempeño de la empresa, individuo o institución. En cuanto a la medición de la incertidumbre o volatilidad se debe realizar con respecto a cada una de las variables relevantes, una forma muy común de medirla es a través de la varianza o desviación estándar. Esta medición requiere el manejo eficiente de la información estadística, así como el conocimiento de teoría de probabilidades.

La cuantificación del riesgo se refiere a combinar la medición de la exposición y de la incertidumbre y condensarla en una medida deseada de riesgo que permita determinar el capital en riesgo (es decir, medir el riesgo en dinero). El capital en riesgo se define como la pérdida máxima posible para una posición dada en un negocio, activo o portafolio dentro de un intervalo de confianza, sobre un horizonte de tiempo específico, que no es otra cosa que la definición del valor en riesgo (VaR).

El control de los riesgos se puede realizar mediante el diseño de estrategias de ingeniería financiera que permitan realizar cobertura que permitan transferir parte del riesgo y con ello reducir la exposición al riesgo y sus efectos. Las estrategias generalmente utilizadas contemplan las coberturas de riesgos (hedging), diversificación y contratación de seguros convencionales o cuasi-seguros como son los Credit Default Swaps, CDS.

La cobertura de riesgos o hedging consiste básicamente en reducir la volatilidad de los flujos de efectivo de una entidad, mediante el uso de instrumentos financieros derivados (operaciones fuera de balance), con características de riesgo específicas, combinándolos de tal manera que se incremente el valor de la empresa. También se puede realizar operaciones dentro del balance que permita tomar posiciones sobre el pasivo, capital y activos con la desventaja de afectar las razones financieras y tener un costo. Las operaciones con productos derivados tienen una complicación contable que no es fácil de resolver, aunque el boletín D-10 marca algunos lineamientos generales para su registro.

La diversificación se basa en la teoría de portafolios desarrollada por Harry Markowitz en 1965 o 1959 y que es una piedra angular de las finanzas. El argumento de la diversificación señala que existe una relación inversa entre el número de instrumentos invertidos en un portafolio y la varianza del mismo.

Los seguros son otra opción para cubrirse del riesgo, ya que mediante el pago de una prima uno puede transferir parte del riesgo. En el caso de los derivados las opciones pueden ser consideradas como una especie de seguro, ya que se compra o vende un derecho más no una obligación, el costo de la opción que es el pago de la prima se registra dentro del balance como una prima de seguro, la cual es erogada en ese momento. Otro instrumento similar a un seguro, son los denominados derivados de crédito como el CDS.

Es casi obvio que el establecimiento de una estructura robusta de Administración de riesgos debe construirse bajo una buena identificación del riesgo y la exposición al mismo. Sin embargo, la mayoría de las compañías e instituciones fracasan para evaluar y cuantificar todos los aspectos de la exposición que enfrentan, así como considerar el nivel de aversión al riesgo que se tiene.

El mayor error es confiar demasiado en un pronóstico del cual no se tiene certeza. Por lo que es fundamental que las empresas e instituciones financieras desarrollen políticas y procedimientos que permitan una clara identificación de los riesgos de la empresa o negocio, objetivos, límites, estrategias de cobertura, así como reportes y requerimientos de control internos y externos (delimitar funciones, actividades y responsabilidades, así

como la integración de un comité de riesgos). Además de que sean revisados y ajustados de manera periódica para que se encuentren plenamente actualizados.

El comité de riesgos debe vigilar que las operaciones se ajusten a las políticas y a los límites establecidos como son: los límites específicos para riesgos discretivos, metodología y procedimientos, modelos para la valuación, acciones correctivas y autorizar de manera excepcional cuando se pueden exceder los límites cuando las condiciones del entorno lo requieran.

La unidad para la administración integral de riesgos debe ser un órgano independiente de las diferentes unidades de negocios y debe identificar, medir, vigilar e informar sobre los riesgos cuantificables. Además de calcular los requerimientos de capitalización por riesgo de crédito y de mercado; y verificar que se ajusten a las disposiciones aplicables. Tener modelos y sistemas de medición de riesgos que reflejen el valor de las posiciones y su sensibilidad a diversos factores de riesgo.

La auditoría interna debe ser independiente y realizar una inspección al menos una vez al año, a todos los procesos de administración integral de riesgos. Por lo que se refiere a los manuales de procedimiento deben contemplar objetivos, lineamientos, políticas, perfil de riesgo, estructura organizacional, facultades y responsabilidades, clasificación de los riesgos por tipo de operación, límites de exposición al riesgo, forma y periodicidad para informar al Consejo de Administración, proceso para aprobar nuevos productos y coberturas, así como medidas de control interno para corregir desviaciones en los procesos.

La administración por tipo de riesgo debe considerar el establecimiento de límites, estimación de pérdidas potenciales ante diversos escenarios, controles internos, análisis de la vulnerabilidad de hardware y software; así como el respaldo y recuperación de información confidencialidad y pública.

En cuanto a los informes y revelación de información deben contemplar la exposición por tipo de riesgo (discretivos), niveles de incidencia e impacto (no discretivos), grado de cumplimiento de objetivos y políticas, casos en que los límites fueron excedidos. Por lo que se refiere a la información destinada al público e inversionistas debe considerar elementos cualitativos y cuantitativos como metodologías empleadas, carteras y portafolios a los que se les aplica, forma de interpretar resultados, nivel de confianza, horizonte, valor en riesgo, evaluación de cambios en los ingresos financieros y en el valor económico, estadísticas, valores promedio de exposición por tipo de riesgo, consecuencias y pérdidas que generaría la materialización de los riesgos operativos identificados.

Los beneficios de una buena administración de riesgos, se expresan en una baja posibilidad de quiebra, reducción de costos de transacción a largo plazo, consolidación de la imagen de la empresa e institución financiera que permita mejorar su calificación crediticia, ante acreedores e inversionistas, así como el incremento en el valor de la empresa.

1.4. Los productos derivados y las crisis bancarias y financieras

En el período comprendido entre 1970 a la fecha, la proliferación de nuevos instrumentos financieros ha sido notable, así como el incremento de la volatilidad de las variables que afectan el precio de esos instrumentos, tales como el tipo de cambio, tasas de interés, etc. Destaca en particular el desarrollo de los productos derivados como futuros, swaps y opciones. El desarrollo más importante se dio en 1973 con la contribución que hicieron Fisher Black y Myron Scholes al proponer la fórmula para valorar el precio de una opción financiera.

Los instrumentos financieros derivados son un esquema natural para realizar diversas estrategias de coberturas que permitan reducir, mitigar y transferir los riesgos de mercado, crédito y operacional. Sin embargo, la creciente especulación en los mercados ha provocado que dichos instrumentos sean utilizados con el objetivo de obtener ganancias extraordinarias, al generar productos más sofisticados como son las notas estructuradas y productos sintéticos que en muchas ocasiones son difíciles de valorar y determinar su precio justo. Así en la actualidad, la denominada ingeniería financiera sumada al rápido movimiento de los mercados y un mayor nivel de apalancamiento de los agentes económicos, requiere de una administración de riesgos prudente e integral.

La posibilidad de contar con más instrumentos financieros y la globalización financiera ha incrementado el apetito por riesgo de los inversionistas en general. Sin embargo, la ausencia de una Administración Integral de Riesgos asociado a la ausencia de técnicas que midan el riesgo han propiciado grandes desastres financieros. Algunos ejemplos que ilustran una mala administración de riesgos y modelos ineficientes de valuación que incorporen movimientos extremos en las condiciones de mercado, crédito y operación son:

- i.* En 1987 se registró una caída estrepitosa del Dow Jones, de tal suerte que del 13 al 19 de octubre éste índice disminuyó 31%. El índice Nikkei disminuyó 620 puntos y el IPC mexicano perdió 22% en un día.
- ii.* En 1990 el índice de tasas de interés de Lehman Brothers disminuyó 22.86% entre julio y diciembre, provocando la quiebra de la firma Drexel Burham Lambert y la bancarrota generalizada de las llamadas Saving and Loans.
- iii.* En mayo de 1992, un grupo de bancos, casas de bolsa y sociedades de inversión tuvieron pérdidas bastante significativas debido al aumento precipitado en las tasas de interés, el cual provocó la disminución del valor de los Ajustabonos e instrumentos de deuda de largo plazo. Este hecho constituyó una depreciación drástica en el valor de los portafolios.
- iv.* En 1994 de manera inesperada, la Reserva Federal de los Estados Unidos (FED) anunció un incremento en las tasas de interés de 250 puntos base (2.5%). El banco alemán Metallgesellschaft perdió 4,000 millones de dólares; Kidder Peabody 3,000 millones de dólares; Orange County quebró, perdiendo 1, 640 millones de dólares; y Procter and Gamble perdió 100 millones de dólares en posiciones de

- productos derivados, La tasa de la FED en febrero de 1994 era de 3% y para noviembre del mismo año paso a 5.5%.
- v. Nick Leeson, un operador del mercado de derivados que trabajaba en la subsidiaria del banco inglés Baring en Singapur, sufrió una pérdida que rebasaba en exceso el capital del banco y llevó a la quiebra a la institución en febrero de 1995 con pérdidas de más de 1,400 millones de dólares. Después de seis años de su llegada al Banco Barings, Nick Leeson, gerente general de Barings Futuros en Singapur, ocasionó la quiebra del Banco a través de una variedad de engaños, el más importante había sido la demanda de efectivo a Londres. Hacia finales de febrero de 1995 Barings había transferido a Singapur cerca de 4,600 millones de libras para hacer los pagos de reservas a SIMEX, al menos tres cuartas partes de esos millones eran para financiar las pérdidas de la Cuenta error 88888 en la que Nick Leeson continuó ocultando los errores que no reportaba a la Gerencia Financiera. Todos los días se enviaban a Londres saldos falsos ocultando la existencia de la cuenta error que revelaba la inmensa e impensable magnitud de las perdidas.
 - vi. Bob Citron, tesorero del condado de Orange en Estados Unidos de América, invirtió en posiciones altamente riesgosas que se tradujeron en más de 1,700 millones de dólares, debido al alza de las tasas de interés registradas en 1994.
 - vii. En 1994 la Chile Copper Coporation (CODELCO) pierde alrededor de 200 millones de dólares en operaciones irregulares con futuros sobre el cobre y metales preciosos.
 - viii. En diciembre de 1994, la devaluación del peso mexicano dejó al descubierto la fragilidad del sistema financiero, ya que en todas las instituciones financieras se presentaron fuertes pérdidas por riesgos de mercado y crédito. Lo anterior, se debió a que la crisis cambiaria elevó las tasas de interés a niveles de 13 a 48.7%, por lo que el sector financiero se acercó al colapso un año después. Mientras que el peso tuvo una devaluación del 100%, el IPC de la bolsa disminuyó 20% y las corredurías más importantes perdieron millones de dólares, sólo Bankers Trust sufrió una pérdida de 157 millones de dólares.
 - ix. Toshihide Iguchi, un operador que manejaba posiciones en mercado de dinero (bonos de largo plazo) en Daiwa Bank, perdió 1,100 millones de dólares en 1995.
 - x. Yasuo Hamanaka, un operador de contratos de cobre en Sumitomo Corp., perdió 1,800 millones de dólares en junio de 1996 como consecuencia de fallas en su administración y valuación de posiciones.
 - xi. El 2 de julio de 1997 se registró una crisis en el Continente Asiático. La moneda coreana, el won se devaluó 47.44% contra el dólar, la rupia de indonesia se devaluó 55.9%; el ringgit se depreció 34.8%; el peso filipino disminuyó su valor en 28.3%. Los diez bancos más importantes de Hong Kong se declararon técnicamente en quiebra con deuda de más de 400 millones de dólares.
 - xii. El 17 de agosto de 1998 Rusia se declaró en insolvencia e incumplimiento con los compromisos crediticios. El Dow Jones cayó 4% y George Soros, uno de los más importantes inversionistas internacionales, perdió 4,000 millones de dólares en inversiones hechas en mercados emergentes. En este mismo año las tasas de interés en el mercado mexicano registraron un incremento del 50% y el peso se devaluó 15.4% del 17 de agosto al 10 de septiembre.

- xiii.* El 23 de septiembre de 1998 se registró una crisis de liquidez en los mercados y la FED autorizó un apoyo de 3,500 millones de dólares al fondo denominado Long-term Capital Management, un fondo de cobertura que perdió el 52% del total de sus activos y con exposición al riesgo de más de 900,000 millones de dólares. En esta crisis, Salomon Smith Barney perdió 300 millones de dólares, Citicorp 200 millones de dólares.
- xiv.* En octubre de 1998 el presidente de UBS AG Mathis Cabiallavetta y otros altos directivos de los mayores bancos de Europa dimitieron ante la pérdida de más de 950 millones de francos suizos a cargo de posiciones en derivados e inversiones en los llamados fondos de cobertura o gestión de capital a largo plazo. Es importante señalar que estos fondos surgen en 1994 con la participación de dos premios Nobel.
- xv.* En noviembre de 1998 un grupo de inversionistas regiomontanos sufrieron pérdidas millonarias de alrededor de 300 millones de dólares, por inversiones apalancadas en un fondo que operaba bonos rusos.
- xvi.* NatWest tuvo una pérdida de 77 millones de libras esterlinas al infravalorar el tipo de interés de las opciones. La fe ciega en los resultados informáticos está fuera de lugar, ya que un ingeniero financiero fue capaz de burlar el sistema de gestión de bonos-contable, ya que la dirección no apreció la diferencia entre sus distintas líneas de negocio.
- xvii.* El Banco de Crédito y Comercio Internacional, BCCI fue cerrado por varias razones y una de ellas fue las pérdidas de mercado ocasionadas por los derivados que tomaron muy en particular swaps.
- xviii.* Sin mucho ruido, varias empresas mexicanas se han visto afectadas por los movimientos cambiarios o la inestabilidad de las tasas de interés al mantener exposiciones cambiarias y de GAP activo y pasivo que no se administraron adecuadamente.

El común denominador en estos desastres fue la falta de políticas y sistemas de administración de riesgos que permitieran medir y monitorear efectivamente las pérdidas potenciales de las posiciones en que estaban involucradas dichas corporaciones. Es claro que existen varias cosas que los banqueros, reguladores y corporaciones necesitan hacer para comprender el eficiente manejo de los derivados.

Estos desastres provocaron que en 1993 se creara una asociación internacional de carácter privado llamado el Grupo de los Treinta (G-30). Dicha agrupación ha hecho algunas recomendaciones en relación con criterios prudenciales para instituciones que tienen productos derivados en posición de riesgo y otro tipo de activos financieros.

El crecimiento exponencial de los derivados en el mercado extra-bursátil OTC se ha debido en gran parte al incremento del uso de dos técnicas fundamentales de mitigación, que pueden ser utilizadas para reducir los requisitos del crédito interno y los requisitos reglamentarios del capital y así liberar el capital como las líneas de crédito celosamente guardadas: compensación por saldos netos y garantizar con colateral. Es importante señalar que en 1995, la relación de desembolsos en derivados contratados en el OTC respecto a las bolsas tradicionales fue de 4.74 veces y la contratación OTC representa casi

dos tercios (60.7%) de todas las operaciones mundiales con derivados, a partir de la información diaria del negocio reportada por el Banco Internacional de Pagos (BIS).

Las posiciones de riesgo en productos derivados en las empresas, bancos e instituciones financieras constituyen una de las máximas preocupaciones de la alta dirección. El motivo de la preocupación es que se tratan de instrumentos con un alto grado de apalancamiento financiero y, por tanto, alto riesgo que se combina con un nivel de sofisticación que permite generar productos derivados a la medida del cliente sobre todo en los mercados OTC (ingeniería financiera) y en consecuencia provocar pérdidas inesperadas e importantes. Por lo anterior, la nueva regulación internacional busca migrar de productos OTC a productos estandarizados que reduzcan considerablemente el riesgo de contraparte y la discrecionalidad en las metodologías y modelos para valorar productos estructurados específicos (riesgo de modelo).

Figura 4. Diferencias en los derivados OTC y listados en Bolsa

Diferencias Mercado OTC y Bolsa	
Bolsa de Valores	OTC (Over-The-Counter)
Se negocian en la Bolsa de Valores	Se negocian de manera privada e individual
Productos estandarizados	No especificaciones estándar
Los precios son transparentes y públicos	Los precios no son tan transparentes
Los operadores bursátiles no se conocen	Los operadores bursátiles deben conocerse
El horario de operación es fijo	Operan las 24 horas
Gran liquidez en las posiciones	Poca liquidez en las posiciones
Pocos contratos entregados físicamente o vencidos	La mayoría de los contratos son entregados físicamente o vencidos

Fuente: Elaboración propia con base a Hull, John C (2004).

La crisis bancaria no es un tópico nuevo y tampoco se limita a un país o región, en los últimos años, incluso los países industrializados con sistemas sumamente avanzados y sólidos organismos de supervisión bancaria han experimentado severas crisis. Cabe señalar que la mayoría de los países no ha estado exenta de este fenómeno y muestra de ello han sido los trastornos bancarios de la década de los noventa como Japón, Escandinavia y América Latina. Mientras que el inicio del nuevo milenio y siglo nos recibió con la crisis financiera subprime que no sólo afectó a un número importante de Bancos en Estados Unidos, sino también al resto de las economías del mundo, aunque hoy enfrentamos la gestación de una crisis bancaria en Europa dado el riesgo que enfrentan los bancos tenedores de deuda griega y que podría tener consecuencias mayores a la crisis hipotecaria de 2008.

*“Las oportunidades pequeñas
son el principio de las grandes empresas”*
Demóstenes

Capítulo II. Teoría de la regulación y Basilea II

*” No podemos resolver problemas
pensando de la misma manera que cuando los creamos”*
(Albert Einstein)

2.1. Teoría de la regulación

El Estado moderno es definido como una organización e institución dotada de poder, económico y político, para imponer el marco de obligaciones, y restricciones a la vida social del intercambio económico. Es decir, define el campo de lo permitido y lo prohibido y genera las estructuras de incentivos y/o desincentivos para que los individuos se involucren en el intercambio y la búsqueda de la cooperación. En este marco de institucionalidad, la regulación económica por parte del Estado se da, básicamente, por la existencia de fallas de mercado en las economías.

En la realidad, el Estado y el mercado coexisten como mecanismos de asignación y distribución de los recursos escasos de que dispone la sociedad. Los recursos pueden ser asignados a diferentes usos, generalmente competitivos, y distribuidos, casi siempre desigualmente, entre individuos y grupos sociales con diferentes intereses.

La aparente incapacidad de la economía para crear empleo, el quebrantamiento de los bancos y la caída de la bolsa, así como el incremento en los precios de los productos básicos, hicieron que los gobiernos no solo asumieran un papel más activo en el intento de estabilizar el nivel de la actividad económica, sino que también aprobaran medidas legislativas destinadas a paliar muchos de los problemas. Es decir, legislaron para generar las condiciones legales para la creación de programas de atención de carácter público y una regulación bancaria y financiera.

De la misma manera, los fallos del mercado impulsaron a los países occidentales a adoptar los grandes programas públicos, aunque éstos llegan a tener sus complicaciones o sus propias fallas al no cubrir completamente con su objetivo (fallas del gobierno). No obstante, son cuatro las causas de la incapacidad sistemática del Estado para cumplir los objetivos formulados: su reducida información y conocimiento de las repuestas privadas a sus intervenciones, bajo control de la burocracia y las limitaciones que imponen los procesos políticos.

Un tema de gran controversia es el papel del Estado en la economía para mejorar la asignación de recursos y elevar el bienestar social. La economía neoclásica sostiene que el mercado es el mecanismo más eficiente para la asignación de recursos y que el Estado es un mecanismo inferior, y aun contraproducente. La literatura neoclásica contemporánea admite la coexistencia del mercado y el Estado como mecanismos de asignación de recursos. En ambos casos los individuos son maximizadores.

El argumento es que la competencia y la motivación de maximizar las ganancias, también conducirá a la maximización del bienestar social, mientras los individuos actúan a favor de sus intereses. En consecuencia, no hay necesidad de que intervenga el Estado, porque la economía de mercado por si sola alcanzara los mejores resultados posibles para los individuos y para la sociedad en su conjunto. La doctrina liberal postula que el Estado no debería intervenir en la economía, porque la acción del libre mercado es eficiente. Esto

es, en una economía competitiva, las fuerzas del mercado conducirán a la economía a una posición de equilibrio paretiano, a partir de la cual, es imposible hacer un cambio sin que empeore el bienestar de algún individuo. La conclusión más importante que se desprende de estos supuestos, es que la coordinación económica, entre individuos y mercado, se logra sin necesidad alguna de arreglos institucionales, derechos de propiedad, contratos, etc.

Los economistas neoclásicos también enfocan el problema del intervencionismo estatal desde una perspectiva teórica diferente: la intervención estatal, contribuye a mejorar la eficiencia económica. La consecuencia trascendental de esta idea es que existe un espacio, aun si se mantiene el supuesto de la competencia perfecta, para que el gobierno intervenga en la asignación y distribución de recursos para mejorar la eficiencia y la equidad. Es decir, se reconoce que los mercados competitivos no necesariamente producen una asignación de recursos económicamente eficiente y una distribución socialmente justa, o sea, nuevamente se llega a la conclusión que el mercado entraña fallas que lo hacen funcionar ineficientemente.

La teoría de las fallas del mercado postula que la economía, conducida por las fuerzas del mercado, no es necesariamente eficiente. En la realidad es común la presencia de estructuras monopólicas, la existencia de mercados incompletos, es decir, existen bienes que no se producirán con los precios de mercado vigentes. La información es incompleta y asimétrica, lo cual genera conductas económicas, como la aversión al riesgo, el daño moral y la selección adversa, distintas a las que postula el modelo de elección racional, existen importantes externalidades etc.

La información que los individuos requieren para tomar decisiones racionales, no siempre esta disponible, es incompleta, o se encuentra desigualmente distribuida. Y en cualquier caso, adquirirla tiene un costo para el consumidor o el productor. En este caso surgen problemas de incentivos, relacionados con la conducta maximizadora de los individuos: daño o riesgo moral y selección adversa. El primero ocurre cuando un individuo, aprovechándose de la información asimétrica que posee, realiza acciones que afectan a la otra parte, en el intercambio, sin que ésta pueda obligar y/o monitorear su cumplimiento debido a la falta de información. El segundo, se caracteriza porque solo un agente tiene información sobre la calidad de un bien o servicio que es relevante, pero desconocida, para la segunda parte del intercambio, en el mundo real existe un riesgo en cada una de las actividades económicas, es decir, las expectativas y cálculos de los individuos no necesariamente producirán los resultados previstos. Muchos agentes tienen aversión al riesgo, es decir, tiene la disposición a pagar primas de seguros para reducir su exposición a los riesgos que pueden encarar. Si no hay seguros, estos individuos cambiaran su conducta económica para asegurarse por cuenta propia: fondos de reserva, de ahorro, de retiro, entre otros, hablando bancariamente.

Por su parte, los derechos de propiedad no siempre están claramente definidos y ello da lugar a que los individuos no puedan acordar voluntariamente la distribución de los costos sociales de las actividades productivas en las que incurren, o de los beneficios sociales que generan diversas obras.

La existencia de este tipo de fallas constituye un importante argumento para justificar la intervención del estado con objeto de remediar la ineficiencia generada en el funcionamiento del mercado.

El Estado es una organización que juega un papel crucial en el diseño, creación y mantenimiento de las instituciones públicas y privadas que fijan las reglas del juego al intercambio. Las instituciones tienen importancia para el desempeño de los sistemas económico, político y social y, por su puesto, del mismo Estado. La economía y la sociedad se han convertido en un sistema de organizaciones, lo cual es cierto para el Estado y la sociedad. Por ello, no es extraño que las teorías recientes del Estado concedan, cada vez, más importancia al papel de las instituciones como factores que influyen en el comportamiento, acciones y elecciones de los individuos y agentes económicos. Por ejemplo, el neoinstitucionalismo económico ha destacado dos ideas clave: la primera, los mercados y los Estados de distintos países son organizaciones institucionales que pueden operar de acuerdo a reglas y normas particulares, y alcanzar resultados económicos políticos y sociales muy diferentes; y segunda, la conducta y elecciones de los agentes económicos reciben la influencia de distintos conjuntos de instituciones. La perspectiva institucionalista permite introducir algunos temas relevantes, que la teoría económica convencional elude, o no explica satisfactoriamente.

El neoinstitucionalismo económico se ha preocupado por desarrollar una teoría del Estado desde el punto de vista de las instituciones. La teoría neoinstitucionalista le atribuye al Estado algunas funciones relevantes, que las distintas variantes de la economía neoclásica habían omitido o francamente negado. Pero al mismo tiempo las admite, a diferencia de otras teorías; por ejemplo, la economía del bienestar y la teoría de las fallas del mercado, que el Estado también puede fallar en mejorar la eficiencia económica y el bienestar social. La idea es que las fallas del gobierno pueden corregirse. Existen medios para crear mecanismos que reduzcan los costos de intervención del Estado sin eliminar los beneficios posibles de la intervención, por ejemplo corrigiendo las fallas del mercado o estimulando el crecimiento de la productividad.

Al mismo tiempo introduce temas que la teoría neoclásica no admitiría, entre estos destacan los que se refiere al papel del Estado en los ámbitos de:

- i. La atenuación de problemas de información (información incompleta y asimétrica), que introduce la incertidumbre y el riesgo en las elecciones económicas de los agentes;
- ii. La disminución de los costos de transacción;
- iii. La definición de los derechos de propiedad y los contratos y,
- iv. El establecimiento de los mecanismos de coordinación económica, entre agentes y mercados, empleados para la organización de la producción y el intercambio.

Desde la perspectiva institucionalista, diferentes conjuntos de instituciones (reglas) y organizaciones económicas, creadas y operadas por el Estado, afectan la conducta económica de los individuos, sus elecciones y presencias, la asignación y distribución de

recursos, y en general, las condiciones económicas de la producción y el intercambio. En este sentido, la teoría neoinstitucionalista, a diferencia de la economía neoclásica, introduce el papel que juega el Estado en un mundo económico caracterizado por la existencia de las instituciones, conflictos sociales entre los individuos, derechos de propiedad, contratos, incertidumbre y riesgos.

La teoría del Estado neoinstitucionalista se desarrolla en las siguientes cuatro líneas:

- i. Ofrece una teoría positiva del Estado para responder a la pregunta ¿Cuál es su comportamiento económico? Y no ¿Que debería de hacer, o cual debería ser su tamaño? Esta es una diferencia importante, con respecto a la economía neoclásica, porque ésta ha desarrollado una teoría normativa, interesada en estudiar al Estado como un agente ético exógeno al sistema económico. Por ejemplo, en las teorías de las fallas del mercado y en la escuela de la elección pública, el Estado es un agente externo a la economía que interviene como factor de “última instancia” para corregir las fallas del mercado. El Neoinstitucionalismo Económico (N.E.) ha desarrollado una teoría positiva porque concibe el papel del Estado como un elemento capaz de mejorar la asignación de recursos, aunque también podría empeorarla;
- ii. Responde las preguntas básicas sobre el origen y evolución del Estado como una institución y organización endógena al sistema socioeconómico, sobre la evaluación de su papel en el desempeño económico, y el estudio de la estabilidad o el cambio del Estado, es decir, de su comportamiento en el desarrollo económico en el largo plazo. El N.E. atribuye al Estado un papel central en el comportamiento económico de los individuos porque fija y vigila el cumplimiento de las reglas fundamentales que gobiernan el intercambio: los derechos de propiedad exclusivos, los contratos entre los agentes privados, las diversas regulaciones (precios, tarifas, leyes antimonopolio, normas de calidad, sanidad pesos y medidas, etcétera). El diseño y operación de estas reglas depende en buen medida del papel del Estado para introducir restricciones (delimitar lo permitido y lo prohibido) y para vigilar y obligar su cumplimiento. Las obligaciones y derechos quedan consagradas (prescritas y proscritas) en las instituciones, en este sentido el N.E. va más allá de los problemas macroeconómicos relacionados con la asignación eficiente de los recursos;
- iii. Investiga cuáles son los incentivos por los cuales los individuos se involucran en la creación, diseño y operación de numerosas instituciones privadas y estatales, cuyo cumplimiento puede ser voluntario u obligatorio. En este sentido la teoría neoinstitucionalista del Estado destaca la relevancia de la estructura de derechos de propiedad y de los costos de transacción, en el proceso a través del cual las instituciones pueden modificar las acciones y elecciones de los individuos (incluidas las de la burocracia y los políticos). En la medida en que el Estado y sus instituciones juegan un papel decisivo en el establecimiento de las estructuras de derechos de propiedad, y éstas a su vez,

influyen en los costos de transacción, unos derechos de propiedad ineficientes elevan los costos de transacción, porque la ambigüedad e ineficiencia generan incertidumbre, inseguridad e inestabilidad, y en estas condiciones los costos de información, de contratación, de negociación, etcétera, se incrementarían, obstaculizando el crecimiento económico. Los costos de transacción son una Variable relevante porque son los costos en los cuales los individuos, los agentes, la burocracia y los políticos incurren, justamente, cuando intentan y se proponen desarrollar los mercados, el intercambio, la producción, la innovación técnica, y por supuesto, cuando buscan reformar las propias instituciones y,

- iv. Introduce la necesidad de relacionar los aspectos económicos de las instituciones con las características de las estructuras de poder o regímenes políticos. Estas relaciones ciertamente son muy complejas, y no es fácil incluirlas en la teoría económica y/o de las instituciones, a pesar de ello, es importante considerarlas.

Las instituciones fijan las reglas que moldean, restringen y condicionan el intercambio. Este conjunto de instituciones constituyen las restricciones institucionales, que constriñen o limitan las posibilidades de intercambio. El marco jurídico contiene a las instituciones relevantes; entre las que destacan por su papel relevante los derechos de propiedad y los contratos.

En el sentido más amplio del término, las instituciones son el conjunto de reglas que articulan y organizan las interacciones económicas, sociales y políticas entre los individuos y los grupos sociales. Las instituciones son construcciones históricas que, a lo largo de su evolución (origen, estabilización y cambio), los individuos erigen expresamente. Las instituciones en un país asumen características peculiares, de acuerdo a los rasgos estructurales dominantes de una determinada economía y sociedad.

El marco regulatorio denominado Basilea I y II, así como su reciente modificación denominada Basilea III es un ejemplo claro de la creación de instituciones (normas y leyes) que permitan reducir el riesgo sistémico en el sector bancario internacional, a través de la eliminación de la información incompleta y asimétrica que aumenta la incertidumbre y la aversión al riesgo, al tiempo de mitigar el daño moral; selección adversa y externalidades negativas como consecuencia de fallas de mercado, indefinición en los derechos de propiedad y contratos.

El reto de la regulación actual es crear un conjunto de instituciones que reduzcan el riesgo de quiebra en la banca, así como establecer medidas prudenciales y preventivas que permitan eliminar las crisis financieras sistémicas que pongan en riesgo no sólo al sistema de pagos, sino a la economía real en su conjunto. Sin embargo, los incentivos en el mercado son mayores para la innovación financiera que el de los reguladores de poner límites y controles, aunque la reciente crisis subprime y la crisis de la deuda europea precipitada por Grecia, muestra que el sistema financiero debe buscar su propia

autoregulacion, para frenar la volatilidad e incertidumbre que termina afectando los propios intereses de los intermediarios financieros.

2.2. La regulación de Basilea

El *Comité de Supervisión Bancaria de Basilea*, mejor conocido como *Comité de Basilea*, es un foro integrado por los Gobernadores de los bancos centrales y representantes de autoridades de supervisión bancaria de Alemania, Bélgica, Canadá, España, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, Luxemburgo, Suecia, Suiza, los Países Bajos y el Reino Unido. Sus reuniones se celebran en la sede del Banco de Pagos Internacionales en Basilea, Suiza; donde está ubicada su Secretaría.

El Comité de Basilea, fue creado en 1975 por los Gobernadores de los bancos centrales de los países integrantes del Grupo de los Diez (G10) y su propósito es fomentar la mejora en la gestión de los riesgos en las entidades de crédito, con el fin de mantener la estabilidad del sistema financiero a nivel internacional.

Las recomendaciones del Comité de Basilea se han convertido en la norma de supervisión y regulación bancaria no sólo para los países miembros, sino también para el resto del mundo. Es por esto que el Comité ha venido trabajando en conjunto con organismos de supervisión, bancos centrales de diversos países y la industria bancaria en general, con el propósito de elaborar un nuevo acuerdo para la adecuación y suficiencia de capital en los bancos, a fin de fortalecer su solidez y estabilidad, mediante la adopción de prácticas de gestión de riesgos más rigurosas y precisas.

Este esfuerzo se consolidó el 26 de Junio de 2004, con la emisión del documento denominado “*Convergencia Internacional de Medidas y Normas de Capital: Marco Revisado*”, el cual contiene las normas y principios que se han denominado como “Basilea II” ó “Nuevo Acuerdo de Capital”. Este documento se elaboró con el propósito de establecer los lineamientos para garantizar la convergencia internacional en el proceso de revisión de las normas supervisoras para la suficiencia de capital en bancos con actividad internacional.

A diferencia de su antecesor,⁶ el Nuevo Acuerdo de Capital tiene una visión integral del tratamiento de los riesgos asumidos por las entidades, al mismo tiempo que brinda mayor flexibilidad que el Acuerdo anterior al ofrecer una gama de enfoques (en lugar de una única alternativa) para la medición del capital regulatorio.

De acuerdo al propio Comité de Basilea el objetivo primordial al revisar el Acuerdo de 1988, ha sido “establecer un marco que fortaleciera en mayor medida la solidez y estabilidad del sistema bancario internacional, manteniendo al mismo tiempo la necesaria consistencia para que la normativa de suficiencia del capital no fuera una fuente de

⁶ El Acuerdo “*International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards*” de 1988, conocido como Basilea I.

desigualdad competitiva entre los bancos internacionales”.⁷ El Comité confía en que el marco revisado fomente la adopción de prácticas de gestión de riesgos más rigurosas por parte del sector bancario. Por lo tanto, Basilea II tiene por objetivo construir una base sólida para la regulación prudente del capital, la supervisión y la disciplina de mercado, así como perfeccionar la gestión del riesgo y la estabilidad financiera.

La adopción de Basilea II permitirá la mejora en la regulación del capital para así tener mejores prácticas bancarias y de gestión de riesgos; sin embargo, su implementación también presenta diversos retos, debido principalmente a lo heterogéneo de los sistemas financieros nacionales. Por lo que el Comité de Basilea reconoce que el Nuevo Acuerdo debe adaptarse en la medida de lo posible y de acuerdo a un tiempo establecido, al ámbito de cada país. Cabe señalar que el Comité de Basilea estimó la adopción del Nuevo Acuerdo de Capital para finales de 2006, aunque consideró conveniente que para la implementación de la mayoría de los métodos avanzados, sería necesario un año más de estudios de impacto o de cálculos paralelos, por lo tanto, el plazo de aplicación para estos métodos comenzaría a finales de 2007. Sin embargo, dadas las diferencias de los sistemas financieros nacionales, dichos planes de aplicación del Nuevo Acuerdo podrían prolongarse más allá de las fechas establecidas por el Comité.

El Nuevo Acuerdo de Capital presenta una importante diferencia con respecto a su antecesor, ya que permite a los bancos, utilizar sus propias estimaciones de riesgo para calcular sus niveles de capital. Además, Basilea II ofrece una amplia gama de posibilidades para determinar los requerimientos de capital para los riesgos de crédito y operacional, de modo que los bancos y supervisores puedan escoger los métodos más adecuados para sus actividades y para la infraestructura de sus mercados financieros nacionales. Asimismo, también se concede cierto margen de discrecionalidad nacional al aplicar cada una de esas posibilidades, de tal forma es posible adaptar las normas a las circunstancias de cada mercado nacional.

Basilea II se ha diseñado para establecer niveles mínimos de capital para bancos con actividad internacional, por lo tanto, pretende que dichos requerimientos de capital sean más sensibles al riesgo, que se apoyen en unos conceptos sólidos y tengan en cuenta las peculiaridades de los sistemas supervisores y contables de cada país. Asimismo, el Nuevo Acuerdo de Capital ha conservado algunos elementos esenciales del marco de suficiencia de capital de su antecesor de 1988, como la obligación de los bancos de retener capital equivalente al 8% como mínimo de sus activos ponderados por el riesgo, la estructura básica de la Enmienda sobre el Riesgo de Mercado (*Market Risk Amendment*) de 1996, así como la definición de capital admisible.

El documento *Convergencia Internacional de Medidas y Normas de Capital. Marco Revisado* se estructura en cuatro secciones. En la primera se describe el ámbito de aplicación y se analiza cómo instrumentar los requerimientos de capital en un grupo bancario. La segunda sección analiza los requerimientos mínimos de capital para el riesgo de crédito, y el riesgo operacional, así como algunos aspectos relacionados con la cartera

⁷ Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, *Convergencia internacional de medidas y normas de capital*, Junio de 2006. Pág. 2.

de negociación; lo cual constituye el primer pilar. Por otra parte, las secciones tercera y cuarta describen qué se espera del examen del supervisor y de la disciplina del mercado, que constituyen el segundo y tercer pilar de Basilea II, respectivamente.

A partir de septiembre del 2010 se incorporó nuevos elementos a la regulación previa de Basilea dando paso a Basilea III que incorpora requerimientos de capital adicional a los bancos en 2.5%.

2.2.1. Basilea I

La regulación bancaria ha evolucionado en los últimos años, más allá del monitoreo de los tradicionales coeficientes de garantía (que relaciona el capital con el volumen de depósitos) y los coeficientes de apalancamiento (relacionan el capital con el volumen de activos de riesgo), hasta llegar a los coeficientes de solvencia (activos ponderados pro su nivel de riesgo), donde se vuelve cada vez más importante el concepto de riesgo. El deterioro de dichos coeficientes en la década de los 80's del siglo pasado, propicio que en julio de 1988 se firmara el Acuerdo de Capital de Basilea conocido como Basilea I que establece que “los bancos deben mantener un capital mínimo equivalente al 8% del valor total de sus activos ponderados por unas medias simples y consensadas de su nivel de riesgo”.⁸

Los principales propósitos de Basilea I fue aumentar la solidez y la estabilidad del sistema bancario internacional, mediante una aplicación consistente de las definiciones y mediciones de capital, a fin de reducir una de las fuentes de desigualdad competitiva entre bancos internacionales. La fecha promedio en que entró en vigor la normativa respectiva, fue el segundo trimestre de 1994, seis años después de la publicación de Basilea I.

Los montos de capital exigidos por el Acuerdo de 1988 estaban diseñados para cubrir los riesgos de crédito de las cuentas de activo y de las cuentas fuera del balance. Sin embargo, en 1996 se publican modificaciones al texto original de 1988 para exigir montos adicionales de capital con el fin de cubrir los riesgos de mercado derivado de la cartera de negociación los riesgos de tasa de interés y del mercado accionario que los bancos mantienen con propósitos de negociación y los riesgos de monedas extranjeras y mercancías en todo el banco, y a la vez se ofrecía la posibilidad de hacer cálculos de los requerimientos de capital con modelos internos de Valor en Riesgo.

La mayor crítica que se hace al acuerdo de 1988 es el no reconocimiento de la diversificación del portafolio de activos, ya que no se consideran los beneficios de la diversificación por deudor, país, región o sector.

Los objetivos:

- Regulación del capital bancario
- Aumentar la solvencia y estabilidad del sistema bancario internacional

⁸ Rudy V. Araujo y Pietro Masci. *Basilea II en América Latina*. Banco Interamericano de Desarrollo, 2007. Página 5.

- Disminución de ventajas competitivas mediante la aplicación consistente de definiciones y mediciones del capital
- Adopción de una terminología única

Los logros:

- Simplicidad
- Homogenización de la definición de Capital
- Incremento en los niveles de capitalización del Sistema bancario internacional
- Reducción del apalancamiento de la banca en su capital
- El acuerdo no sólo fue adoptado por los países firmantes del G-10 sino por casi todos independientemente de su grado de desarrollo

Las críticas:

- No reconocer los beneficios de la diversificación del portafolio de activos

2.2.2. Basilea II

La misma simplicidad del Acuerdo de Capital de 1988, fue poco conveniente para continuar representando el riesgo que los bancos asumían en operaciones con distintos tipos de riesgo al que estipulaba el Acuerdo de 1988, por los avances tecnológicos y de ingeniería financiera. Basilea II surge con la revisión del Acuerdo de Capital de 1988 que el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea⁹ que concluyó en 2004. El nuevo marco propone cambios en materia de la regulación de capitales, supervisión bancaria y gestión y medición de riesgos bancarios. Basilea II es un avance sustancial hacia unos requerimientos mínimos de capital más sensibles al riesgo. La mayor sensibilidad al riesgo ha sido una constante en la elaboración de nuevas normas y uno de los principales criterios de decisión. Para alcanzar este objetivo, el Comité decidió fundamentar la revisión del acuerdo en las prácticas de gestión interna que las propias entidades estaban desarrollando para determinar sus necesidades de capital económico.

El objetivo de la revisión de Basilea I y su transición a Basilea II es:

- Responder a los desafíos que plantea una gestión de riesgo más avanzada de los grupos bancarios, sin crear ventajas competitivas entre los grupos internacionales.
- Creación de un marco regulatorio que mejore la estabilidad financiera, reforzando los enfoques de supervisión prudencial e introduciendo incentivos para profundizar en el conocimiento de los riesgos que asumen los bancos.

⁹ Fundado en 1975 por los países integrantes del G-10. Hasta 2004 lo conformaban representantes de supervisores bancarios y bancos centrales de Alemania, Bélgica, Canadá, España, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, Luxemburgo, Países Bajos, Reino Unido, Suecia y Suiza. Emite recomendaciones y promueve la cooperación en materia de supervisión bancaria internacional.

- Obtener una medida del capital regulatorio más alineada con los niveles subyacentes de riesgo y favorecer así la relevancia de las cifras de capital.
- Mejorar el conocimiento de los riesgos bancarios por las entidades, los supervisores y el mercado. Las entidades deben tener además de unos requerimientos mínimos de capital mejor alineados con los niveles de riesgo, un conocimiento y una política de capitalización que incluyan estimaciones de todos los riesgos que asumen.

En el proceso de revisión se hicieron tres documentos consultivos: en 1999, 2001, y 2003. Con el segundo documento se perfiló más claramente la reforma: el desarrollo del método para el cálculo de las ponderaciones de los activos a partir de las calificaciones internas del riesgo (método basado en calificaciones internas, *internal ratings-based approach*, IRB). En el documento de 2003 se presentaron los trabajos de implantación que contemplaron el tratamiento de la titularización de activos, que hasta entonces sólo mostraba un desarrollo parcial¹⁰. En el documento final de 2004 se presentan cambios entre los que destacan el calibrador de los requerimientos de capital en función sólo de las pérdidas inesperadas.

En 2005 se publica en colaboración con la Organización Internacional de Comisiones de Valores (IOSCO) un documento sobre la aplicación de Basilea II a actividades relacionadas con la cartera de negociación y el doble incumplimiento. A finales de ese mismo año se hace una revisión global del impacto cuantitativo de las nuevas normas de capital. Con estos resultados podía introducirse un factor único de ajuste que modificara los requerimientos totales de capital que afectara las normas, así los resultados de los cálculos paralelos y los requisitos de información que de ellos se derivaran ya no serían necesarios para discutir este ejercicio de calibración como se proponía en el texto de 2004.

La revisión también reconoce que los mercados pueden desempeñar una labor de autorregulación cuando los agentes tienen acceso a información suficiente y oportuna sobre el perfil de riesgo de un banco. El comité mantiene como propósito que esta revisión sea un marco flexible de adaptarse a los avances en los mercados y en la gestión del riesgo.

Entonces el Nuevo Acuerdo de Capitales o Basilea II es un marco menos esquemático, más flexible, más sensible al riesgo y está mejor adaptado a los niveles de sofisticación de los instrumentos y las estrategias financieras modernas. Tiende a profundizar el diálogo entre los supervisores y la banca y, desde la perspectiva de los inversores, mejora la transparencia respecto de los mecanismos de asunción de riesgos. Debido a que este enfoque más flexible deja lugar para la discreción de los supervisores nacionales.

Introduce cambios significativos en lo referente a los requerimientos mínimos de capital, proponiendo cambios sustanciales en el método para medir el riesgo de crédito. El capital mínimo requerido es ahora función del riesgo crediticio. Esta es probablemente la

¹⁰ Rudy y Masci, *opus citato*, página 12.

diferencia más significativa respecto del Acuerdo original, que establecía un solo nivel de exigencia, independientemente de la calidad crediticia del deudor. También a diferencia de Basilea I, en lo referente a titularización de activos, fija los requisitos de capital en función del criterio económico de las transacciones y no de su naturaleza jurídica.

Basilea II se sustenta en una estructura de tres pilares complementarios, a saber:

1. *Requerimientos mínimo de capital más sensibles al riesgo.* Amplía la gama de opciones para determinar los riesgos de crédito y operativos, se proponen tres métodos para el riesgo de crédito y el operativo, para el primero da la posibilidad de basar los requerimientos de capital en calificaciones internas y estimaciones propias. Tratamiento de las técnicas de reducción de riesgos y de las operaciones de titularización de activos.
2. *Proceso de examen supervisor.* Cuatro principios sobre la necesidad de los bancos de determinar internamente la suficiente de su capital en relación a su perfil de riesgo y grado de sofisticación. Se centra en la gerencia del banco.
3. *Disciplina de mercado.* Requisitos de divulgación que permiten a los agentes analizar los principales datos del perfil de riesgo de un banco y su nivel de capitalización.

El pilar 1 establece dos opciones para calcular los activos ponderados por riesgo: el método estándar y el método basado en calificaciones internas, el cual a su vez presenta dos versiones: básica y avanzada. El segundo pilar impulsa el proceso de supervisión y el diálogo entre las partes. El tercero representa un esfuerzo para promover la disciplina de mercado a través de la difusión de información clave del negocio bancario, en particular de los riesgos asumidos y de su respectiva gestión. Estos pilares, a pesar de haber demandado menos atención que el pilar 1, son fundamentales para el éxito en la implementación de Basilea II.

Es importante señalar que no se modificó el valor mínimo del 8% en el coeficiente de capital como relación entre el capital y los activos ponderados por su nivel de riesgo, ni la definición de capital, tampoco las normas sobre los requerimientos de capital por riesgos de mercado.

El método basado en calificaciones internas (*internal rating based* o IRB por sus siglas en inglés) es la innovación clave de Basilea II y sus componentes principales son cuatro medidas estadísticas del riesgo de crédito: la probabilidad de incumplimiento (*probability of default*, PD), la pérdida en caso de incumplimiento (*loss given default*, LGD); el vencimiento efectivo (*maturity*, M) y la exposición al riesgo de crédito (*exposure at default*, EAD). Con el método básico, sólo PD es estimado por los bancos, en tanto que los parámetros restantes son definidos por los supervisores. Con el método avanzado, todos los parámetros son estimados por los bancos.

Basilea II establece que los requisitos de capital, con el método IRB, estén calibrados para cubrir la pérdida inesperada (*unexpected loss*, UL), dado que la pérdida esperada (*expected loss*, EL) debe ser cubierta con provisiones.

Los objetivos y logros de Basilea II se resumen en:

- El riesgo como factor determinante en los requerimientos mínimos del capital
- Incorporar las nuevas formas de riesgo que nacían de las innovaciones en los procesos financieros
- Reforzar los enfoques de supervisión prudencial y profundizar en el conocimiento de los riesgos que asumen los bancos
- Favorecer la relevancia de las cifras de capital
- Mejorar el conocimiento de los riesgos bancarios por las entidades, los supervisores y el mercado.
- El capital mínimo requerido es ahora función del riesgo crediticio.
- Diálogo entre los supervisores y la banca y, desde la perspectiva de los inversores, mejora la transparencia respecto de los mecanismos de asunción de riesgos.
- Dos opciones para calcular los activos ponderados por riesgo

Las críticas al acuerdo de Basilea II se concentran en su complejidad, carácter procíclico de las acciones, escasa relevancia para países de desarrollo económico bajo, así como contracción en los flujos de capital.

Complejidad: Se debe principalmente a que presenta respuestas a situaciones que antes no estaban reguladas como la titularización de los activos, el riesgo operacional, y las técnicas de reducción de riesgo. También por la necesidad de ofrecer una mayor gama de alternativas que asegure que la regulación se adecue a la realidad de cada banco y no cada banco a las necesidades de la regulación. Por los nuevos procesos más complejos que realiza la banca y por la necesidad de aclarar cuáles son las expectativas de los supervisores, de modo que se pueda comparar y se eviten las ventajas competitivas de la indefinición.

Carácter procíclico: Al ser un marco más sensible al riesgo, en los puntos más bajos del ciclo aumenta el riesgo, y los bancos reducen su actividad crediticia, recortando el crédito justo cuando más se necesita. Sin embargo, de acuerdo con los objetivos que se persiguen, cabría esperar que Basilea II sea más bien un factor que ayude a reducir el comportamiento procíclico de la actividad bancaria. Además el que los bancos presten menos en la parte baja del ciclo, es independiente de su régimen de regulación, se debe más bien a la dificultad de los banqueros para predecir el futuro. También se ha reducido la pendiente de las curvas en el método IRB, se han introducido pruebas de tensión, se han solicitado estimaciones que tengan en cuenta el ciclo económico o, más

recientemente, estimaciones de pérdidas en caso de incumplimiento (*loss given default*, LGD) para momentos bajos del ciclo.

Escasa relevancia para países con menor desarrollo económico: Las nuevas normas de capital tomaron como punto de partida la problemática que planteaba la supervisión de los grandes grupos bancarios internacionales, la mayoría de los cuales tienen sus servicios centrales en países con economías de mercado desarrolladas. Sin embargo, el Comité tuvo presente la vocación de estándar universal de Basilea II, por lo que confía que sus principios subyacentes sean igualmente aplicables en países con distinto grado de desarrollo.

Contracción de los flujos de capitales: Dentro de un marco regulatorio sustancialmente más sensible al riesgo, posiciones en economías con mayor riesgo de crédito supondrán un aumento en los requerimientos de capital con respecto al marco actual. Se argumenta que este mayor costo en términos de capital regulatorio reduciría el flujo del crédito bancario a estas economías. Sin embargo, los grandes grupos bancarios, que suelen ser los más activos en el préstamo a las economías emergentes, suelen fijar sus tasas de acuerdo con sus requerimientos de capital económico, no de capital regulatorio.

2.2.3. Algunos elementos relevantes de Basilea II

El nuevo acuerdo de Basilea II, es aplicado a todos los bancos que tienen una activa participación internacional, para proteger las actividades financieras, con sociedades de valores y aseguradoras. Este nuevo acuerdo se enfoca de una mayor manera en el control interno de los bancos, señalando de una mejor manera los requerimientos de capital para el sistema financiero, de tal manera que el banco cuente con los recursos necesarios para poder hacer frente a las posibles pérdidas que resulten. Por lo que entre mayor riesgo tengan, tendrán que contar con mayores recursos para poder absorber las pérdidas. También promueven el aumento de competitividad, pero dentro un marco de administración de riesgos ampliamente estructurado. Las recomendaciones del Comité que ya están en marcha son:

1. Pilar 1, requisitos de capital mínimo: Riesgos de crédito, de mercado y operativo.

En cuanto al riesgo de crédito, se recomienda que se haga una adecuada gestión del riesgo en función del volumen y calidad de los activos. Para poder calcular este riesgo, se utilizaron tres métodos diferentes. El primero fue el método estándar para ponderación del riesgo, en este, se trabaja con evaluaciones externas como las agencias calificadoras de riesgo. El segundo método es IRB (internal ratings-based approach) que se basa en las calificaciones internas, las entidades financieras valoran a sus clientes en base a su historial crediticio. El tercero, es el método avanzado de valoración interna, tomando en cuenta las Variables de probabilidad de incumplimiento, pérdida en caso de incumplimiento y exposición al riesgo de crédito. El riesgo de mercado no tiene modificación. El riesgo operativo abarca riesgos propios de la operación, de orden legal, administración y tecnológicos. Antes se sabía que este riesgo estaba presente, sin embargo se tenía la percepción de que no estaba ahí. Por lo que en este nuevo acuerdo se decidió

darle importancia para conocerlo, identificar, monitorear, medir y divulgar los riesgos que impactan a la actividad financiera.

Para poder valorar este riesgo, se establecieron tres métodos:

- Método del indicador básico: Los bancos se van a encargar de cubrir este riesgo con un capital equivalente a un porcentaje fijo del ingreso bruto. Sin embargo, como puede resultar costoso para las instituciones, se ha recomendado que los bancos que tengan una alta exposición a este riesgo utilicen un método más avanzado.
- Método estándar: Las actividades de los bancos se dividen en unidades comerciales y líneas comerciales, de tal manera que para cada línea, se establezca un indicador amplio que refleje el tamaño o volumen de las actividades del banco.
- Método de medición avanzada: Permite a los bancos determinar de una mejor manera su propio riesgo operacional con base en los modelos que se logren establecer internamente.

La importancia del primer pilar radica en que proporciona las bases para el cálculo de los requerimientos mínimos de capital para los riesgos de crédito, de mercado y operacional. El coeficiente de capital se obtiene a partir de la definición de capital regulador y de los activos ponderados por su nivel de riesgo, y en ningún caso podrá ser inferior al 8% del capital total. El capital de Nivel 2 queda limitado al 100% del capital de Nivel 1.

Cálculo de los Requerimientos Mínimos de Capital

Los requerimientos mínimos de capital se componen de tres elementos fundamentales:

- 1. Capital regulador.**
- 2. Activos ponderados por su nivel Riesgo:**
 - i.* Riesgo de crédito: suma del total de activos ponderados en riesgo.
 - ii.* Riesgo de mercado y operacional: Los activos ponderados por su nivel de riesgo se calculan multiplicando los requerimientos de capital por 12.5.
- 3. Coeficiente mínimo de capital para esos activos: 8% para el Capital Regulatorio Total.**

El capital regulador en Basilea II, se mantiene la definición de capital regulador admisible tal y como se estableció en su antecesor de 1988. De tal manera, con el método estándar para el riesgo de crédito, las provisiones genéricas podrán incluirse en el capital de Nivel 2 sujeto al límite del 1.25% de los activos ponderados por el riesgo. Mientras que los bancos que utilicen el método IRB para sus exposiciones de titularización o el método PD/LGD para sus participaciones accionariales deberán deducir primero las cantidades reservadas para las EL (pérdida esperada). Para las otras clases de activos se deberá comparar el importe de las provisiones, con el importe total de pérdida esperada.

Los activos totales ponderados por su nivel de riesgo se determinan multiplicando los requerimientos de capital por riesgo de mercado y riesgo operacional por 12.5 (es decir, la inversa del coeficiente mínimo de capital del 8%) y añadiendo las cifras resultantes a la suma de los activos ponderados por su nivel de riesgo, calculada para el riesgo de crédito.

Las disposiciones transitorias para los bancos que utilicen el método IRB para el riesgo de crédito o los Métodos de Medición Avanzada (AMA) para el riesgo operacional se les aplicará un coeficiente mínimo de capital desde la implementación de Basilea II.

El coeficiente mínimo de capital se obtiene aplicando un factor de ajuste a la siguiente cantidad: el 8% de los activos ponderados por el riesgo, más las deducciones del capital del Nivel 1 y del Nivel 2, menos las provisiones genéricas que puedan reconocerse en el capital del Nivel 2.

El factor de ajuste para bancos que utilicen el método IRB básico a partir de finales de 2006 será del 95% durante un año. El factor de ajuste para los bancos que utilicen el método IRB básico y/o avanzado, y/o los métodos AMA será del 90% a partir de finales de 2007 durante un año y del 80% a partir de finales de 2008 durante un año. A continuación se resume la aplicación de los factores de ajuste.

Los componentes del capital en Basilea II para los efectos de supervisión, se define en dos niveles. De tal forma, al menos el 50% de la base de capital de cada banco consistirá en un componente esencial o básico (Nivel 1), es decir, capital social y reservas declaradas, procedentes de los beneficios no distribuidos después de impuestos. Mientras que el resto (capital complementario) se agrupará en el Nivel 2 hasta un máximo del 100% del Nivel 1.

Capital esencial TIER 1 (básico o de Nivel 1)

Basilea II establece como el componente básico al capital social en acciones y las reservas declaradas, ya que estos componentes son el elemento esencial del capital y es lo que tienen en común los sistemas bancarios de todo el mundo. Asimismo, estos elementos son fáciles de comprobar en las cuentas publicadas por las entidades y se emplean por los mercados para determinar la suficiencia del capital. TIER 1 es la razón que mide la relación entre el capital social de un banco y sus activos ponderados por riesgo. Por lo que una razón alta significa que es más solvente la entidad bancaria.

Capital complementario TIER2 (Nivel 2)

El capital complementario está compuesto por:

- **Reservas no declaradas.** Por reservas no declaradas se entienden aquellas que, aun no publicándose, se han contabilizado en la cuenta de pérdidas y ganancias y han sido aceptadas por las autoridades supervisoras del banco.
- **Reservas de revalorización.** Se trata de aquellas en las que las disposiciones reguladoras o contables de algunos países permiten reevaluar ciertos activos para reflejar así su valor actual o aproximarse a él más que su costo histórico, de tal

- modo que las reservas de revalorización resultantes pueden incluirse en su base de capital.
- **Provisiones genéricas/reservas generales para préstamos dudosos.** Las provisiones genéricas o las reservas generales para préstamos dudosos se dotan ante la posibilidad de que se produzcan pérdidas aún no identificadas. Cuando dichas reservas no reflejen el deterioro conocido en la valoración de activos concretos, podrán incluirse en el capital de Nivel 2.
 - **Instrumentos híbridos de deuda/capital.** A esta categoría pertenece una serie de instrumentos de capital que combinan rasgos del capital social y de la deuda.
 - **Deuda subordinada a plazo.** Se trata de los instrumentos de deuda subordinada a plazo que presentan deficiencias significativas como componentes del capital por su vencimiento fijo y su incapacidad para absorber pérdidas sin liquidación.

Deuda subordinada a corto plazo para riesgo de mercado (Nivel 3)

El principal tipo de capital aceptado para cubrir riesgos de mercado es el capital social en acciones y los beneficios no distribuidos (capital de Nivel 1) junto al capital complementario (de Nivel 2). Sin embargo, sujeto a la discrecionalidad de su autoridad nacional, los bancos también pueden utilizar un tercer nivel de capital (Nivel 3), que consiste en deuda subordinada a corto plazo destinada únicamente a satisfacer una parte del capital exigido para riesgos de mercado.

Es importante saber que el riesgo operacional, está presente en todo tipo de negocio. Por lo que es importante que el Consejo de Administración de cada institución adopte un marco adecuado de políticas y procedimientos que permitan identificar de manera exacta y oportuna el riesgo operativo. La revisión del supervisor hoy día se concentra en:

2. Pilar 2, disciplina de mercado. En este pilar, hay una gran interacción entre los supervisores y los banqueros, ya que los supervisores se encargaran de dar seguimiento al cumplimiento del capital regulatorio, así como evaluaciones internas de las entidades financieras en cuanto a sus factores de riesgo y asignación de capital adecuado. Lo que se busca es identificar las deficiencias, para mejorarlas. Los supervisores tienen mayor responsabilidad, ya que son los encargados de imponer sanciones y verificar que se estén cumpliendo las regulaciones. El nuevo acuerdo tiene 4 principios:

Principio 1: Los bancos cuentan con un proceso para evaluar la eficiencia de capital con relación al perfil de riesgo.

Principio 2: Los supervisores se encargan de revisar y calificar las evaluaciones internas de la suficiencia de capital, estrategias y la capacidad de supervisar y asegurar el cumplimiento de los indicadores de capital regulatorio.

Principio 3: Los supervisores deben regular que los bancos trabajen de acuerdo a los indicadores de capital requeridos.

Principio 4: Los supervisores deben intervenir en la primera etapa con el propósito de evitar que el capital caiga por debajo de lo permitido

3. Pilar 3, disciplina del mercado: Los participantes del mercado de capitales intermedio tienen que valorar la información relevante, su aplicación, la exposición al riesgo, la gestión integral de riesgos y la asignación del capital adecuado. Este pilar influirá en los depositarios y en los intermediarios financieros. Los primeros podrán cambiar sus preferencias en la medida en que cuenten con elementos básicos para realizar una adecuada valoración del riesgo y los segundos fijar las tasas de remuneración mientras demuestren que son entidades eficientes.

2.2.4. Basilea III

La crisis subprime de 2007-2008 y la alta volatilidad experimentada por los mercados financieros a nivel global, provocaron la revisión de Basilea II en lo que se ha denominado Basilea III. Se considera ahora que las normas de capital previas a la crisis eran muy débiles para la clase de riesgos que venían acumulándose en el sistema. Dado que muchos países aplicaron las normas de Basilea II a principios del 2007 y otros a finales del 2008 o años más tarde, no se considera que la regulación de Basilea II haya fracasado. Una característica clave del reciente proceso impulsado por el G-20 es la importancia que concede a la adherencia universal a los objetivos de estabilidad financiera y crecimiento económico sostenible. Por lo que Basilea III se propone:

i. Mejorar la calidad del capital bancario.

A partir de las normas vigentes, al menos la mitad del capital regulatorio de los bancos debe ser de Nivel 1, y el resto se compone de elementos con menor capacidad de absorber pérdidas. A su vez, la mitad del capital de Nivel 1 debe ser capital básico. El resto también es relativamente de alta calidad, pero no tanto como las acciones ordinarias o los beneficios no distribuidos. El énfasis de Basilea III en el capital ordinario hace mayor hincapié en el requerimiento mínimo para el capital de mayor calidad, mientras que Basilea II considera que los requerimientos mínimos para el capital ordinario y el capital de Nivel 1 son del 2% y el 4% respectivamente; si consideramos la nueva definición, esos niveles de capital sólo supondrían aproximadamente el 1% y el 2% respectivamente para un banco representativo con actividad internacional

ii. Elevar de forma significativa el nivel exigido de capital.

Un elemento clave de Basilea III es el aumento del capital ordinario mínimo obligatorio hasta el 4.5%. Este nivel es mucho más alto que el 2% contemplado en Basilea II, que como ya he dicho equivaldría aproximadamente al 1% para un banco representativo cuando el capital se calcula con la nueva definición más estricta. Asimismo, el requerimiento mínimo para el capital de Nivel 1 se elevará hasta el 6%, frente al 4% en la normativa actual. Además, los bancos deberán mantener un “colchón de conservación” del 2,5% del capital ordinario para poder hacer frente a futuros periodos de tensión.

En enero de 2013 comenzará a probarse un coeficiente de apalancamiento mínimo del 3% para el capital de Nivel 1, es decir, la relación entre el capital de Nivel 1 (calculado con la definición más rigurosa de Basilea III) y los activos totales del banco no ponderados por riesgo más las exposiciones fuera de balance.

iii. Reducir el riesgo sistémico.

El primero es reducir la prociclicidad, es decir, la tendencia del sistema financiero a amplificar los altibajos de la economía real. El segundo es tener en cuenta las interconexiones y exposiciones comunes entre instituciones financieras, especialmente para aquellas que se consideran de importancia sistémica.

El nuevo requerimiento de capital ordinario pasa a ser del 7%, incluyendo un colchón de conservación de capital del 2.5%. Su propósito es asegurar que los bancos mantengan una reserva de capital que sirva para absorber pérdidas durante periodos de tensión y evitar así que su capital caiga por debajo del mínimo obligatorio. Para limitar la prociclicidad será el colchón de capital anticíclico, que se ha calibrado en un rango del 0–2.5%.

iv. Conceder suficiente tiempo para una transición suave hacia el nuevo régimen.

La nueva definición de capital se aplicará progresivamente a lo largo de cinco años: los requerimientos se introducirán en 2013 y su implementación definitiva no será hasta finales de 2017. Los instrumentos que ya no puedan considerarse como capital de Nivel 1 distinto del capital ordinario o como capital de Nivel 2 dejarán de reconocerse paulatinamente en un horizonte de 10 años a partir del 1 de enero de 2013.

A comienzos de 2013, los requerimientos mínimos para el capital ordinario y de Nivel 1 pasarán del 2% y el 4% actual al 3,5% y 4,5% respectivamente.

A partir de 2014, el capital ordinario mínimo deberá ser del 4% y el de Nivel 1 del 5,5%. En 2015, se aplicarán los requerimientos definitivos del 4,5% y el 6% respectivamente.

Por su parte, el colchón de conservación del capital, que estará compuesto de capital ordinario y se añadirá al requerimiento mínimo del 4,5%, también se aplicará progresivamente a partir del 1 de enero de 2016, hasta entrar plenamente en vigor el 1 de enero de 2019.

El coeficiente de cobertura de liquidez introducido por el Comité, que entrará en vigor el 1 de enero de 2015, promoverá la resistencia de los bancos a corto plazo para hacer frente a posibles perturbaciones de liquidez. Permitirá a los bancos mantener suficientes activos líquidos de elevada calidad para aguantar salidas de efectivo en situaciones de grave tensión a corto plazo definidas por los supervisores.

El otro estándar mínimo de liquidez introducido en Basilea III es el coeficiente de financiación estable neta. Este requerimiento, que se introducirá como estándar mínimo el

1 de enero de 2018, servirá para evitar desajustes de financiación y para incentivar a los bancos a utilizar fuentes de financiación estables.

2.3. Impacto de Basilea II en el Sector Financiero de América Latina

Las crisis de México en 1994–1995, la debacle de Asia Oriental en 1997, y las subsiguientes crisis en Rusia y América Latina (en Argentina y en un grado menor en Brasil) pusieron en evidencia las debilidades originadas en los descalces de monedas, situación conocida como “el pecado original”, derivada de la acumulación de pasivos en dólares sin una contrapartida de cobertura, lo cual resulta inevitable para los países que no pueden financiarse en su propia moneda y deben recurrir al endeudamiento externo.

Tras la experiencia que han dejado las recientes crisis, muestran un importante desarrollo de los mercados financieros domésticos de largo plazo en moneda local, incrementando el coeficiente de autofinanciación. Según el Banco de Pagos Internacionales (BPI), la deuda doméstica emitida por los siete mayores países de América Latina creció un 166% durante el período 1995–2005 y totalizó US\$850 mil millones. La deuda pública de corto plazo en moneda local decreció, pero es aún alta (aproximadamente el 45% para toda la región) y, por lo tanto, está expuesta a varios riesgos: tasa de cambio, tasa de interés e inflación. Sin embargo, algunos países emergentes, particularmente los más avanzados, lograron un progreso substancial en el desarrollo de mercados de bonos domésticos con vencimientos más largos y a tasa fija. Se evidencian sólidas curvas de rendimiento de los gobiernos, tanto nominales como líquidas, de hasta 20 años en varios países de Asia y América Latina. Si bien la excesiva demanda de crédito por parte del gobierno continúa siendo un problema y una gran parte de sus emisiones son a corto plazo, el control de la inflación, la disciplina fiscal y políticas macroeconómicas predecibles y estables constituyen un logro llamativo en algunas economías emergentes.

La disponibilidad global de fondos en América Latina es de vital importancia para consolidar el crecimiento de la región. Por lo que la implementación de Basilea II puede ayudar a fortalecer los mercados financieros de la región, logrando una mayor estabilidad. Una de las principales desventajas para los países de Latinoamérica que quieren implementar Basilea II es la inestabilidad macroeconómica, los únicos países que pueden quedar exentos son México, Chile, Brasil, Panamá y Costa Rica que cuentan con el grado de inversión.

En el transcurso de los años noventa, 13 países de la región experimentaron crisis de solvencia bancaria. Esta crisis se debió a la manera en que se llevaron a cabo las reformas financieras en diversos países de la región, las cuales no dieron los resultados esperados, entre las que destacan: liberalización de las tasas de interés, la apertura a los flujos internacionales de capital, la eliminación de las políticas de crédito dirigido y el desmantelamiento de una gran cantidad de instituciones financieras de desarrollo, entre otras.

En el 2010, la regulación de Basilea II logró estar presente en el 95% de los activos bancarios de las 16 principales economías de la región. La implementación ha tenido

efectos en 4 campos principales: composición del portafolio de los bancos, en los niveles mínimos de capital, en el costo del crédito y en los niveles de competencia.

La implementación del nuevo acuerdo tendrá varios retos para los grupos internacionales que operan en esta región: barreras regulatorias para la adopción de modelos avanzados, limitaciones en las bases de datos históricas regionales, la calibración y el diseño inadecuado del Nuevo Acuerdo para su aplicación en economías emergentes.

El principal reto en la región es decidir el modo de implementación, para los cuales hay dos factores importantes: decidir si Basilea II se va a aplicar al total de las entidades bancarias o sólo a un grupo de ellas; en segundo lugar, establecer si el Nuevo Acuerdo se debe implementar de manera integral o parcial. En la Unión Europea se ha decidido por una implementación integral mientras que en Estados Unidos por una parcial, sólo a los bancos con una significativa proporción de activos internacionales. Los bancos exentos de esta aplicación han mostrado preocupación ya que esto podría representar desventajas en la competitividad.

En cuanto a los países latinoamericanos han optado por aplicar las mismas reglas a todos los bancos que operan en sus jurisdicciones. Basilea II ha sido estructurado con el objetivo de asignar capital a los activos de acuerdo con su nivel de riesgo, por lo que es de esperarse que los activos de mayor riesgo atraigan un mayor nivel de capital regulatorio.

Conforme a la calibración de Basilea II, los créditos al detalle (retail), hipotecarios para vivienda y corporativos a deudores con calificaciones altas son los segmentos de portafolio que recibirán los mayores beneficios. En contraste, actividades como préstamos a deudores corporativos de baja calidad crediticia, exposiciones soberanas e interbancarias, y gestión de activos, por citar sólo algunas, atraerán ahora mayores niveles de capital, incidiendo en su rentabilidad.

Se estima que Basilea II podría implicar un aumento del 38% del capital regulatorio. De acuerdo a algunos estudios, en el caso de Chile, los niveles de capital tendrían una reducción total del 3% frente a los niveles actuales. Sin embargo, una probable causa de que los resultados en materia de capital requerido por concepto de riesgo de crédito muestren sólo un ligero impacto obedece a que la mayoría de los créditos no cuentan con una calificación externa, lo cual, con el método estándar, resulta en una ponderación igual a la prevista en el Acuerdo de 1988. Una situación distinta se presentaría con los modelos avanzados, que en algunos casos podrían penalizar a las entidades que los adopten, puesto que establecerían mayores cargos de capital por los créditos a deudores con baja calidad crediticia. La principal limitación de los estudios hechos es que ninguno ha medido los efectos del nuevo acuerdo en la vida real.

Bajo Basilea II el capital regulatorio será mucho más sensible al riesgo, de manera que los créditos otorgados a países emergentes atraerán más capital y su costo incrementará. Aunque se estima que el aumento en el costo del crédito sólo se producirá en aquellos casos en los que el capital regulatorio supere el capital económico estimado por los

bancos internamente. Tal y como lo ha expresado el Comité de Basilea en varias ocasiones, se estima que la mayoría de bancos internacionales ya han incorporado en el pricing de los créditos los niveles de riesgo implícitos, de manera que el aumento del capital regulatorio no tendría ningún impacto.

Se ha argumentado que la adopción de Basilea II podría traer distorsiones en los niveles de competencia de la banca extranjera y podrían verse reducidos sus requerimientos de capital al adoptar los modelos más avanzados previstos en el Nuevo Acuerdo. Con este escenario, podrían presentarse dos situaciones: primero, que los créditos a deudores con calificaciones de crédito altas migren hacia las entidades bancarias extranjeras por cuanto éstas, al aplicar modelos avanzados, tendrán menores costos en el otorgamiento de dichos créditos y se encontrarán en capacidad de ofrecer tasas de interés más atractivas; segundo, que los grupos bancarios extranjeros, apalancados en esta ventaja competitiva, decidan ampliar sus cuotas de mercado en América Latina e incluso embarcarse en una nueva ola de adquisiciones, acrecentando así la proporción de activos bancarios en la región.

Sólo 3 países en América Latina han mostrado interés en adoptar el Nuevo Acuerdo de manera completa: Brasil, Chile y México, éste último ha definido que aceptará la implementación de modelos avanzados en su jurisdicción. Los otros dos países iniciarán la implementación a través de los modelos menos sofisticados y Brasil ha decidido que en el mediano plazo adoptará los modelos avanzados.

Los grupos bancarios internacionales enfrentan una serie de retos para la implementación de la nueva reglamentación en países en desarrollo ya que las reglas y los métodos de supervisión de las filiales de grupos bancarios internacionales tienen en juego intereses primordiales de los reguladores locales, incluyendo la protección del consumidor, el seguro de depósito, la liquidez y la estabilidad del sistema financiero.

En la estructura de Basilea II estarán implicadas autoridades de supervisión de distintos países. El debate entre los reguladores “de origen” y “anfitriones” describe las tensiones que existen entre el regulador de origen, con responsabilidades en la supervisión consolidada del grupo bancario, y los reguladores de los países anfitriones, con responsabilidades de supervisión sobre las subsidiarias del banco en cada país en el que éste opere.

El Comité de Basilea ha optado por el denominado modelo “híbrido” para el cálculo del capital requerido bajo el modelo avanzado (AMA). Este modelo tiene dos componentes. Primero, requiere que subsidiarias “significativas” realicen un cálculo individual e independiente del capital requerido, utilizando el modelo AMA. Segundo, permite que a las subsidiarias “no significativas” les sean establecidos sus requerimientos de capital de acuerdo con un cálculo, bajo el modelo AMA, realizado a nivel del grupo bancario. Esta solución, que en teoría resulta eficiente, no ha tenido una fácil aplicación en la práctica. Por un lado, algunos reguladores anfitriones han declarado que no aceptarán que los requerimientos de capital de las subsidiarias que operen en sus jurisdicciones sean

establecidos con base en un cálculo realizado a escala grupal por la casa matriz, sin perjuicio de que dichas subsidiarias sean significativas o no.

Una adecuada implementación de Basilea II requiere un balance idóneo de los roles de los supervisores local y extranjero, de forma que el potencial de la gestión del riesgo sirva tanto a los intereses de las instituciones financieras como a aquéllos de las autoridades de supervisión. La coordinación de las actividades de supervisión entre autoridades locales y extranjeras necesita un marco claro y sólido. En la práctica, los bancos han recibido numerosas solicitudes de información por parte de los supervisores de cada una de las jurisdicciones donde operan.

Hoy en día hay una banca más especializada y competitiva, esto ha obligado a acelerar los procesos de establecimiento de normas que promuevan sanas prácticas bancarias, un escenario de competencia basada en reglas de mercado y en la dotación de capital de una manera más acorde a los riesgos asumidos por los operadores. Los procesos de reestructuración de los sistemas financieros han aportado a la especialización de las actividades de intermediación en la región, incrementando su capacidad competitiva y generando beneficios para una mayor eficiencia en el desarrollo de las actividades económicas.

La creciente integración, interna y externa, de los mercados financieros en la región ha motivado a los supervisores bancarios a establecer mecanismos para realizar su labor sobre bases consolidadas; a verificar el establecimiento de marcos reforzados en cuanto a su gobierno corporativo; a promover la adopción de regulaciones que incrementen la transparencia, consistencia y pertinencia de la información de parte de los operadores bancarios y de los supervisores, así como a fortalecer sus capacidades de supervisión y regulación de los sistemas de administración de riesgos, lo que incrementa la eficiencia de la banca y apoya el desarrollo sostenido de la economía.

Sin embargo, esto ha provocado algunas reacciones gubernamentales lo que a mediano plazo afecta el acceso al crédito de los potenciales clientes del mercado local. A pesar de las limitaciones indicadas, los supervisores continúan haciendo esfuerzos por lograr una efectiva convergencia en materia de regulación como condición necesaria para una mayor integración y fortalecimiento de los sistemas financieros a nivel regional. Esta integración obliga además a la revisión de normas internas de cada país y de sus particulares estructuras de supervisión.

Debido a una gran competencia e integración de los mercados, los riesgos de concentración son crecientes, esto puede llevar a que los portafolios de los bancos estén concentrados en pocos clientes corporativos, grupos, sectores o regiones. Desde el punto de vista estructural, dentro de cada mercado, es indispensable generar mecanismos de coordinación de acciones, intercambio de información, homogeneización de informes regulatorios, y otros, a fin de enfrentar efectivamente el proceso de conglomeración y promover la diversificación.

La competencia, integración, desconcentración y diversificación de los riesgos de los mercados financieros en la región producirán efectos positivos en la banca, traducidos en mayor estabilidad y desarrollo, en el afianzamiento de la disciplina de mercado, y la amplia divulgación de información. Las características de las instituciones financieras de la región hacen del establecimiento de buenas prácticas de gobierno corporativo y divulgación de información un reto particularmente importante.

La disciplina de mercado, entendida como “la reacción de los acreedores bancarios frente al riesgo y la subsiguiente reacción de los bancos frente a las acciones de sus acreedores”, comprende dos factores: 1) las limitaciones institucionales que pueden afectar los incentivos para una disciplina aceptable o la calidad de la información que se brinda al mercado y 2) los riesgos sistémicos que se pueden generar por efecto de decisiones en ámbitos fuera del control de los actores en el sector, lo que puede afectar el rol de los temas fundamentales de la banca.

Se debe promover la amplia divulgación de información, transparencia e integridad de ésta. También se deben de considerar temas para la protección del uso criminal de los sistemas financieros. Debido a que existirá mayor competencia, integración de mercados, diversificación de servicios, provocará el posible incremento de clientes y mercados que actualmente no son atendidos. Uno de los sectores que se podrá ver beneficiado es el de las pequeñas y medianas empresas. Las instituciones de microfinanzas se han desarrollado apresuradamente en los últimos años y no los bancos tradiciones como se esperaba, esto puede representar más riesgo y por lo tanto un mayor costo. Este mayor costo puede distorsionar la estructura de precios en el mercado financiero, de no mediar un sistema amplio de divulgación de información y la promoción de una adecuada cultura de crédito. La importancia que tiene la inclusión de pequeños productores y empresarios al sistema de intermediación financiera es esencial no solo desde el punto de vista de reducción de la pobreza, sino de desarrollo económico y creación de oportunidades en la región.

Se harán reformas en el campo legal y de regulación. Las reformas estarán referidas a la necesidad de establecer mecanismos que den lugar a un marco legal íntegro y predecible para el funcionamiento de los mercados financieros.

De acuerdo a Basilea II es importante homogeneizar las normas a nivel regional, promover el desarrollo del mercado a través de la diversificación de riesgos y generación de incentivos para permitir el acceso a servicios de intermediación a pequeños emprendedores.

Los supervisores bancarios tienen la tarea de crear mercados competitivos y más profundos. En cuanto a la banca, debe dar prioridad a la adopción de sólidas prácticas de gobierno corporativo, sistemas de administración de riesgos más robustos, construcción de bases de datos más integrales, y a la formación de recursos apropiados para este nuevo contexto. Con el nuevo acuerdo, se permite al banquero medir sus riesgos en varios segmentos del mercado y establecer el precio al que desea operar en cada uno.

Las instituciones de los países que instrumenten Basilea II se enfrentarán con un nuevo entorno competitivo, que sin lugar a dudas puede afectar sus negocios, generando cambios en la composición de portafolios tanto a nivel general como individual, en su estructura patrimonial y en sus costos. Pero, las instituciones que no implementen el nuevo paradigma pueden ver afectadas sus operaciones desde la perspectiva de un encarecimiento del costo de su fondeo. Este costo adicional debe evaluarse muy cuidadosamente versus la alternativa del costo del capital adicional necesario para cumplir con Basilea II, bajo un método avanzado.

Basilea II se convertirá en un nuevo estándar internacional tarde o temprano en toda la región. Por lo que promoverse y facilitar la capitalización de las entidades en la región y no modificando los nuevos parámetros o permaneciendo en un enfoque menos demandante de capital,

El objetivo de mantener los incentivos de migración hacia las metodologías más avanzadas y evitar incrementos desproporcionados en el nivel de capital regulatorio puede lograrse a través de las siguientes medidas:

- Respecto de los enfoques avanzados se podría reducir, inicialmente, el límite de 99,9% establecido en las fórmulas de Basilea II y, al mismo tiempo, “endurecer” algunos parámetros del método estándar, tales como el requisito del 75% para las exposiciones minoristas, o la ponderación del 35% para los créditos hipotecarios, o, más aún, establecer un nivel de capital regulatorio mayor al 8%, con el método estándar, lo cual es una práctica habitual en la región. A lo largo de la transición, el límite fijado inicialmente para los métodos avanzados debería incrementarse en forma gradual hasta alcanzar el nivel propuesto por Basilea II.
- También se podría permitir, inicialmente, una mayor utilización de deuda subordinada como capital regulatorio computable, lo cual tendería a compensar el costo de una mayor capitalización vía capital accionario. Paralelamente se debería analizar el tratamiento impositivo del capital en exceso del 8% de los activos ponderados por riesgo, ya que éste debe interpretarse como una prima de riesgo que no se reconoce como un costo desde un punto de vista impositivo.

2.3.1. Brasil

Brasil adoptó el Acuerdo de 1988 a través de la Resolución 2,099; publicada por el Banco Central de Brasil (BCB) el 17 de agosto de 1994. Se establecieron ponderaciones de riesgo para los activos del 0%, 20%, 50% y 100%, y un requerimiento de capital mínimo del 8% de los activos ponderados, en línea con lo establecido por el Acuerdo. Esto provocó incrementos en el porcentual mínimo de capital, así como requerimientos de capital para riesgo de crédito en operaciones de swap, establecimiento de un límite de exposición máxima por cliente, tratamiento diferenciado para créditos tributarios, requerimiento de capital para exposición a riesgos de tasas prefijadas en Reales y niveles

máximos de descortes en moneda extranjera y aplicaciones en oro. Los índices de capitalización medios del sistema financiero nacional se han mantenido en niveles superiores al mínimo establecido.

El sistema financiero nacional de Brasil tiene varios segmentos:

1. Tamaño grande: Comprende 5 Instituciones Financieras (IF) de control accionario de público o privado nacional, esto representa el 59% de los activos totales.
2. Tamaño medio: Representa el 28%, y la mayor parte de los activos se concentra en bancos de control accionario extranjero.
3. Tamaño pequeño: Un 42% tiene control accionario nacional, un 34% privado extranjero y un 24% control accionario público.

El riesgo de crédito representa la mayor parte del requerimiento mínimo de capital de una Institución Financiera. En el caso de Brasil, actualmente cuenta con bajos volúmenes de crédito, situación que represente un bajo apalancamiento. El actual escenario indica la existencia de una postura relativamente conservadora por parte de los intermediarios financieros de ese país, reforzada por la reglamentación en vigor en lo que se refiere al capital y aprovisionamiento, minimizando los potenciales impactos de la aplicación de Basilea II en Brasil.

La reglamentación en vigor presenta, sin embargo, algunas limitaciones frente a los requisitos establecidos por Basilea II, como, por ejemplo, su poca diversificación para “créditos buenos”, con sólo cuatro niveles (aunque permite la utilización de niveles intermedios entre las franjas). De esta manera, la implementación de Basilea II no podrá ser hecha a través de la simple transposición de los niveles de riesgo fijados por la Resolución. Basilea II establece la necesidad de la existencia de, como mínimo, siete niveles de riesgo para “créditos buenos”, sin concentraciones excesivas en un único nivel.

Las autoridades bancarias de este país han decidido implementar un calendario pausado para la adopción del nuevo marco regulatorio. El Banco Central informó su decisión de adoptar, en una primera fase, el método estándar simplificado para el cálculo de los requerimientos de capital por concepto de riesgo de crédito. Este modelo se aplicará por igual a todas las instituciones bancarias operantes en el país, sean de origen doméstico o internacional. La implementación del método estándar simplificado obedece a una decisión de no utilizar las calificaciones de crédito externas como parámetros en la ponderación por riesgo de los activos bancarios, base del método estándar de Basilea II. En la práctica, la adopción del método estándar simplificado no traerá mayores cambios en la ponderación de activos por riesgo, la cual se mantiene bastante similar a la prescrita por el Acuerdo de 1988.

Se prevé que los bancos de mayor tamaño y aquellos internacionalmente activos podrán pasar en el futuro por los modelos más avanzados, comenzando por el método estándar en el 2009, después pasando por el modelo IRB intermedio y finalizando con el IRB avanzado. Una desventaja es que los bancos no cuentan con la experiencia que el método estándar otorga en utilización de calificaciones de riesgo como instrumento en la

regulación. Las autoridades han concluido que implementar el método estándar implicaría en la práctica que la gran mayoría de activos (en particular los créditos corporativos) continuaran con una ponderación de riesgo del 100%.

La planificación del proceso de implementación establecido por el BCB comenzó en 2005 y finalizará en el 2011:

- 2005/2007: presentación de la reglamentación para la adopción del método estándar simplificado, complementación de la reglamentación para riesgo de mercado y desarrollo de estudios de impacto sobre riesgo operacional, establecimiento de los requisitos de capital para riesgo operacional (método del indicador básico y/o estándar), así como de los criterios de exigibilidad para la utilización de modelos internos para riesgo de mercado y riesgo de crédito.
- 2008/2009: validación de los modelos internos para riesgo de mercado, establecimiento de un cronograma e inicio del proceso de validación del IRB básico, además de la divulgación de criterios para reconocimiento de modelos internos para cálculo de capital por riesgo operacional.
- 2009/2010: validación del IRB avanzado y establecimiento de un cronograma para la validación de los modelos de cálculo de capital por riesgo operacional.
- 2010/2011: validación de los modelos internos de cálculo de capital por riesgo operacional.

En una perspectiva de corto plazo (correspondiente al escenario de utilización del método estándar simplificado para todas las IF), se puede decir que la posibilidad de reconocimiento de la existencia de mitigadores de riesgo y la ponderación diferenciada para el crédito minorista tal vez sean las alteraciones que traigan mayor impacto desde el punto de vista de la reducción de los requerimientos mínimos de capital.

2.3.2. Chile

Chile ha sido el país que ha tenido el más completo y detallado plan de implementación de Basilea II. Entre sus planes está la realización de un FSAP el cual determina que su sistema regulatorio y de supervisión cumple con al menos un 80% de lo establecido por los Principios Básicos de Supervisión de Basilea II. Ha establecido un nuevo sistema de clasificación y constitución de provisiones basadas en el riesgo y ha alineado sus normas sobre contabilidad de acuerdo con los Principios Internacionales de Contabilidad.

Con base en las reformas regulatorias mencionadas, la Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras (SBIF) autorizó que Basilea II fuese implementado por los bancos chilenos en 2007. Sin embargo, consciente de que la implementación del Nuevo Acuerdo requiere una adaptación a las condiciones del mercado local, Chile ha dispuesto una serie de modificaciones a las directrices del Comité de Basilea. Se ha establecido que el único modelo disponible en materia de riesgo crediticio será el método estándar y

tendrá que ser adoptado de manera obligatoria, tanto por los bancos locales como por las subsidiarias de los grupos financieros internacionales que operan en Chile.

Como se sabe, Basilea II requiere ciertos ajustes en su implementación en América Latina que este va dirigido principalmente a economías desarrolladas. Por lo anterior, Chile ha considerado que las reducciones en la ponderación de riesgo de ciertos activos previstas en Basilea II deben ser más moderadas en la normativa a aplicarse en este país. Por ejemplo, la cartera hipotecaria de vivienda tendrá una ponderación del 50% y no del 35%, como se prevé en el Nuevo Acuerdo. De igual modo, la cartera al detalle (*retail*) tendrá una ponderación de entre el 90% y el 100% y no del 75%, como lo dispone Basilea II.

En cuanto a los métodos avanzados IRB, las autoridades chilenas han decidido postergarlos hasta tener los resultados de la implementación del Nuevo Acuerdo en su primera etapa.

2.3.3. México

La participación de la banca extranjera en este país es significativa y cobija a la gran mayoría de los activos financieros. Esta situación, como es de esperarse, trae como consecuencia que la adopción de Basilea II se realice en coordinación con las jurisdicciones de origen de los bancos extranjeros que operan en México. Si bien todos los bancos mexicanos, locales y extranjeros, recibirán un mismo tratamiento regulatorio, la labor de supervisión de los bancos extranjeros se realizará de manera coordinada con las autoridades extranjeras, siguiendo para el propósito los Principios para la implementación transfronteriza del Nuevo Acuerdo, expedidos por el Comité de Basilea en agosto de 2003.

México es el primer país latinoamericano que brinda a las instituciones bancarias la posibilidad de aplicar en integridad, desde el inicio, el Nuevo Acuerdo de capital regulatorio. Los bancos que hoy en día cuenten con modelos internos de calificación certificados podrán aspirar a la validación de métodos IRB. Estas entidades deberán demostrar la existencia de cinco y siete años de información histórica (para los parámetros PD y LGD), así como una experiencia mínima de tres años en la aplicación del sistema interno de calificación en la gestión del banco (por ejemplo para efectos de costo y medición de resultados del capital ajustado por el riesgo, risk adjusted return on capital, RAROC).

La implementación de Basilea II comenzó a instrumentarse desde enero del 2007 y se espera que se logre concluir en el 2011, aunque ahora el reto será incorporar los nuevos elementos de Basilea III, que es altamente factible, ya que por ejemplo en materia de requerimientos de capital el promedio del sector bancario de México se encuentra en niveles del 16% con lo que se estaría en línea con lo contemplado en la tercera revisión del Comité de Basilea.

Tal vez el principio que adquiere más relevancia en el Nuevo Acuerdo es aquel que determina que el supervisor del país de origen sea el responsable de vigilar su implementación. Con este principio se busca evitar la duplicación en cuanto a los requerimientos y hacer más efectiva la supervisión de modelos que de por sí son centralizados a nivel de grupo consolidado. El supervisor local, en este caso el mexicano, contará con todas las posibilidades para solicitar información y adoptar medidas sobre todas aquellas operaciones que puedan afectar la estabilidad y solvencia de la filial o su desempeño.

2.3.4. Los Bancos de Desarrollo.

La banca pública puede cumplir, y ha cumplido, un importante papel desde el punto de vista macroeconómico, ayudando a contrarrestar la aversión al riesgo que tiende a exhibir la banca privada en las fases recesivas del ciclo económico y compensando la reducción agregada del crédito.

Una preocupación específica de los países en desarrollo es la relativa al financiamiento de proyectos de inversión. Las propuestas de Basilea II asumen que el financiamiento de proyectos tiene riesgo más elevado que los préstamos a empresas, lo que implica un aumento de los requerimientos de capital para aquellos préstamos. Esto es problemático para los países en desarrollo, que requieren grandes inversiones privadas en la producción y en infraestructura, en las que el mecanismo de financiamiento de proyectos juega un papel clave, no solamente para el financiamiento directo sino también para la promoción de los mercados de capital.

La preocupación se origina, entre otros factores, en que los bancos internacionales se encaminen al uso del método IRB y que, a su vez, empujen a sus sucursales o subsidiarias en los países en desarrollo a recorrer el mismo camino. Por ello, y también por la natural tendencia de los bancos a actuar procíclicamente, es conveniente que las autoridades regulatorias utilicen o dispongan sobre la instrumentación de un sistema de provisiones dinámico o de los llamados forward-looking, que estiman las provisiones cuando los préstamos son desembolsados, sobre la base de las pérdidas esperadas o previstas en función de la información disponible. Por todo esto, es importante que los bancos de los países en desarrollo, sean locales o filiales de bancos internacionales, continúen con los métodos estándar para la estimación de los distintos riesgos y no sean compelidos inmediatamente al uso del método IRB.

Los bancos frente a los requisitos de capital, pueden seguir los siguientes supuestos: a) si tienen suficiente capital, absorberán el incremento; b) si no lo tienen, incorporarán nuevos aportes de capital, si ello es posible para los accionistas, y c) si la segunda opción no está disponible, parece obvio que tratarán de reducir los activos de mayor riesgo, redefiniendo sus negocios en las distintas regiones.

La forma correcta de establecer la regulación bancaria ha sido motivo de controversia, algunos bancos de desarrollo se muestran renuentes ante la regulación. La regulación actual de los bancos en la región no se adapta a las necesidades de los bancos de

desarrollo ni contribuye a atenuar el ciclo del crédito. Por esto, es necesario diseñar y adoptar una nueva normativa. Las normas de previsión diseñadas sobre la base de incobrabilidades promedio parecen ser, entonces, más eficientes que las diseñadas sobre la base de los riesgos corrientes.

La banca de fomento muestra peculiaridades en cuanto a su estructura de activos y pasivos. Las instituciones que operan como financiadoras de proyectos de desarrollo suelen presentar descalces importantes en materia de plazos y monedas, sobre todo cuando la captación de fondos típica se hace con un horizonte temporal de corto plazo o se denomina en moneda local. Este mismatch temporal trae aparejado el potencial para el riesgo de liquidez y el riesgo de tasa de interés. Las tendencias regulatorias actuales, y en particular Basilea II, toman en consideración este último riesgo, sugiriendo la incorporación de la valoración de los riesgos de mercado a los requerimientos patrimoniales de las instituciones.

También se han desarrollado otros mecanismos de liquidez como la captación en moneda local y el crédito en moneda extranjera, o viceversa. El riesgo cambiario se hace explícito en los estados contables de la institución financiera, y la regulación prudencial provee mecanismos de topes en la posición neta de monedas. Por otro lado, puede suceder que el descalce lo tengan los propios deudores de las entidades de fomento. Este no queda manifiesto en los estados contables de las instituciones financieras, pero debe tenerse en cuenta a la hora de evaluar el riesgo crediticio.

La regulación bancaria debe garantizar el adecuado balance entre otorgar incentivos para el desarrollo de una industria financiera eficiente y competitiva y preservar la solvencia y la estabilidad del sistema financiero.

Basilea II incorpora aspectos específicos sobre riesgos inherentes a la actividad financiera. En particular, el énfasis del nuevo marco está en sumar a los objetivos de mantener la solidez del sistema financiero y de promover condiciones competitivas en el mismo, el desarrollo de un enfoque más comprehensivo para determinar, medir y evaluar los riesgos asociados a la actividad bancaria.

El principal problema de la banca de desarrollo consiste en compatibilizar la política de crédito y de riesgo con los objetivos de promoción. Entre ellos se pueden incluir los préstamos a mediano y largo plazo, en muchos casos con captación de recursos en el corto plazo; créditos a sectores o empresas pequeñas con dificultad para constituir garantías; costos altos de los fondos prestables, como consecuencia de las normas de provisiones, o el apoyo a proyectos productivos o de infraestructura contemplados en las políticas económicas de los gobiernos. El Nuevo Acuerdo parece ser un medio adecuado para incentivar un aumento de la eficiencia. Al menos en el método IRB se establece un vínculo directo entre las funciones de gestión de riesgos, toma de decisiones, relación con los supervisores e información al mercado. Desde la perspectiva de los depositantes, representados por los supervisores, Basilea II y sus requerimientos de capital implican una mejora, ya que el mayor capital (o la mejor cobertura) significa una menor exposición a las quiebras de las entidades.

En los últimos años, las políticas de promoción y desarrollo para la pequeña y mediana empresa han experimentado cambios importantes en cuanto a los instrumentos utilizados y a la participación de los agentes públicos y privados. Dichas políticas han dejado de lado los instrumentos de naturaleza proteccionista para enfatizar en una relación más equilibrada entre los mecanismos de intervención pública y la dinámica del mercado. Los gobiernos han transformado la antigua política de préstamos y subsidios, que en muchos casos eran indiscriminados, en un abanico de medidas que buscan facilitar el acceso de las PyMES a los mercados financieros privados en condiciones similares a las de la gran empresa.

2.3.5. Las agencias calificadoras

Las calificaciones de riesgo crediticio surgieron para disminuir la asimetría de la información entre acreedores y deudores. Actualmente, los bancos, aseguradoras y casi todo los intermediarios en el sector financiero emplean las calificaciones de riesgo como parte de sus procesos de análisis.

Las calificaciones de riesgo son otorgadas por entidades independientes, las cuales se conocen como agencias calificadoras, cada una tiene su propio sistema de calificación, por ejemplo en el caso de Standard & Poor's Rating Services, su escala está compuesta por las categorías AAA, A, BBB, hasta D. Estas escalas proveen parámetros de comparación a los inversionistas para analizar diferentes compañías.

Las calificaciones de riesgo son una herramienta de la que pueden disponer los inversionistas para tomar decisiones y no son recomendaciones de compra. Las agencias calificadoras más prestigiadas utilizan modelos y criterios tanto cuantitativos (información estadística, financiera, económica) como cualitativos (criterios de expertos, factores políticos, etc.). En lo que respecta a América Latina, casi todos los países han adoptado los conceptos de las calificaciones de riesgo crediticio en las legislaciones de sus mercados de valores.

En la mayoría de los países de América Latina que han adoptado el uso de calificaciones, los reguladores locales han jugado un papel importante en la promoción del establecimiento de una industria nacional de calificaciones de riesgo, lo que les ha permitido regular la operación del sector, aunque el nivel de dicha regulación es diferente en cada país. En algunos, la regulación local se antepone a la independencia que debería tener una agencia calificadora, pues los reguladores determinan las metodologías y escalas de calificación, pueden participar en los comités de calificación y, en casos específicos, hasta vetar la decisión del Comité. Por el contrario, en otros países, la regulación es menos interventora y sólo provee un marco general de operación y de supervisión de la actividad, aportando lineamientos generales o requisitos de operación, tales como la experiencia mínima de los analistas de la calificadora, la aprobación de metodologías y escalas.

Una de las desventajas es que las escalas nacionales no son comparables entre países y este ámbito es el que trata de desarrollar Basilea II.

La industria de calificaciones de América Latina es relativamente joven, el uso de calificaciones de riesgo aún no ha llegado al segmento de las pequeñas y medianas empresas, lo cual obedece a diversos motivos que van desde el hecho de que las PyMES generalmente no se financian del mercado de deuda pública, el desconocimiento sobre los beneficios de contar con una calificación de riesgo, el bajo uso de las calificaciones como herramienta en la toma de decisiones financieras en mercados relativamente jóvenes, hasta la falsa creencia de que las calificaciones sólo son para las compañías grandes.

Basilea es un método estándar, plantea el uso de las calificaciones de riesgo otorgadas por agencias externas para determinar el riesgo relacionado con las exposiciones crediticias, como base para cuantificar el requerimiento de capital por riesgo de crédito.

Dentro de cada una de las categorías de calificación, Basilea II propone un factor de ponderación de la exposición, el cual es menor en la categoría de calificación AAA, y aumenta conforme descienden los niveles de calificación en forma consistente según aumenta el riesgo de crédito.

Las ventajas de la implementación del método estándar son que se pueden obtener mediciones de riesgo estandarizadas de todo un sistema bancario con base en análisis consistentes y uniformes, otra de las ventajas es que cuenta con imparcialidad: su aplicación disminuirá la interpretación variada y los conflictos de interés en las decisiones de crédito.

Es importante puntualizar que Basilea II promueve la adopción y el desarrollo de modelos internos de riesgo para incentivar la innovación en la medición y gestión de riesgos. El reto al que se enfrentan es la baja penetración de las calificaciones de riesgo. En América Latina, la utilización de escalas nacionales frente a escalas internacionales puede prestarse a una depreciación del riesgo de crédito.

La medición del riesgo país constituye otro desafío. A este respecto, salvo algunos casos excepcionales, todos los países de la región cuentan con calificaciones de riesgo internacionales otorgadas por las agencias más reconocidas en el mercado internacional. Otras de las cuestiones que preocupan es la que se refiere a la regulación de las agencias calificadoras ya que muchos países operan con poca regulación, pero en el caso de América Latina el sector está más regulado y supervisado que en otras regiones.

“Inteligencia es el poder de aceptar el entorno.”
(William Faulkner)

Capítulo III. Valor en Riesgo (VaR) y medidas coherentes de riesgo

*“Los hombres inteligentes quieren aprender;
los demás, enseñar”*
(Antón Chéjov)

3.1. Valor en Riesgo (VaR)

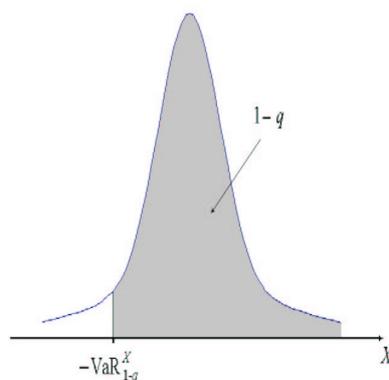
En octubre de 1994 el Banco de Inversión JP Morgan propuso en su documento técnico denominado Riskmetrics, el concepto de Valor en Riesgo (VaR) como modelo para medir cuantitativamente los riesgos de mercado en instrumentos financieros o portafolios de inversión con varios instrumentos. El valor en riesgo es un modelo estadístico basado en la teoría de la probabilidad que revoluciono la manera de medir y monitorear los riesgos, ya que resume en un solo número la pérdida potencial máxima que se puede sufrir en una posición de riesgo dado un nivel de confianza y un periodo de tiempo determinado.

Es el mismo JP Morgan quien desarrolla un documento denominado Creditmetrics en el que propone la cuantificación del riesgo de crédito mediante el cálculo de la probabilidad de impago o incumplimiento. Además de establecer un paradigma similar al de valor en riesgo pero instrumentado en el riesgo de crédito. Es decir, un estimado de pérdidas esperadas por riesgo crediticio. La utilidad de este concepto radica en que las instituciones financieras puedan crear reservas preventivas de pérdidas derivadas de incumplimiento de contrapartes o problemas de colateral.

La metodología de valor en riesgo promovida y difundida por JP Morgan se considera como un nivel de referencia (Benchmark) y un estándar de los mercados financieros, lo que permite comparar la exposición de riesgo de mercado entre diversas instituciones. El Valor en Riesgo (VaR) indica al inversionista o intermediario financiero cuanto puede perder como máximo en un periodo de tiempo de cumplirse ciertos supuestos y condiciones normales de mercado, considerando un nivel de confianza específico. Es importante señalar que el VaR es una medida muy fácil de interpretar por los administradores de riesgos, pero también por personas no especializadas en el área de riesgos, ya que presenta los resultados de manera monetaria y en un solo número, asignando un nivel de probabilidad a dicha pérdida.

Es importante señalar que el VaR es válido únicamente en condiciones normales de mercado, ya que en momentos de crisis y turbulencia la pérdida esperada se define por incorporar valores extremos.

Figura 5. Distribución del Valor en Riesgo



Fuente: Venegas-Martínez (2005)

Una manera alternativa de interpretar el VaR es como la pérdida mínima que se puede presentar en un horizonte de tiempo con una probabilidad equivalente al complemento de la que define el intervalo de confianza definido. Por eso es importante resaltar que cuando en la definición se menciona la pérdida máxima esperada, no se refiere al peor resultado posible, la pérdida que se puede presentar puede ser y en muchas ocasiones será mayor que el VaR calculado, en otras palabras el VaR no es una cota para la pérdida que se puede presentar.

Uno de los parámetros clave en la estimación del VaR es el nivel de confianza y el horizonte o periodo de tiempo a considerar en la estimación. Por lo que se refiere al primero se puede interpretar como el número de veces de cada cien, en que la pérdida será mayor al VaR calculado, es decir, a un nivel de confianza de $\alpha\%$ se espera perder menos que el valor en riesgo calculado α de cada 100 periodos de tiempo. Por lo general en la práctica se utiliza un nivel de confianza de 95% o 99%. Utilizar un nivel de confianza de 95% para un VaR calculado con un horizonte de un día, es equivalente a decir que se espera perder más que el VaR sólo 1 de cada 20 días. El nivel de confianza no impide que en ciertos momentos las pérdidas registradas excedan al VaR en un mayor número de veces a las estimadas, aunque esto no significa un error metodológico, sino a las condiciones de mercado, situación por la que se sugiere realizar pruebas de respaldo mejor conocidas por su expresión en inglés como pruebas Backtesting.

La elección del nivel de confianza depende tanto de los activos que se estén estudiando como del propósito del análisis, lo único que hay que conservar en mente al momento de la elección es que mientras mayor sea el nivel de confianza elegido, mayor será el VaR que se obtenga de resultado, por lo que se debe tener precaución, ya que si se utiliza el VaR para determinar el nivel de capitalización necesario para cubrir las pérdidas, se tiene que al elegir un nivel de confianza demasiado alto puede llevar a la conclusión de que se necesita un capital tan grande para operar que el negocio no sería rentable.

En cuanto al horizonte de estimación del VaR se define como el intervalo de tiempo, a partir del día de cálculo en que se busca modelar las pérdidas potenciales del portafolio. Es importante tener en mente que la estimación de VaR tiene implícito que la composición del portafolio o activo que se analiza no cambia durante el horizonte de estimación, es decir no hay compra ni venta de activos del portafolio durante ese lapso de tiempo. Este supuesto lo necesitan todas las metodologías de VaR y no necesariamente se cumple en la vida real.

Por lo anterior, no tiene sentido tomar un horizonte de tiempo muy grande ya que es muy probable que el riesgo del portafolio cambie en forma significativa aun antes de alcanzar el horizonte de cálculo. La periodicidad de la información con que se cuenta para calcular el valor en riesgo es un elemento clave para determinar el horizonte, ya que se debe poder estimar la pérdida que se puede tener por lo menos hasta el día en que se pueda contar con la información completa otra vez (posición del portafolio y de mercado), ya que de lo contrario no tendría sentido estimar el VaR para un día, sí se cuenta con información de

mercado semanal o mensual, ya que no permitiría realizar pruebas de respaldo o Backtesting.

La determinación del horizonte de tiempo también debe considerar el lapso que tomaría cubrir la posición que está en riesgo a un costo aceptable para los inversionistas e intermediarios financieros. Por lo que la liquidez de los instrumentos en el mercado y el monto de la posición es de vital importancia, ya que entre más rápido se busque cubrir la posición, mayor será el movimiento que hay en el precio de ésta en el mercado. En el caso de México se debe advertir que las variables financieras son, en su mayoría de corto plazo, por lo que el horizonte de cálculo del VaR es de un día o una semana a lo más. Finalmente, se tiene que a mayor horizonte, mayor será el VaR.

Por lo que se refiere a los supuestos que acompañan a la estimación del VaR uno de los más importantes se centra en que los precios y rendimientos de los activos siguen una distribución Normal. La evidencia empírica parece poner en duda dicho supuesto, ya que los activos financieros tienen picos muy altos, lo que refleja colas muy pesadas y angostas alrededor de su media, por lo que dista mucho de ser una Normal.

El supuesto de que los precios y rendimientos del instrumento objeto de análisis sigue una distribución Normal, permite saber que dada una desviación estándar el nivel de confianza será del 68%. Como consecuencia de la simetría de la distribución Normal y al hecho de que en la estimación del VaR lo que se busca es conocer la pérdida en condiciones normales de mercado, por lo que podemos descartar la cola derecha de la distribución, es decir olvidamos el 16% de los casos en que el valor real de la variable es mayor que la media más una desviación estándar, por lo que se tiene un nivel de confianza de 84% de que la pérdida en el instrumento no será mayor que la media menos una desviación estándar.

Otro elemento importante al estimar el VaR de un portafolio es que al considerar un mayor número de factores de riesgo, mayor será el número de correlaciones que se deben considerar. Ya que el número de coeficientes de correlación crece como un polinomio de segundo orden con cada nuevo factor de riesgo que se incluye. La manera de resolver este problema es mediante el denominado Mapeo que surgió en 1996 y consiste en expresar cada instrumento del portafolio como una combinación lineal de al menos dos instrumentos más simples que el instrumento original, la idea surge del hecho de que todo instrumento de inversión se puede expresar como una combinación lineal de bonos cupón cero.

El Banco Internacional de Pagos (BIS por sus siglas en inglés) recomienda definir 99% del nivel de confianza y un horizonte de 10 días para los intermediarios financieros. Aunque JP Morgan recomienda 95% de probabilidad en un horizonte de un día para operaciones en mercados líquidos (Riskmetric: daily earnings at risks, DEAR).

El VaR no otorga certidumbre con respecto a las pérdidas que se podrían sufrir en una inversión, sino una expectativa de resultados basada en elementos estadísticos y probabilísticos, a partir de la información de series de tiempo y algunos supuestos de los

modelos o parámetros que se utilizan para su cálculo. Por lo que es necesario que las instituciones que toman posiciones en instrumentos financieros, adicionalmente al cálculo del VaR se debe complementar su medición de riesgos con otras metodologías como el análisis de stress, las reglas prudenciales, los procedimientos y políticas de operación, los controles internos, los límites y las reservas de capital adecuadas.

El valor en riesgo se puede calcular mediante dos métodos:

1. Métodos paramétricos. Tienen como característica el supuesto de que los rendimientos del activo en cuestión se distribuyen de acuerdo a función de distribución de probabilidad normal. Aunque en la práctica se ha observado que la mayoría de los activos no siguen un comportamiento estrictamente normal, sino que son aproximados a la curva normal y, por tanto, los resultados que se obtienen al medir el riesgo son una aproximación.
 - i. VaR Normal y VaR Delta-Normal
 - ii. VaR mediante simulación de Monte Carlo

El VaR Delta-Normal es apropiado para portafolios grandes expuestos a múltiples factores de riesgo, en el caso de incluir opciones en el portafolio, el enfoque plantea problemas.

La siguiente expresión determina el VaR Normal

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

Donde:

F = Factor de nivel de confianza o cuantil Al:

95% es 1.65

99% es 2.33

S = Monto total de la inversión

σ = Desviación estándar de los rendimientos de los activos

t = Horizonte de tiempo.

Un ejemplo de la utilización del VaR es la siguiente: suponga que un inversionista tiene un portafolio de activos de \$10'000,000 con un VaR de 1 día de \$250,000 con un nivel de confianza del 95%. Como en un mes hay 20 días hábiles, y $1/20 = 5\%$, en condiciones normales de mercado, sólo 1 de cada 20 días las pérdidas que sufra el portafolio serán superiores a \$250,000.

El VaR mediante simulación de Monte Carlo se utiliza cuando se quiere un método de valuación completa como es el caso de la presencia de opciones. El ajuste en el horizonte de tiempo sobre el VaR mediante la raíz cuadrada del factor tiempo, ya no es válido para posiciones en opciones, por lo que se requiere una valuación completa.

En los casos en que no se tiene la historia completa de los cambios de precio de los instrumentos que componen un portafolio, se puede utilizar el cambio en los factores de riesgo que influyen en el precio de los instrumentos que componen un portafolio como un evento aleatorio, la metodología Monte Carlo genera un gran número de estos eventos, es decir, se tratan de cambios correlacionados en los factores de riesgo que afectan a los instrumentos que componen el portafolio para calcular el VaR.

A partir de los eventos aleatorios se aplica cada uno de ellos al valor actual del portafolio y se revalúa el portafolio, para después ordenar los resultados para formar los percentiles de la distribución, con estos se determina el VaR al nivel de confianza deseado.

Las ventajas del método Monte Carlo es que funciona perfectamente para instrumentos no lineales en los factores de riesgo como son las opciones. Es importante advertir que el método de Monte Carlo tiene el mismo supuesto fundamental que el método paramétrico que supone que los cambios en los factores de riesgo se distribuyen Normal.

El método Monte Carlo, al igual que el Histórico requiere de una gran cantidad de revaluaciones y además de la generación de números aleatorios con una determinada distribución que estimen los cambios en los factores de riesgo. La idea de generar números aleatorios es poder simular suficientes observaciones del evento sin tener que esperar a que estas ocurran en la realidad.

2. Métodos no-paramétricos. Consiste en utilizar una serie histórica de precios de la posición de riesgo (activos o portafolios) para construir una serie de tiempo de precios y/o rendimientos simulados o hipotéticos, con el supuesto de que se ha conservado el activo o portafolio durante el periodo de tiempo de la serie histórica (se requiere la utilización entre 250 y 500 datos).

La metodología del VaR Histórico supone que el pasado representa correctamente el presente, por lo que toma un portafolio de instrumentos en un tiempo específico y reevaluarlo varias veces utilizando la historia de los precios de los instrumentos que componen el portafolio, con estas reevaluaciones se obtiene una distribución de pérdidas y ganancias que se utilizan después para calcular el VaR a un nivel de confianza determinado.

El VaR Histórico se puede calcular correctamente para instrumentos que no son lineales en los factores de riesgo (opciones) por lo dicha metodología es muy utilizada, ya que es capaz de tomar en cuenta las peculiaridades de distribuciones que no pueden ser correctas. Al tomar en cuenta la historia de los cambios en los factores de riesgo el resultado de calcular el VaR Histórico puede ser mayor que si se obtiene el VaR para un mismo portafolio por el método Paramétrico. Utilizar la historia de los cambios también tiene algunos problemas, ya que es difícil obtener las series históricas para algunos instrumentos y cuando se trata de medir instrumentos nuevos las series simplemente no existen. Por lo que se deben reemplazar con las series de instrumentos similares, además de tener cuidado con la elección del periodo de tiempo que se va a utilizar como historia, ya que es posible que no se incluya algún movimiento en particular que se quiera analizar

o que se incluya algún movimiento atípico que se piensa no se volverá a repetir y pueda conducir a un resultado distorsionado.

La forma más fácil de calcular el VaR por el método Histórico es reevaluando el portafolio utilizando directamente la historia de los precios de los instrumentos que lo componen. Organizándolo y colocando los valores resultantes de las reevaluaciones del portafolio en percentiles y obteniendo, así el VaR del percentil que se necesita para el nivel de confianza que se requiere.

La estimación de los diferentes métodos de cálculo del VaR sobre un mismo portafolio, son diferentes en especial en algunos periodos de tiempo. Generalmente, el método paramétrico es más sensible a la volatilidad observada en la información, por lo que en épocas de mucha volatilidad el VaR paramétrico es mayor que el calculado por otros métodos, mientras que en épocas de poca volatilidad ocurre lo contrario. A pesar de que la mayoría de la literatura en administración de riesgos considera al método paramétrico fácil de aplicar, se debe tener en mente que el Mapeo de los flujos puede llegar a ser complejo cuando hay varios factores de riesgo que afectan al portafolio y un número importante de instrumentos.

Por lo que se refiere al VaR Histórico y Monte Carlo la complicación se encuentra en la revaluación de todos los instrumentos del portafolio, lo que implica que se requiere contar con las funciones de valuación y la parametrización completa de todos los instrumentos del portafolio. Muchas de estas complicaciones, ya tienen solución gracias a diversos software que se han desarrollado en el mercado. Sin embargo, el principal problema del VaR es que no es una medida coherente de riesgo, por lo que el sesgo que cualquier medida estadística puede tener se le agrega un factor adicional que podría estar sobrestimando o en su caso subestimando los niveles de riesgo, con el consecuente costo para los diferentes operadores e intermediarios financieros en sus márgenes de utilidad y requerimientos de capital.

La metodología del valor en riesgo introducida y generalizada por JP Morgan, además de violar algunos de los axiomas fundamentales que cualquier medida de riesgo coherente debe tener y que se analizarán más adelante, se le suman problemas en su cálculo que a continuación se detallan.

- i. El VaR puede ser fuertemente dependiente de algunos supuestos, en particular en el comportamiento de las correlaciones y volatilidades.
- ii. Puede haber problemas en la recolección de datos u observaciones.
- iii. El VaR no establece qué hacer con el problema de la alta kurtosis (fat tails) y por tanto, no se conoce hasta cuánto podría llegar las pérdidas en 1 o 5% de las veces.
- iv. Puede haber problemas de interpretación, es decir, puede interpretarse como el peor escenario o la exposición total del riesgo y generar una falsa sensación de seguridad.
- v. Se deben realizar pruebas de retroalimentación con datos reales, Backtesting

3.2. Pruebas de estrés

La prueba de estrés o de valores extremos consiste en crear escenarios que respondan a la pregunta de ¿qué pasaría si...? Y que obliga a los administradores de riesgos a predecir pérdidas en condiciones de desastres financieros o de crisis provocadas por problemas políticos o desequilibrios en la economía de algún país con el que se tenga relación comercial o financiera. Esta prueba es un complemento de la estimación del VaR.

Las pruebas de estrés se utilizan para tener una idea del tamaño de la pérdida que se puede tener cuando una o varias de las variables financieras tienen un movimiento drástico. Las pruebas de estrés miden el impacto de movimientos en las variables macroeconómicas de tal magnitud que generalmente no ocurren, y que por tal motivo no son analizadas con frecuencia, pero que de ocurrir tendrían un impacto muy fuerte en las ganancias de los inversionistas.

El proceso de hacer una prueba de estrés inicia con identificar cuáles son los posibles movimientos en las variables financieras que podrían ocurrir y que impactarían gravemente a las utilidades del portafolio o la inversión que se está analizando, una vez identificadas las variables que se podrían mover es necesario saber cuánto hay que aumentarlas o disminuirlas y definir durante cuánto tiempo se mantendría esta situación para determinar el lapso durante el cual se deben analizar los resultados.

La metodología de las pruebas de estrés se resume en definir los movimientos que podrían tener las variables que afectan el mercado y simular los movimientos de estas variables y con base en ello reevaluar el instrumento o el portafolio con las nuevas variables definidas y estimar los efectos de estos movimientos en las utilidades de los distintos agentes económicos.

El principal problema que tienen las pruebas de estrés es que no le dicen al inversionista con qué probabilidad sufrirá la pérdida resultante del análisis. Además de que dichas pruebas presentan problemas en su aplicación al tener que determinar la correlación de las variables en movimiento con las demás variables de análisis. Como en los análisis de estrés se suponen movimientos muy grandes en una o más variables de mercado, que por lo general no ocurren, es difícil saber si bajo estos nuevos supuestos la correlación que tienen las variables en condiciones normales se mantendrá.

Otro de los problemas prácticos que presentan las pruebas de estrés es que se puede caer en el error de generar demasiadas pruebas con un gran número de movimientos en las variables generando una cantidad de información casi imposible de analizar e interpretar. Además, recordemos que las pruebas de estrés no señalan la probabilidad de ocurrencia de los movimientos que se están simulando, por lo que a la hora del análisis se pueden subestimar sus efectos.

A pesar de los problemas que tienen las pruebas de estrés, tiene la ventaja de que intuitivamente son muy fáciles de comprender, ya que puede responder preguntas como: ¿Qué pasaría si una variable se mueve con tal magnitud?

Recordemos que uno de los supuestos relevantes es que los precios y rendimientos de los activos siguen una distribución de probabilidad normal. Por lo que a la hora de estimar el VaR se toma el valor extremo izquierdo de la distribución de probabilidad normal de los rendimientos (extreme low-probability), imponiendo un nivel de confianza que en la mayor parte de los casos es de 95% y 99%. Esto significa que si el nivel de confianza es de 99% y el valor en riesgo de un día es de dos millones de pesos, un día de cada 100 días de operación se esperaría una pérdida mayor a los dos millones de pesos.

Sin embargo, el valor en riesgo no define el monto que se podría perder en el 1% de las veces y, debido a que en la práctica las curvas normales presentan sesgo y kurtosis o “colas gordas” (fat tails), las pérdidas en ese 1% de las veces podrían ser muy altas, de tal suerte que podría llevar a las instituciones incluso a la bancarrota.

La simulación de escenarios es otra técnica que se utiliza para medir las posibles pérdidas por situaciones anormales en el mercado, esta técnica es muy parecida a las pruebas de estrés, tanto que a veces se confunden una y otra, la diferencia radica en que cuando se hace una prueba de estrés se analizan las variables de mercado y se decide cual o cuales de estas variables se va a mover o forzar, mientras que en una simulación de escenario lo que se hace es definir un estado alternativo al mercado actual, es decir, otro escenario y con base en eso concluir los movimientos que ocurrían en las variables financieras valuando después con estas nuevas variables el instrumento o portafolio.

En la simulación generalmente se trata de valuar los instrumentos o portafolios de un inversionista con las condiciones que tuvo el mercado en periodos muy malos o excepcionalmente buenos, a estos escenarios comúnmente se les llama escenarios históricos.

3.3. Pruebas de respaldo o backtesting

El extenso uso del valor en riesgo como una medida para cuantificar el riesgo de mercado entre los administradores de riesgos, requiere de un análisis costo-beneficio de su instrumentación. La existencia de supuestos dentro del cálculo del VaR ha permitido una mayor simplicidad en su estimación e interpretación, situación que conlleva el riesgo de tener resultados menos acertados. Por lo anterior, es importante medir el desempeño de los diferentes modelos de estimación, a través denominadas pruebas de respaldo o Backtesting.

Las pruebas Backtesting consisten en la comparación de los resultados observados del portafolio. Es decir de las pérdidas y ganancias reales, contra las estimaciones de pérdidas o ganancias calculadas con las metodologías del valor en riesgo. Si las pruebas de respaldo son usadas en forma adecuada, representan una valiosa aportación como muestra de la integridad del análisis de riesgos y el proceso de estimación de los mismos.

Las pruebas de respaldo utilizan los rendimientos observados para el mismo periodo de tiempo que el que se utilizó como horizonte para el cálculo de las estimaciones de VaR. Las más simples de estas pruebas consisten en observar el número de veces que el valor observado se sale de la estimación del valor en riesgo y por otro lado, calcular el porcentaje de veces en que los rendimientos observados son más negativos que el valor en riesgo, comparando este número con el nivel de confianza utilizado para su cálculo. Por lo que un VaR estimado a un 95% de confianza, requiere que los valores observados deben exceder sólo un 5% de las veces el valor estimado.

Un factor importante que se debe tomar en cuenta al probar la eficiencia de los modelos de riesgo, es la magnitud de las observaciones que excedieron al VaR. Para realizar las pruebas de respaldo se mantiene un registro del cálculo del VaR que se va haciendo pasado el horizonte de cálculo y se revalúa el portafolio original con los factores de riesgo que se observaron y se registra el nuevo valor del portafolio. El Backtesting consiste en comparar estos dos números, es decir, el valor en riesgo estimado y el observado de manera real por el portafolio, a fin de comprobar que la estimación haya cubierto la pérdida real. Por último, se cuentan las observaciones que se salieron de la estimación.

Es importante mencionar que para los resultados del valor observado días después de la estimación se hace el supuesto de que el portafolio no cambió en ese tiempo en estructura ni en tiempo a vencimiento, ya que este mismo supuesto se utiliza para calcular el VaR.

El método más usado para verificar el modelo del VaR es la proporción de observaciones fuera de rango, es decir, que porcentaje de la muestra observada del VaR es excedido por el valor observado del portafolio. Las observaciones que son más negativas que la estimación de valor en riesgo se considera como observaciones fuera de rango u outliers.

Los valores observados fuera de rango, llevan a la conclusión de que el valor en riesgo determinado por el modelo corresponde al nivel de confianza de α' % en lugar del α % que se establece al estimar el valor en riesgo en los diferentes modelos. Es importante señalar que las pruebas de respaldo se basan en el número de observaciones que fueron peores que el valor en riesgo, a pesar de que no se toma en cuenta que tan lejos quedó el valor observado de la estimación del modelo.

El concepto de backtesting es esencial en el proceso de evaluar y calibrar los modelos de medición de riesgos. Es importante para la institución y las autoridades regulatorias verificar periódicamente que el modelo esté midiendo el riesgo adecuadamente. Tanto en Grupo de los treinta como el Comité de Basilea se recomienda realizar pruebas de Backtesting con el fin de verificar si el modelo de VaR es adecuado y, en su caso, realizar ajustes y calibrar el modelo.

La realización del backtesting consiste en comparar el valor en riesgo observado con las pérdidas y/o ganancias reales. En dicha prueba lo que se mide es la eficiencia del modelo, contando las observaciones de pérdidas y/o ganancias que fueron mayores al VaR.

Uno de los métodos más utilizados para verificar si el modelo es adecuado es el desarrollo por Kupiec en 1995.¹¹ Dicho método consiste en contar las veces que las pérdidas y/o ganancias exceden el VaR durante un período. Se asume que N es el número de observaciones que exceden la pérdida o ganancia, y para un nivel de confianza dado (1-p) se prueba si la N observada es estadísticamente diferente a la probabilidad de error p que se considera para el cálculo del VaR. La decisión práctica que se necesita tomar consiste en determinar si la relación de excesos de pérdidas y/o ganancias contra las observaciones totales, es estadísticamente diferente a la probabilidad que se utiliza para el cálculo del valor en riesgo.

Los pasos a seguir para la elaboración de un backtesting son:

- i. Las pérdidas y ganancias se calculan con cambios en la valuación o mark-to-market.
- ii. Se debe comparar periódicamente el valor en riesgo observado ajustado a un día con las pérdidas y ganancias diarias, el Banco Internacional de Pagos recomienda que esta prueba se realice trimestralmente utilizando 250 observaciones, es decir, una ventana de un año.
- iii. Los errores o excepciones detectados se calculan contando el número de veces que las pérdidas y ganancias exceden al valor en riesgo observado.
- iv. El nivel de eficiencia del modelo será igual al número de excepciones / número de observaciones.

El Banco Internacional de Pagos recomienda que si los resultados del Backtesting señalan problemas en la calibración del modelo, el factor de capital requerido a la institución de tres veces el VaR debe ser modificado.

3.4. Medidas coherentes de riesgo

Los agentes económicos enfrentan diversos riesgos que son difíciles de eliminar, por lo que es indispensable realizar una buena medición del grado de exposición que se enfrenta, a fin de elegir las mejores estrategias para controlarlos.

Aunque a partir del año de 1996 comenzaron a publicarse estudios sobre las medidas de riesgo, fue el trabajo seminal de Artzner et al. (1999) quien produjo grandes cambios en la forma de cuantificar los riesgos. En la literatura financiera se introdujo un nuevo concepto denominado “Medidas Coherente de Riesgo” (MCR), aunque es hasta el año 2002 cuando surge la primera medida alternativa a la metodología del Valor en Riesgo (VaR) denominada pérdida esperada y a la cual se le sumarian tiempo más tarde algunas otras.

¹¹ Jorion, Phillipe. Value at Risk, Editorial Irwin, pp.95

En los últimos años, la literatura sobre medidas coherentes de riesgos ha crecido de manera considerable. En este sentido, es importante mencionar los trabajos de Acerbi (2001), Delbaen (2000), Yang y Siu (2001) y Venegas-Martínez (2003) and (2005).

La evidencia empírica en administración de riesgos, muestra que el riesgo de mercado representa del 25% al 50% del riesgo total de cualquier activo financiero y no se elimina mediante la diversificación, por lo que se considera que el riesgo relevante es el riesgo no diversificable o riesgo de mercado.

Se entiende por riesgo de mercado, a la probabilidad de sufrir pérdidas relacionadas con la variación de los mercados financieros, debidas a cambios en los tipos de cambio, en las tasas de inflación, en las tasas de interés, en las expectativas de los inversionistas respecto al desempeño global de la economía, entre otros.

El valor en riesgo (VaR) es una de las medidas más utilizadas por intermediarios financieros y contemplada por la regulación de Basilea II para la cuantificación del riesgo financiero, aunque dicha medida viola el axioma de subaditividad planteado por Artzner, por lo que el VaR no es una medida coherente de riesgo. Esta metodología de uso común subestima pérdidas potenciales pues no proporciona información cuando el tamaño potencial de la pérdida excede el umbral determinado por el VaR, aunque se ha construido una medida que toma en cuenta dicha información como es la denominada esperanza condicional de la cola del valor en riesgo o VaR condicional es una medida coherente de riesgo.

Artzner et al. (1999) mencionan cuatro propiedades deseables (axiomas) para medidas de riesgo para propósito de provisiones. Una medida de riesgo puede ser vista como una función de la distribución del valor del portafolio X y Y , el cual se resume en un número $\rho(X)$ y $\rho(Y)$ donde $\alpha \in \mathfrak{R}$

La notación utilizada es la siguiente:

- Ω denota al conjunto finito de todos los estados del mundo, es decir, a los posibles valores del tamaño de las reclamaciones y el precio de los activos.
- X es una Variable aleatoria que representa el cálculo del valor final neto de una posición, para cada elemento de Ω . Su parte negativa, $\max(-X, 0)$, se denota por X^- .
- A es el conjunto de todos los riesgos, es decir, de todas las funciones valuadas sobre Ω . Como Ω es un conjunto finito, A puede ser \mathbb{R}^n .
- α es el interés libre de riesgo.

En el ámbito financiero se dice que una inversión tiene riesgo cuando existe la posibilidad de que cambie el valor futuro de un portafolio. El posible cambio en el valor de un portafolio, en una fecha futura, constituye una variable aleatoria. Una *medida de riesgo* se define como una función de dicha variable aleatoria. En términos generales, una medida de riesgo será definida con base en una función de probabilidad \mathbf{P} .

$$\rho: A \rightarrow \mathbb{R}$$

Cuando el número $\rho(X)$ asignado por la medida ρ al riesgo X es positivo, se interpreta como el mínimo de capital extra que el agente debe añadir a la posición de riesgo X e invertirla en un instrumento libre de riesgo para que pueda considerarla como un riesgo aceptable. Si $\rho(X)$ es negativo, se refiere a la cantidad que puede ser retirada de una posición o cantidad a ser recibida como una restitución en el caso de contratos futuros.

La primera medición del riesgo de una posición consistirá en determinar si su valor futuro pertenece o no al conjunto de aceptabilidad de riesgos, lo cual es decidido por un supervisor y/o regulador principalmente. Los conjuntos de aceptabilidad representan la clave para aceptar o rechazar los riesgos.

Un conjunto de aceptabilidad asociado a una medida de riesgo ρ es el conjunto denotado por A_ρ y definido como:

$$A_\rho = \{X \in A \mid \rho(X) \leq 0\}$$

Esto significa que el conjunto de riesgos para los cuales la medida de riesgo no requiere capital extra (no es positiva) se encuentran en el conjunto de aceptabilidad de riesgos asociado a esa medida.

3.4.1. Axiomas y definición de medidas coherentes de riesgo

a) **Axioma T. Invarianza bajo traslaciones:** para todo $X \in A$ y $\alpha \in \mathbb{R}$, se tiene que:

$$\rho(X + \alpha) = \rho(X) - \alpha.$$

Bajo el supuesto de que existe un sistema bancario en el que los agentes adquieren y transfieren deudas a una tasa de interés libre de riesgo, r , se tiene

$$\rho(X + \alpha) = \rho\left(X + \frac{\alpha}{r}\right)$$

Este axioma indica que cuando se añade un riesgo a la posición inicial para el cual no hay incertidumbre entonces el riesgo se reduce debido a que esa cantidad (α) es invertida en el activo libre de riesgo. De ahí que α represente el interés libre de riesgo que paga un depósito bancario sobre una inversión inicial α/r . Si α es negativa se adquiere deuda con el banco lo que hace mayor el riesgo en el portafolio.

El axioma de invarianza traslacional se refiere a que si se tiene un sistema bancario en el que los agentes pueden prestar y pedir prestado a una tasa de interés libre (r), la

propiedad de invarianza bajo traslaciones dice que el riesgo disminuye en dichos intereses. Si α es negativo se interpreta como un adeudo al banco, lo que incrementa el riesgo del portafolio. Por lo que α se puede interpretar como la cantidad monetaria que se requiere para eliminar el riesgo de X . Es decir, $\rho(X)$ funciona como cobertura de X .

En un sentido estricto $\rho(X)$ no es invariante bajo traslaciones por el cambio de signo en α dentro y fuera de ρ , éste axioma también se denomina invarianza monetaria. Otra manera de interpretar este axioma es que al incorporar un riesgo a la posición inicial para el cual no hay incertidumbre entonces el riesgo se reduce debido a que esa cantidad α es invertida en el activo libre de riesgo.

b) Axioma S. Subaditividad: para todo $X, Y \in A$ se tiene

$$\rho(X + Y) \leq \rho(X) + \rho(Y).$$

El axioma S establece que el requerimiento de capital para dos riesgos combinados no será mayor al capital requerido para los riesgos si éstos se abordan por separado; de esta forma las compañías en lugar de desagregarse en pequeñas unidades de negocios pueden prever ventajas en la diversificación de sus riesgos. De manera más concreta, esta propiedad expresa que una fusión de portafolios no crea riesgo adicional.

La subaditividad tiene un significado especial dentro de la administración de riesgo, ya que está asociada con el principio de diversificación. Ante portafolios grandes es útil conocer que el máximo riesgo que podría tener el portafolio corresponde a la suma de los riesgos individuales.

El axioma de subaditividad expresa que la diversificación reduce el riesgo. Otra manera de interpretar el axioma es que el requerimiento de capital para dos riesgos combinados no será mayor al capital requerido para los riesgos si estos se abordan por separado, por lo que conviene la diversificación. El cumplimiento de éste axioma permite una administración de riesgos más eficiente. Artzner et al. (1999) muestra que el VaR basado en cuantil falla, ya que no satisface el axioma de subaditividad.

c) Axioma PH. Homogeneidad positiva: para todo $\alpha \geq 0$, todo $X \in A$ se tiene que

$$\rho(\alpha X) = \alpha \rho(X).$$

Esta propiedad establece que el tamaño del portafolio influye de manera directa en el riesgo. No es lo mismo invertir un peso en activos financieros que invertir un millón de pesos en los mismos activos pues en el segundo escenario es un millón de veces más riesgoso.

Se considera que el capital requerido es independiente de la moneda o de la escala de cambios de la unidad en la que el riesgo sea medido.

Nota 1: El axioma S implica que $\rho(nX) \leq n \rho(X)$ para $n = 2, 3, 4$

Nota 2: Los axiomas T y PH implican que el pedir prestado una cantidad α a una tasa libre de riesgo conlleva como riesgo α (i.e. $\rho(-\alpha \cdot r) = \alpha$).

El axioma de homogeneidad positiva de grado uno, se refiere de manera intuitiva a que el tamaño del portafolio influye directamente en el riesgo, ya que no es lo mismo invertir una unidad monetaria a un millón de estas en activos financieros. Ya que éste último será más riesgoso respecto al primero. Si consideramos que la medida de riesgo se entiende como requerimientos de capital de un determinado riesgo necesario para garantizar la solvencia, entonces éste axioma establece que el capital requerido es independiente de la moneda o de la escala de cambios de la unidad en la que el riesgo sea medido.

d) Axioma M. Monotonía no creciente: si para todo $X, Y \in A$ son tales que $X \leq Y$, entonces

$$\rho(X) \geq \rho(Y).$$

Considerando que las variables X y Y representan valores de una posición, el axioma M implica que si la medida $\rho(\cdot)$ es positiva, entonces sería necesario agregar capital extra a la posición, en donde el capital que se requiere para el riesgo X es mayor que el requerido para el riesgo Y dado que la pérdida X son mayores que las pérdidas de Y . Es decir, considerando un mismo portafolio el cambio en el valor del portafolio X es menor que el de Y , entonces, por la pérdida de valor de X , el riesgo de X deberá ser mayor que el de Y .

El axioma de monotonía indica que si partimos de un mismo portafolio, el cambio en el valor del portafolio X es menor que el de Y , entonces, por la pérdida del valor de X , el riesgo de X deberá ser mayor que el de Y . Por lo que el requerimiento de capital será mayor para el caso del activo más riesgoso.

Los axiomas anteriores se complementan con el **Axioma R. Relevancia:** para todo $X \in G$, con $X \leq 0$ y $X \neq 0$, entonces $\rho(X) < 0$. Este axioma es necesario pero no suficiente para prevenir la concentración de riesgos.

Con base en las propiedades anteriores podemos definir una MCR como toda medida de riesgo ρ que satisface los axiomas de traslación invariante, subaditividad, homogeneidad positiva y monotonía. Cabe señalar que las propiedades establecidas para la coherencia de medidas de riesgo no definen una única medida de riesgo sino que caracterizan a una clase de medidas de riesgo.

En el sentido de Artzner *et al* (1999) se dice que una medida ρ es coherente si para $X, Y \in A$ y $\alpha \in \mathbb{R}$ se cumple los siguientes cuatro axiomas:

- i. $\rho(X + \alpha) = \rho(X) - \alpha, \alpha \in \mathbb{R}$
- ii. $\rho(X + Y) \leq \rho(X) + \rho(Y)$.
- iii. $\rho(\alpha X) = \alpha \rho(X), \alpha > 0$
- iv. $Y \geq X \rightarrow \rho(X) \geq \rho(Y)$.

3.4.2. Propiedades adicionales de una medida coherente de riesgo

Venegas (2006) derivó un conjunto de propiedades adicionales de las medidas coherentes de riesgo que se desprenden de los axiomas de Artzner (1999).

a) La función ρ es convexa en A . Si $X, Y \in A$ y $\lambda \in [0,1]$ entonces

$$\rho(\lambda X + (1-\lambda)Y) \leq \lambda \rho(X) + (1-\lambda)\rho(Y).$$

Esto se deriva de los axiomas de subaditividad y homogeneidad positiva. La propiedad de convexidad en la función de optimización de portafolios es primordial pues garantiza la existencia de soluciones.

b) La función ρ es continua en A . Este resultado se deriva de la convexidad de ρ . De esta forma cualquier cambio pequeño en X ocasiona cambios marginales en $\rho(X)$

c) El conjunto $B = \{X \mid \rho(X) \leq 0\}$ es cerrado y convexo. Esto se atribuye a la continuidad y convexidad de ρ en A . Ergo, el conjunto B contiene todos sus puntos límites.

d) $\rho(\alpha) = -\alpha$ para toda $\alpha \in \mathbb{R}$. Se dice que los axiomas de homogeneidad positiva e

invarianza bajo traslaciones conducen a que $0 = \rho(0) = \rho(\alpha) + \alpha$, lo cual implica que $\rho(\alpha) = -\alpha$. Este resultado también se obtiene a partir del Axioma T con $X = 0$. De lo anterior se concluye que en una inversión libre de riesgo, el riesgo es reducido en el mismo rendimiento de la inversión, lo que ocasiona que el rendimiento de la inversión y el riesgo se eliminen entre sí.

e) $\rho(X + \rho(X + \rho(X))) = \rho(X)$. En efecto, $\rho(X + \rho(X + \rho(X))) = \rho(X) - \rho(X + \rho(X)) = \rho(X) - \rho(X) + \rho(X) = \rho(X)$. Bajo esta forma, si se toman al mismo tiempo una cobertura $\rho(X)$ de X y la posición contraria a dicha cobertura, el efecto total se anula.

f) $\rho(\alpha)$ es continua para toda $\alpha \in \mathbb{R}$. Si se tiene $(\alpha_n)_{n \in \mathbb{N}}$, $\alpha_n \downarrow \alpha$. Debido a la

propiedad (d), se tiene que $\lim_{n \rightarrow \infty} \rho(\alpha_n) = -\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha_n = -\alpha = \rho(\alpha) = \rho(\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha_n)$ de ahí que la continuidad de $\rho(\cdot)$ se mantiene para inversiones libres de riesgo.

g) Si $\alpha > 0$, entonces, $\rho(X + \alpha) \leq \rho(X) + \alpha$, mientras que si $\alpha < 0$, entonces $\rho(X + \alpha) \geq \rho(X) + \alpha$. De lo anterior se obtiene una cota superior para el riesgo de un portafolio que incluye un depósito y una cota inferior cuando se incluye un adeudo.

h) Si $\alpha > 0$, entonces $\rho(X + \alpha) \leq \rho(X) \leq \rho(X - \alpha)$. En consecuencia un depósito de un banco reduce el riesgo y un adeudo lo incrementa.

- i) Si $X \leq 0$, entonces $\rho(X) \geq 0$. Basta aplicar el Axioma M. Lo anterior ocasiona que una disminución en el cambio de valor en el portafolio siempre trae consigo un riesgo.
- j) Si $\alpha \leq X \leq b$, entonces, $\alpha \leq -\rho(X) \leq b$. Se observa que $X - b \leq 0$ y que $X - \alpha \geq 0$, entonces $\rho(X) + b = \rho(X - b) \geq \rho(0) = 0$ y $\rho(X) + \alpha = \rho(X - \alpha) \leq \rho(0)$. Así, $\rho(X) \geq -b$ y $\rho(X) \leq -\alpha$. Por lo tanto, $-b \leq \rho(X) \leq -\alpha$.
- k) Sea $\|X - Y\|_\infty = \sup_{\omega \in \Omega} |X(\omega) - Y(\omega)|$, entonces
- $$|\rho(X) - \rho(Y)| \leq \|X - Y\|_\infty$$

Consecuentemente, $\|X - Y\|_\infty \geq X - Y$ ó $Y + \|X - Y\|_\infty \geq X$. Ergo:

$$\rho(X) \geq \rho(Y + \|X - Y\|_\infty) = \rho(Y) - \|X - Y\|_\infty,$$

lo cual implica que

$$\|X - Y\|_\infty \geq \rho(Y) - \rho(X)$$

Si partimos de $\|X - Y\|_\infty \geq X - Y$, se observa que $\|X - Y\|_\infty \geq -(\rho(Y) - \rho(X))$, con lo cual se obtiene el resultado previamente planteado.

- l) Reescribiendo $\rho(X) := \rho(w_1, w_2)$, donde w_1 y w_2 son las cantidades de activos que conforman el portafolio, luego, el teorema de Euler plantea que:

$$\rho(w_1, w_2) = w_1 \frac{\partial \rho}{\partial w_1}(w_1, w_2) + w_2 \frac{\partial \rho}{\partial w_2}(w_1, w_2)$$

De esta forma, si w_1 y w_2 cambian simultáneamente en la misma proporción, entonces $\rho(w_1, w_2)$ cambia exactamente en la misma proporción.

- m) $\partial \rho / \partial w_1$ y $\partial \rho / \partial w_2$ son funciones homogéneas de grado cero.

Durante años el VaR se ha implementado a fin de medir el riesgo de mercado, ya que forma parte de la regulación de Basilea; sin embargo se han propuesto nuevas medidas alternativas al VaR, ya que ésta no es una medida coherente de riesgo. A pesar de que Artzner (1999) dio ciertas recomendaciones que cualquier medida de riesgo debiera satisfacer fue hasta 2002 cuando se sugirió la medida “Perdida Esperada” como alternativa a la metodología del VaR.

3.5. Medidas coherentes de riesgo más usuales

Actualmente existen diferentes formas para medir el riesgo de mercado de un activo o portafolio. Sin embargo, una forma popular de medirlo es a través de la función de distribución de probabilidad de las pérdidas y ganancias de los activos, utilizando estimadores de algunos parámetros de dicha distribución tal como la desviación estándar (σ) o de estadísticos como cuantiles de distribución.

Las siguientes definiciones corresponden a algunas medidas de riesgo coherentes (Acerbi 2001).

3.5.1. Worst conditional expectation- peor esperanza condicional

La Peor Esperanza Condicional básicamente difiere de la Esperanza Condicional de la Cola en el aspecto de que considera saltos que pudieran presentarse en funciones que no son continuas; esta diferencia es importante pues en ello estriba el hecho de que la WCE si sea una medida subaditiva y, por la tanto, *una medida coherente de riesgo*.

Definición. Sea $E[X] \in \infty$, entonces la Peor Esperanza Condicional al nivel α de X se define como:

$$WCE_{\alpha} = WCE_{\alpha}(X) = -\inf \{E[X|A] \mid A \in \mathcal{A}, P[A] \in \alpha\} = \sup \{-E[X|A] \mid A \in \mathcal{A}, P[A] \in \alpha\}$$

Debido a las dificultades para obtener la WCE se introdujo el concepto de Valor en Riesgo Condicional (CVaR).

3.5.2. Conditional Value at Risk-Valor en Riesgo Condicional

Una variante muy utilizada en la administración de riesgos es el VaR promedio, el cual consiste en tomar el promedio de pérdidas potenciales con respecto al cuantil α , por lo que el VaR promedio (AVaR, average VaR) se define como:

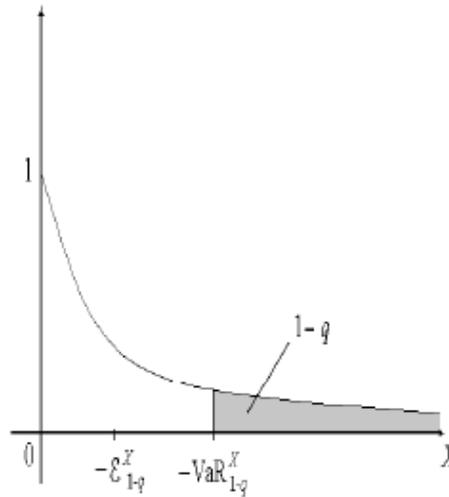
$$AVaR_{1-\alpha}^X = \frac{1}{\alpha} \int_0^{\alpha} VaR_{1-s}^X ds$$

La metodología del valor en riesgo no proporciona información alguna cuando el tamaño esperado del cambio de valor en el portafolio excede el umbral $-VaR_{1-\alpha}^X$. Por lo que es necesario introducir una nueva medida de riesgo definida como esperanza condicional de la cola del VaR y que describe el promedio de las pérdidas cuando éstas exceden el VaR como se indica:

$$CVaR = \rho(X) = \varepsilon_{1-\alpha}^X = -E[X \mid X < -VaR_{1-\alpha}^X] = E[-X \mid -X > VaR_{1-\alpha}^X]$$

la medida introducida es equivalente a la $AVaR_{1-\alpha}^X$ (Véase Venegas-Martínez 2005). Es importante señalar que esta medida ha cobrado gran popularidad debido a que cumple con los axiomas de coherencia que debe tener una medida de riesgo según Artzner et al. (1999).

Figura 6. VaR y CVaR con distribución exponencial.



Fuente: Venegas-Martínez (2005)

Delbaen (1998) demostró que si a la definición de la esperanza condicional de la cola del VaR se sustituyen las desigualdades fuertes por una desigualdad débil que indique pérdidas mayores o iguales al VaR como se indica, se obtiene la Tail Conditional Expectation (TCE):

$$TCE = \rho(X) = \varepsilon_{1-\alpha}^X = -E[X / X \leq -VaR_{1-\alpha}^X] = E[-X / -X \geq VaR_{1-\alpha}^X]$$

la cual no se puede garantizar que dicha medida cumpla el axioma de subaditividad de manera general, por lo que en este caso ya no se cumpliría que dicha medida sea coherente.

El CVaR ofrece ventajas cuando las distribuciones de rendimientos no son continuas y se alejan de la suposición de normalidad (lo que es particularmente común cuando se utilizan métodos históricos o no se dispone de cotizaciones completas para todos los activos considerados debido a la baja frecuencia de transacciones o poca liquidez). Otra de las ventajas es que el CVaR puede cuantificar eficazmente situaciones que estén más allá del VaR, es decir, pérdidas extremas. El CVaR es una medida coherente de riesgo.

La definición del Expected Shortfall (ES) es idéntica al CVaR, ya que

$$ES = \rho(X) = -E[X / X < -VaR_{1-\alpha}^X]$$

El ES se puede ver como el VaR más una cantidad equivalente al valor esperado del tamaño de la pérdida en que se supera al VaR cuando ésta ocurre.

De manera tradicional los analistas de solvencia se han enfocado en el cuantil ya sea mediante la probabilidad de ruina o el VaR, así se centran sólo en el extremo de la cola ignorando la forma de la distribución. Una extensión del TCE permite centrarse en la cola y agregar un elemento de la forma de la cola cuando se excede el cuantil, llamado pérdida esperada (ES). Este método de asignación se basa en el promedio de las contribuciones a la pérdida y asigna los costos de solvencia, además de que satisface los axiomas para ser una medida coherente de riesgo.

A pesar de que la ES y la WCE son medidas coherentes de riesgo, la estimación de la primera es más conservadora y su cálculo es sencillo. La ES considera las pérdidas catastróficas, es decir, aquellas que exceden el VaR, en consecuencia, es muy útil en la medición del riesgo de mercado de las carteras de inversión y la asignación de capital.

Es importante señalar que bajo distribuciones de probabilidad continuas la TCE, la WCE y la ES son iguales, por lo que es indistinto utilizar una de ellas para cuantificar el riesgo de mercado de manera coherente. Dichas medidas son más confiables en relación al VaR convencional que no considera pérdidas extremas.

Cuando las distribuciones de pérdidas no son continuas, la WCE refleja mejor el riesgo que la TCE, además es la medida coherente de riesgo más pequeña que domina al VaR. Sin embargo, en vista de que su cálculo es más complicado, se puede optar por el uso de la ES, la cual requiere de cálculos menos elaborados y es más conservadora.

Como medida de riesgo el CVaR mide la pérdida esperada de una cartera de activos en un horizonte de tiempo considerando los casos en los que las pérdidas son mayores que el VaR. Es decir, esta medida de riesgo toma en cuenta aquella información que se deja de lado cuando el tamaño de la pérdida excede el umbral determinado por el VaR.

Definición. Sea $E[X] \in \infty$, entonces:

$CVaR^\alpha = CVaR^\alpha(X) = \inf \{ E[(X-s)^+/\alpha-s] \mid s \in \mathbb{R} \}$ es el valor en riesgo condicional al nivel

de α de X .

Esta medida de riesgo ofrece ventajas cuando las distribuciones de rendimientos no son continuas y se alejan de la posición de normalidad. Otra de las ventajas es que el CVaR puede cuantificar eficazmente situaciones que estén más allá del VaR.

El CVaR también es una herramienta importante en el problema de optimización eficiente de carteras, así, a través de técnicas de programación adecuadas es posible calcular la cartera óptima de inversión que minimiza el riesgo calculado mediante esta medida. De lo anterior se concluye que *el CVaR es una medida coherente de riesgo*.

Nota 1. La siguiente definición establece el concepto de Expected Shortfall (ES), con la finalidad de compararla con las medidas anteriores; cabe señalar, que de acuerdo al corolario 4.3 de Acerbi y Tasche (2002) se muestra que la ES es idéntica al CVaR¹²

La siguiente medida de riesgo es denominada de diferentes formas, Acerbi y Tasche (2002) lo llaman Expected Shortfall (pérdida esperada), Panjer (2002) lo distingue como TVaR (Valor en Riesgo de Cola) mientras que J. Wirch y M. Hardy (1999) lo introducen bajo el nombre de Conditional Tail Expectation (Esperanza Condicional de Cola).

3.5.3. Expected Shortfall-Perdida Esperada

Ante los inconvenientes que presenta el VaR, Artzner, Delbaen Ebert y Heath (1999) definen otra medida de riesgo: Expected Shortfall (ES) que indica cuál es el valor esperado de la pérdida dado que esta es mayor que el VaR.

La ES el VaR más una cantidad equivalente al valor esperado del tamaño de la pérdida en que se supera al VaR cuando ésta ocurre.

$ES_{\alpha} = ES_{\alpha}(X) = -E[X \in -VaR] = -(1/\alpha) \{ E[X1_{\{X \leq -VaR\}}] + (-VaR)(\alpha - P[X \leq -VaR]) \}$, es la pérdida esperada al nivel α

Si $P[X \leq \chi(\alpha)] = \alpha$, es posible simplificar la definición anterior de la siguiente forma (Panjer 2002):

$$ES_{\alpha} = -\chi(\alpha) + E[\chi(\alpha) - X | X \in \chi(\alpha)]$$

La ES satisface las propiedades deseables de un método coherente de asignación. Este método asignará a cualquier unidad de negocio una cantidad de capital que no dependerá de la forma en que la organización sea descompuesta en unidades más pequeñas. De acuerdo a Acerbi (2001) *la ES sí es una medida coherente de riesgo.*

3.6. Medidas no coherentes de riesgo más usuales

3.6.1. Valor en Riesgo (VaR)

El VaR es un estimador de la posible pérdida máxima que puede alcanzar un instrumento financiero o una cartera de activos como consecuencia de las Variaciones de los valores del mercado, durante un horizonte determinado de tiempo, de acuerdo a un nivel de probabilidad previamente establecido y según una moneda de referencia.

El VaR como metodología de uso común subestima las pérdidas potenciales pues no proporciona información cuando el tamaño de la pérdida excede el umbral determinado

¹² $CVaR^{\alpha} = TCE^{\alpha}$ si $P[X \in \chi^{\alpha}] = 0, P[X = \chi^{\alpha}]$

por la propia medida de riesgo VaR (Venegas 2006). El VaR no satisface el axioma S, de ahí que no corresponda una medida coherente de riesgo.

Definición. Sea $\alpha \in (0,1)$ el nivel de probabilidad, P una distribución de probabilidad sobre Ω , entonces: $\text{VaR}_\alpha(X) = -\chi_{(\alpha)} = q^{1-\alpha}(-X)$, es el valor en riesgo a nivel de α de X.

La definición del VaR depende del cuantil seleccionado, por ello también puede definirse como:

$$\text{VaR}_\alpha = \text{VaR}_\alpha(X) = -\chi_{(\alpha)} = q^{1-\alpha}(-X)$$

El concepto paramétrico del Valor en Riesgo (VaR) para un activo X se define como, la pérdida máxima en un período de tiempo dado un nivel de confianza $1-\alpha$ denotado por $\text{VaR}_{1-\alpha}^X$, es claro que se trata de una estimación estadística del peor valor de X con cierto grado de confianza en un intervalo de tiempo dado.

$$\rho(X) = \text{VaR}_{1-\alpha}^X = - \text{Inf} \{x \in \mathfrak{R} / \text{Probabilidad}(X \leq x) \geq \alpha\} \text{ donde } 0 < \alpha < 1$$

La popularidad del VaR se debe a que su estimación es muy sencilla en gran parte debido al supuesto de que se distribuye como normal el conjunto de pérdidas y ganancias. Como se ha señalado anteriormente, la distribución normal no logra captar la presencia de colas pesada o valores extremos, por lo que el VaR no responde a los cambios extremos en el valor del activo o el portafolio como consecuencia de diversos factores de riesgo, aunque esto se logra superar utilizando el VaR histórico que no requiere ningún supuesto sobre la distribución de los factores de riesgo. Recordemos que el VaR pensado como una medida para cuantificar el riesgo de mercado, también ha sido utilizado para cuantificar otros tipos de riesgo como es el de crédito y operacional.

El VaR satisface la propiedad de monotonía no creciente, homogeneidad positiva y la propiedad de invarianza bajo traslaciones (véase Venegas-Martínez 2005). Sin embargo, el VaR no satisface la propiedad de subaditividad, por lo que podría suceder que al estimar el VaR de dos portafolios en forma separada y sumarlos sean inferiores a el VaR de un portafolio que incluye a ambos activos (portfolios), por lo que se violaría el principio básico de la diversificación de un portafolio que tiene por objeto la diversificación del riesgo y con ello su reducción.

3.6.2. Tail Conditional Expectation-Esperanza Condicional de la Cola

La Esperanza Condicional de la Cola es el promedio de las pérdidas cuando éstas exceden o igualan el VaR.

Definición. Sea $E[X] \in \infty$, entonces:

$$\begin{aligned} \text{TCE}_\alpha &= \text{TCE}_\alpha(X) = -E[X|X \leq \chi_{(\alpha)}] = E[-X|X \geq -\chi_{(\alpha)}] \rightarrow \text{lower tail conditional expectation.} \\ \text{TCE}^\alpha &= \text{TCE}^\alpha(X) = -E[X|X \leq \chi^{(\alpha)}] = E[-X|X \geq -\chi^{(\alpha)}] \rightarrow \text{upper tail conditional expectation.} \end{aligned}$$

En 1998 Freddy Delbaen afirmó que la TCE en general no define una medida de riesgo subaditiva, de esa forma afirmamos que la TCE *no es una medida coherente de riesgo*. Por lo anterior, se introdujo el concepto de la Peor Esperanza Condicional (WCE).

3.6.3. Varianza

Se define la Varianza de X como:

$$\rho(X) = \text{VaR}^P[X] = E^P[(X - E^P[X])^2]$$

La volatilidad $\sigma^P(x)$ se define como la raíz cuadrada de la Varianza. $\sigma(X) = \sqrt{\text{Varianza}[X]}$.

A pesar de que la varianza representa una de las formas más utilizadas para medir riesgos no satisface ninguno de los axiomas de coherencia. Ya que viola la propiedad de homogeneidad positiva, ya que las constantes salen al cuadrado, y no es invariante bajo translaciones pues la varianza de una variable más una constante es igual a la varianza de la variable. Por lo que se refiere al cumplimiento de la subaditividad, esto dependerá del signo de la covarianza, ya que:

$$\begin{aligned} \rho(X+Y) &= \text{Varianza}[X+Y] = \text{Varianza}[X] + \text{Varianza}[Y] + 2 \text{Covarianza}(X,Y) \\ \rho(X+Y) &= \text{Varianza}[X+Y] = \rho[X] + \rho[Y] + 2 \text{Covarianza}(X,Y) \end{aligned}$$

El utilizar a la varianza como una medida de riesgo conlleva a limitaciones más serias que cumplir las propiedades deseables de coherencia. Venegas (2006) elabora algunos ejemplos que muestran la incapacidad de la varianza para detectar diferencias entre las colas de dos distribuciones y, por lo tanto, no distingue diferencias entre las probabilidades de ocurrencia de valores extremos de dichas distribuciones.

La ventaja que presenta la desviación estándar es que satisface la propiedad de homogeneidad positiva ya que las constantes no salen al cuadrado. Por lo anterior los modelos de varianza condicionada del tipo:

Por lo anterior, los modelos de varianza condicionada que se describen a continuación y que son ampliamente utilizados en la literatura financiera no son coherentes, ya que violan los axiomas deseados en una medida coherente de riesgo.

Los modelos de series de tiempo y econometría operan bajo el supuesto de que la varianza de las variables a estimar es constante; sin embargo, este supuesto puede ser relajado usando técnicas de modelación conocidas como modelos Autorregresivos de Heteroscedasticidad Condicional, ARCH y su forma generalizada que se conoce como GARCH. El objetivo de estos modelos es suponer que la varianza ya no es constante y por tanto la varianza ahora cambia a lo largo del tiempo como función de los errores pasados de la variable que se está considerando. Estos modelos han probado su eficiencia para definir la trayectoria de un fenómeno económico a lo largo del tiempo, es importante

señalar que estas técnicas son relativamente recientes, ya que fueron introducidas por Engle en 1982.

El problema de estimar la volatilidad de una variable se puede resolver también utilizando diferentes técnicas estadísticas como son los modelos TGARCH y EGARCH que son modelos asimétricos que tratan de captar el efecto de residuales positivos y negativos en forma diferenciada.

3.6.3.1 Modelo ARCH

La herramienta más simple para pronosticar la volatilidad es el modelo ARCH que fue elaborado por Engle en 1982. Estos modelos relajan la hipótesis de volatilidad constante, e introducen los cambios de volatilidad según patrones establecidos. El modelo supone que la rentabilidad sigue un proceso:

$$R_t = \mu + \varepsilon_t$$

donde μ es una constante y ε_t es una variable que describe un error normal. El modelo que se plantea no está preocupado por realizar una predicción sobre la rentabilidad, por lo que en muchos casos donde el horizonte es a muy corto plazo, se añade la hipótesis de que la media μ es nula.

El esfuerzo de la modelación se concentra en la distribución de probabilidades de ε_t , que se considera normal de media cero y Varianza condicional h_t con el siguiente patrón:

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2$$

donde los coeficientes tienen las siguientes restricciones $q > 0$; $\alpha_0 > 0$ y $\alpha_i \geq 0$. La varianza condicional es la suma de una combinación lineal de los cuadrados de las perturbaciones retardadas del modelo, hasta el retardo q , y una constante.

3.6.3.2. Modelo GARCH

El modelo ARCH fue generalizado por Bollerslev en 1986, dando origen a los denominados GARCH. El modelo de rentabilidad utilizado aquí es semejante al que se corre en un ARCH, salvo que ahora la ecuación que describe a la varianza condicional h_t tiene la siguiente característica:

$$R_t = \mu + \varepsilon_t$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i}$$

donde los coeficientes tienen las siguientes restricciones $p \geq 0$; $q > 0$; $\alpha_0 > 0$; $\alpha_i \geq 0$; $\beta_i \geq 0$. Este modelo es una generalización del modelo ARCH de orden infinito que converge en un proceso geométrico que tiene los parámetros GARCH(p,q), la ventaja de este modelo es que captura de mejor manera la información de los errores pasado, sin requerir un número considerable de parámetros, situación que hace que el modelo cumpla con el principio de parsimonia.

3.6.3.3. Modelo TARCh

El modelo TGARCH or Threshold ARCH también conocido como modelo GJR, intenta capturar la presencia de asimetrías en los errores utilizados para modelar la varianza condicionada, es decir, discrimina errores positivos y negativos. Este modelo fue introducido por Zakoian (1990) y Gloste. J., y Runkle 1993). La ecuación que describe este modelo es:

$$R_t = \mu + \varepsilon_t$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \gamma \varepsilon_{t-1}^2 d_{t-1} + \beta_1 h_{t-1}$$

donde d_{t-1} es una variable dummy que toma el valor de uno sí el rendimiento en $t - 1$ esta por debajo de su media, y cero si el rendimiento esta por arriba de la media.

$$d_{t-1} = \begin{cases} 1 & \varepsilon_{t-1} < 0 \\ 0 & \varepsilon_{t-1} \geq 0 \end{cases}$$

cuando $\varepsilon_{t-1} = R_{t-1} - \mu < 0$ (buenas noticias), la varianza condicional toma el valor siguiente:

$$h_t = \alpha_0 + (\alpha_1 + \gamma) \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}$$

y cuando $\varepsilon_{t-1} = R_{t-1} - \mu \geq 0$ (noticias malas), la varianza condicional toma el valor siguiente:

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}$$

En tal caso la varianza es más grande mostrando mayor riesgo.

3.6.3.4. Modelos EGARCH

El modelo EGARCH es la versión exponencial del GARCH y fue propuesto por Nelson (1991). La especificación de la ecuación media y la varianza:

$$R_t = \mu + \varepsilon_t$$

$$\ln h_t = \omega + \beta \ln h_{t-1} + \alpha \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right| - \alpha \sqrt{\frac{2}{\pi}} + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}}$$

En este caso los efectos de los errores sobre la varianza condicional es un tipo exponencial que puede ser escrito como:

$$h_t = h_{t-1}^\beta \exp \left[\omega + \alpha \frac{|\varepsilon_{t-1}|}{\sqrt{h_{t-1}}} - \alpha \sqrt{\frac{2}{\pi}} + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right]$$

donde la variable

$$z_t = \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}}$$

es una variable normal estándar y el término $\sqrt{\frac{2}{\pi}}$ es el valor esperado $|z_t|$.

Este modelo captura asimetrías en los errores. Si $\varepsilon_{t-1} = b > 0$, la varianza condicional es:

$$\ln h_t = \omega + \beta \ln h_{t-1} + (\alpha + \gamma) \frac{b}{\sqrt{h_{t-1}}} - \alpha \sqrt{\frac{2}{\pi}}$$

Si $\varepsilon_{t-1} = b \leq 0$ entonces la varianza condicional es:

$$\ln h_t = \omega + \beta \ln h_{t-1} + (\gamma - \alpha) \frac{b}{\sqrt{h_{t-1}}} - \alpha \sqrt{\frac{2}{\pi}}$$

3.6.3.5. Modelo ARCH o GARCH en Media.

Los modelos ARCH en media conocidos por sus siglas en inglés como ARCH-M fueron introducidos por Engle, Lilien y Robins en 1987 tratando de captar el efecto de la varianza y desviación estándar condicional en el rendimiento medio. Los modelos ARCH-M permiten incluir la varianza condicional como regresor en la ecuación de rendimiento como se describe en la siguiente ecuación:

$$R_t = \mu + h_t + \varepsilon_t$$

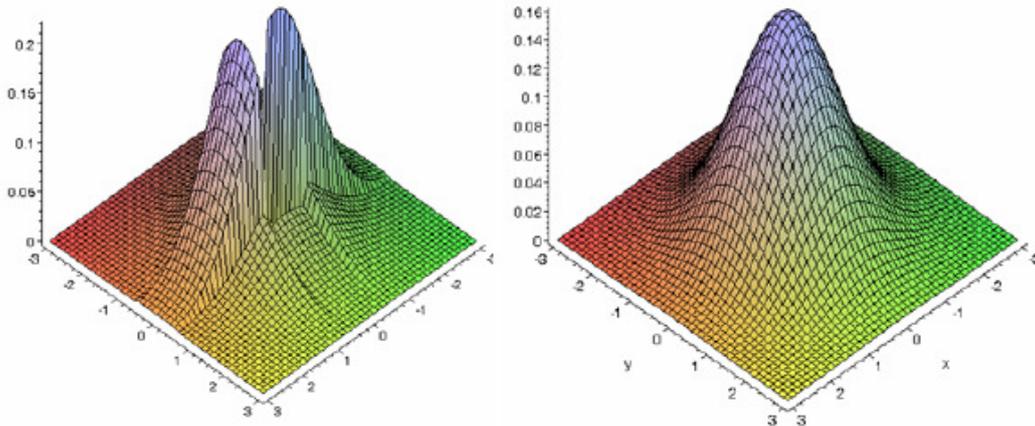
donde h_t es la varianza condicional modelada con un proceso ARCH, GARCH, TARCH y EGARCH.

Si en lugar de utilizar la varianza condicional utilizamos la desviación estándar se sigue violando algunos axiomas de coherencia, aunque pasa el axioma de homogeneidad. Por lo que en algunas ocasiones es de utilidad estimar el coeficiente de variación de cada índice, a fin de eliminar el efecto de las unidades de los diferentes índices.

$$\text{Coeficiente de variación} = \text{Desviación estándar} / \text{media}$$

Por todo lo anterior, insistir en utilizar la varianza como una medida de riesgo conlleva a limitaciones más serias que satisfacer o no un conjunto de axiomas de coherencia, ya que por ejemplo la varianza es incapaz de detectar diferencias entre las colas de dos distribuciones y por lo tanto, no distingue diferencias entre las probabilidades de ocurrencia de valores extremos (colas pesadas) de dichas distribuciones.

Figura 7. Distribuciones de probabilidad bivariada



a) Densidad de $C(x, y)$

b) Densidad Normal bivariada

Fuente: Venegas-Martínez (2005)

En la figura anterior se muestra la distribución normal bivariada que es el supuesto que se utiliza en el comportamiento de los rendimientos y precios de los activos financieros, así como en los errores que se modelan econométricamente para la estimación de la varianza condicionada como es el caso de los modelos GARCH. Sin embargo, la evidencia empírica muestra que la mayoría de los precios y rendimientos no cumplen con el supuesto de normalidad, además que la presencia de valores extremos no es contemplada por dicha distribución, situación que ha hecho necesaria la introducción del concepto de densidad de la cópula Gaussiana ($C(X,Y)$) que logre captar el efecto de dichas colas pesadas y valores extremos.

En la figura es claro observar que la cópula Gaussiana tiene colas más pesadas que la normal bivariada. Por lo que la probabilidad de que ocurran valores extremos, tanto positivos como negativos, es mayor en la distribución Gaussiana que en la normal. Si consideramos dos portafolios X y Y constituidos por dos activos donde el primer portafolio tiene una distribución normal bivariada y el segundo una cópula Gaussiana, debido a que ésta última tiene las colas más pesadas que la normal bivariada, el riesgo del portafolio X será menor que el del portafolio Y.

En el siguiente cuadro se resumen las medidas de riesgo más usuales diferenciando las medidas coherentes de riesgo de las que no lo son.

Tabla 1. Medidas de Riesgo

Medidas NO Coherentes	Medidas SI Coherentes
VaR	CVaR
TCE	WCE
Varianza	ES

Fuente: Elaboración propia.

El VaR y la TCE no definen medidas subaditivas, de ahí que no pertenezcan al grupo de medidas coherentes. La TCE es más conservadora que el VaR independientemente de la metodología utilizada para estimar este último y su cálculo tampoco representa mayores problemas.

La WCE cumple con los Axiomas T,S,PH y M, por lo tanto es una medida coherente de riesgo. A diferencia de la TCE, la WCE considera los saltos de funciones no continuas; sin embargo su cálculo es más complicado.

La ES también satisface los Axiomas T,S,PH y M por lo tanto es una medida coherente de riesgo. A diferencia de la WCE, es una medida más conservadora y su cálculo es sencillo. La ES considera las pérdidas catastróficas, es decir, aquellas que exceden el VaR, en consecuencia, es muy útil en la medición del riesgo de mercado de las carteras de inversión. Asimismo, como método de asignación de capital la ES satisface propiedades de coherencia.

Bajo distribuciones de probabilidad continuas la TCE, la WCE y la ES son iguales así que cualquiera de ellas puede ser utilizada a fin de medir el riesgo de mercado. Para este objetivo el VaR funciona en condiciones normales del mercado así que a diferencia de las medidas anteriores no considera las pérdidas extremas. Ante la posibilidad de cambios extremos o posibles eventos futuros es más recomendable el uso de cualquiera de las medidas coherentes.

Tanto WCE y la ES dominan al VaR pero la más pequeñas de ellas es la WCE. La elección de la medida coherente de riesgo depende de diversas condiciones económicas, en lo cual juega un importante papel el grado de aversión del inversionista.

Cuando las distribuciones de pérdidas no son continuas, la WCE refleja mejor el riesgo que la TCE, además es la medida coherente de riesgo más pequeña que domina al VaR. Sin embargo, en vista de que su cálculo es más complicado, se puede optar por el uso de la ES, la cual requiere de cálculos menos elaborados y es más conservadora.

La ventaja que puede representar la ES sobre las demás medidas consiste en que es eficaz como método de medición del riesgo de mercado de las carteras de inversión y como método de asignación de capital. Además no requiere de muchos supuestos ni del costo que implica el cálculo del VaR.

La literatura financiera ha demostrado las deficiencias del VaR, y ha propuesto medidas alternativas. De todas las medidas alternativas, la más conocida es VaR Condicional (CVaR). Sin embargo, resulta difícil evaluar el grado de aceptación de las nuevas técnicas de medición de riesgo tales como ES o CVaR, no obstante, es posible afirmar que hasta la fecha, estas medidas han sido más fácilmente aceptadas en la industria financiera, que por la academia y los reguladores.

3.7. Medidas de sensibilidad como medida de riesgo

Existe una gran cantidad de medidas de sensibilidad como la duración, convexidad y griegas que presentan desventajas para ser utilizadas como medidas de riesgo. Por ejemplo, una de las desventajas que tiene la duración modificada es que sólo nos sirve para medir el efecto de cambios muy "pequeños" en la tasa de interés. Por lo que al utilizar sólo la duración modificada como medida de riesgo tenemos que ser sobreestima la disminución del precio de un bono causada por un aumento en la tasa de interés y se subestima el aumento de precio que ocasiona una disminución en la tasa de interés. Sin embargo esta no es la única desventaja que presenta esta medida, ya que la duración es capaz de medir la sensibilidad del precio de un bono a cambios en la tasa de interés, pero esta medida no toma en cuenta en ningún momento la volatilidad que tiene la tasa de interés.

Un claro ejemplo de la desventaja de la duración de un bono al no considerar la volatilidad, se registró durante la crisis brasileña y la rusa, ya que dicho indicador se mantuvo relativamente constante, mientras que la volatilidad de la tasa de interés creció, aumentando el riesgo de los bonos.

La duración sólo puede medir los efectos que producen los cambios paralelos en la estructura intertemporal de tasas, no puede medir ningún otro tipo de cambio en esta curva como puede ser un cambio de pendiente. Por lo que no es una medida completa del riesgo que producen los cambios en la tasa de interés.

La duración no puede medir efectivamente el riesgo en un portafolio cuando los precios de los bonos que lo componen dependen de diferentes tasas de interés, ya que al calcularla no se toma en cuenta la correlación que tienen estas distintas tasas. De hecho, cuando se calcula la duración de un portafolio y se ponderan las duraciones de los distintos bonos que lo componen estamos suponiendo una correlación de uno entre las diferentes tasas, por lo que en realidad, sobreestimamos el riesgo del portafolio. También la duración es incapaz de captar los efectos del tipo de cambio en los instrumentos denominados en moneda extranjera.

Tal vez el mayor problema que presenta la duración es que nos da una medida de riesgo, pero no nos dice con qué probabilidad sufriremos una pérdida ni por qué periodo de tiempo estamos expuestos a este riesgo.

Por lo que se refiere a las medidas de sensibilidad para instrumentos derivados como son las griegas tenemos que la Delta indica la variación de la prima ante cambios de precio del activo subyacente. Se define como la pérdida potencial de la opción como consecuencia de un cambio adverso en el precio del activo subyacente.

También indica la probabilidad de que la opción se ejerza o acabe dentro del dinero y es una medida lineal de primer orden. Finalmente, es el número de activos que es necesario comprar/vender para hacer una cobertura con opciones. Este es el denominado Delta – Hedge (Cobertura delta).

La Gamma indica la variación de la Delta ante cambios de precio del activo subyacente. Es una medida de segundo orden. La Vega indica la variación de la prima ante cambios de volatilidad. La Theta Θ indica la variación de la prima ante el paso del tiempo. Se define como la pérdida del valor de la opción debido al paso del tiempo considerando todas las variables constantes. Normalmente se considera 1 día como referencia en el período de tiempo. Rho ρ indica la variación de la prima ante cambios de la tasa de interés libre de riesgo.

En general todas las medidas de sensibilidad como la duración y las griegas proporcionan una idea general de las variaciones en el precio de un bono, portafolio e instrumentos derivados. Sin embargo no le dicen al inversionista o al intermediario financiero, cuánto puede llegar perder como máximo y su probabilidad. Por lo que se requiere medidas de riesgo o sensibilidad que permitan cuantificar la pérdida y su probabilidad, así como del tipo de riesgo a que se está haciendo mención. Las medidas integrales y coherentes de riesgos son una alternativa y respuesta a dichas necesidades que tienen los órganos reguladores, inversionistas e intermediarios financieros, un claro ejemplo es la esperanza condicional de la cola del VaR.

*“Aprender sin pensar es inútil.
pensar sin aprender, peligroso.”*
(Confucio)

Capítulo IV. La crisis subprime y su impacto en la banca

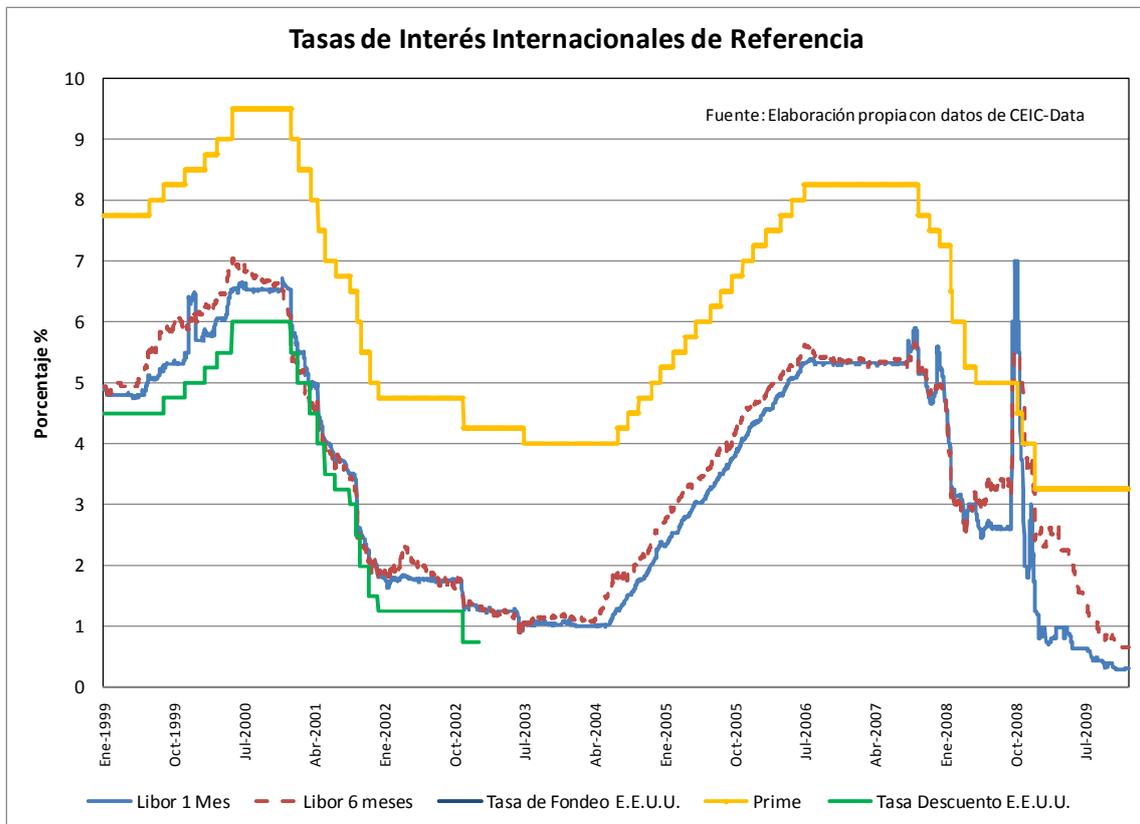
*“No nos falta valor para emprender ciertas cosas porque son difíciles,
sino que son difíciles porque nos falta valor para emprenderlas”*
(Séneca)

4.1. La Crisis Subprime y su impacto en la banca

Mucho se ha escrito sobre los orígenes y alcances de la crisis inmobiliaria y financiera experimentada por la economía estadounidense; véanse, por ejemplo, Obstfeld y Rogoff (2009), Caballero y Kurlat (2009), Acharya et al. (2009), Kacperczyk y Schnabl (2009), Adrian y Hyun Song Shin (2009), Hyun Song Shin (2009), Farhi et al. (2009) y Cummins y Trainar (2009), entre muchos otros. Al respecto, Varios autores coinciden en que la burbuja inmobiliaria empezó a ser insostenible a mediados de 2006 debido a las presiones inflacionarias generadas por el aumento en los precios de cereales, metales y petróleo, entre otros *commodities*. Dicha presión inflacionaria impulsó un aumento en las tasas de interés de referencia (véase figura 8) y con ello, un incremento en la tasa de las hipotecas de alto riesgo (*subprime*¹³), mismas que tendrían un infortunado desenlace en agosto de 2007 con la suspensión de operaciones de Varios fondos de inversión ligados a hipotecas de alto riesgo y otros estructurados, lo que se traduciría más tarde en una falta de liquidez en el sistema financiero estadounidense, provocando, entre 2008 y 2009, que muchos bancos asentados en los Estados Unidos de Norteamérica y otros alrededor del mundo, quebraran a raíz de sus posiciones en dichos fondos.

¹³ Es importante señalar que las hipotecas *subprime* son consideradas de alto riesgo, aunque se deben hacer algunas precisiones al respecto. Existen créditos intermedios que no son tan riesgosos como los *subprime*, pero no cuentan con la calidad de los *prime*, estos son los llamados créditos *Alternative A-paper* (Alt-A) que en algunos casos pueden tener una buena calificación de crédito, pero no cumplen con algún criterio de suscripción o documentación del crédito hipotecario.

Figura 8. Tasas de interés de referencia a nivel internacional.



Parte del debate sobre si el estado debe rescatar o no a los bancos privados gira en torno a la experiencia de los rescates que se han implementado en diversos países para salvaguardar sus sistemas financieros; por ejemplo Mitchell, Lewis y Reinsch (1992) dieron argumentos a favor de los rescates bancarios que pueden ser aplicados a la crisis de 2007-2009, estableciendo, en su momento, que los rescates no se hacen para proteger a la banca, sino para salvaguardar al sistema de pagos y los canales de financiamiento interno de las economías.

En la realidad, el Estado y el mercado coexisten como mecanismos de asignación y distribución de los recursos escasos de que dispone la sociedad. En el caso del sector financiero, parece que los operadores y *traders* van un paso delante de la regulación, ya que ellos tienen más incentivos económicos (comisiones y bonos extraordinarios) que el regulador central, que en muchos casos se mueve por ciclos políticos o presenta un problema de agencia y principal que es difícil de resolver.

La pregunta clave de la teoría de la regulación es instrumentar normas más estrictas que permitan reducir las crisis financieras y el riesgo sistémico, pero con la posibilidad de inhibir la competencia o generar la elusión de la regulación, como ocurrió con la ley Sabarnes-Oxley aprobada el 30 de julio de 2002, con el fin de evitar un quebranto como el experimentado por las empresas Enron y Worldcom.

Este trabajo pretende mostrar que la falta de liquidez durante la crisis hipotecaria, orilló a la ejecución del rescate del sector bancario, a partir de la misma regulación del sistema financiero, pues aun suponiendo que los agentes actúan de manera racional y que se sujetan a la regulación existente (lo cual no necesariamente es cierto), un sistema bancario poco, o escasamente, regulado puede conducir, de nuevo, a quebrantos como los de 2008-2009.

La idea central del artículo que aquí se presenta, y una de sus principales contribuciones, es la construcción de un modelo a través de un sistema de ecuaciones diferenciales estocásticas, con reversión a la media, que vinculen el requerimiento de capital de un conjunto de bancos, con distinta tolerancia a la volatilidad, con las principales variables macroeconómicas y financieras de una economía cuyo sistema financiero presenta poca o escasa regulación y su principal forma de control es la capacidad de los agentes económicos de exigir la devolución de sus depósitos en cualquier momento. Por lo tanto, los depositarios, en conjunto, son capaces de generar una salida masiva de recursos del banco si observan un nivel de capital (contable) que haga improbable el pago de sus depósitos, generando con ello una “corrida financiera” que podría hacer que el banco se colapse. Esta inestabilidad es reflejada en la volatilidad de todo el sistema, causando con ello perturbaciones al resto de las instituciones financieras y, por lo tanto, propagando la “corrida”.

Otro resultado interesante del presente trabajo es que la existencia de un banco líder “demasiado grande para quebrar” condiciona la quiebra de los bancos seguidores generando con ello rescates sistémicos, este punto será ampliamente discutido en la sección 4.4, donde se utiliza un modelo de simulación Monte Carlo.

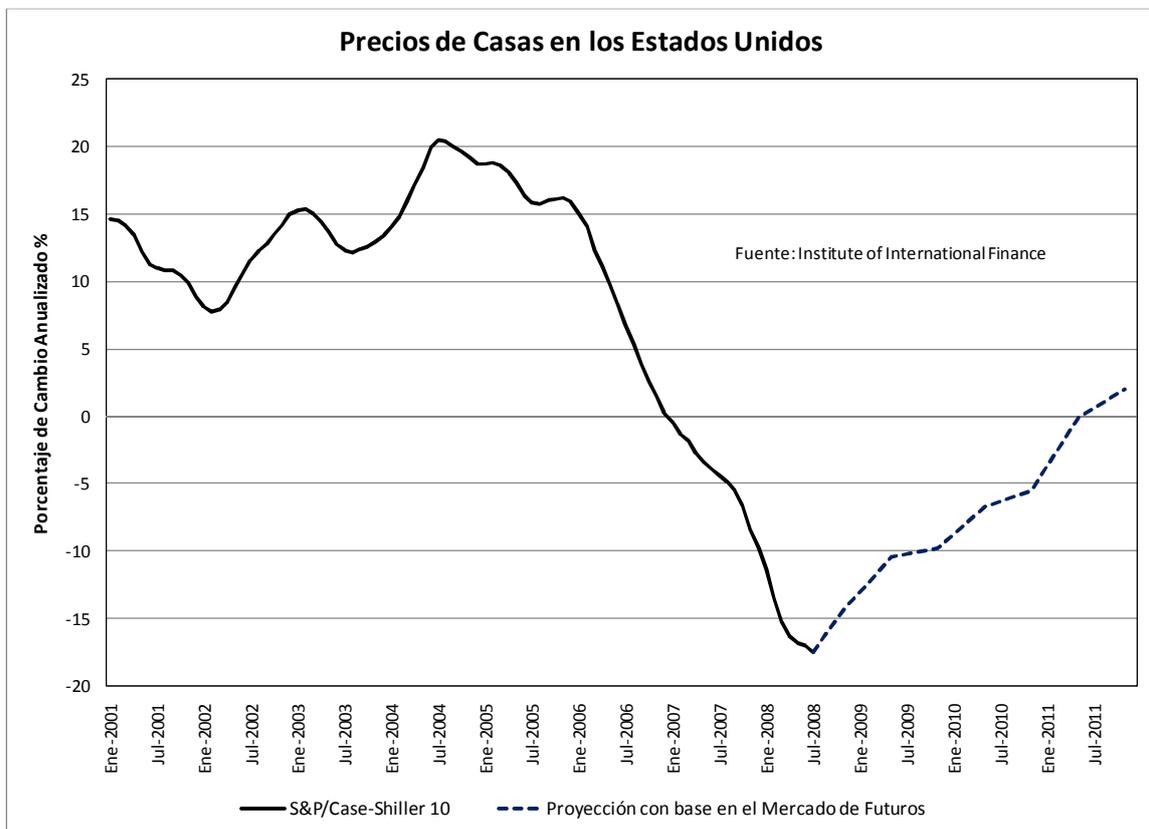
El ambiente financiero anterior está acorde con la realidad experimentada por el sector bancario estadounidense durante la crisis *subprime*, pues la desregulación sufrida por el sector en años previos eliminó la restricción que tenían los bancos para abrir sucursales fuera de su estado de origen, lo que incentivó la conformación de bancos nacionales y una mayor competencia entre ellos (lo cual no es necesariamente malo) con la consecuente reducción del margen financiero¹⁴. Lo anterior, propició que la mayoría de los bancos comenzaran a realizar una reingeniería en sus productos basada en tomar un mayor riesgo a cambio de un mejor rendimiento que les permitiera compensar la caída en las utilidades. Este entorno de fuerte competencia no es sino otra etapa del ciclo de innovación de la industria financiera. Lejos de representar la imprudencia o desidia de los principales actores de esta industria, representa la necesidad de explotar las innovaciones realizadas años antes en una industria en donde la innovación provee a su creador de poco tiempo para disfrutar de ganancias monopólicas, producto de su labor creativa, para más

¹⁴ La prohibición de bancos nacionales y la segmentación del mercado norteamericano, se dio por una cuestión regulatoria, ya que la Ley McFadden creada en 1927 prohibía a los bancos abrir sucursales fuera del Estado de Origen. También el acta Glass-Steagall de 1933 estableció una separación entre la Banca Comercial Tradicional y la Banca de Inversión. Aunque hoy en día, dada la crisis financiera, todos los bancos de inversión han desaparecido y se han convertido en bancos comerciales. Es importante destacar que el proceso de desregulación que terminó con dichas limitaciones también liberó completamente la negociación de derivados.

detalles sobre el tiempo de erosión de las ganancias monopólicas y sus efectos en las industrias.

Durante esta fase de erosión de márgenes en la industria bancaria, el gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica con el fin de mantener el crecimiento de la economía y el empleo presentó un recorte de las tasas de referencia por parte de la Reserva Federal de 6% a 1% en un lapso de 4 años a partir del 2000. La reiterada política de bajas en las tasas de interés gestó una nueva burbuja en el sector de la vivienda al registrarse un incremento en el precio de las casas, medido a través del índice Shiller de las 10 y 20 ciudades más importantes de Estados Unidos, como consecuencia de la gran demanda de casas provocada por el crédito barato.

Figura 9. Evolución del índice de Shiller para las principales ciudades de los Estados Unidos.



Este escenario en donde el banco central decide bajar la tasa de interés a fin de estimular la demanda agregada mediante su política monetaria, y con ello proteger el empleo, ha sido ampliamente descrito en la teoría económica y puede ser visto como una consecuencia de la ley de Okun; para mayores referencias véanse, por ejemplo, Abel y Bernake (2005) y Knotek (2007).

Por otro lado, la estrategia contra-recesiva, implementada con mayor fuerza después de los atentados del 11 de septiembre de 2001, tuvo como efecto colateral un aumento en la demanda hipotecaria por las bajas tasas de interés. Esta demanda también fue alimentada por la liquidez producto del gasto de guerra y el déficit presupuestal. Este exceso de liquidez en el mercado fue colocado por los bancos entre los clientes de una menor calificación crediticia (*subprime*) que querían comprar una vivienda, ya fuera para habitarla o como inversión altamente valorada por la revaluación continua que experimentaba el sector de bienes y raíces (véase figuras A.1. y A.2. en anexo estadístico). Los bancos no sólo otorgaron créditos hipotecarios a clientes de mayor riesgo, sino que además bursatilizaron dichas hipotecas a través de bonos redimibles, notas estructuradas y otras innovaciones financieras (derivadas) como los *Asset Backed Securities* (ABS), *Collateralized Mortgage-Backed Obligations* (CMO), *Mortgage-Backed Securities* (MBS), *Collateralized Debt Obligation* (CDO) y *Collateralized Loan Obligation* (CLO) (véase figuras A.3. en anexo estadístico), por mencionar algunas, para detalles acerca de los prospectos y la valuación de estos activos véase Fabozzi (2005).

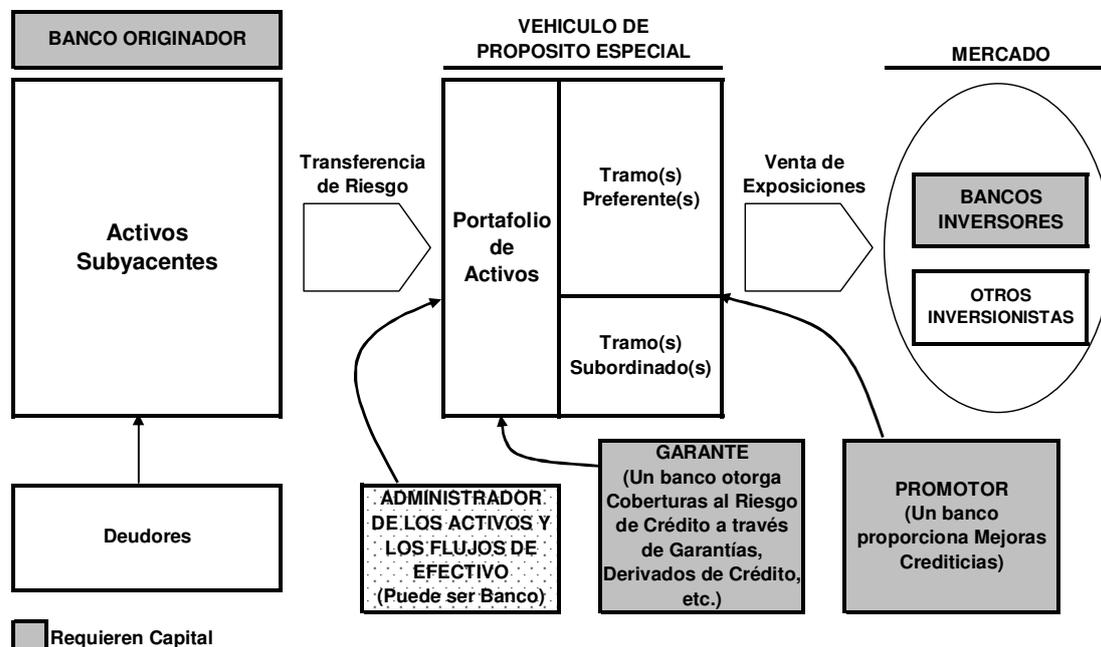
Tabla 2. Instrumentos Sintéticos y Estructurados en el Mercado Hipotecario

- | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • MBS = Mortgage-Backed Securities. • CMBS = Commercial Mortgage-Backed Securities. • CMO = Collateralized Mortgage-backed Obligations. • ABS = Asset Backed Securities, for example home equity loans (HEL). • CDO = Collateralized Debt Obligation, for example, ABS CDO which consist of a portfolio of different ABS bonds. • CBO = Collateralized Bond Obligation. • CLO = Collateralized [leveraged] Loan Obligation. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Fuente: Elaborado con datos de Santonero and Babbel (2001)

Es importante señalar que el mecanismo de transmisión de la crisis hipotecaria al mercado financiero y de manera subsecuente a la economía real fue generado como resultado de la bursatilización o titularización de las hipotecas en el mercado. En otras palabras, las instituciones financieras tomaron ventaja de la bursatilización para remover bienes riesgosos o no-líquidos (hipotecas) de su balance, transfiriendo los mismos a otra institución por una tasa menor a la pactada en la hipoteca, razón por la cual el incentivo de la compra es tomar el diferencial de la tasa de interés. Además, muchas instituciones financieras empaquetaron los créditos subprime en portafolios de inversión que fueron ofrecidos a fondos de inversión institucionales y a inversores internacionales denominados CLO, MBS, CDO solo por mencionar algunas de las innovaciones financieras más importantes.

Figura 10. Esquema de la Bursatilización

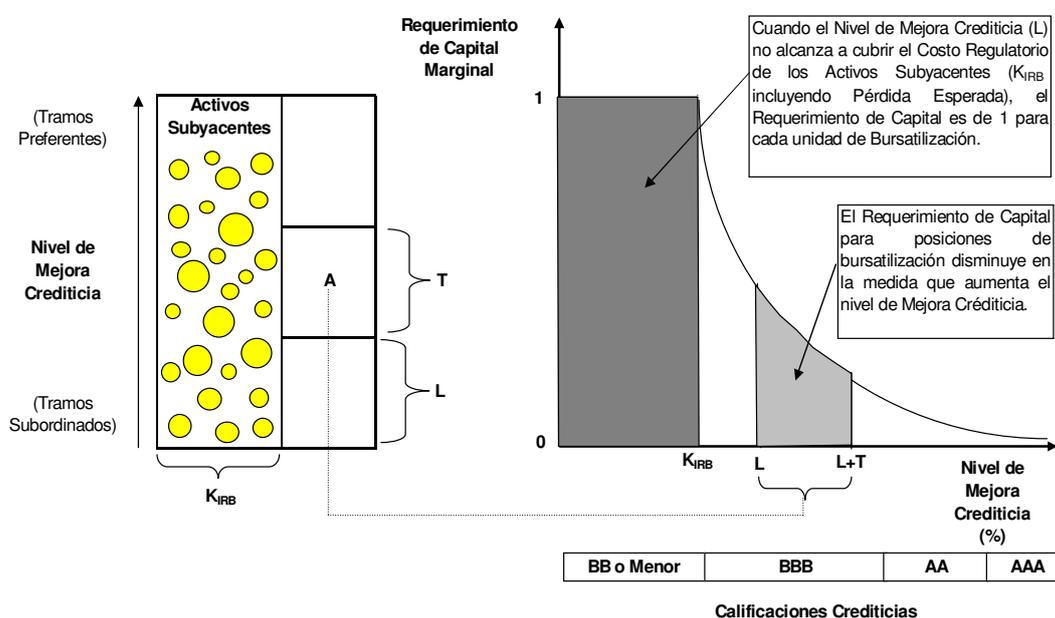


Nota: Un banco puede jugar uno o más papeles.

Fuente: Hirotaka Hideshima, *Implementing the Asset Securitization Framework*, Beatenberg, 27 June 2005. Tomado de Anselmo Moctezuma Martínez, “Modelos para la medición del riesgo de crédito bajo el enfoque de Basilea”, presentado en el 4to. Foro de Administración de Riesgos 2011, UAM.

Los bancos eliminaron sus hipotecas más peligrosas reestructurándolas en valores llamados obligaciones o deuda con garantía, CDO y otros productos sintéticos que son detallados en la Tabla 11. La bursatilización fue acelerada en 2005, a través de los productos sintéticos denominados CDO, que permitieron replicar los riesgos asociados a las hipotecas subprime. Es importante señalar que los préstamos sintéticos representaron más del 50% del volumen de contratación.

Figura 11. Requerimientos de capital de la Bursatilización



Fuente: Hirotaka Hideshima, *Implementing the Asset Securitization Framework*, Beatenberg, 27 June 2005. Tomado de Anselmo Moctezuma Martínez, “Modelos para la medición del riesgo de crédito bajo el enfoque de Basilea”, presentado en el 4to. Foro de Administración de Riesgos 2011, UAM.

Los requerimientos de capitalización en las posiciones que fueron bursatilizadas se muestran a continuación, aunque éstas serán modificadas en el momento en que se encuentre en operación la regulación de Basilea III.

Tabla 3. Ponderaciones por Riesgo de las Posiciones de Bursatilización

CATEGORIA DE CALIFICACION A LARGO PLAZO					
Evaluación Externa del Crédito	AAA hasta AA-	A+ hasta A-	BBB+ hasta BBB-	BB+ (1) hasta BB-	B+ e Inferiores o No Calificadas
	Grado de Inversión			Sin grado de Inversión	
Factor de Ponderación por Riesgo	20%	50%	100%	350%	Deducción

(1) Esta opción aplica a **Bancos Inversionistas** que posean posiciones de bursatilización calificadas con este nivel de riesgo. Tratándose de **Bancos Originadores** que mantengan posiciones de bursatilización así calificadas (sin grado de inversión), aplicarán Deducción.

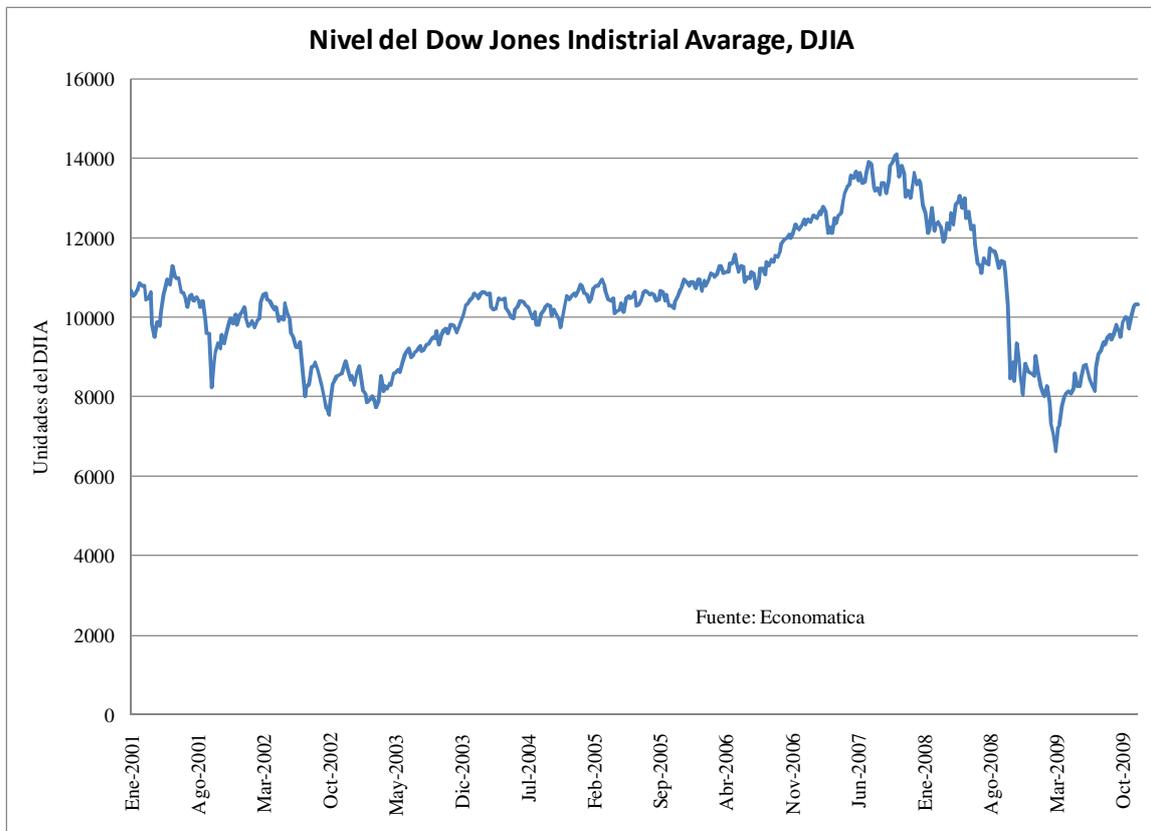
Fuente: Elaboración propia con base en Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, *op. cit.* p. 141. Tomado de Anselmo Moctezuma Martínez, “Modelos para la medición del riesgo de crédito bajo el enfoque de Basilea”, presentado en el 4to. Foro de Administración de Riesgos 2011, UAM.

Sin duda, mucho se ha aprendido en los últimos años sobre el uso (para cobertura) y el abuso (para especulación) de los productos derivados financieros, pero mucho queda todavía por aprender acerca de sus efectos sobre los requerimientos de capital de la banca privada. Los derivados pueden ser empleados con fines especulativos para generar ganancias de millones de dólares en periodos cortos de tiempo (unas semanas), pero también, si no se utilizan adecuadamente, pueden generar pérdidas astronómicas en periodos de tiempo aún más cortos (unos días). Evidentemente, los mercados de derivados no originaron la crisis de 2008, pero la exacerbaron al generar una burbuja especulativa. El origen de la crisis se debe ubicar en la burbuja hipotecaria *subprime* y en la recesión estadounidense, así como el impacto de esta última en la economía mundial. Es importante aclarar que los derivados financieros no son armas de destrucción masiva ni instrumentos financieros tóxicos para las economías, simplemente, y como en todo mercado (por ejemplo, en los mercados de capitales y de deuda flotante), hay perdedores y ganadores. La gran diferencia con otros mercados es la exposición al riesgo y la magnitud colosal de las apuestas (ya que usualmente no se entrega el subyacente, sólo se pagan diferencias). Dados los resultados observados en los mercados de derivados, es evidente que los emisores y compradores todavía no entienden por completo el funcionamiento y los efectos de estos instrumentos en otras variables financieras y reales, saltando a la vista que falta mucha investigación seria al respecto.

Las obligaciones de deuda respaldadas o colateralizadas por hipotecas emitidas por los bancos estadounidenses fueron en su mayoría con hipotecas subyacentes de clase *subprime* (de segunda vuelta, con calidad crediticia BBB o menos). A través de estos instrumentos innovadores, los bancos otorgan créditos a individuos con alto riesgo de incumplimiento. Al tener mayor riesgo se cotizaba una sobretasa que era muy atractiva para los fondos líquidos disponibles de todo el mundo. Así pues, a través de estas innovaciones financieras de los bancos estadounidenses, los fondos prestables que alimentaron al mercado hipotecario no fueron obtenidos sólo de fuentes locales, sino también de prestamistas (privados e institucionales) extranjeros, los cuales proveyeron de fondos a una burbuja especulativa. Esta burbuja pronto contagió al resto del mercado de derivados y a los mercados de capitales. Poco antes de que las quiebras de algunos intermediarios reventaran la burbuja, índices como el DJIA¹⁵ habían registrado alzas continuas durante meses; véase la figura 12; lo que resulta en un contundente indicador del efecto de la “euforia *subprime*” sobre el resto del sistema financiero en los Estados Unidos.

¹⁵ *Dow Jones Industrial Average.*

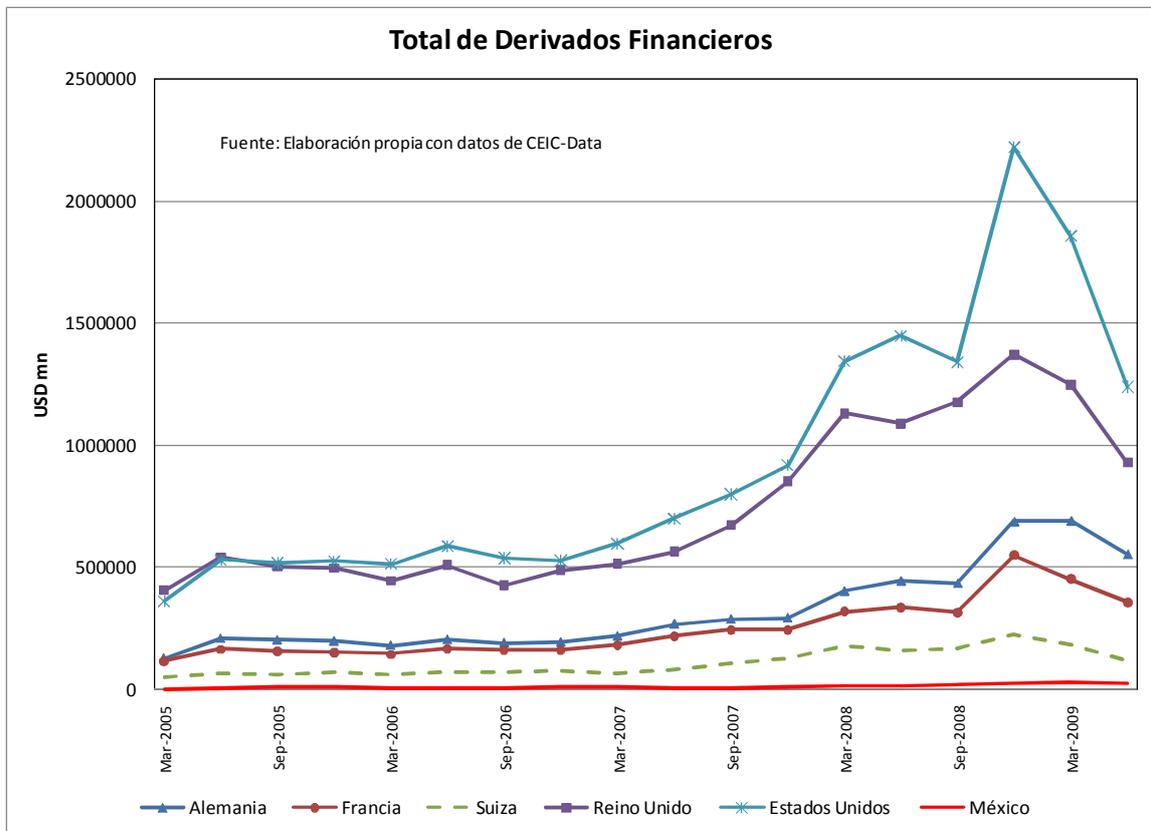
Figura 12. Niveles del DJIA desde enero de 2001 a noviembre de 2009.



Para dimensionar la magnitud del mercado de derivados, se puede decir que estos instrumentos llegaron a alcanzar, en un periodo de tiempo no muy amplio, un nocional de varias veces el PIB de todo el mundo (existen diversos reportes que indican entre 17 y 30 veces); por esta razón, en ocasiones, se habla de derivados con dinero virtual y esto también explica por qué las apuestas suelen ser de magnitud colosal. Aunque los derivados, bien empleados, son herramientas útiles que permiten a los inversionistas administrar el riesgo de mercado con costos bajos, su uso inadecuado puede comprometer recursos (privados y públicos), dificultar la viabilidad de los sistemas de pago, e incluso generar riesgos sistémicos.

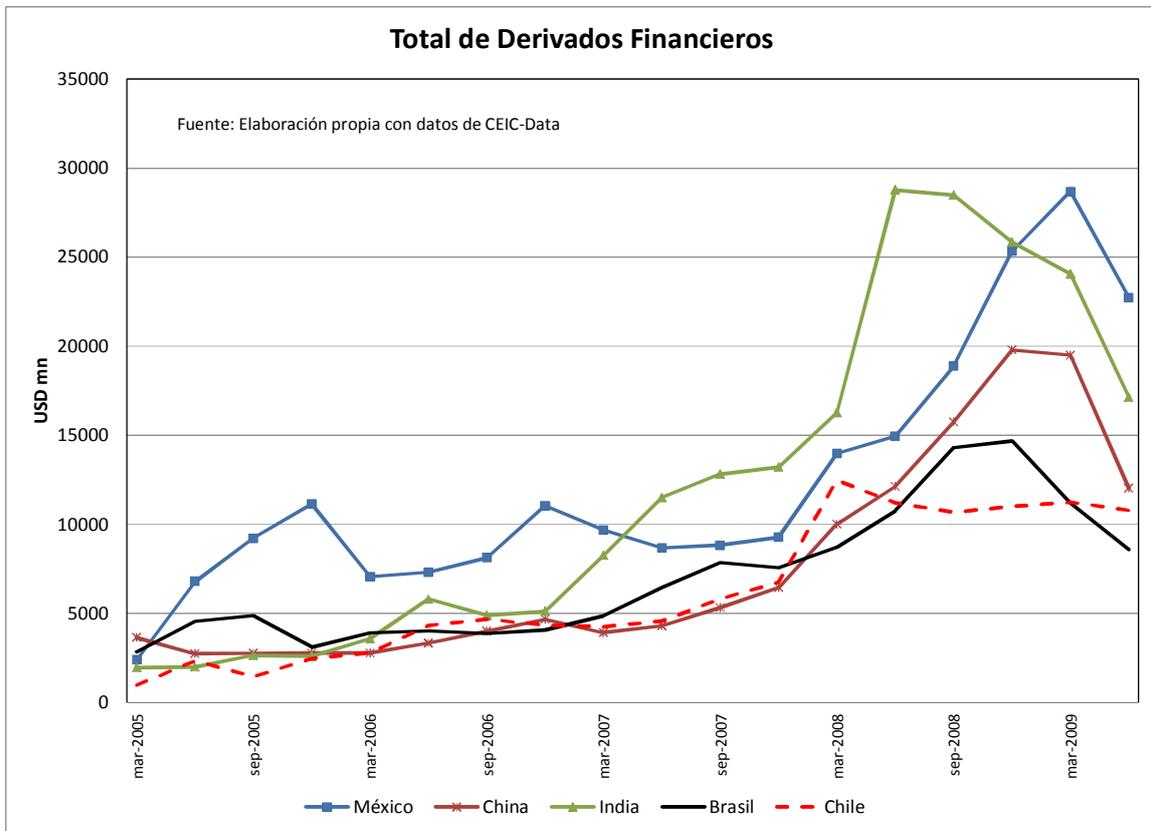
La desregulación bancaria que experimento el sector financiero de los Estados Unidos, propicio que la mayoría de los bancos comenzaran a realizar una reingeniería en sus productos financieros y un mayor uso de notas estructuradas que tienen como elemento principal a los derivados financieros, con el fin de tomar un mayor riesgo en el mercado y compensar la caída de sus utilidades (véase figura 13), aunque algunos de los derivados son utilizados en el proceso de administración de riesgos.

Figura 13.A Total de Derivados Financieros.



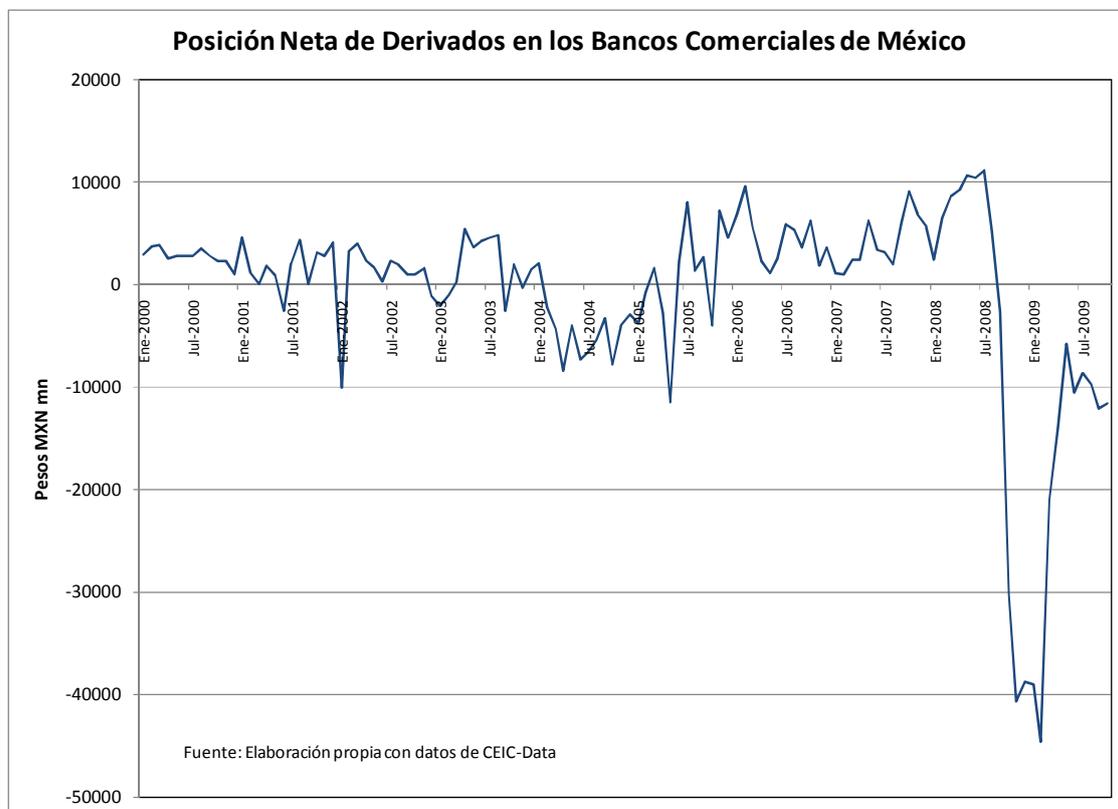
Es importante señalar que el manejo de derivados financieros que se realiza en México es uno de los más importantes dentro de American Latina y los países emergentes (véase figura 13.A).

Figura 13.B. Total de Derivados Financieros.



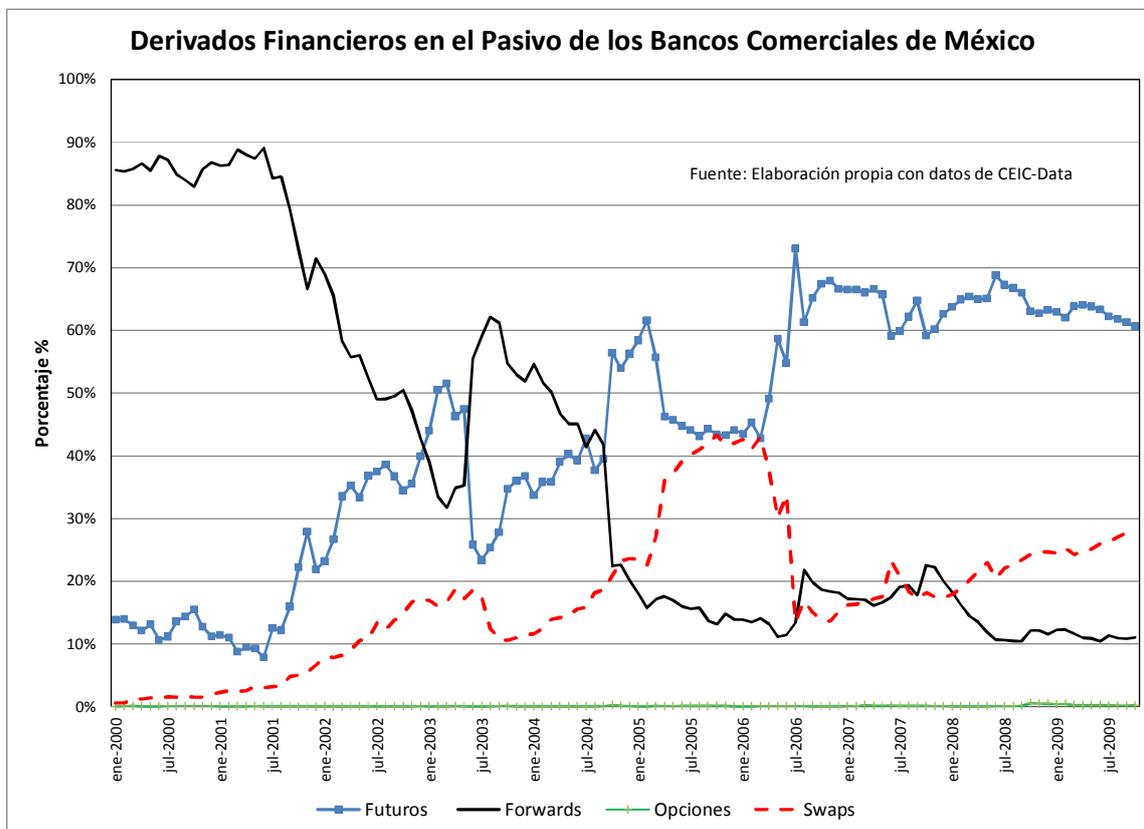
En el caso de México los bancos incrementaron el uso de instrumentos derivados tanto en los mercados listados como en los denominados mercados sobre mostrador *Over The Counter* (OTC). La figura 14 muestra la posición neta de derivados financieros por parte de los bancos comerciales de México, que ha mostrado un incremento importante en la parte pasiva, es decir, las instituciones de crédito tienen mayores obligaciones que liquidar con la consecuente necesidad de una mayor liquidez.

Figura 14. Posición Neta de Derivados en los Bancos Comerciales de México



El uso de los derivados en el sector bancario de México se ha concentrado en los futuros, swaps y forwards, ya que muchas mesas de dinero realizan operaciones con futuros de tasas de interés que representan más del 90% de las operaciones con dichos instrumentos, mientras que en el mercado de swaps ocurre algo similar con el IRS (swap de tasa de interés). Sorprendentemente el volumen de opciones todavía es menor como se muestra en la figura 15, aunque es importante señalar que se ha revertido la tendencia de opciones put por aquellas de tipo call, lo que refleja que cada vez más las empresas, individuos y gobiernos se encuentran en una posición corta en el mercado spot, lo que hace necesario contar con una opción de tipo call, siendo las opciones sobre acciones índices las que dominan en el Mercado Mexicano de Derivados, MEXDER. A pesar de predominar las operaciones en el mercado OTC, las recientes crisis financieras han incentivado los mercados listados para prevenir el riesgo de incumplimiento, por lo que se ha incrementado el volumen de operaciones en el MEXDER.

Figura 15. Derivados Financieros en el Pasivo de los Bancos Comerciales de México



Ahora bien, es importante destacar que uno de los objetivos de la tesis es examinar el efecto la crisis financiera *subprime* en el sistema bancario, así como en algunas variables macroeconómicas relevantes. Para ello el trabajo econométrico estará circunscrito en la búsqueda de valores iniciales para los parámetros de un modelo de simulación Monte Carlo. Como se puede anticipar, la prueba de Johansen podría rechazar la hipótesis de cointegración para un sistema de ecuaciones diferenciales con reversión a la media, pues una ecuación diferencial estocástica con reversión a la media es el límite continuo de una ecuación en primeras diferencias. Así, el conjunto de ecuaciones diferenciales en cuestión, es de entrada, un sistema integrado de orden uno (primeras diferencias). En consecuencia, al tomar de nuevo diferencias, se tendría un sistema integrado de orden dos. Al revisar la literatura v.g. Mühleisen (1995) y Juselius (2006), se pueden encontrar un gran número de trabajos sobre cointegración de series macroeconómicas. En casi todos ellos se prueba que éstas cointegran en niveles o en primeras diferencias, dependiendo del experimento y las series utilizadas, y difícilmente lo hacen en órdenes superiores. A partir de estos resultados, es posible esperar que se rechace la hipótesis nula de cointegración para el modelo analizado, con lo que los modelos SUR (*Seemingly Unrelated Regression*) aparecen como una alternativa posible para la calibración del modelo Monte Carlo propuesto.

4.2. Supuestos y planteamientos del modelo

A partir de la baja en las tasas de interés entre 2000 y 2001, el mercado de derivados tuvo un crecimiento acelerado que comenzó a descender en 2004 a consecuencia del incremento en las tasas de interés inducido por las presiones inflacionarias en los mercados de metales, alimentos y petróleo. Para explicar este fenómeno, hay que recordar que la economía norteamericana lleva varios años padeciendo de déficits gemelos¹⁶, lo que la vuelve sumamente dependiente de los flujos del exterior que entran a través de la cuenta de capital. Estos flujos deben de ser atraídos a través de una tasa de interés suficientemente alta dado el nivel de riesgo asociado o mediante una ganancia cambiaria; véase Rodseth (2000).

Cuando el gobierno de los Estados Unidos decidió bajar la tasa de interés, inició un proceso de depreciación gradual del tipo de cambio del dólar contra otras monedas (incluido el peso mexicano) que encareció las importaciones de todo tipo, y con ello afectó el componente inflacionario aportado por los bienes traídos desde el exterior. Este escenario obligó al gobierno estadounidense a subir la tasa de referencia, con lo que detuvo el crecimiento del mercado hipotecario y encareció los pagos de muchos acreditados; para más detalles véase Caballero, Farhi y Gourinchas (2008).

Aunado al ambiente anterior, el mundo enfrentó una creciente demanda asiática por materias primas, a tal grado que el dinamismo de la economía China aumentó, por sí mismo, el precio del acero, el cemento, el petróleo y otras materias primas en dicho periodo. Esta alza en el precio de insumos importados generó una nueva presión inflacionaria en los Estados Unidos (ahora a través de los insumos), la cual fue contrarrestada por la Reserva Federal mediante una nueva alza de la tasa de interés de referencia. Este proceso puede ser resumido, analíticamente, como:

$$d\pi_t = \eta_0 (\pi^* - \pi_t) dt + \eta_1 (y^* - y_t) dt + \eta_2 (r^* - r_t) dt + \sigma_\pi dW_\pi, \quad (1)$$

donde:

η_0 : velocidad de ajuste de la inflación asociada a las desviaciones de la inflación actual, π_t , con respecto de su valor de largo plazo, π^* .

η_1 : velocidad de ajuste de la inflación asociada a las desviaciones del PIB actual, y_t , con respecto de su valor de largo plazo, y^* .

η_2 : velocidad de ajuste de la inflación asociada a las desviaciones de la tasa de interés actual, r_t , respecto a su valor de largo plazo, r^* .

$\sigma_\pi dW_\pi \sim N(0, dt)$: fuentes estocásticas exógenas de la inflación.

Como puede observarse, esta ecuación diferencial estocástica multifactorial resume los determinantes de la inflación (Gordon, 1988), pues reproduce los efectos positivos, $\eta_0 > 0$,

¹⁶ Déficit fiscal combinado con déficit en cuenta corriente.

sobre la inflación, $d\pi_t$, debidos a aumentos en la demanda agregada, y_t , más allá de su nivel de largo plazo, y^* . Asimismo, la ecuación (1) reproduce los efectos negativos, $\eta_1 < 0$, sobre la inflación, $d\pi_t$, por un aumento de la tasa de interés, r_t , por encima de su valor de largo plazo, r^* , a través de la disminución en la creación endógena de dinero producto de la intermediación financiera.

Es posible observar un componente de expectativas mixtas en el modelo, pues aunque se supone que la inflación tiene un componente de reversión a la media, $\eta_0 > 0$, el cual lleva a la inflación actual, π_t , a su valor de largo plazo, π^* , la convergencia no es inmediata, ya que los agentes económicos tardan en asimilar la información proveniente del comportamiento del banco central. Por último, la ecuación (1) contiene un término de difusión (movimiento browniano o proceso de Lévy) que captura las fuentes exógenas de inflación.

Por otro lado es importante señalar que gran parte de los instrumentos derivados de alto riesgo fueron otorgados a una tasa de interés variable (véase Kroszner, 2007), por lo que las presiones inflacionarias que experimentó la economía norteamericana a lo largo del 2004 y de manera intensa en 2006 (a consecuencia de la mayor volatilidad en los precios de alimentos, metales y petróleo) se reflejó en un incremento en las tasas de interés de más de 400 puntos base. Mientras que el precio de las casas disminuyó en promedio 5.9% en los Estados Unidos¹⁷, lo que provocó que muchas familias tuvieran aumentos en los pagos de sus hipotecas debido al ajuste de las tasas que en muchos casos condujo al incumplimiento de pagos y, con ello, al aumento de las ejecuciones y embargos de casas que para 2008 fueron, en números cerrados, 230,000.

El mecanismo de transmisión entre la tasa de inflación y la tasa de interés ha sido ampliamente estudiado, al respecto se puede mencionar, por ejemplo, el trabajo de Young y Darity (2004). En él se establece la dependencia de la tasa de interés con cambios en el PIB y cambios en la inflación y sus rezagos. Esto puede ser expresado mediante la ecuación:

$$dr_t = \gamma_0 (r^* - r_t) dt + \gamma_1 (y^* - y_t) dt + \gamma_2 (\pi^* - \pi_t) dt + \sigma_r dW_{rt}, \quad (2)$$

donde:

γ_0 : velocidad de ajuste de la tasa de interés asociada a las desviaciones de la tasa de interés actual, r_t , con respecto a su valor de largo plazo, r^* .

γ_1 : velocidad de ajuste de la inflación asociada a las desviaciones del PIB actual, y_t , con respecto de su valor de largo plazo, y^* .

γ_2 : velocidad de ajuste de la inflación asociada a las desviaciones de la inflación actual, π_t , con respecto de su valor de largo plazo, π^* .

$\sigma_r dW_{rt} \sim N(0, dt)$: Fuente estocástica exógena de la tasa de interés.

¹⁷ Aunque en la zona del pacífico la caída fue del 19.4%;

El mecanismo de transmisión entre la tasa de interés y el PIB es expresado mediante γ_1 , el cual resume los posibles efectos que surgen del mercado de bienes y servicios. Del mismo modo, todos los movimientos producidos por el mercado de dinero son capturados mediante la sensibilidad de la tasa de interés con respecto de las desviaciones de inflación actual, π_t , y con respecto de su valor de largo plazo, π^* , expresada mediante γ_2 .

Para representar la dependencia de la tasa de interés con respecto de sus valores pasados, el modelo propone un mecanismo de reversión a la media que lleva la tasa de interés actual, r_t , a su valor de largo plazo, r^* , a una velocidad γ_0 . De nuevo, se establece la posibilidad de movimientos exógenos al modelo en la tasa de interés, se supone que éstos son conducidos por un proceso estocástico (movimiento browniano), el cual, por simplicidad, no está correlacionado con el proceso asociado a la tasa de inflación, esto es: $\rho(dW_{\pi_t}, dW_{r_t}) = 0$. Por último es importante destacar que la ecuación (2) puede generar tasas de interés reales negativas, como las observados en el periodo en cuestión.

Hasta el momento, se ha hecho una descripción más o menos detallada de la cadena de eventos que detonaron la crisis hipotecaria de 2008. En ella, es posible observar que, aun suponiendo que los agentes económicos actuaron con prudencia, el cambio en la tasa de interés de referencia (buscando incidir en la inflación) disparó una cadena de incumplimientos que hicieron que algunas entidades quebraran, las ventas masivas en los mercados de derivados (incluyendo los respaldados por hipotecas y los llamados estructurados “tóxicos”) y capitales convirtieron a muchos instrumentos en “papas calientes” que debían ser liquidadas, aumentando con ello la volatilidad del mercado y minando su precio hasta crear una caída auto-alimentada del mismo. Este proceso es representado mediante la siguiente expresión:

$$d\sigma_t = \beta_0(\sigma^* - \sigma_t)dt + \beta_1(r^* - r_t)dt + \beta_2|\Delta Q_t|dt + \sigma_\sigma dW_{\sigma_t}, \quad (3)$$

donde:

β_0 : velocidad de ajuste de la volatilidad del mercado accionario asociada a las desviaciones de la volatilidad actual, σ_t , con respecto a su valor de largo plazo, σ^* .

β_1 : velocidad de ajuste de la volatilidad del mercado de valores asociada a las desviaciones de la tasa de interés actual, r_t , con respecto a su valor de largo plazo, r^* .

β_2 : sensibilidad de la volatilidad respecto al valor absoluto del cambio en la cantidad de títulos intercambiados en el mercado de valores, $|\Delta Q_t|$.

$\sigma_\sigma dW_{\sigma_t} \sim N(0, dt)$: Fluctuaciones estocásticas exógenas de la volatilidad.

La ecuación (3) tiene la finalidad de vincular al sistema financiero, a través de su volatilidad, con las decisiones del banco central y su instrumento de política monetaria, la tasa de interés, a través de la sensibilidad de la volatilidad, β_0 , de las desviaciones de la tasa de interés actual, r_t , con respecto a su valor de largo plazo, r^* .

También es necesario vincular la volatilidad del sistema financiero a las decisiones de portafolio de los agentes que participan en el mercado. Para ello, se ha añadido un

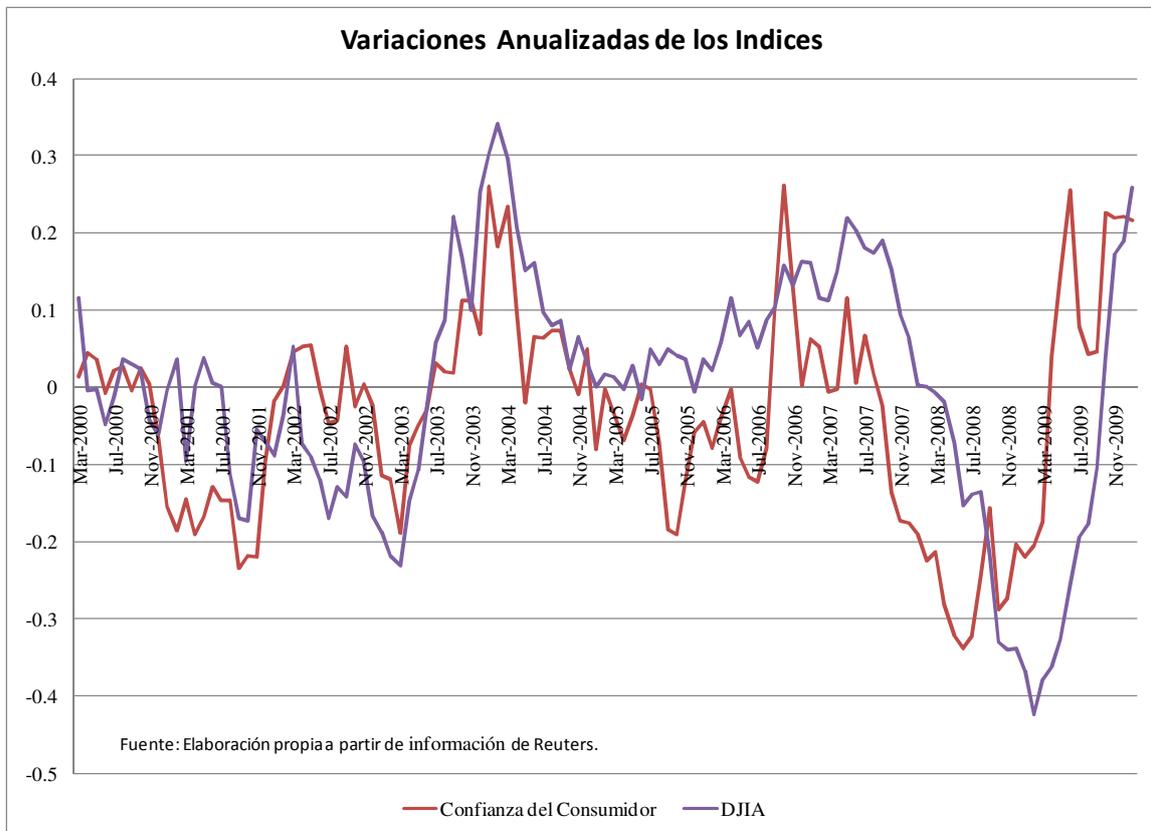
componente, β_2 , que captura la sensibilidad de la volatilidad del mercado financiero al valor absoluto de la cantidad de títulos comerciados, $|\Delta Q_t|$, el cual estará dado en función de las expectativas de los agentes, su ingreso disponible y las restricciones presupuestales que enfrenten. Al igual que en las ecuaciones anteriores, se añadieron perturbaciones normales exógenas que pueden afectar la volatilidad del mercado de valores, éstas se distribuyen normalmente con media cero y varianza en función del tiempo y no están correlacionadas con el resto de las exogeneidades de la economía.

Hasta el momento, sólo se ha relacionado al sector financiero con las decisiones del banco central y su política monetaria a través de la volatilidad del sistema financiero. A continuación se vinculará al sistema financiero con el resto de la macroeconomía. Aunque existe un debate sobre los efectos y duración de los cambios que tanto el sistema macroeconómico como el mercado de dinero tienen sobre el resto de la economía, la llamada neutralidad del dinero, la evidencia empírica sugiere que, en el corto plazo y bajo un ambiente de volatilidad, las variables monetarias afectan a las reales a través de expectativas auto-realizadas y al efecto riqueza en la restricción presupuestal de las familias. Este mecanismo de transmisión fue visto con mucho interés durante la caída de los mercados financieros de todo el mundo a finales de 2008 cuando estos perdieron la tercera parte de su valor con respecto de los niveles antes de la crisis. Esta caída provocó el derrumbe de la confianza del consumidor y con ella el consumo de bienes durables, mientras que las inversiones de largo plazo fueron pospuestas hasta tener signos de recuperación.¹⁸

En la siguiente figura 16 se muestra la relación que guardan los cambios en el consumo de bienes durables y la confianza del consumidor con el desempeño de los mercados financieros, por lo que es creíble pensar que existe un canal de transmisión entre el sector financiero y la economía real.

¹⁸ Realmente, éste tema se ha discutido desde hace mucho tiempo, véanse, por ejemplo, Laidler (1992).

Figura 16. Variación de indicadores seleccionados para los E.U.A, 2000 -2008



Con base en la discusión anterior, la relación del premio al riesgo de mercado con otras variables relevantes se expresa, formalmente, a través de:

$$d\lambda_t = \varepsilon_0 (\lambda^* - \lambda_t) dt + \varepsilon_1 (y^* - y_t) dt + \varepsilon_2 (r^* - r_t) dt + \varepsilon_3 (\sigma^* - \sigma_t) dt + \sigma_\lambda dW_{\lambda t}, \quad (4)$$

donde:

ε_0 : velocidad de ajuste del premio al riesgo de mercado, λ_t , asociada a sus desviaciones con respecto a su valor de largo plazo, λ^* .

ε_1 : velocidad de ajuste del premio al riesgo de mercado asociada a las desviaciones del PIB actual, y_t , con respecto a su valor de largo plazo, y^* .

ε_2 : velocidad de ajuste del premio al riesgo de mercado asociada a las desviaciones de la tasa de interés, r_t , con respecto a su valor de largo plazo, r^* .

ε_3 : velocidad de ajuste del premio al riesgo de mercado asociada a las desviaciones de la volatilidad del mercado, σ_t , con respecto a su valor de largo plazo, σ^* .

$\sigma_\lambda dW_{\lambda t} \sim N(0, dt)$: fluctuaciones estocásticas exógenas del premio al riesgo.

Con la inclusión de la ecuación (4) se establece el puente necesario para que a través de la sensibilidad del premio al riesgo, ε_1 , de las desviaciones de la demanda agregada, y_t , con respecto de su nivel de largo plazo, y^* , y la sensibilidad del premio al riesgo, ε_2 , de las

desviaciones de la tasa de interés actual, r_t , con respecto a la de largo plazo, r^* , el mercado financiero sea afectado tanto por la demanda agregada como por la tasa de interés, lo que establece una vinculación entre las Variables financieras y las Variables económicas. La inclusión de un término de sensibilidad del premio al riesgo, ε_3 , de las desviaciones de la volatilidad actual, σ_t , con respecto a la de largo plazo, σ^* . Para mayores detalles sobre el premio al riesgo de mercado y su formación, véanse los trabajos seminales de Markovitz (1999), Litner (1965) y Treynor (1962).

Para completar el mecanismo de transmisión de las decisiones de política monetaria o de los choques meramente monetarios al mercado financiero y finalmente a la economía real, es necesario establecer una ecuación diferencial estocástica que vincule al sector real de la economía con las dos ecuaciones anteriores. Para ello, se propone:

$$dy = \zeta_0 (y^* - y_t) dt + \zeta_1 (\pi^* - \pi_t) dt + \zeta_2 (r^* - r_t) dt + \zeta_3 (\sigma^* - \sigma_t) dt + \sigma_y dW_{yt}, \quad (5)$$

donde:

ζ_0 : velocidad de ajuste del cambio en el PIB asociada a las desviaciones de su tasa de crecimiento, y_b , con respecto de su valor de largo plazo, y^* .

ζ_1 : velocidad de ajuste del cambio en el PIB asociada a las desviaciones de la inflación actual, π_b , con respecto de su valor de largo plazo, π^* .

ζ_2 : velocidad de ajuste del cambio en el PIB asociada a las desviaciones de la tasa de interés, r_b , con respecto de su valor de largo plazo, r^* .

ζ_3 : velocidad de ajuste del cambio en el PIB asociada a las desviaciones de la volatilidad del mercado, σ_b , con respecto de su valor de largo plazo, σ^* .

$\sigma_y dW_{yt} \sim N(0, dt)$: fluctuaciones estocásticas exógenas del PIB.

La expresión (5) completa el sistema de ecuaciones diferenciales estocásticas que modelan la economía. El mecanismo de transmisión a la economía real se da a través de la sensibilidad, ζ_3 , del cambio en la tasa de crecimiento por desviaciones de volatilidad actual, σ_b , con respecto a su valor de largo plazo, σ^* . Estas desviaciones pueden entenderse como el mecanismo de contaminación desde el cual las expectativas del mercado afectan las percepciones del público, deteniendo la actividad económica real y con ello generando expectativas recesivas.

El resto de la ecuación (5) corresponde a los modelos macroeconómicos tradicionales, pues incorpora un mecanismo de transmisión entre el mercado de dinero y el sector real de la economía a través de la sensibilidad de la tasa de crecimiento, ζ_2 , por desviaciones de la tasa de interés actual, r_t , con respecto de sus valores de largo plazo, r^* . Del mismo modo, se plantea un puente entre choques inflacionarios internos o externos y la economía real. Esta sensibilidad, ε_1 , está basada en la literatura especializada sobre los efectos negativos de la inflación en el crecimiento de los países, ya sea a través de los costos de menú (para mayores referencias véase Golosov y Lucas (2003) o Mankiw (1985)) y la disminución del horizonte de planeación o aumentos en la inequidad de la distribución de la riqueza (véanse Hobijn y Lagakos (2003), y Albanesi (2007)). Lo

anterior, en conclusión, proporciona un sistema de ecuaciones diferenciales estocásticas para un modelo macroeconómico de la siguiente forma:

$$\begin{cases} d\pi_t = \eta_0 (\pi^* - \pi_t) dt + \eta_1 (y^* - y_t) dt + \eta_2 (r^* - r_t) dt + \sigma_\pi dW_{\pi_t}, \\ dr_t = \gamma_0 (r^* - r_t) dt + \gamma_1 (y^* - y_t) dt + \gamma_2 (\pi^* - \pi_t) dt + \sigma_r dW_{r_t}, \\ d\sigma_t = \beta_0 (\sigma^* - \sigma_t) dt + \beta_1 (r^* - r_t) dt + \beta_2 |\Delta Q_t| dt + \sigma_\sigma dW_{\sigma_t}, \\ d\lambda_t = \varepsilon_0 (\lambda^* - \lambda_t) dt + \varepsilon_1 (y^* - y_t) dt + \varepsilon_2 (r^* - r_t) dt + \varepsilon_3 (\sigma^* - \sigma_t) dt + \sigma_\lambda dW_{\lambda_t}, \\ dy_t = \zeta_0 (y^* - y_t) dt + \zeta_1 (\pi^* - \pi_t) dt + \zeta_2 (r^* - r_t) dt + \zeta_3 (\sigma^* - \sigma_t) dt + \sigma_y dW_{y_t} \end{cases} \quad (6)$$

Para cerrar el modelo, se incluye un conjunto de ecuaciones diferenciales estocásticas que modelan el cambio, dQ_i , en la cantidad de activos riesgosos que mantiene un banco representativo en su portafolio. Por simplicidad, se supone que cada banco mantiene una reserva de capital determinada por un VaR normal paramétrico, la elección de esta regla de no es arbitraria, pues la mayor parte de los reguladores a lo largo del mundo, basados en las recomendaciones del Comité de Basilea II, sugieren a los intermediarios financieros tener reservas de capital de la forma¹⁹:

$$c_i = 2\sigma_i q_i, \quad (7)$$

donde:

c_i : capital requerido al i -ésimo banco dado el número de posiciones de un único activo riesgoso en el sistema financiero, q_i , que mantiene en cada momento.

σ_i : volatilidad del único activo riesgoso en el sistema financiero al tiempo t .

q_i : cantidad de activos riesgosos mantenidos por el banco i al tiempo t .

La elección de esta regla incorpora al modelo las principales ventajas y limitaciones del VaR normal paramétrico²⁰, entre las ventajas más importantes están el cumplimiento de la propiedad de monotonía creciente, la homogeneidad positiva e invarianza bajo traslaciones, aunque no cumple con la subaditividad necesaria para la diversificación de carteras, para más detalles véase Artzner (1999).

En el modelo propuesto, el umbral de requerimiento mínimo de capital, $c_{min,i}$, está dado como un porcentaje, δ , del capital inicial del banco, $c_{0,i}$. El cumplimiento de esta regla de nivel de capital mínimo; no necesariamente establecida por un regulador²¹; está garantizada por la existencia de especuladores (*raiders*) que acometerán contra un banco

¹⁹ En general, se pide que los bancos que cuenten con una reserva capaz de cubrir el 95% de las pérdidas, lo que implica dos desviaciones estándar si los rendimientos siguieran una distribución normal, aunque la existencia de colas pesadas invalida este supuesto.

²⁰ Aunque existen otras medidas de riesgo que sí cumplen con los axiomas de Artzner (1999), se incorpora esta restricción sobre los requerimientos de capital para añadir realismo a las simulaciones, pues Basilea II sugiere estas restricciones.

²¹ La regla puede ser dada por la tolerancia del sistema a la descapitalización de los bancos; una forma de autoregulación.

si su capital es menor al mínimo en algún momento, *i.e.*, $c_{t,i} < c_{min,i}$, obligándolo a vender posiciones, de forma aleatoria pues no controla la liquidez del sistema ni el número de contrapartes, hasta que el banco vuelva a cumplir con los requerimientos de capital. Obviamente, si el banco inicia con un capital menor al requerido por el mercado, será inmediatamente atacado por los *raiders*, por lo que el modelo no es afectado por este hecho.

Es importante hacer notar que la ecuación (7) está referida a la volatilidad del sistema financiero como conjunto²²; incluida la generada por los llamados activos tóxicos. El hecho de que estos activos tóxicos se encontrasen fuera de balance no afecta sustancialmente al modelo, pues la existencia de estos agentes privados (*raiders*); que invierten recursos en conocer esta clase de información dada la ganancia potencial de tenerla; garantiza que en el mediano o largo plazo, el sistema dimensionará correctamente los niveles de capital contable (reales) con los que cuenta la institución bancaria, lo que implica una auto regulación del sistema²³.

Por tanto, la ecuación diferencial estocástica que modela la forma en que los bancos cambian la cantidad de activos riesgosos (como agregado) en sus portafolios está dada por:

$$\begin{cases} dc_{t,i} = \alpha_{i,0} (r^* - r_t) dt + \alpha_{i,1} (\sigma^* - \sigma_t) dt + \alpha_{i,2} (y^* - y_t) dt + \sigma_q dW_{qt} & \text{si } c_{t,i} > c_{t,min} \\ dc_{t,i} = -|dW_{qt}| q_{t,i} & \text{si } c_{t,i} < c_{t,min} \end{cases} \quad (8)$$

donde:

α_0 : velocidad de ajuste de la posición del i -ésimo banco asociada a las desviaciones de la tasa interés, r_b , con respecto a su valor de largo plazo, r^* .

α_1 : velocidad de ajuste de la posición del banco i asociada a las desviaciones de volatilidad del mercado, σ_b , con respecto a su valor de largo plazo, σ^* .

α_2 : velocidad de ajuste de la posición del banco i asociada a las desviaciones de la tasa de crecimiento, y_b , con respecto a su valor de largo plazo, y^* .

$dW_{qt} \sim N(0, dt)$: fuentes exógenas y estocásticas sobre la cantidad de activos riesgosos.

La ecuación (8) provee para el modelo el último ingrediente que vinculará los cambios macroeconómicos, reales, al mercado financiero pues vincula ambas variables a la toma de decisiones de inversión de los bancos a través de las sensibilidades de las desviaciones de la tasa de interés actual a la de largo plazo, α_0 , y la sensibilidad a las desviaciones de la tasa de crecimiento respecto a sus valores de largo plazo, α_1 . Es importante destacar que la restricción sobre el nivel de capitalización está dada en términos de la volatilidad

²² Se considera la volatilidad del sistema en su conjunto porque es imposible conocer, en todo momento, las posiciones de todos los participantes en el mercado; y aun cuando fueran conocidos, es probable que el agregado tenga una distribución normal.

²³ En el caso de la crisis 2007 - 2009, el regulador sólo intervino para inyectar recursos al sistema, esto a fin de mantener la liquidez del mismo. No fue sino hasta semanas después del primer incidente cuando, por decreto del regulador, se obligó a las instituciones a hacer públicas las cuentas fuera de balance.

promedio del mercado y el número de posiciones²⁴, por lo que, dada la homogeneidad positiva de la restricción tipo VaR, la magnitud queda dada en forma automática.

Estas sensibilidades están ampliamente documentadas en la literatura financiera tradicional en donde la dependencia de los rendimientos del mercado a variables macroeconómicas como la tasa de interés, r_t , la tasa de crecimiento del PIB, y_t , y variables tradicionalmente estudiadas como la volatilidad, σ . Por lo que su relación con la forma en que los bancos cambian su tenencia de activos, dq_i , es directa, dada la amplia difusión de su uso en las mesas de capitales de los mismos. Para más detalles véanse Ross (1976) o Roll y Ross (1980).

Un análisis detallado de la construcción de (8) conduce a que todas y cada una de las variables macroeconómicas expresadas en (6) influyen en el nivel de requerimientos de capital, c_{it} , de las instituciones bancarias a través de su estructura de dependencia. En efecto, variables como la inflación, π_t , afectan los requerimientos de capital a través de la tasa de interés, r_t , y de los cambios en el PIB, y_t .

Es importante mencionar que el modelo propuesto está construido para cualquier número de bancos, y que es su respuesta conjunta la que cambia la volatilidad del sistema financiero tal y como lo expresa la ecuación (3). De hecho, la construcción del modelo implica que cuando un banco incumple con la cota mínima de capital, es obligado a liquidar posiciones aumentando con ello la volatilidad del sistema y con ello a las posiciones de los otros bancos. Este mecanismo dota al modelo de la capacidad de simular un escenario de crisis financiera dado un pánico bancario; lo que imprime una dosis de realismo.

Una vez establecida la estructura de dependencia entre las diversas variables relevantes, económicas y financieras, se hará una breve descripción de la crisis *subprime*, para después contrastarla con los resultados empíricos de las simulaciones hechas a partir de las ecuaciones (6), (7) y (8).

4.3. Efectos del incumplimiento de hipotecas riesgosas y la necesidad de intervención gubernamental

Ante la estructura de los cambios macroeconómicos explicados en párrafos anteriores, los clientes con hipotecas clasificadas como de alto riesgo comenzaron a suspender pagos como consecuencia del incremento que experimentaron las tasas de interés; situación que inmediatamente generó estragos no sólo en las instituciones que otorgaron el crédito, sino también en las instituciones que tenían fondos de inversión o productos estructurados ligados a las hipotecas del tipo *subprime*, y más tarde, con todo el sistema financiero

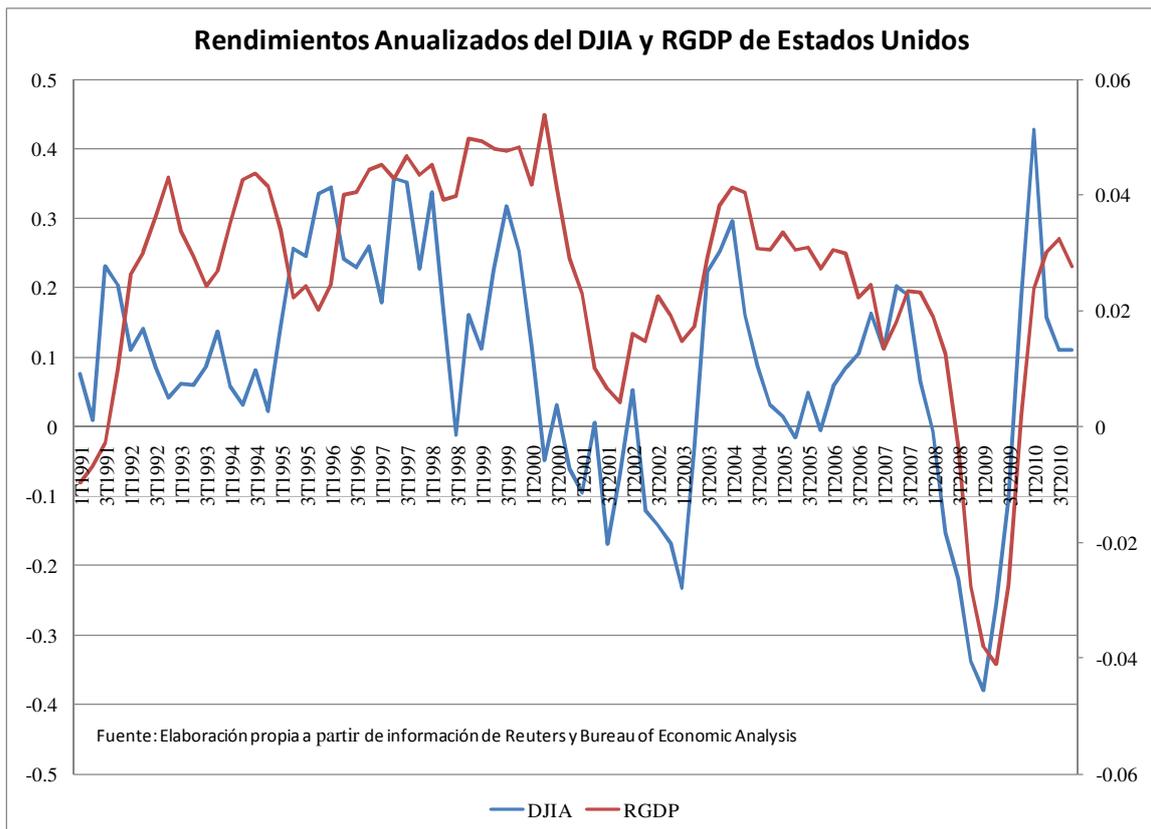
²⁴ Es similar a suponer un activo promedio representativo y su volatilidad; éste representaría al promedio del mercado.

dada la forma en que tradicionalmente se valúan los activos, v.g. CAPM o Black-Sholes, por citar algunos.²⁵

El 15 de septiembre de 2008, el banco de inversión *Lehman Brothers* se declaró en quiebra como consecuencia de una pérdida de 3,900 millones de dólares en un solo trimestre, esto aunado al fracaso de las conversaciones con la Reserva Federal para su rescate, situación que orilló al banco a acogerse al capítulo 11 de la ley de quiebras de los Estados Unidos. Ese mismo día, el índice accionario *Dow Jones (DJIA)* cayó 504.48 puntos; lo que muestra la relación entre la volatilidad de los mercados financieros y la solvencia del sistema bancario.

Para reforzar la hipótesis de transmisión entre estos dos mercados es suficiente analizar la figura 16 a partir de enero de 2007, cuando los cambios en los rendimientos del mercado están altamente correlacionados, 86%, con los del PIB real (*RGDP*). Al mismo tiempo, se observa, en el figura 17, la correlación entre los rendimientos del mercado, la confianza del consumidor y el consumo de bienes durables.

Figura 17. Rendimientos del DJIA y el RGDP para los EUA.



²⁵ Se estima que cerca de dos millones de norteamericanos vieron incrementar el monto de sus pagos hipotecarios de manera importante y que en el peor momento de la crisis, las familias tenían pérdidas de la tercera parte de su riqueza.

4.4. Parametrización del modelo y simulación de Monte Carlo.

Antes de llevar a cabo la simulación de la economía en el sistema (6) con tres bancos que siguen una regla para los requerimientos de capital dada en (7) y un cambio en la cantidad de activos riesgosos en su portafolio como la expresada en (8) (pero cada uno con distinto apetito por el riesgo), es necesario obtener valores macroeconómicos iniciales para la simulación a fin de garantizar la pertinencia de los resultados y demostrar con ello que existen posibilidades reales de quiebras bancarias masivas aun cuando los bancos sigan las reglas para los requerimientos de capital.

El sistema puede ser visto como un conjunto de regresiones aparentemente no relacionadas, por lo que puede ser estimado mediante mínimos cuadrados en dos etapas (2SLS)²⁶. En ambos casos, el volumen comercializado será usado como variable exógena al modelo, esto resulta evidente a partir de la construcción de la ecuación (3). Antes de seguir, es necesario señalar que estos valores serán utilizados como valores iniciales para los parámetros de la simulación, aunque el modelo final será un modelo calibrado.

Tabla 4. Modelación del sistema a través de mínimos cuadrados en dos etapas.

Regresión usando Mínimos Cuadrados en dos etapas							
Equation	Observaciones	Parámetros	RMSE	R-sq	chi2	Probabilidad <i>t</i>	
Inf	71	3	0.0098198	0.2553	42.02	0	
tb3m	71	3	0.4880346	0.2642	57.03	0	
desvest	71	3	0.0481994	0.9235	1002.18	0	
premium	71	4	0.0479127	0.9134	886.66	0	
rgdpch	71	4	0.0115012	0.6165	136.86	0	
	Coeficiente	Std. Err.	Z	P> z	[interval de confianza al95 %]		
Inf							
	d1mdinf	0.4266172	0.1442172	2.96	0.003	0.1439566	0.7092778
	Mdrdpch	0.0509668	0.0712531	0.72	0.474	-0.0886867	0.1906202
	mdtb3m	0.0090535	0.0021854	4.14	0	0.0047702	0.0133367
	_cons	0.0257525	0.0011476	22.44	0	0.0235033	0.0280017
tb3m							
	d1mdtb3m	0.4653776	0.2513987	1.85	0.064	-0.0273548	0.95811
	Mdrdpch	0.1266489	.3271824	3.87	0	6.252233	19.07755
	Mdinf	0.2187284	.5158396	4.24	0	11.76257	31.98311
	_cons	0.0046783	0.0564447	0.08	0.934	-0.1059513	0.1153078
Desvest							
	d1mddesvest	0.24777	0.0373915	6.63	0	0.174484	0.3210559
	mdtb3m	0.006727	0.0083	0.81	0.418	-0.0095406	0.0229946
	Vol	0.9989479	0.033805	29.55	0	0.9326913	1.065204
	_cons	-0.0005159	0.0060266	-0.09	0.932	-0.0123279	0.0112961

²⁶ Corridas realizadas en Gretl, versión 1.9.2.

Premium							
	d1mdpremium	0.0970596	0.0563739	1.72	0.085	-0.0134313	0.2075504
	Mdrdpch	0.6465424	0.3936707	1.64	0.101	-0.1250381	1.418123
	Mdinf	0.9317412	0.4544241	2.05	0.04	0.0410863	1.822396
	Mddesvest	0.8588208	0.0456571	18.81	0	0.7693345	0.9483071
	_cons	0.0771606	0.005582	13.82	0	0.0662201	0.088101
Rgdpch							
	d1mdrgdpch	0.3933424	0.1920987	2.05	0.041	0.0168358	0.7698489
	Mdinf	0.4139583	0.1378846	3	0.003	0.1437094	0.6842071
	mdtb3m	0.0123598	0.002498	4.95	0	0.0074639	0.0172558
	Mddesvest	0.0528194	0.008257	6.4	0	0.0366358	0.0690029
	_cons	0.0275895	0.0013291	20.76	0	0.0249846	0.0301944
Endogenous VaRiables: inf tb3m desvest premium rgdpch							
Exogenous Variables: d1mdinf mdrdpch mdtb3m d1mdtb3m mdinf d1mddesvest vol d1mdpremium mddesvest d1mdrgdpch							

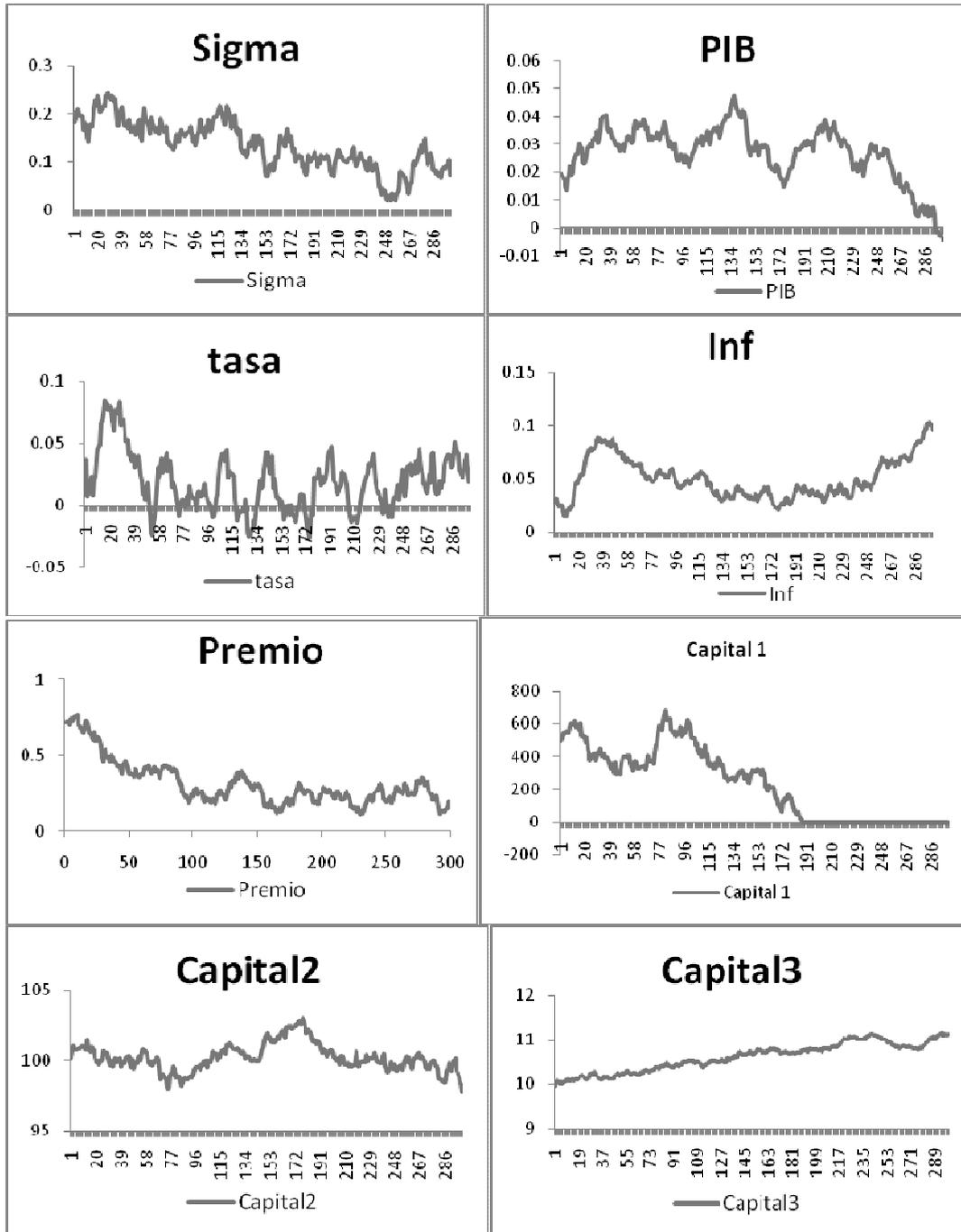
Fuente: Elaboración propia con datos de la simulación.

La tabla anterior muestra los resultados de mínimos cuadrados en dos etapas tomando como variables dependientes los cambios en la inflación, *inf*, los cambios en la tasa de los *T-bills* a tres meses, *tb3m*, los cambios en la desviación estándar del *DJIA*, *desvest*, los cambios en el premio al riesgo, *premium*, y los cambios en el RGDP con base 2005, *rgdpch*. Del mismo modo, se toman las desviaciones respecto a la media de las mismas variables como variables exógenas al modelo.

Como puede observarse, la mayor parte de los parámetros resultan significativos, además de tener coeficientes de ajuste relativamente buenos, aunque persisten problemas en algunos parámetros y los residuales no son ruido blanco, lo que indica la posible existencia de dependencia de orden superior.

En el caso de los modelos calibrados, la mejor manera de conocer su efectividad es compararlos con los movimientos de las variables observadas. En efecto, una serie de trayectorias del sistema cercanas a las observadas son un buen indicador de la calidad de los parámetros usados, pues éstos indican que son localmente similares a los reales. En la figura 18 se muestra una trayectoria obtenida mediante los parámetros de la simulación, posteriormente se presentan los valores de los parámetros y los resultados de la simulación.

Figura 18. Simulaciones para variables seleccionadas usando el sistema de ecuaciones dado en (6) y tres bancos que siguen las reglas (7) y (8)



Fuente: Elaboración propia con datos de la simulación.

Es necesario aclarar que el modelo es un sistema sumamente sensible a variaciones en los parámetros, esta característica no hace sino confirmar la naturaleza volátil de la

economía. También es necesario destacar que la trayectoria obtenida, con el modelo de tasa corta de Vasicek, para la tasa real de interés resulto ser adecuado ya que puede generar valores negativos para algunos puntos de la muestra, de acuerdo con las diferencias observada entre la tasa de interés nominal y la inflación.

En la siguiente tabla se presentan los valores de los parámetros utilizados en la simulación, como se puede observar éstos son muy similares a los obtenidos en el análisis econométrico. En la tabla también se incluyen los parámetros de volatilidad y de nivel de capitalización de los tres bancos del sistema (con distintos apetitos por el riesgo), en ellos es posible observar la sobreexposición al riesgo del banco más grande²⁷.

Tabla 5. Parámetros usados para la simulación Monte Carlo

Parámetros usados en el experimento Monte Carlo							
Σ		R		A		Y	
β_0	0.24	γ_0	0.46	ξ_0	0.1	ζ_0	0.39
β_1	0.006	γ_1	0.12	ξ_1	0.64	ζ_1	0.007
β_2	0.0008	γ_2	0.21	ξ_2	0.9	ζ_2	
σ_σ		σ_r	0.03	ξ_3	0.08	ζ_3	0.41
				σ_λ	1	σ_y	0.012
Inflación		P. del banco 1		P. del banco 2		P. del banco 3	
η_0	0.042	$\alpha_{0,1}$	-0.2	$\alpha_{0,2}$	-0.2	$\alpha_{0,3}$	-0.2
η_1	0.051	$\alpha_{1,1}$	-0.3	$\alpha_{1,2}$	-0.3	$\alpha_{1,3}$	-0.3
σ_π	0.01	$\alpha_{2,2}$	0.4	$\alpha_{2,2}$	0.4	$\alpha_{2,3}$	0.4
		$\sigma_{1,1}$	100	$\sigma_{1,2}$	1	$\sigma_{1,3}$	0.1
η_2	0.009	Pos. Inic. 1	500	Pos. Inic. 2	100	Pos. Inic. 3	10

Fuente: Elaboración propia con datos de la simulación.

En el modelo, se supone que el líder del mercado asume el mayor riesgo; este supuesto se basa en la literatura existente sobre la hipótesis de “*too big to fail*”, véase O’Hara and Shaw (1990) o Mishkin, Stern and Feldman (2006). Una vez calibrados los parámetros para alimentar el modelo, se hace un experimento Monte Carlo con 10,000 simulaciones²⁸ para determinar las probabilidades de quiebra de los bancos dada la estructura macroeconómica en (6). En la tabla 4 es posible observar el número de quiebras de cada uno de los bancos y sus relaciones con otras posibles quiebras dentro de la misma corrida (en este cuadro no se menciona el orden de las quiebras). En todos los casos, el requerimiento de capital sigue la regla expresada en la ecuación (7) y, por lo

²⁷ De acuerdo con el Tabla 4, la volatilidad del líder es del 20% de sus activos mientras que el resto del sistema es del 1%.

²⁸ La simulación Monte Carlo fue programada en VBA para Excel.

tanto, está referido al número de posiciones que cada banco mantenga en su cartera y de la volatilidad del sistema.

Es importante hacer notar que la suma de cada fila coincide con el número total de quiebras para el banco indicado. El número total de quiebras debe ser entendido como la suma de los eventos aislados (cada banco tuvo 10,000 corridas). Es decir, el objetivo principal de la simulación Monte Carlo es establecer la dependencia en las quiebras de los bancos cuando uno de ellos es considerado “demasiado grande para quebrar”.

En la tabla 6 es posible observar que, a pesar de su tamaño, el banco 1 tiene una mayor probabilidad de quiebra, y es más probable que quiebre solo. En el caso de los bancos seguidores, los resultados son más dramáticos, pues es mayor la probabilidad de quiebras conjuntas que las aisladas, sobre todo las asociadas al banco 1.

Tabla 6. Resumen de quiebras para el experimento Monte Carlo con un líder,

Resumen de quiebras suponiendo un banco líder con comportamiento riesgoso.						
	Totales	Sólo banco i	Con banco 1	Con banco 2	Con banco 3	Q 1,2,3
Banco 1	3627	2456	N.A.	208	177	786
Banco 2	1179	69	208	N.A.	116	786
Banco 3	1136	57	177	116	N.A.	786
Sistema	5942					
Probabilidades incondicionales de quiebra para el sistema bancario						
	Totales	Sólo banco i	Con banco 1	Con banco 2	Con Banco 3	Q 1,2,3
Banco 1	0.36270000	0.24560000	N.A.	0.02080000	0.01770000	0.07860000
Banco 2	0.11790000	0.00690000	0.02080000	N.A.	0.01160000	0.07860000
Banco 3	0.11360000	0.00570000	0.01770000	0.01160000	N.A.	0.07860000
Sistema	0.19806667	Nota: Se supuso un VaR normal al 95% durante el experimento				

Fuente: Elaboración propia con datos de la simulación.

En el siguiente tabla se presentan los resultados del mismo experimento tomando en cuenta el orden de las quiebras, también se presentan las probabilidades condicionales de quiebra del banco j dada la quiebra del banco i . Dada la naturaleza del experimento, se omiten las probabilidades de una quiebra aislada, las cuales permanecen iguales. La tabla 7 proporciona un resumen de quiebras conjuntas. De nuevo, el capital mínimo antes de la quiebra es una variable relacionada con el número de posiciones riesgosas mantenidas por el banco y a la volatilidad del sistema en su conjunto.

Tabla 7. Resumen de quiebras conjuntas con un VaR normal a 95%

Conteo de quiebras conjuntas según su orden			
B_1 a B_i	B_2 a B_i	B_3 a B_i	B_i a $B_{n,i}$
N.A.	30	34	654
178	N.A.	38	70
143	78	N.A.	62

Fuente: Elaboración propia con datos de la simulación.

Tabla 8. Probabilidades condicionales con un banco líder y VaR normal al 95%

Probabilidades condicionales de quiebra			
B_1 a B_i	B_2 a B_i	B_3 a B_i	B_i a $B_{n,j}$
N.A.	0.025445293	0.029929577	0.575704225
0.049076372	N.A.	0.033450704	0.061619718
0.039426523	0.066157761	N.A.	0.054577465

Fuente: Elaboración propia con datos de la simulación.

En la tabla 8 es posible observar un drástico aumento en la probabilidad de quiebra de los bancos pequeños una vez que el banco líder ha quebrado (todas arriba del 54%), sin que esta relación se dé de forma inversa (ninguna por encima del 3%). En efecto, las quiebras conjuntas que menciona en la tabla 6 son condicionadas por la quiebra del primer banco y su poca aversión al riesgo.

Para hacer más evidentes los resultados, se realizará el mismo experimento pero suponiendo que el banco líder tiene la misma volatilidad que el resto del sistema (1%). En la tabla 9 se muestran los resultados.

Tabla 9. Probabilidades incondicionales y condicionales de quiebra para el sistema modelado con un VaR normal al 95%

Resumen de quiebras							Conteo de quiebras según su orden			
	Totales	Sólo B_i	Con B_1	Con B_2	Con B_3	Q 1,2,3	B_1 a B_i	B_2 a B_i	B_3 a B_i	B_i a $B_{n,j}$
Q 1	3499	482	N.A.	464	463	2093	N.A.	124	164	909
Q 2	3283	312	464	N.A.	417	2093	341	N.A.	134	699
Q 3	3220	250	463	417	N.A.	2093	300	284	N.A.	488
Q tot	4481									
Probabilidades incondicionales de quiebra para el sistema bancario							Probabilidades condicionales de quiebra			
	Totales	Sólo B_i	Con B_1	Con B_2	Con B_3	Q 1,2,3	B_1 a B_i	B_2 a B_i	B_3 a B_i	B_i a $B_{n,j}$
Q 1	0.3499	0.04820	N.A.	0.04640	0.04630	0.20930	N.A.	0.03777	0.0509	0.28229
Q 2	0.3283	0.03120	0.04640	N.A.	0.04170	0.20930	0.0974	N.A.	0.0416	0.21708
Q 3	0.3220	0.02500	0.04630	0.04170	N.A.	0.20930	0.0857	0.08650	N.A.	0.15155
Q tot	0.1494									

Fuente: Elaboración propia con datos de la simulación.

A partir del experimento anterior es posible apreciar que la probabilidad condicional de quiebra de los bancos seguidores se reduce drásticamente después de que el banco líder disminuye su volatilidad, de hecho las probabilidades se hacen muy similares excepto para el banco 3 cuyos activos son demasiado pequeños para garantizar su supervivencia. Este resultado, congruente con la idea planteada al inicio del trabajo, sugiere que permitir

la quiebra de cualquier banco para hacer reales las consecuencias de una política de inversión arriesgada reduce el riesgo en el sistema bancario y con ello el costo de los rescates.

El experimento anterior también demuestra que, aun cuando los bancos aluden a los requerimientos de capital y transparencia exigidas por la legislación actual; ecuaciones (7) y (8), existen posibilidades de quiebras masivas dada la estructura oligopólica del sistema financiero y el respaldo del gobierno a estas entidades, *i.e.* la arquitectura del sistema promueve el comportamiento arriesgado y con ello las fallas sistémicas.

De acuerdo con los resultados obtenidos a través de las simulaciones, se presentan a continuación un resumen de las pérdidas del sistema financiero después del incumplimiento masivo del mercado *subprime*.

Tabla 10. Pérdidas bancarias globales durante la crisis *subprime*

Pérdida en el Sistema Financiero por Hipotecas Subprime Mayo de 2007			
Banco	Créditos perdidos y eliminados (billones de dólares)	Compañía Aseguradora	Créditos perdidos y eliminados (billones de dólares)
Wachovia	96.5	AIG	60.9
Citigroup	65.7	Ambac	10.6
Merrill Lynch	55.9	Metlife	7.2
UBS	48.6	Hartford Financial	6.9
Washington Mutual	45.6	Prudential Financial	4.4
HSBC	33.1	Allstate Corp	4.4
Bank of America	27.4	MBIA	4.3
National City	26.2	Allianz	4.1
JP Morgan Chase	20.5	Swiss Re	4
Wells Fargo	17.7	Lincol National	3.6
Morgan Stanley	15.7	Total Mundial	142.4
Royal Bank of Scotland	15.2	Freddie Mac	58.4
Lehman Brothers	13.8	Fannie Mae	56
Credit Suisse	13.3		
Total Mundial	709.4	Total	114.4

Fuente: A partir de información de Bloomberg.com y Financial Times.

Es importante destacar que el episodio de turbulencia financiera continuó después del desastre de *Citigroup*, la tabla 9 y figura 18 presentan algunos de los daños causados por el episodio durante la parte más álgida de la crisis. Durante esta periodo, la volatilidad aumentó en forma acelerada por el incumplimiento en el pago de las hipotecas de alto riesgo, lo cual de manera inmediata condujo a fuertes pérdidas bancarias y problemas de liquidez de los principales bancos estadounidenses, tal y como lo anticipa el modelo.

El 15 de junio de 2007, el banco de inversión Bear Stearns anunció que dos de sus fondos de cobertura estaban en problemas, perdiendo 1,600 millones de dólares. Mientras que el 09 de agosto, BNP Paribas Investment Partners suspendió los fondos de inversión denominados ABS Euribor, ABS Eonia y Parvest Dynamic ABS que incluían hipotecas del tipo subprime y generó pérdidas con un valor de 2,000 millones de euros. En el mismo mes de agosto la hipotecaria Countrywide Financial sufre pérdidas en sus cotizaciones ante el rumor de bancarota, requiriendo financiamiento de emergencia por un valor de 11,500 millones de dólares. A la crisis en Countrywide le siguió una cascada de compañías del sector hipotecario que comenzaron a tener problemas de liquidez como First Magnus Financial, American Home Mortgage, National City Home Equity y Blackstone; además de los gigantes Fannie Mae y Freddie Mac.

El banco regional público alemán Sachsen LB en Sajonia, fue rescatado por un grupo de cajas de ahorro de ese país mediante un crédito de 17,300 millones de euros. Mientras que el Banco de Inglaterra inyectó 6,400 millones de euros a la tercera hipotecaria de ese país Northern Rock que sufrió problemas de liquidez que afectaron otras entidades del sector, como Bradford & Bingley, que perdió el 8% en sus acciones; Alliance & Leicester, que registró una baja del 7% y HBOS con un descenso del 4% en sus acciones.

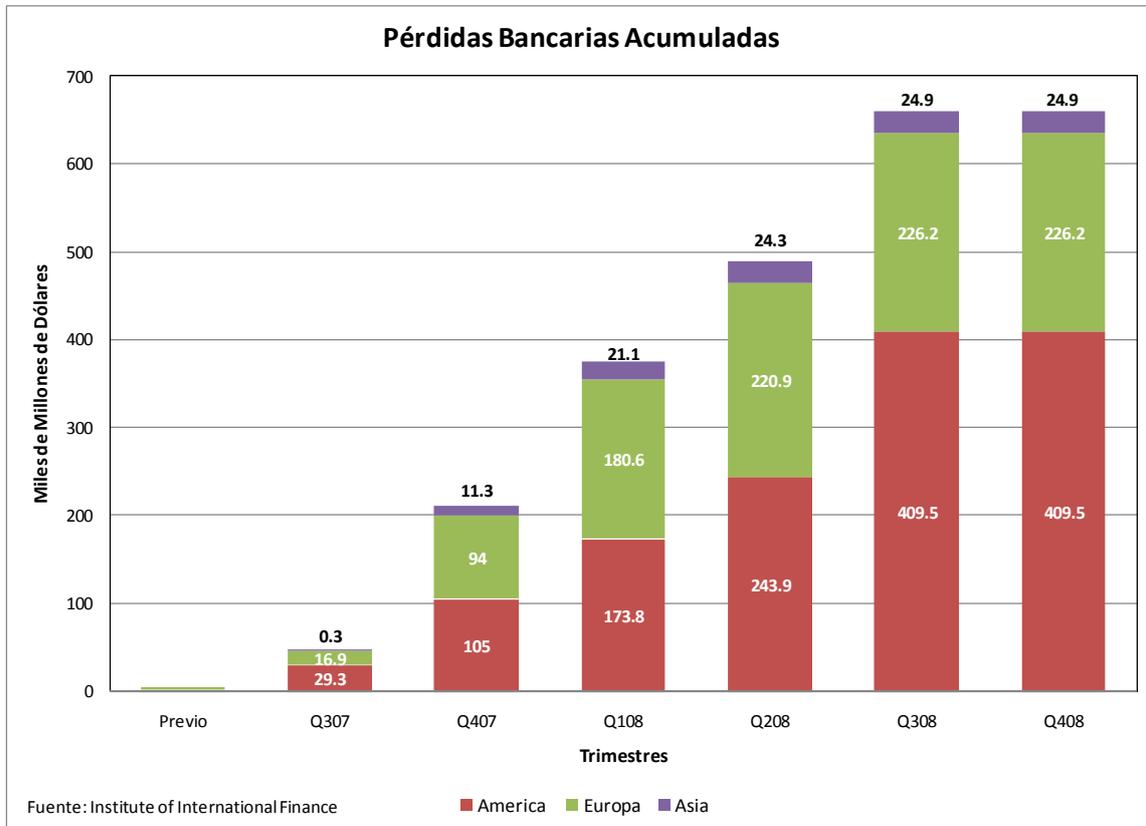
El banco Wachovia la cuarta institución financiera más importante de los Estados Unidos anuncia en noviembre del 2007, pérdidas por más de 1,100 millones de dólares. Mientras que los bancos de inversión Merrill Lynch y Morgan Stanley anunciaron pérdidas crediticias por 7,900 millones de dólares y 9,000 millones de dólares, respectivamente.

El banco de inversión Bear Stearns entra en proceso de quiebra en marzo del 2008 y es adquirido por JP Morgan Chase a un precio de 236 millones de dólares con la ayuda financiera de la Reserva Federal. Algunos otros bancos presentaron pérdidas importantes en sus Estados Financieros como consecuencia de la crisis de las hipotecas subprime, destacando el Bank of Scotland, el Banco UBS, HSBC y Citigroup por mencionar algunos.

El 15 de septiembre el banco de inversión Lehman Brothers se declaró en quiebra como consecuencia de una pérdida de 3,900 millones de dólares en un solo trimestre, así como al fracaso de las conversaciones con la Reserva Federal para su rescate, situación que orillo al banco a acogerse al capítulo 11 de la ley de quiebras de los Estados Unidos. Ese mismo día el índice accionario Dow Jones cayó 504.48 puntos.

El 21 de septiembre los dos últimos bancos de inversión Goldman Sachs y Morgan Stanley se convirtieron en bancos comerciales, con lo que se da término a la separación entre banca de inversión y comercial que contemplaba el acta Glass-Steagall de 1933.

Figura 19. Pérdidas bancarias en la crisis subprime



Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Internacional de Finanzas

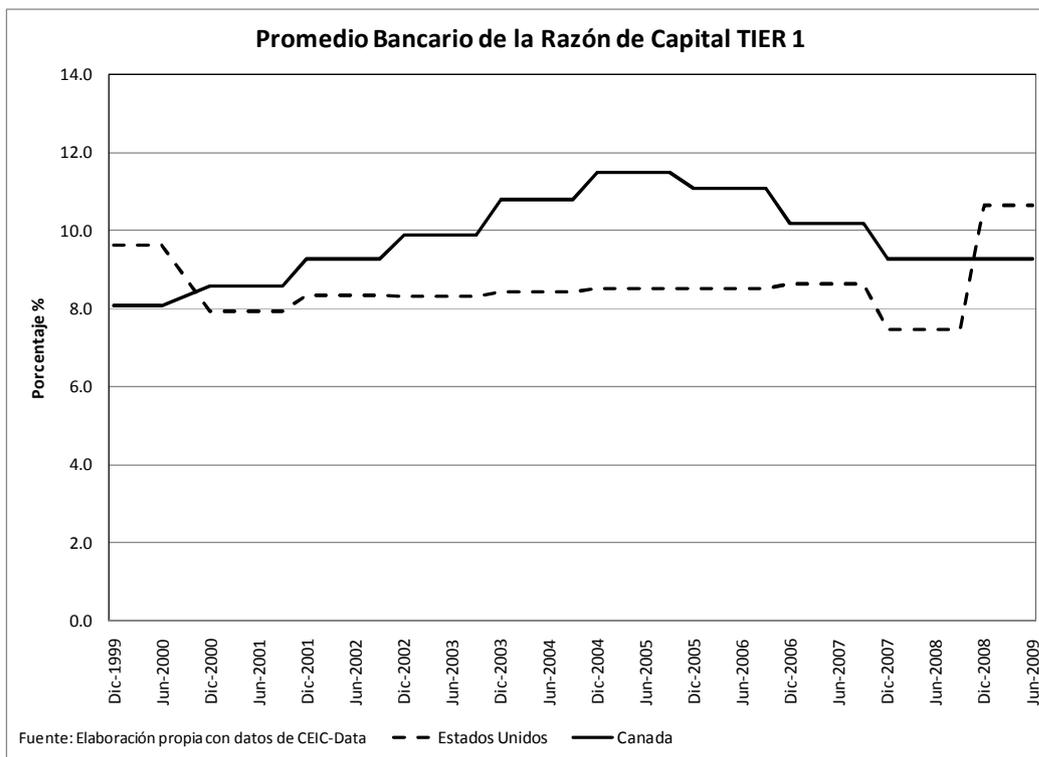
En la figura 19 se muestran las pérdidas acumuladas en el sector bancario, a raíz de la crisis de las hipotecas subprime por región geográfica. Como era de esperarse los bancos que experimentaron mayores pérdidas en el periodo del 2007 al 2008 se encontraron en el continente americano y de manera particular en los Estados Unidos, las cifras son impresionantes, ya que para el cuarto trimestre del 2008 las pérdidas de los principales bancos en la región rondaban los 409,000 millones de dólares. Los bancos asiáticos fueron los que tuvieron menores pérdidas, no así los bancos europeos que para el mismo cuarto trimestre del 2008, registraron una pérdida acumulada de 226,200 millones de dólares.

Ante el escenario de crisis sistémica en los mercados financieros internacionales y pérdidas históricas en el sector bancario comercial, no se hizo esperar las inyecciones de liquidez por parte de los principales bancos centrales del mundo, entre los que se destaca el esfuerzo coordinado de la Reserva Federal, el Banco Central Europeo y el Banco Central del Japón que en tan sólo cuatro días inyectaron recursos por cerca de 220,445 millones de dólares, situación que muestra la magnitud de la crisis financiera. Algunas estimaciones señalan que el costo de la crisis podría rondar los 2 trillones de dólares, ya que simplemente el Plan de Rescate por Activos Tóxico instrumentado en los Estados

Unidos por 700,000 millones de dólares representó un 6% del Producto Interno Bruto de ese país.

En la figura 20 se muestran los niveles de capitalización promedio de los bancos de los Estados Unidos, que claramente comenzaron a disminuir su razón de capital básico (TIER 1) en niveles cercanos al piso mínimo del 8% establecido por el Acuerdo de Basilea II, situación que requirió la intervención del gobierno norteamericano para inyectar capital a los bancos mediante la compra de sus activos tóxicos.

Figura 20. Bancos de Norteamérica-Razón TIER1



En la figura 21 se puede observar que los bancos europeos también requirieron inyecciones importantes de capital para poder mantener los niveles de capitalización óptimos como fue el caso de Alemania. La crisis de la deuda que experimentan países como Grecia, Italia, Irlanda requerirá de inyecciones de capital adicional que eviten una corrida sobre todo el sistema de la zona euro, ya que no se puede realizar el ajuste sobre el tipo de cambio al compartir una moneda en común, aunque no se tengan bonos europeos que permitan compartir el mismo nivel de riesgo en la colocación de deuda, es decir, aquí se hace una diferenciación que no puede ser absorbida por el tipo de cambio.

Los bancos japonés se encuentran en una situación complicada, ya que siguen teniendo tasas de ahorro muy altas, que por ende generan un bajo consumo y que la economía se encuentre con problemas de desaceleración económica y en algunos casos de recesión, que complican que la gente solicite crédito y pueda liquidarlo. Los niveles de capitalización básica denominada TIER 1 se encuentra en los niveles de la regulación de

Basilea, pero requiere de inyecciones adicionales de capital que le permitan competir en un escenario de mayor volatilidad (véase figura 22).

Figura 21. Bancos de Europa-Razón TIER1

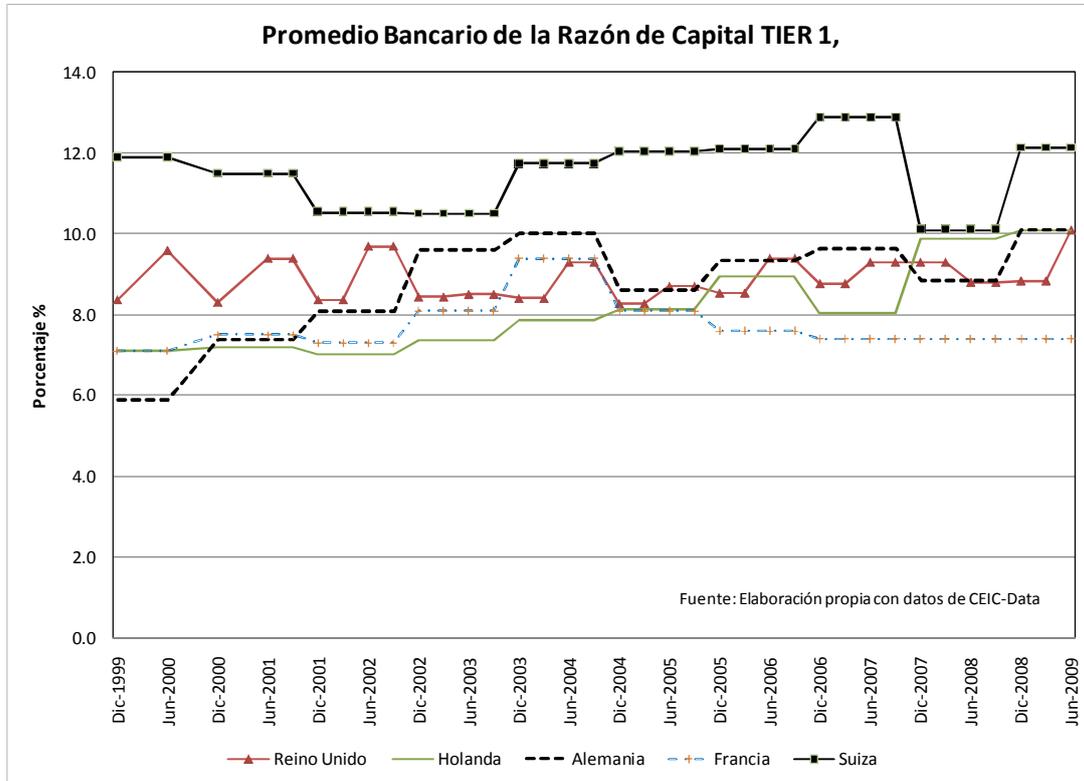
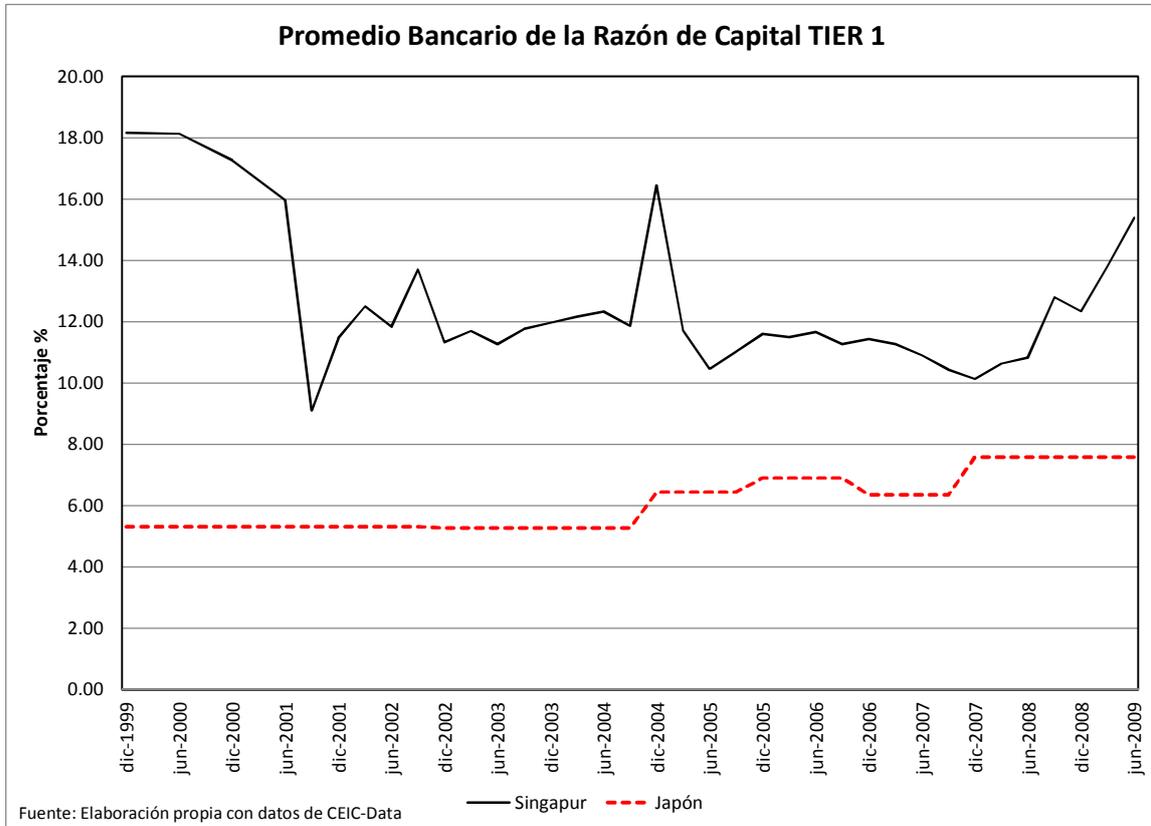
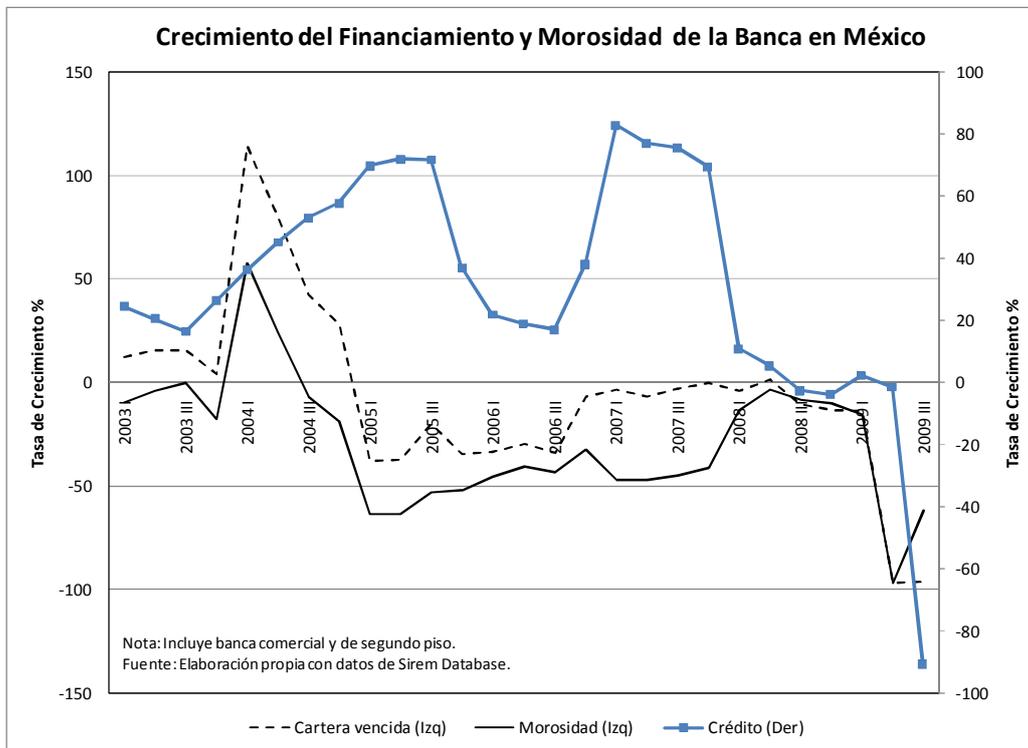


Figura 22. Bancos de Asia-Razón TIER1



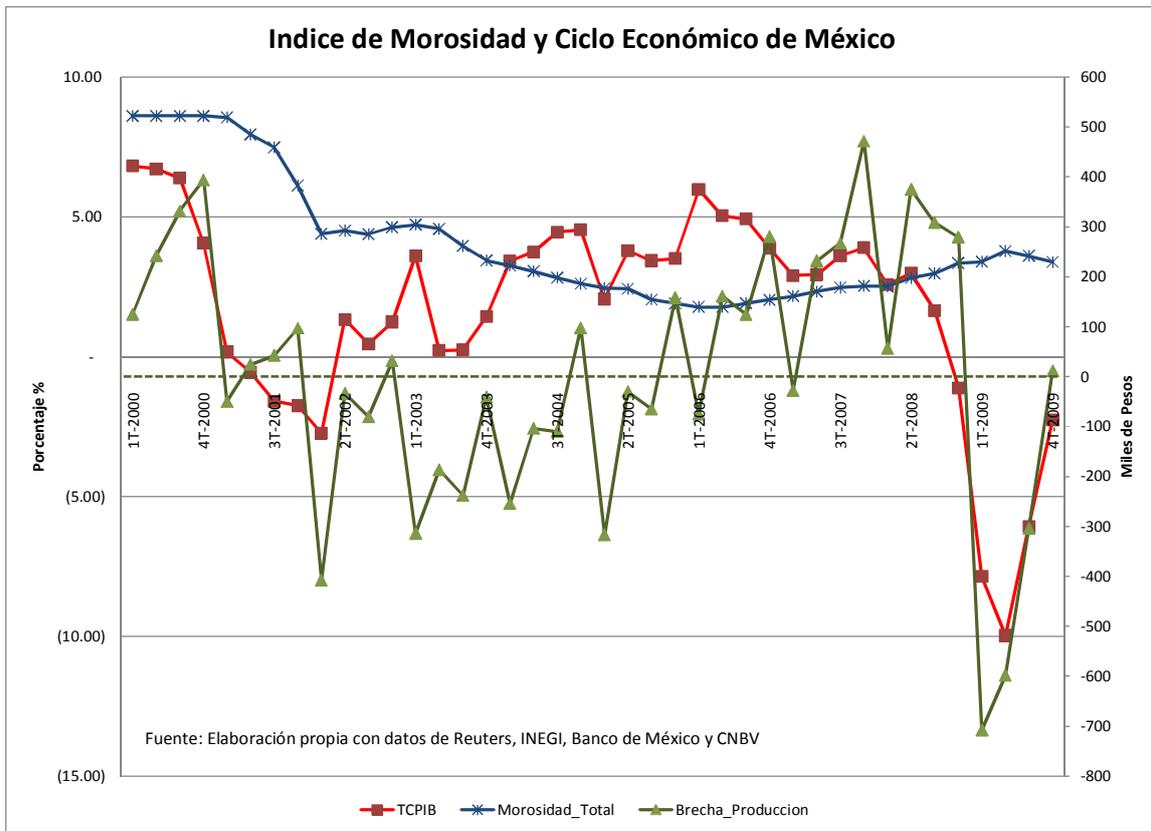
En el caso de México la tasa de crecimiento del crédito comenzó en un descenso sostenido y para el tercer trimestre del 2008 la tasa fue negativa, lo que se reflejó en una desaceleración de la demanda y por ende del crecimiento económico que se expresaría en tasas de desempleo en niveles record tanto para México como los Estados Unidos (véase figura 23).

Figura 23. Financiamiento y Morosidad en México



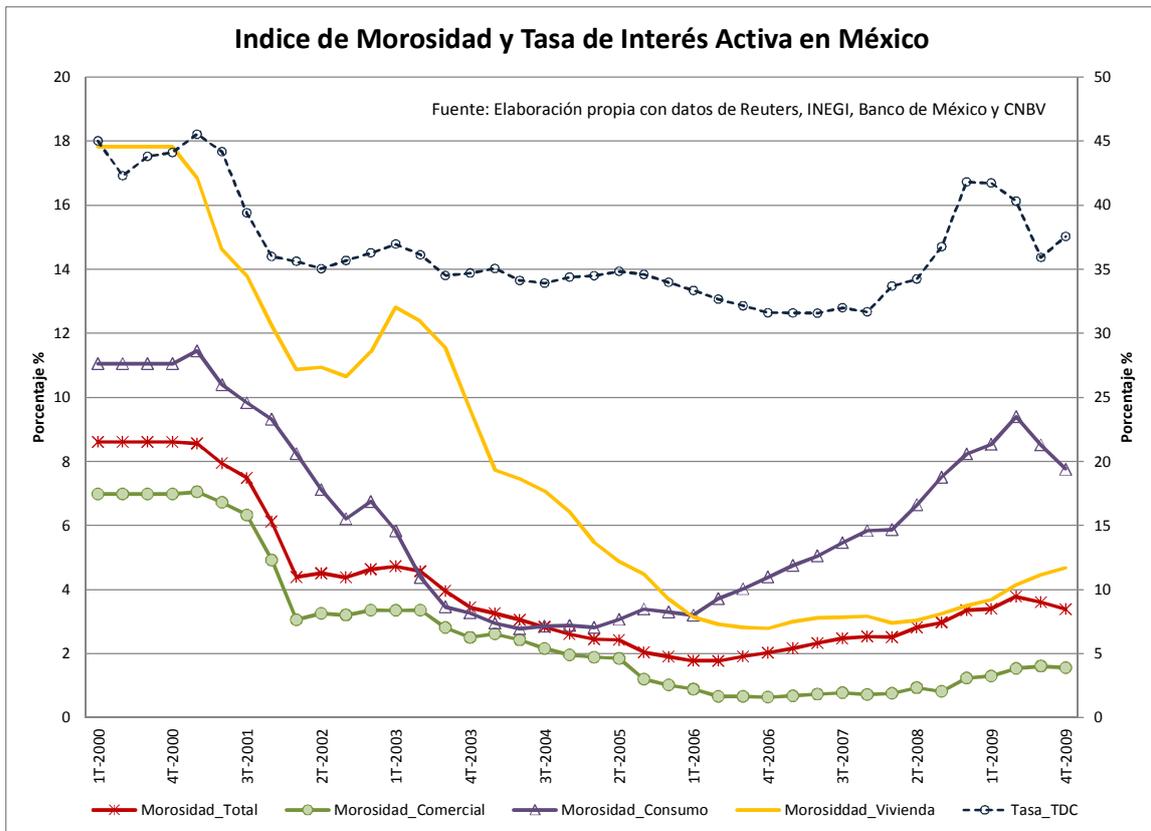
Las restricciones en el crédito de la banca comercial de México propicio una caída importante de la actividad económica, medida a través del Producto Interno Bruto, que tuvo su caída más importante en 2009, y que con el alto nivel de desempleo se reflejó en un aumento del índice de morosidad total y en particular del índice de morosidad asociado al crédito comercial y al consumo, aunque en niveles estables y controlables para la banca (véase figura 24).

Figura 24. Morosidad y ciclo económico en México



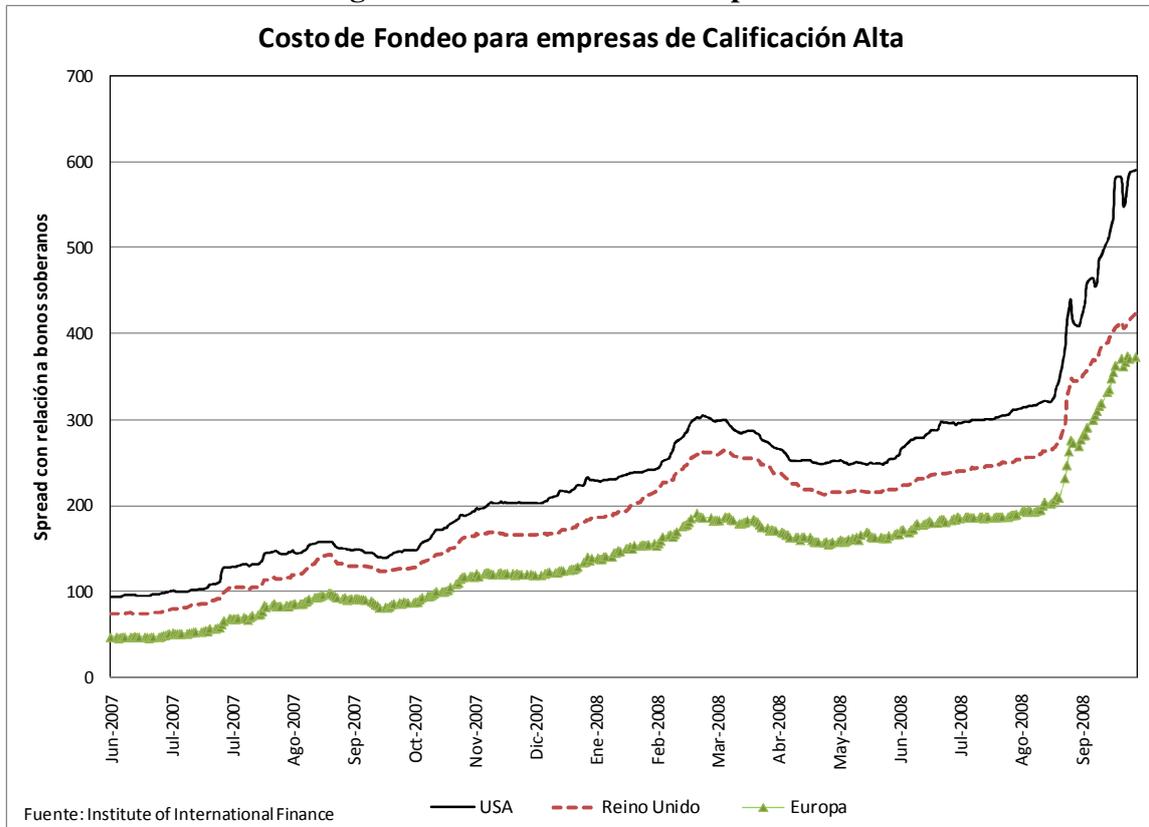
En la figura 25 se observa el incremento del índice de morosidad asociados al crédito comercial, vivienda y consumo; siendo éste último el que ha experimentado un mayor crecimiento que se asocia a las altas tasas actividad que se pagan en las tarjetas de crédito y que ubican en promedio en 40%, aunque si contemplamos el Costo Anual Total, CAT, puede alcanzar los niveles de 70%, por lo que es de vital importancia que se incremente la competencia en el sector que permita reducir el spread entre tasa activa y pasiva y no sea un simple reparto de las ganancias entre bancos que operan como un oligopolio.

Figura 25. Morosidad y tasa de interés activa en México



Las inyecciones de liquidez por parte de los bancos centrales no fueron suficientes para evitar el incremento en el costo de fondeo para el total de las empresas alrededor del mundo (que incremento la probabilidad de bancarrota), ante el evidente riesgo sistémico en todo el mercado financiero. Ni siquiera las empresas con calificación alta en sus emisiones lograron evitar el incremento en el costo del fondeo como se observa en la figura 26. Las cifras para el período que comprende de junio del 2007 a septiembre del 2008 son impresionantes, ya que las compañías norteamericanas tuvieron que pagar un spread adicional de casi 500 puntos base, mientras que las compañías del Reino Unido y Europa lo hicieron en razón de 300 y 220 puntos base, respectivamente.

Figura 26. Costo de fondeo empresas



4.5. Estimaciones del VaR y el CVAR para la Banca Comercial de México

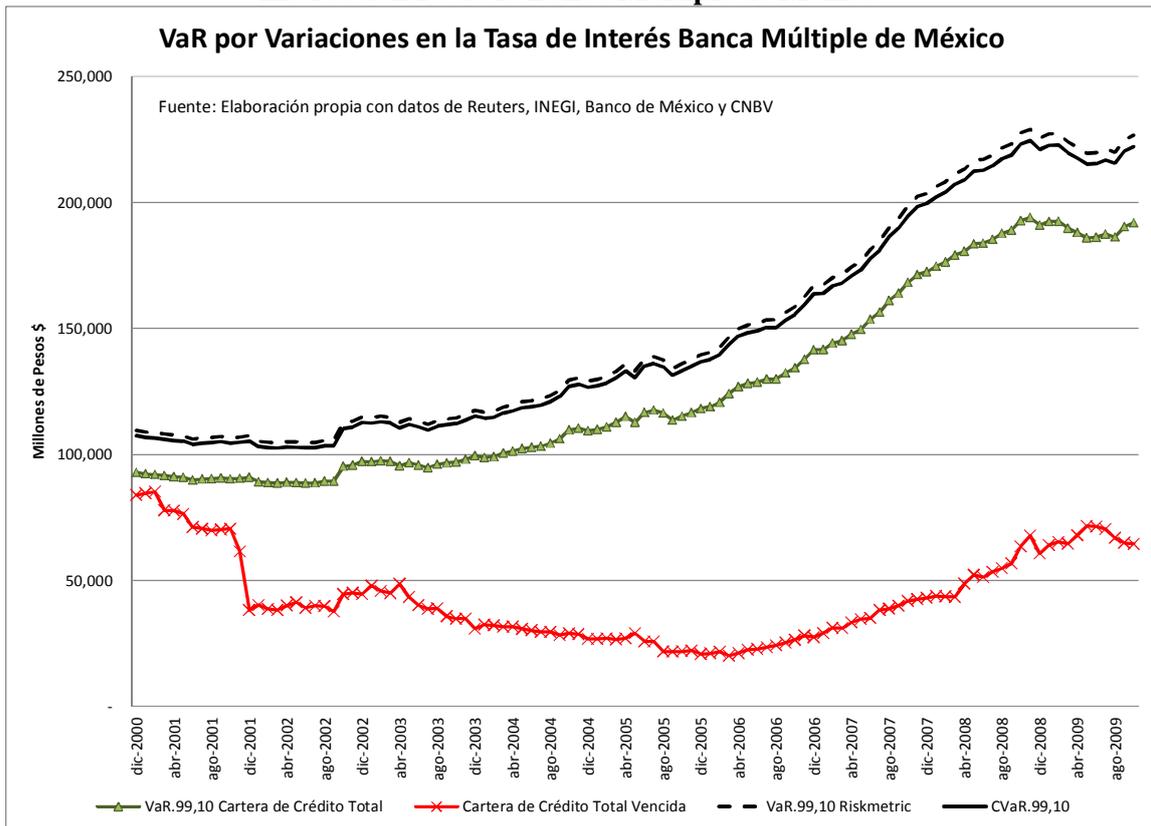
Se estimó el VaR para la cartera total de crédito de las instituciones de Banca Múltiple de México. Los resultados que se muestran en la figura 26, indican que desde la crisis subprime y años previos se había incrementado la probabilidad de una pérdida en un horizonte de 10 días, teniendo como consecuencia la necesidad de mayores requerimientos de capital.

A lo largo del trabajo se ha indicado que el VAR no es una medida coherente de riesgo, por lo que se decidió estimar el Conditional VaR (CVaR) que si es una medida que cumple con el axioma de subaditividad y por lo tanto es una medida coherente de riesgo. Al estimar el CVAR se la cartera total de crédito de las instituciones de banca múltiple ante cambios en la tasa de interés se observa que la pérdida máxima se incrementó en el mismo horizonte de tiempo y grado de confiabilidad, ya que ésta medida de riesgo si logra captar la mayor volatilidad existente en el mercado y que es consistente con los niveles de cartera vencida que se presentaron a finales del 2008 y 2009.

El riesgo de las hipotecas subprime se transmitió al sector bancario, no sólo en las posiciones que se tenía en dichos instrumentos, sino también en los bonos ligados a las hipotecas de alto riesgo y el incremento que experimentaron las tasas de interés,

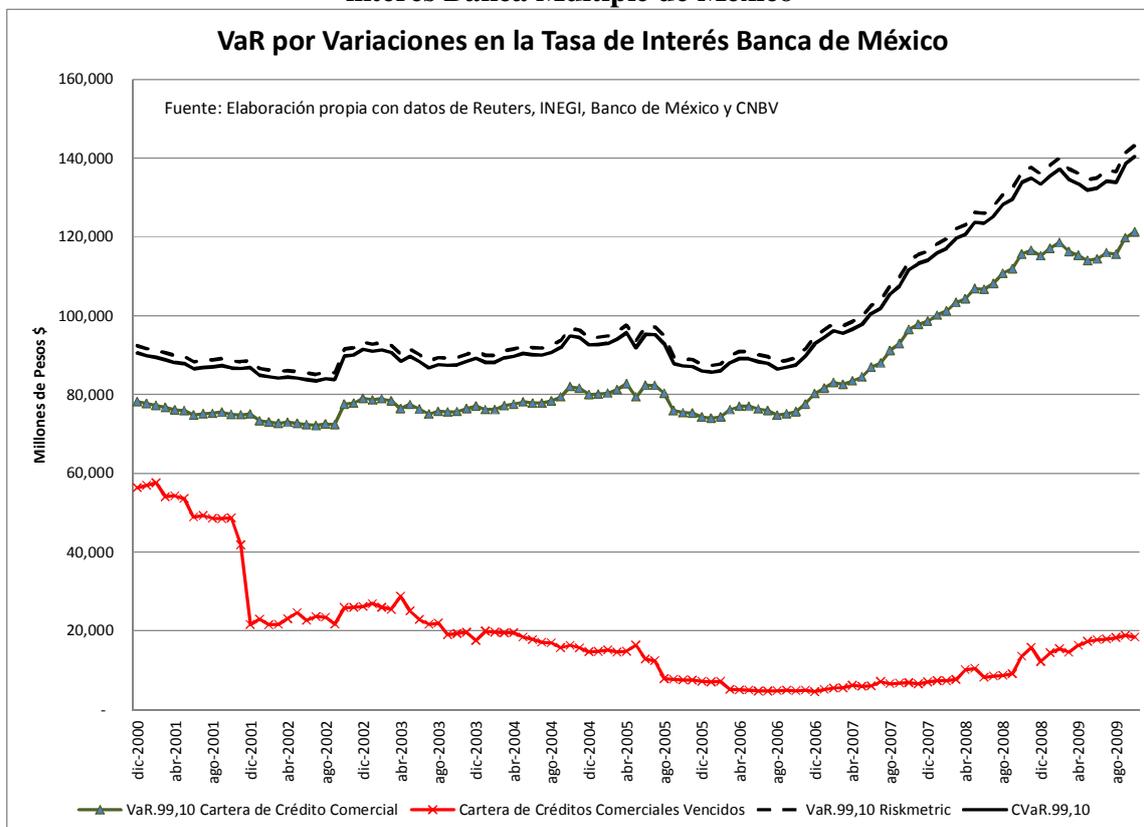
afectando el desempeño de los bancos estadounidenses y mexicanos como se muestra en la en la figura 27 con la estimación de Valor en Riesgo (VaR) en un horizonte de 10 días a un nivel de confianza del 99% de la cartera de crédito de México, acompañada del VaR condicional (CVaR) que si es una medida coherente de riesgo.

Figura 27. VaR y CVaR de la cartera de crédito total por cambios en la tasa de interés dentro de la Banca Múltiple de México



En la figura 28 se muestra el VaR para la cartera de crédito comercial generado por cambios en la tasa de interés, los resultados muestran un incremento acelerado de una potencial pérdida durante la crisis subprime, siendo más claro cuando se estima el CVAR; aunque los créditos vencidos se mantuvieron constantes.

Figura 28. VaR y CVAR cartera de crédito comercial ante cambios en la tasa de interés Banca Múltiple de México



En la figura 29 se muestra el VaR para la cartera de crédito al consumo generado por cambios en la tasa de interés, los resultados muestran un incremento exponencial de una potencial pérdida durante la crisis subprime, siendo más claro cuando se estima el CVAR; aunque los créditos al consumo a diferencia del comercial mostró incrementos significativos. Por lo que es evidente que el mayor riesgo al que está expuesto el sector bancario de México es por el lado del crédito al consumo, a diferencia de los Estados Unidos en que la exposición mayor fue en hipotecas, recordemos que en el caso de México el mayor número de hipotecas son otorgadas por el Infonavit y el Fovisste y que se maneja mediante el esquema de cotización de salarios mínimos y un tope máximo que se le puede descontar al trabajador, por lo que el riesgo es muy bajo, más aún si reconocemos el esfuerzo del Infonavit de instrumentar un proceso integral de administración de riesgos que no sólo beneficie a la Institución, sino también a sus usuarios. En la gráfica 30 se logra ver el impacto de la cartera vencida en la vivienda en donde a pesar de tener un incremento importante, es menor de lo que se esperaría y a lo sucedido en los Estados Unidos.

Figura 29. VaR y CVAR cartera de crédito al consumo ante cambios en la tasa de interés Banca Múltiple de México

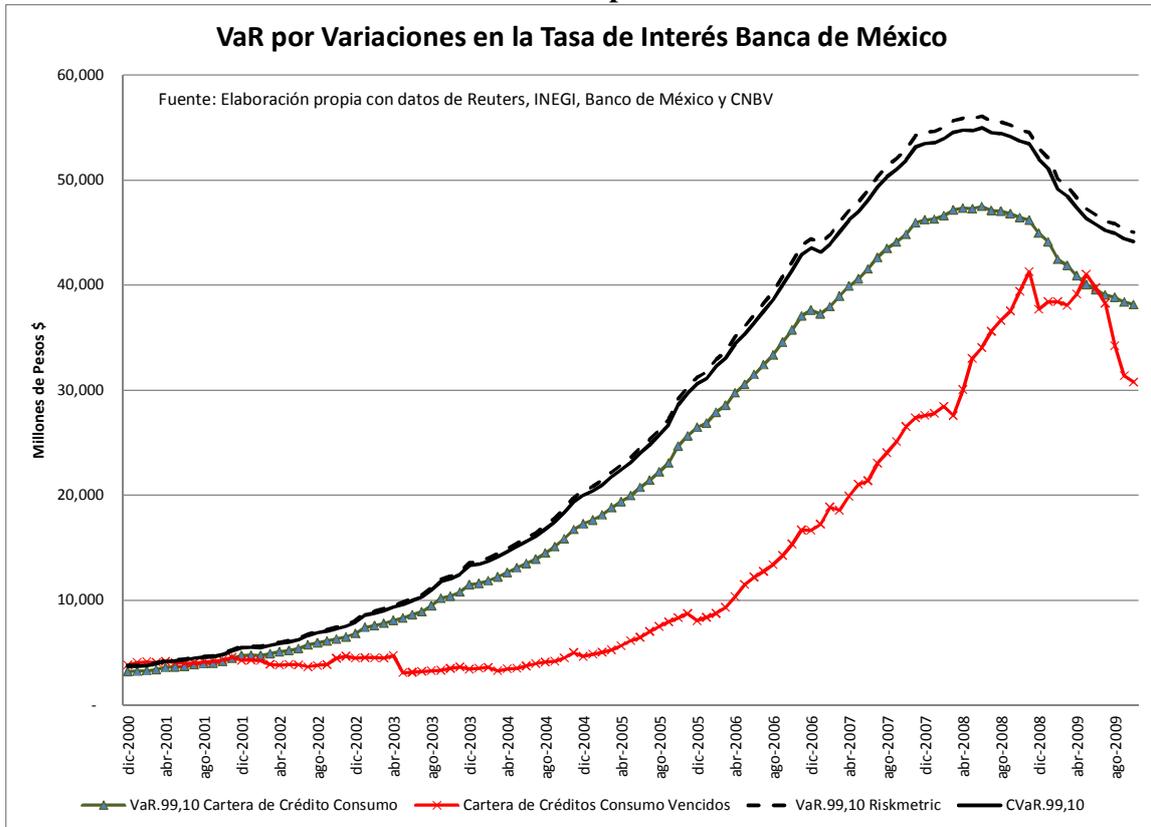
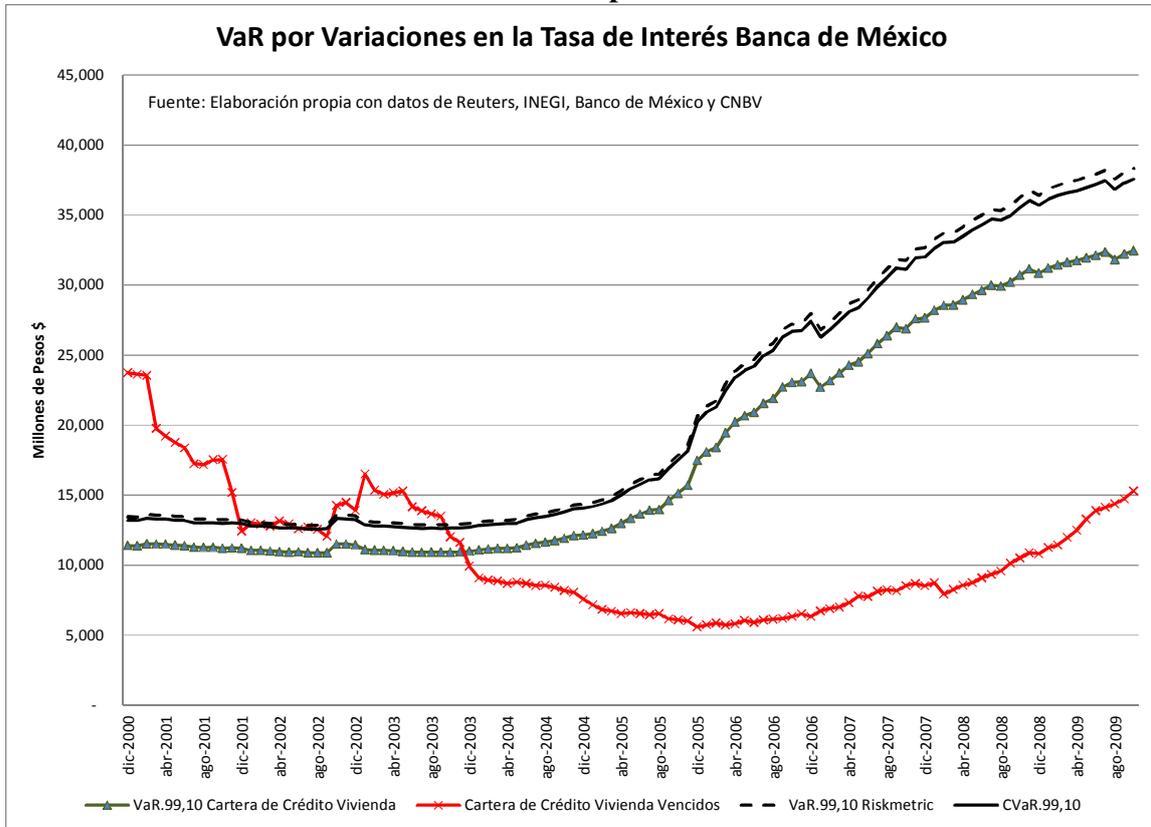
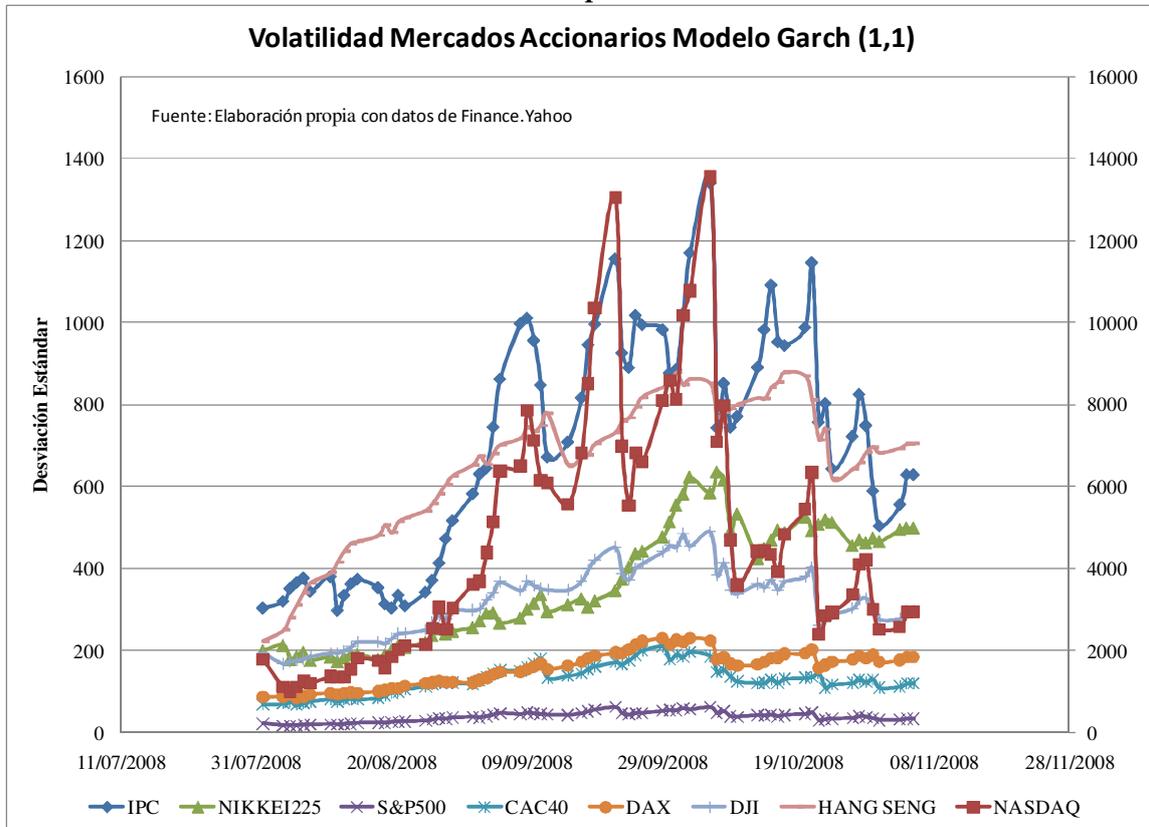


Figura 30. VaR y CVAR cartera de crédito a la vivienda ante cambios en la tasa de interés Banca Múltiple de México



En la figura 31 se presentan volatilidades de diferentes índices accionarios alrededor del mundo, es importante notar que estas volatilidades presentan patrones similares a los reproducidos por las simulaciones del modelo y que la volatilidad no permanece constante a lo largo del tiempo, por lo que la restricción de capital tampoco lo será.

Figura 31. Volatilidades para índices accionarios alrededor del mundo durante la crisis *subprime*.



El episodio descrito en párrafos anteriores no hace sino corroborar la idea de un riesgo sistémico que, activado por un cambio habitual en una variables macroeconómica, llevó a una alza de la tasa de interés, lo cual desencadenó una serie de eventos que alimentaron una espiral de volatilidad que sacudió a todo el sistema financiero. Lo que inició con el incumplimiento de un sector riesgoso del mercado hipotecario, se convirtió en una carrera por deshacerse de los “activos tóxicos”, ocasionando una caída en sus precios y un aumento en la volatilidad.

Este fenómeno, sumado al concepto de “demasiado grande para quebrar”, provocó una sobreexposición al riesgo que inició el proceso de quiebra de muchos bancos que, antes de la crisis, parecían colosos inamovibles. En efecto, la idea de ser “demasiado grande para quebrar” provoca no sólo un comportamiento más riesgoso del banco, sino que aumenta las probabilidades de quiebra del resto del sistema financiero.

4.6. Derivados y el riesgo de mercado

El auge de los instrumentos derivados en los bancos se explica en parte, a que la primera función de ellos es la de proporcionar un mecanismo de cobertura frente al riesgo de mercado, es decir, ante la posibilidad de que el precio de mercado de un instrumento

financiero varíe ocasionando pérdidas o menores beneficios. Atendiendo a las causas de esta variación, cabe destacar tres variantes del riesgo de mercado (Bello y Rangel, 2007).

La primera de ellas, el riesgo de tipo de interés, el cual mide las posibles pérdidas, que pudieran generar una variación en el nivel o estructura de los tipos de interés. A su vez, este riesgo sólo se asume si se mantienen posiciones abiertas, que son aquellas en las que el plazo de vencimiento (o de modificación de los intereses, si se trata de un instrumento financiero con tipo de interés variable) de un activo no coincide con el del pasivo con el que se financia. Cuando el plazo del activo es superior al del pasivo, la posición se denomina larga y produce pérdidas. Ante variaciones de igual signo de los tipos de interés, una posición corta (plazo del pasivo superior al del activo) origina resultados contrarios.

La segunda modalidad de riesgo de mercado es el riesgo de tipo de cambio, que mide las pérdidas, que pueden originar variaciones en el tipo de cambio de la moneda nacional frente a la moneda en la que están denominados los distintos activos y pasivos. En este caso, la posición frente a una moneda se considera larga cuando, para una determinada fecha, el importe de los activos supera al de los pasivos y corta, en caso contrario. Es evidente que con una posición larga respecto a una moneda, una elevación del tipo de cambio de la moneda nacional frente a ella (depreciación de la moneda extranjera), producirá una disminución de beneficios, y un aumento si la posición fuese corta.

La tercera forma del riesgo de mercado considerada, se refiere a las posibles pérdidas originadas por variaciones en el precio de los valores de renta variable. Es evidente que si estas variaciones se deben únicamente a modificaciones de los tipos de interés, se tratará del primer caso de los antes mencionados. Sin embargo, las cotizaciones de esta clase de valores dependen de un conjunto de factores mucho más amplios, entre los que destaca la solvencia de su emisor, la cual incluye la capacidad de generar beneficios, que normalmente no influyen en el precio de mercado del pasivo con el que se financia la inversión. Se trata por tanto de una forma de riesgo de mercado heterogénea respecto a las anteriores.

Frente a todas estas formas de riesgo de mercado, el procedimiento de cobertura es el mismo, ya que consiste en realizar operaciones que contribuyan a disminuir la exposición al riesgo, es decir, compraventas a plazo o adquisición o emisión de opciones, de forma que las posiciones abiertas previas se cierren total o parcialmente, es decir, el procedimiento de cobertura consiste en asegurar hoy el precio de las operaciones financieras, activas o pasivas, que van a tener que realizarse en el futuro. Por ello, la perfección de la cobertura será tanto mayor cuanto más exactamente coincidan para la posición abierta y para la operación de cobertura, para lo cual debemos de considerar:

- a) Los importes de inversión
- b) Las fechas o plazos de la inversión

- c) La variabilidad del precio del instrumento financiero en el que se registra la posición abierta y del activo subyacente en la operación de cobertura, si no son el mismo.

Es por ello, y siempre que se encuentre exactamente la contrapartida buscada, las operaciones presentan un mayor grado de precisión en las coberturas. Es evidente que, si el activo subyacente de la operación de cobertura no es el mismo que el que origina el riesgo, al menos los factores que influyen en la variabilidad del precio de ambos y en la magnitud de ésta, han de ser lo más similar posible.

Las operaciones de cobertura vienen dadas por el deseo de reducir o eliminar el riesgo que se deriva de la fluctuación del precio del activo subyacente. Cabe señalar como regla general, una posición compradora o “larga” en el activo al contado se cubre con una posición vendedora o “corta” en el mercado de futuros. La situación inversa, es decir, una posición “corta” en el activo al contado, se cubre con una posición compradora o “larga” en el mercado de futuros. La cobertura resulta ser más efectiva cuanto más correlacionados estén los cambios de precios de los activos objeto de cobertura y los cambios de los precios de los futuros. Es por ello, por lo que la pérdida en un mercado viene compensada total o parcialmente por el beneficio en el otro mercado, siempre y cuando se hayan tomado posiciones opuestas.

La breve descripción realizada de los mecanismos de cobertura pone de manifiesto dos aspectos importantes. El primero, la necesidad de cobertura no deriva del volumen de operativa en los mercados, sino muy especialmente del volumen y estructura de las carteras y de la forma de financiarlas. El segundo, siempre que la magnitud y las causas de la variabilidad de su precio sean similares, es decir, siempre que sus respectivos mercados estén suficientemente integrados, se pueden realizar operaciones de cobertura basadas en un activo subyacente para disminuir los riesgos derivados de posiciones abiertas en otros instrumentos diferentes. Esto explica la posibilidad de utilizar como subyacentes activos nocionales, que no existen en la realidad, o diversos activos, en las operaciones de cobertura.

4.6.1. Futuros

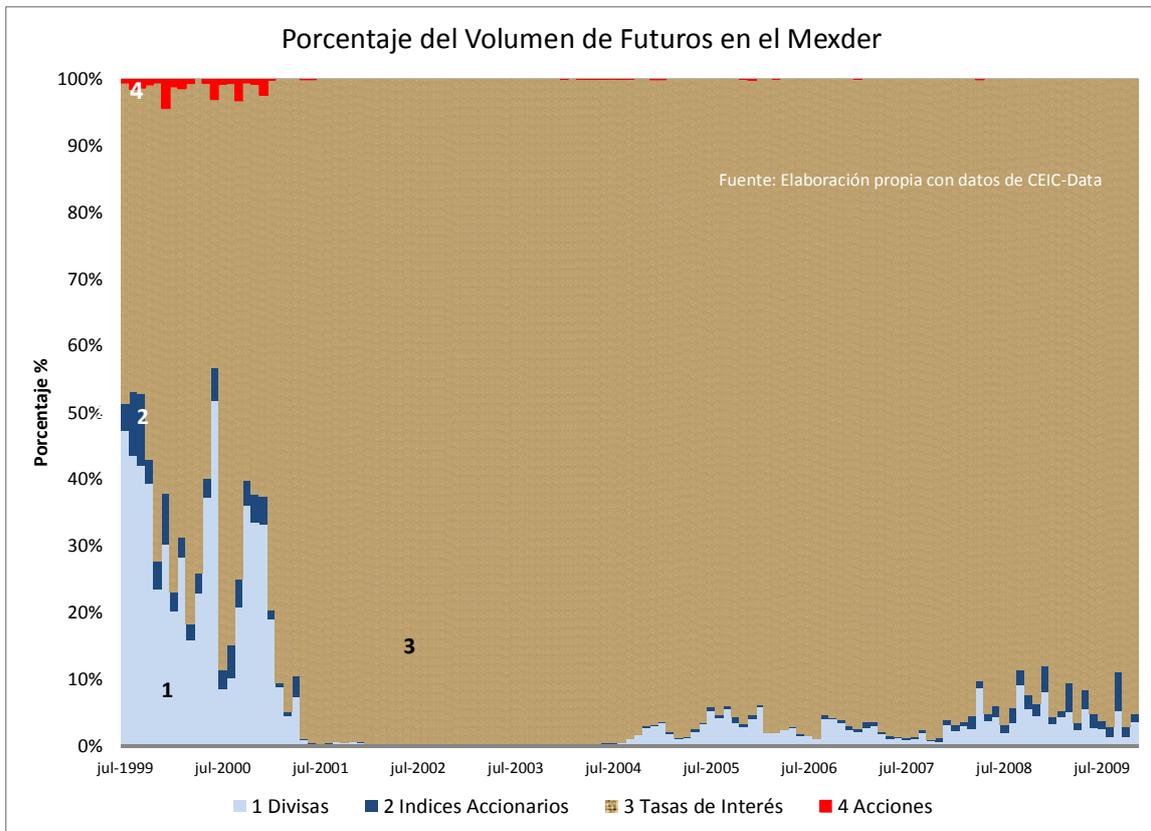
Un contrato de futuros es un acuerdo, negociado en una bolsa o mercado organizado, que obliga a las partes contratantes a comprar o vender un número de bienes o valores (activo subyacente) en una fecha futura (fecha de ejercicio), pero con un precio establecido de antemano (precio de ejercicio). Quien compra contratos de futuros, adoptan una posición “larga”, por lo que tiene el derecho a recibir en la fecha de vencimiento del contrato el activo subyacente objeto de la negociación. Asimismo, quien vende contratos adquiere una posición “corta” ante el mercado, por lo que al llegar la fecha de vencimiento del contrato deberá entregar el correspondiente activo subyacente, recibiendo a cambio la cantidad correspondiente, acordada en la fecha de negociación del contrato de futuros.

Al margen de que un contrato de futuros se puede comprar con la intención de mantener el compromiso hasta la fecha de su vencimiento, procediendo a la recepción del activo

correspondiente, también puede ser utilizado como instrumento de referencia en operaciones de tipo especulativo o de cobertura, una manera de hacerlo es mantener la posición abierta hasta la fecha de vencimiento; si se estima oportuno se puede cerrar la posición con una operación de signo contrario a la inicialmente efectuada. Cuando se tiene una posición compradora, puede cerrarse sin esperar a la fecha de vencimiento, simplemente se vende el número de contratos compradores que se posean; de forma inversa, alguien con una posición vendedora puede cerrarla anticipadamente acudiendo al mercado y comprando el número de contratos de futuros precisos para quedar compensado.

El contrato de futuros, cuyo precio se forma en estrecha relación con el activo de referencia o subyacente, cotiza en el mercado a través del proceso de negociación, pudiendo ser comprado o vendido en cualquier momento de la sesión de negociación, lo que permite la activa participación de operadores que suelen realizar operaciones especulativas con la finalidad de generar beneficios, pero que aportan la liquidez, necesaria para que quienes deseen realizar operaciones de cobertura puedan encontrar contrapartida. Desde hace más de dos siglos se negocian contratos de futuros sobre materias primas, metales preciosos, productos agrícolas y mercaderías diversas, pero para productos financieros se negocian desde hace dos décadas, existiendo futuros sobre tipos de interés a corto, medio y largo plazo, futuros sobre divisas y futuros sobre índices bursátiles. Hay distintos tipos de productos determinados con los futuros, entre los que destacan fundamentalmente los utilizados sobre índices bursátiles y sobre acciones.

Figura 32. Volumen de Futuros en el MEXDER



4.6.2. Opciones

Una opción es un contrato entre dos partes por el cual una de ellas adquiere sobre la otra el derecho, más no la obligación, de comprarle o de venderle una cantidad determinada de un activo a un cierto precio y en un momento futuro. Las opciones negociadas son habitualmente sobre contratos de futuros o sobre acciones y tienen en general, la característica de ser de tipo americano, es decir, se pueden ejercer en cualquier momento hasta la fecha de vencimiento, utilizando el precio de cierre del subyacente, futuro o acción, para realizar la liquidación de las opciones. Al igual que los contratos de futuros, las opciones se negocian sobre tipos de interés, divisas e índices bursátiles, pero adicionalmente se negocian opciones sobre acciones y opciones sobre contratos de futuros. Existen dos tipos básicos de opciones:

- Contrato de opción de compra (*call*)
- Contrato de opción de venta (*put*)

Así como en futuros se observa la existencia de dos estrategias elementales, que son la

compra y la venta de contratos, en opciones existen cuatro estrategias elementales, que son las siguientes:

- Compra de opción de compra (*long call*)
- Venta de opción de compra (*short call*)
- Compra de opción de venta (*long put*)
- Venta de opción de venta (*short put*)

La simetría entre derechos y obligaciones que existe en los contratos de futuros, donde las dos partes se obligan a efectuar la compraventa al llegar la fecha de vencimiento, se rompe en las opciones puesto que una de las partes (la compradora de la opción) tiene el derecho, pero no la obligación de comprar (*call*) o vender (*put*), mientras que el vendedor de la opción solamente va a tener la obligación de vender (*call*) o de comprar (*put*). Dicha diferencia de derechos y obligaciones genera la existencia de la prima, que es el importe que abonará el comprador de la opción al vendedor de la misma. El ejercicio de una opción *call* genera una posición compradora del subyacente para el poseedor de la opción compradora y una posición vendedora para el vendedor de la opción. El ejercicio de una opción *put*, en cambio, genera una posición vendedora del subyacente para el poseedor de la acción (*holder*) y una posición compradora para el vendedor del *put*. Por tanto, para cada opción ejercida se genera una posición abierta en el subyacente.

cabe precisar también que una opción tiene cinco características fundamentales que la definen, siendo éstas el tipo de opción (compra *-call-* o venta *-put-*), el activo subyacente o de referencia, la cantidad de subyacente que permite comprar o vender el contrato de opción, la fecha de vencimiento y el precio de ejercicio de la opción. Las opciones pueden ser ejercidas en cualquier momento hasta su vencimiento (opciones americanas) o solamente en el vencimiento (opciones europeas). La comparación entre el precio de ejercicio y la cotización del activo subyacente sirve para determinar la situación de la opción (*in*, *at* u *out of the money*) y su conveniencia de ejercerla o dejarla expirar sin ejercer el derecho otorgado por la compra de la opción.

Dependiendo del Precio de Ejercicio y del Precio del Subyacente (ó la cotización de las acciones) en cada momento, podemos clasificar las Opciones en: “dentro del dinero” (*in-the-money*), “en el dinero” (*at-the-money*) o “fuera del dinero” (*out-of-the-money*). Por tanto, se dice que una Opción está “dentro del dinero” si, ejerciéndola inmediatamente, obtenemos beneficio. Se dice que una Opción está “fuera del dinero” si, ejerciéndola inmediatamente, no obtenemos beneficio. Se dice que una Opción está “en el dinero” cuando se encuentra en la frontera del beneficio y la pérdida.

En el caso de una opción *call* está *in the money* si el precio de ejercicio es inferior a la cotización del subyacente, mientras que una opción *put* está *in the money* cuando el precio de ejercicio es superior a la cotización del subyacente; por supuesto, una opción está *out of the money* cuando se da la situación contraria a la descrita anteriormente para

las opciones *in the money*, con la excepción de las opciones que están *at the money* que sólo sucede cuando precio de ejercicio y precio del subyacente coinciden.

Según esta clasificación tendremos que:

Una Opción Call estará:

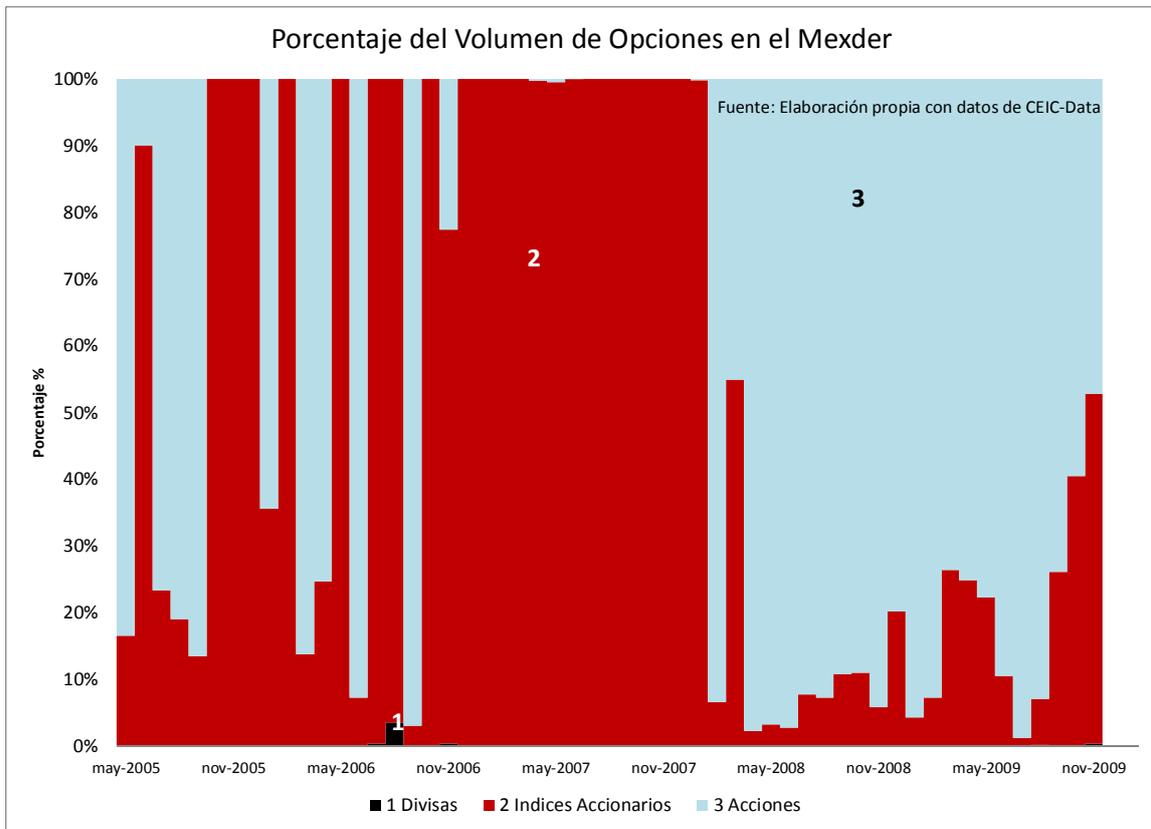
- a) *Dentro del dinero* si su precio de ejercicio es menor que el precio de la acción.
- b) *Fuera del dinero* si su precio de Ejercicio es mayor que el precio de la acción.
- c) *En el dinero* si su precio de ejercicio es igual o muy cercano al precio de la acción.

Una Opción Put estará:

- a) *Dentro del dinero* si su precio de ejercicio es mayor que el precio de la acción.
- b) *Fuera del dinero* si su precio de ejercicio es menor que el precio de la acción.
- c) *En el dinero* si su precio de ejercicio es igual o muy cercano al precio de la acción.

La Prima es la cantidad de dinero que el comprador de una opción paga por adquirir el derecho de compra (opción call) o de venta (opción put). A su vez, esta misma cantidad de dinero (prima) es la que recibe el vendedor de la opción, obligándole a, en caso de ejercicio, vender (en el caso de una opción call) o comprar (para una opción put) las acciones al precio fijado (precio de ejercicio).

Figura 33. Volumen de Opciones en el MEXDER



4.6.2.1. Coberturas petroleras en México

Un ejemplo del auge de las coberturas financieras se encuentra en la estrategia petrolera implementada por Petróleos Mexicanos (PEMEX) para reducir el impacto en el precio del crudo y en las finanzas públicas nacionales. Los ingresos petroleros se han vuelto un elemento clave en la determinación del Presupuesto de Egresos de la Federación, ya que solamente en 2004 representaron el 35% de los ingresos presupuestarios, situación que se incrementó para el año 2008, en cuyo año los ingresos recaudados por materia petrolera representaron el 37% del total de los ingresos presupuestados. Estos recursos se han vuelto muy Variables desde 1990, debido a la volatilidad experimentada por el precio del petróleo, para muestra un botón. En el año 2008 los precios internacionales del petróleo mostraron cambios significativos, por ejemplo el precio spot del crudo WTI registró niveles record en el mes de julio de ese año al cotizar en 138.74 dólares el barril, mientras que a finales de diciembre se ubicó en promedio en 42.06 dólares por barril. El caso de la mezcla mexicana de exportación no fue la excepción, ya que también en julio mostró el precio más alto del año con una cotización de 132.38 dólares el barril, para descender en diciembre del 2008 a niveles de 33.27 dólares por barril, dicha situación no es casualidad ya que al estimar la correlación entre el crudo WTI y la mezcla mexicana para el periodo del 2007 al 2009 ha sido de 0.9873 lo que muestra una alta asociación entre los precios.

La volatilidad en el periodo de 1990 a 2009 tuvo una tasa de crecimiento acumulada de 9.29%, mientras que si se considera solamente el período de 2004 al 2009, la volatilidad ha comenzado a disminuir según el modelo GARCH(1,1) ya que la suma de sus coeficientes fue de 0.7283 cifra menor a 1. Sin embargo, la tasa de crecimiento acumulada de la volatilidad registró un nivel del 19.34%, situación que generó incentivos para utilizar coberturas que permitan hacer frente a las Variaciones bruscas en el precio del petróleo crudo mediante la utilización de instrumentos derivados. Sin embargo, las fuertes pérdidas registradas por la exposición a dichos instrumentos financieros, a raíz de la crisis financiera *subprime* ha puesto en riesgo la viabilidad financiera y posición de Varias empresas mexicanas como es el caso del Grupo Industrial Saltillo, Comercial Mexicana, Cemex, Vitro, Alfa, Bachoco, Autlán y Grupo Posadas; por lo que el uso de los derivados se encuentran en tela de juicio, ya que se considera productos demasiado peligrosos y en algunos casos difícil de entender y valorar. En la tabla 10 se muestran los detalles sobre la expectativa de la volatilidad en diferentes periodos y su tasa de crecimiento acumulada.

Tabla 10. Tendencias de la Volatilidad de la Mezcla de Petróleo Crudo de México

Periodo	Expectativa de Volatilidad GARCH(1,1)	Tendencia en el Futuro	Tasa de Crecimiento Acumulada Volatilidad %
1990-2009	1.040236	Aumentar	9.29
1997-2009	1.036429	Aumentar	28.45
2002-2009	0.995296	Disminuir	12.52
2004-2009	0.728397	Disminuir	19.34

Nota: Los coeficientes del modelo GARCH(1,1) fueron significativos a un nivel de significancia del 0.05

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética, Agencia Internacional de Energía.

Se puede observar que la volatilidad del precio del petróleo en el corto plazo ha disminuido, aunque su trayectoria de largo plazo es creciente, mostrando en el subperiodo de 1997 a 2009 una tasa de crecimiento acumulada del 28.45%. En el periodo más reciente de 2004 al 2009 los niveles de la volatilidad registro una tendencia decreciente, aunque su tasa de crecimiento siguió una tendencia creciente.

El desarrollo tecnológico y el uso de los instrumentos financieros derivados como futuros, opciones, swaps y forwards han creado un nuevo campo de conocimiento denominado ingeniería financiera, cuyo objetivo es proporcionar alternativas creativas para protegerse contra los riesgos financieros (hedging) permitiendo transferir parte del riesgo y sus efectos. En algunos casos los instrumentos derivados son utilizados para especular, aunque los derivados fueron creados para cubrir y no especular, ya que la idea original es que funcionen como un seguro.

El uso de coberturas con derivados en el sector petrolero mexicano ha cobrado relevancia mediática desde hace un par de años, ya que mediante la compra de opciones PUT la Secretaria de Hacienda garantizó el 90% de los ingresos petroleros de exportación del

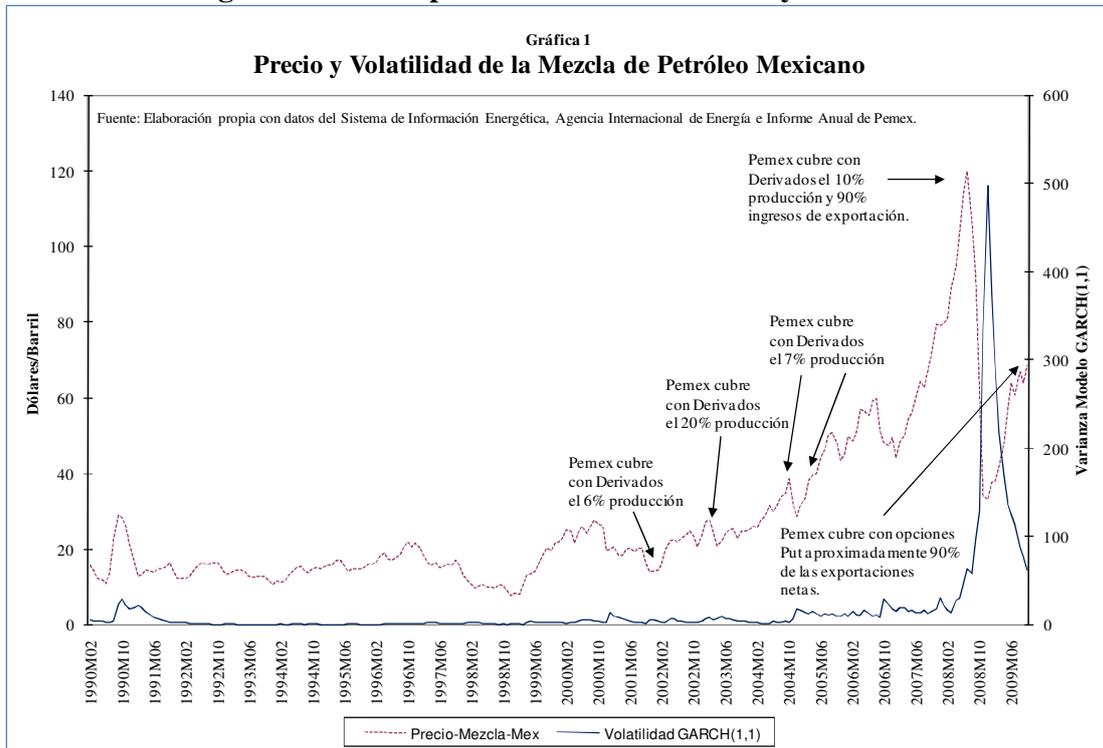
2009 (cerca de 330 millones de barriles), al pactar los contratos a un precio de 70 dólares por barril (precio contemplado para la mezcla mexicana en el presupuesto de egresos 2009) con un costo de la cobertura de 1,500 millones de dólares con cargo al Fondo de Estabilización de los Ingresos Petroleros. La opción fue ejercida de manera clara en el 2009, ya que el precio comenzó a disminuir por debajo de los 70 dólares pactados como se observa en la figura 1.

El 07 de diciembre del 2009, la Secretaria de Hacienda y Crédito Público recibió un pago de 5,085 millones de dólares por concepto de las coberturas petroleras del 2009, mismas que son parte de la estrategia integral de manejo de riesgos del Gobierno Federal, a fin de reducir el impacto de la volatilidad en el precio del crudo en las finanzas públicas y los estragos de la crisis hipotecaria subprime.

El 08 de diciembre del 2009 el Dr. Agustín Cartens, Secretario de Hacienda anunció que el gobierno de México había contratado una cobertura petrolera por casi el total de sus exportaciones netas de crudo cercanas a los 230 millones de barriles de crudo, a un precio de ejercicio 57 dólares por barril de petróleo mediante el pago de una prima total de 1,172 millones de dólares que representó el 23.05% de los ingresos extraordinarios que ingresaron al Fondo de Estabilización de los Ingresos Petroleros por concepto de la cobertura de 2009.

Una estimación propia del nivel de exportaciones netas de petróleo del país a octubre del 2009, con base en el volumen de exportación e importación de hidrocarburos reportado por el Sistema de Información Energética indica que el volumen cubierto a esa fecha representa 87.88% de las exportaciones netas, por lo que es seguro que la cobertura para el 2010 será aproximadamente igual a la del año pasado en términos relativos; aunque en términos absolutos será menor en 100 millones de barriles, lo anterior se debe a la baja en la plataforma de exportación que para octubre del 2009 se encuentra en 1.22 millones de barriles diarios como consecuencia de la caída en la producción desde el 2004 a un ritmo del 25% y al agotamiento de Cantarell el principal yacimiento de petróleo crudo del país.

Figura 34. Precio petróleo mezcla mexicana y volatilidad



Las coberturas petroleras no son nueva en México, ya que Petróleos Mexicanos, PEMEX contrató instrumentos financieros derivados con el propósito de administrar el riesgo de sus operaciones normales en caso de movimientos adversos en las tasas de interés, precio del petróleo crudo, materias primas, gas natural, valor de las divisas y el precio de los portafolios de inversión; que pueden generar una gran volatilidad en los ingresos, patrimonio y flujos de efectivo de la empresa entre un periodo contable y otro. PEMEX usa los instrumentos derivados como una estrategia para eliminar o limitar muchos de estos riesgos (recordemos que el riesgo no se elimina se transfiere).

PEMEX ha establecido lineamientos generales de administración integral de riesgos para el uso de instrumentos financieros derivados, al crear el Comité de Administración de Riesgos que está formado por representantes de PEMEX, el Banco de México, la Secretaria de Hacienda y PMI que son los encargados de autorizar las estrategias de cobertura, así como las políticas de administración de riesgos que debe aprobar el Consejo de Administración de Petróleos Mexicanos. En 2001, el Consejo de Administración aprobó la creación de Dirección Corporativa de Administración de Riesgos, cuyo objetivo es desarrollar la estrategia de administración integral de riesgos financieros y operacionales de PEMEX.

En 1998 para reducir el efecto de una baja en los precios de hidrocarburos, el Gobierno Mexicano junto con PEMEX, acordaron reducir el volumen de exportaciones de petróleo crudo a la tendencia de los mayores productores de petróleo a nivel internacional para mejorar los precios internacionales del petróleo crudo, situación que coincide con la alta volatilidad registrada en el periodo de 1997 a 2008 que mostro un aumento de 161 veces

como se ve en la figura 1. En diciembre de 2002 PEMEX entró en coberturas de crudo de corto plazo mediante el uso de opciones cercanas al 6% de su producción total.

En el periodo de diciembre del 2002 y enero del 2003, PEMEX contrató opciones sobre el precio del crudo para cubrirse de la disminución en su precio. El volumen cubierto fue aproximadamente 20 por ciento de la producción total. Por lo que respecta a septiembre de 2004, PEMEX concertó un programa de coberturas de corto plazo para mitigar el impacto de la volatilidad de los precios del petróleo en sus flujos de efectivo. La cobertura consistió en la compra de opciones para cubrir a PEMEX de eventuales reducciones en el precio del crudo para el resto de 2004. La cantidad involucrada en el programa fue de 7 por ciento de la producción anual de crudo de PEMEX en ese año, mismo que concluyó el 31 de diciembre de 2004, al no ejercer las opciones debido al alto precio del petróleo.

En el primer trimestre de 2005 PEMEX concertó un programa de coberturas que consistió en la compra de opciones para cubrir a PEMEX de la baja en el precio del crudo. La cantidad involucrada fue 7 por ciento de la producción anual y concluyó el 31 de diciembre de 2005, al no ejercer las opciones debido al alto precio del petróleo. Aunque ahora la cobertura con opciones pactada en 2008 y con vencimiento en 2009, es altamente probable que se ejecute debido a la baja considerable que registra el precio del petróleo y que se espera se mantenga dado la recesión mundial que se registran las principales economías y que mermaran la demanda de petróleo.

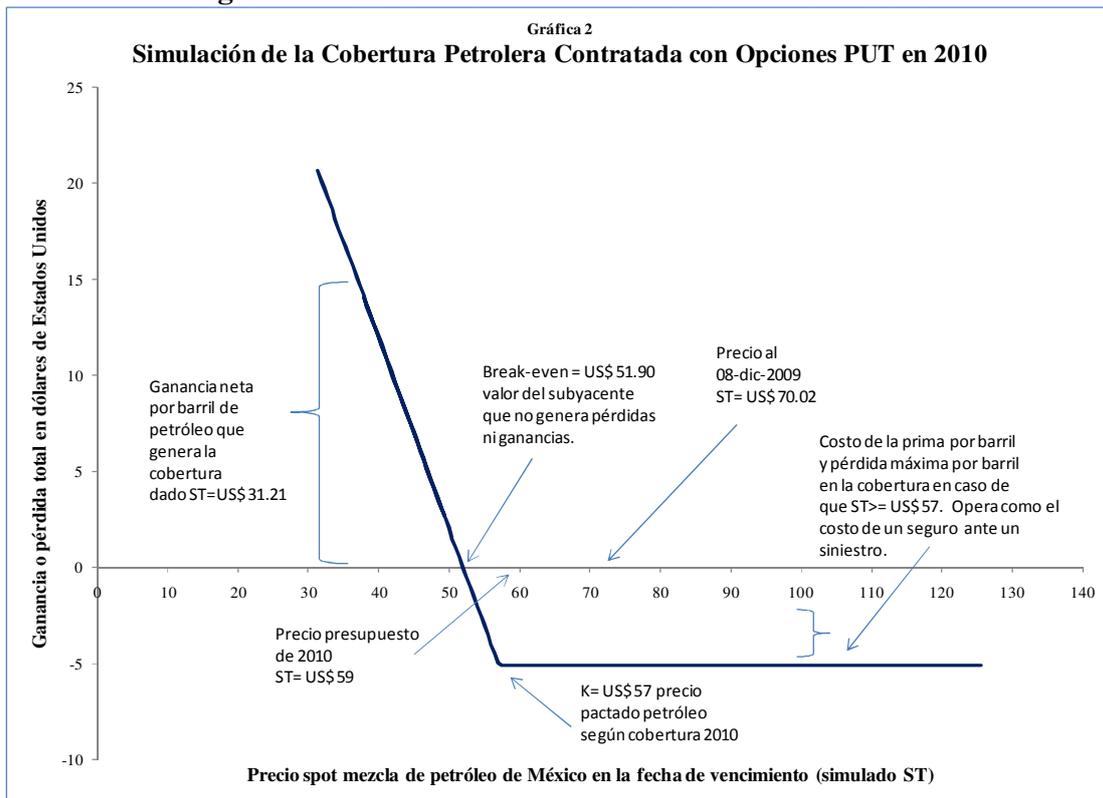
La inquietud que queda en el ambiente es si las operaciones de cobertura con derivados que realiza PEMEX tienen algún riesgo para el desempeño económico y financiero de la empresa. Recordemos que PEMEX es un productor de petróleo que está expuesto a una reducción en el precio del petróleo que vende, pero también a un incremento de petroquímicos y productos refinados como aceite y gasolina. Por lo anterior, se puede realizar diferentes estrategias de cobertura que permitan garantizar los flujos de efectivo y las operaciones de la empresa, entre las que se encuentra la venta de un futuro de petróleo crudo (posición corta en el futuro) o la compra de opciones PUT (posición larga en la opción). En el caso de que se quiera cubrir todas sus operaciones se puede utilizar un contrato denominado Crack Spread con futuros u opciones que permiten cubrir la producción de petróleo crudo, aceite y gasolina.

La compra de una opción PUT otorga el derecho (pero no la obligación) a vender el petróleo crudo (subyacente ST) a un precio determinado denominado de ejercicio (K), a cambio del pago de una prima (p). El comprador de una opción PUT sólo ejercerá su derecho a vender cuando en la fecha de vencimiento del contrato el precio del petróleo crudo sea inferior al precio de ejercicio pactado, en cuyo caso el vendedor estará obligado a comprar el petróleo al precio de ejercicio. Por lo que el comprador puede tener una ganancia ilimitada como se muestra en la figura 2 y sus pérdidas son limitadas al pago de la prima.

Por lo que la opción opera como un seguro y solamente se expone a perder el costo de la prima, misma que puede ser compensada con la ganancia obtenida al exceder el precio el

nivel pactado. En el caso de la cobertura de PEMEX se observa en la simulación de la figura 2, que si se toma el precio de la mezcla mexicana para el 08 de diciembre de 2009 que fue de 70.02 dólares por barril no se ejercería la opción, por lo que se tendría sólo la pérdida de la prima que seguramente ya estaría compensada en parte por el mayor precio del petróleo. Sí el precio promedio de la mezcla mexicana se llega a ubicar en niveles de 51.90 dólares por barril en términos netos, no se tendría pérdidas ni ganancias, es decir, se recupera la prima pagada, si el precio es mayor a ese precio se perderá parte de la prima y en 57 dólares se perderá toda la prima.

Figura 35. Simulación de la Cobertura Petrolera en 2010



Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética, Agencia Internacional de Energía e información hemerográfica.

Si consideramos la cotización del 08 de diciembre de 2008, para algunos analistas y público en general creen que el Gobierno Federal está siendo demasiado precavido, ya que ante la cotización actual de la mezcla mexicana no hace mucho sentido la cobertura. Sin embargo, debemos tener en cuenta que el incremento que ha experimentado el precio del petróleo en semanas recientes se debe a cuestiones estacionales, es decir, a medida que se aproxima el invierno el precio aumenta, apoyado por una política de incremento en inventarios que realizan muchas economías desarrolladas y emergentes como es el caso de China e India. Por lo que el incremento en el precio del crudo en la temporada invernal está claramente condicionado a lo crudo del invierno y a la demanda por inventarios que se realice, situación que provocara un descenso paulatino en el precio del petróleo a medida que termina el invierno. Es importante advertir que el descenso en el precio del

petróleo será impulsado por la débil demanda mundial de hidrocarburos como consecuencia de la recesión provocada por la crisis financiera subprime.

Aunque los indicadores recientes de desempleo en los Estados Unidos de América parecen ceder un poco, es importante tener en cuenta que se encuentran contaminados por las políticas de incentivos del gobierno, por lo que en el momento en que se retiren dichos apoyo se podrá ver la solidez de la recuperación que todo parece indicar será lenta y gradual, ya que el consumo sigue estancado tanto en Estados Unidos como en México, por lo que es claro que la demanda de hidrocarburos será baja, afectando el precio del crudo. Por lo anterior, el gobierno en un escenario pesimista tiene contemplado la posibilidad de que la economía no se recupere con el dinamismo esperado y que los precios del crudo disminuyan conjugándose con un descenso en la producción nacional de petróleo que no podrá evitar la caída de los ingresos petroleros y por ende su impacto en las finanzas públicas en el 2010 (que ya registran un boquete de 300 mil millones de pesos, aunado a una miscelánea fiscal que genera fuertes desincentivos en los contribuyentes y con ello bajar a un más la captación impositiva, debido a la elusión y evasión fiscal), es en esta lógica en la que el Gobierno Federal contrata la cobertura petrolera para el 2010.

A continuación se presenta la información utilizada para la simulación de la opción PUT contratada por la Secretaria de Hacienda y Crédito Público. En la Tabla 4 se observa cuanto sería la ganancia del gobierno en caso de que el precio se fuera a 31.21 dólares el barril, nivel más bajo estadísticamente hablando en 2009 dado un nivel de confianza del 95%. Por lo que la ganancia en este caso sería de 4,759 millones de dólares, mientras que en caso de que el barril cotizara en 54.69 dólares que fue el promedio del periodo enero a octubre del 2009, la pérdida sería de 641 millones de dólares, ya que no se lograría recuperar parte de la prima de la cobertura. En caso de que el precio sea mayor a 57 se perderá la cobertura, pero claramente compensada por un mayor precio del crudo en el mercado, como ocurre con la cotización del 08 de diciembre de 2009 en que fue anunciada la cobertura.

Tabla 11. Cobertura Petrolera de México en 2010

Tabla 4. Cobertura de Petróleo Crudo Contratada con Opciones PUT en 2010				
S=	70.02	Precio promedio subyacente, mezcla de petróleo México al 08-Dic-09 (dólares por barril)		
K=	57.00	Precio de ejercicio pactado en la cobertura, mezcla de petróleo México (dólares por barril)		
p=	5.10	Costo de la prima por barril de petróleo en la cobertura opciones PUT (dólares por barril)		
Ganancia o pérdida	$\text{Max}(K-ST)-P$	Considerando una opción PUT		
Volatilidad	11.98	Desviación estándar estimada para el periodo de enero a octubre de 2009		
Precio simulado	El intervalo de confianza para la media del precio a un nivel de confianza del 95%, enero a octubre de 2009			
	Precio mínimo simulado	Precio máximo simulado	Media enero-octubre de 2009	Desviación Estándar 2009
Rango de precio simulado	31.21	78.17	54.69	11.98
Cantidad de la cobertura	230,000,000	Barriles de petróleo (90% exportaciones netas de México para 2010)		
Costo total de la cobertura	1,172,000,000.00	Dólares de Estados Unidos		
	Ganancia o Pérdida con ST = 31.21 Dólares/Barril	Ganancia o Pérdida con ST = 78.17 Dólares/Barril	Ganancia o Pérdida con ST = 54.69 Dólares/Barril	Ganancia o Pérdida con spread presupuesto-promedio 2009
	Dólares de Estados Unidos			
Ganancia o pérdida neta total simulada para el rango de precio con opción PUT	4,759,110,292	-1,172,000,000	-641,081,517	890,600,000
Ganancia o pérdida neta total simulada para el 08-Dic-2009 (ST= 70.02) con opción PUT	- 1,172,000,000			

Fuente: Elaboración propia con información hemerográfica.

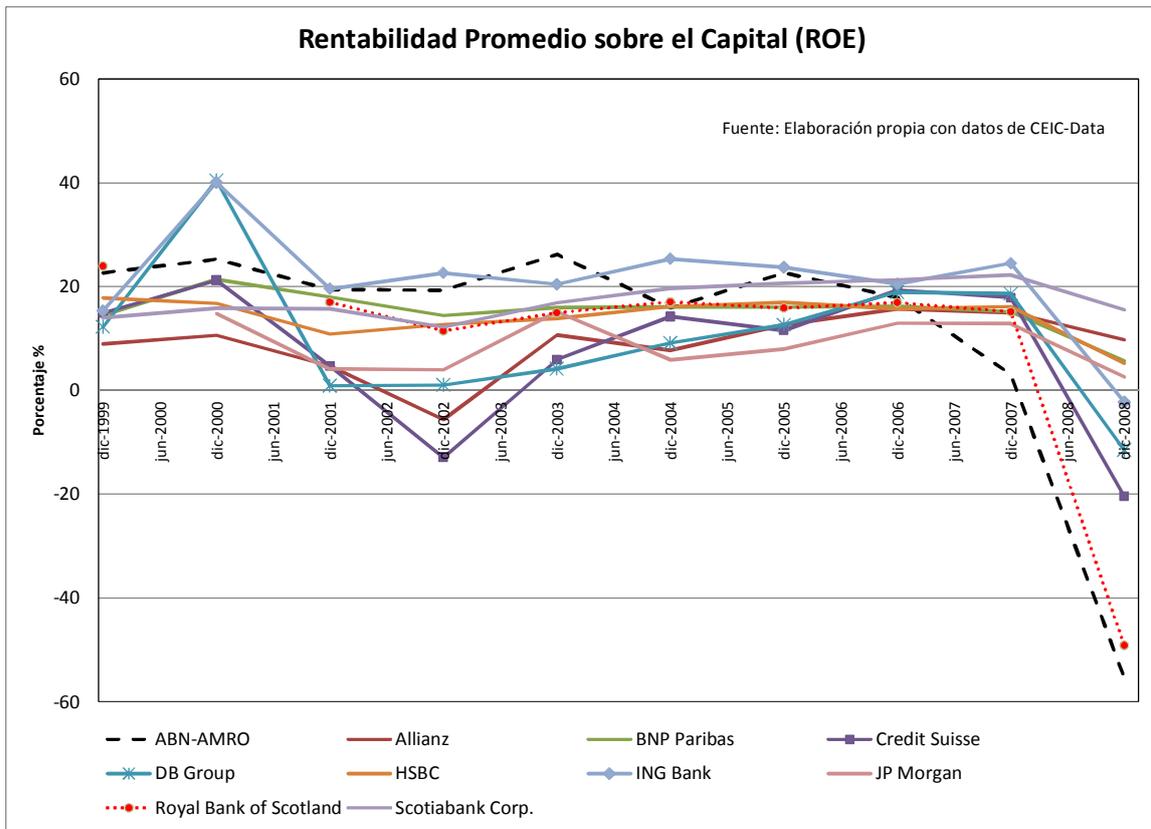
Si la operación de cobertura se hubiera realizado en un mercado listado como es el caso del New York Mercantile Exchange (NYMEX), International Petroleum Exchange (IPE) y Singapore Future Exchange el riesgo de contraparte no existe, ya que hay una cámara de compensación que garantiza la posición y el pago de la misma.

En el caso de la cobertura del 2009 y 2010 la operación fue extrabursátil u OTC (véase detalles de la cobertura del 2009 en el anexo estadístico), siendo reservados los detalles de los contratos y las instituciones financieras quienes hicieron vendieron las coberturas, debido a una restricción contractual a decir de la Secretaria de Hacienda, aunque en su momento aclaró de que se tratan de instituciones reconocidas a nivel mundial y con alta calidad crediticia. Recordemos que el mercado OTC no esta regulado, por lo que existe un riesgo de contraparte al no haber cámara de compensación, situación que pone en riesgo que te vayan a cumplir la cobertura. Hoy día se sabe que la cobertura del 2009 fue otorgado por Deutsche Bank, Barclays, Goldman Sachs y Morgan Stanley. Es claro que a raíz de la crisis hipotecaria muchos de estos bancos tuvieron problemas de liquidez, por lo que seguramente la calidad crediticia de dichas instituciones se ha reducido y existe aunque sea pequeña la probabilidad de riesgo de contraparte de las instituciones que tienen la cobertura de PEMEX. En la cobertura para el 2010 algunos medios han filtrado la información de que Barclays repite como banco otorgante de la cobertura, por lo que la estrategia tiene implícitamente un riesgo de contraparte.

4.7. Rentabilidad de los bancos ajustada por riesgo

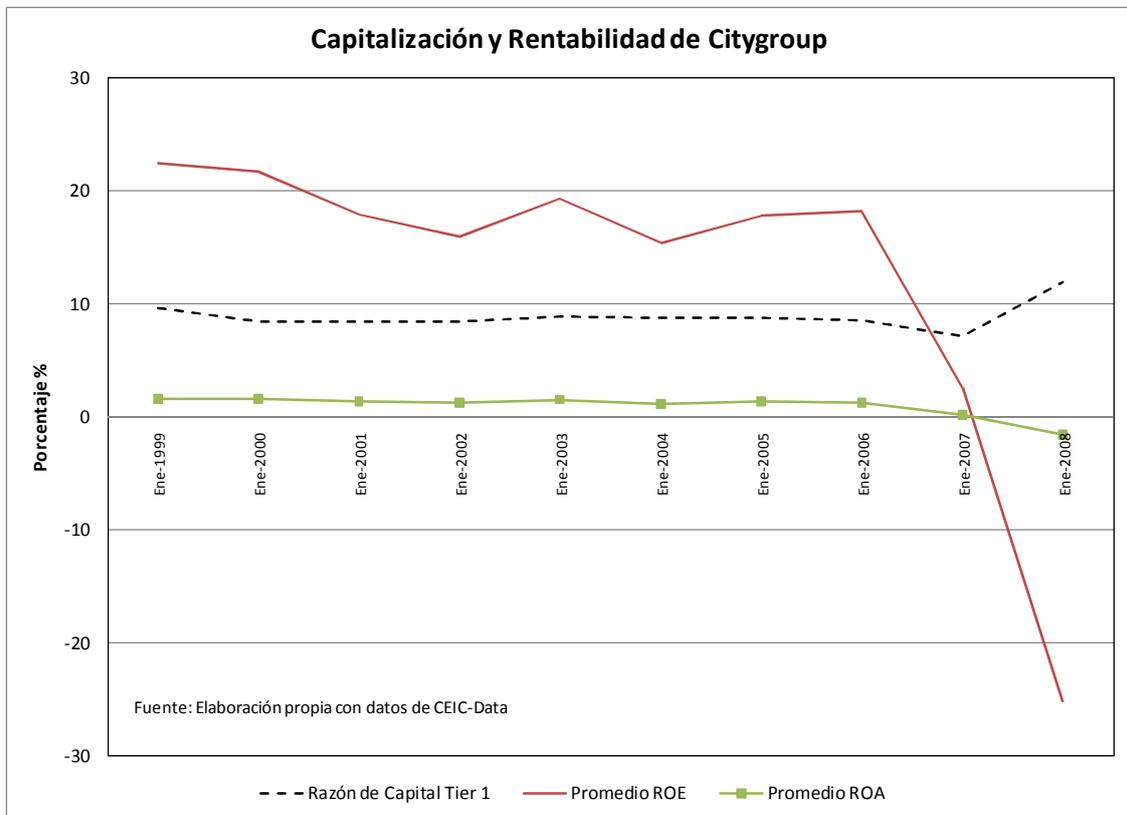
Los bancos como cualquier negocio tienen por objetivo cubrir una necesidad que es otorgar crédito en el mercado que impulse el crecimiento de la economía, al tiempo que le permita maximizar la riqueza de los accionistas o el precio de su acción. En la figura 36 se observa que en la muestra de bancos internacionales seleccionados de Europa y los Estados Unidos tuvieron un comportamiento estable en el rendimiento sobre el capital (ROE) durante el período de 2003 al 2007; aunque en los años previos el comportamiento fue algo errático, situación que obligo a la innovación financiera que permitiera mantener el nivel de utilidad y rentabilidad de los bancos, aunque en muchos casos con una mayor exposición al riesgo. En los meses previos a la crisis subprime se comienza a dar una caída significativa en la rentabilidad de los bancos ABN-AMRO y el Royal Bank of Scotland, aunque con un comportamiento positivo; que duraría muy poco, ya que en el año 2008 y 2009 se registraron pérdidas considerables.

Figura 36. Rentabilidad de una muestra de bancos internacionales



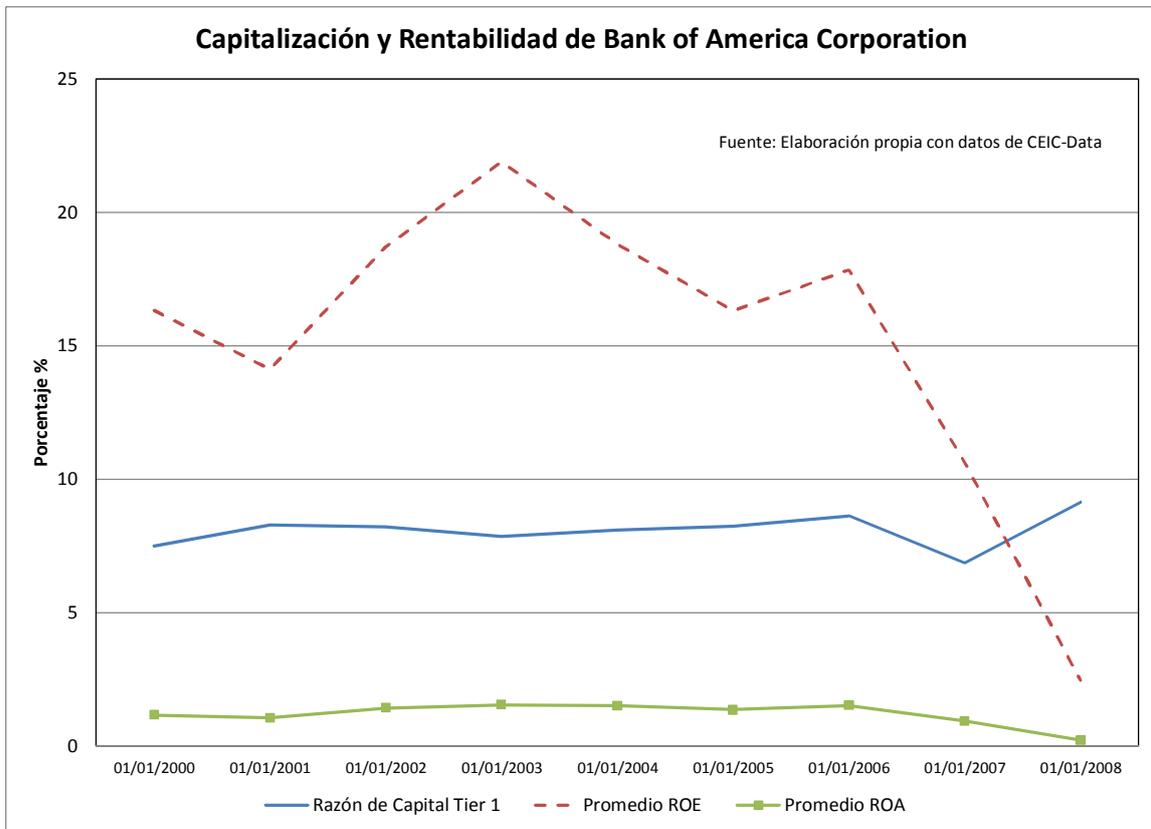
En la figura 37 y 38 se muestra la rentabilidad de Citigroup y Bank of America Corporation, respectivamente. Se puede advertir que en el caso de Citigroup la rentabilidad del capital (ROE) disminuyó de manera importante desde 2001, aunque para el 2007 el banco comenzó a mostrar pérdidas que se expresaron en un ROE negativo, así como un rendimiento sobre activos (ROA) que también mostro un signo negativo como resultado de una menor eficiencia de los activos del banco. Lo anterior obligo que dichos bancos incrementaran su nivel de capital básico denominado TIER 1, para compensar las pérdidas generadas por la crisis subprime, teniendo que entrar al Programa Alivio para Activos en Problemas (TARP por sus siglas en inglés).

Figura 37. Capitalización y rentabilidad de Citigroup



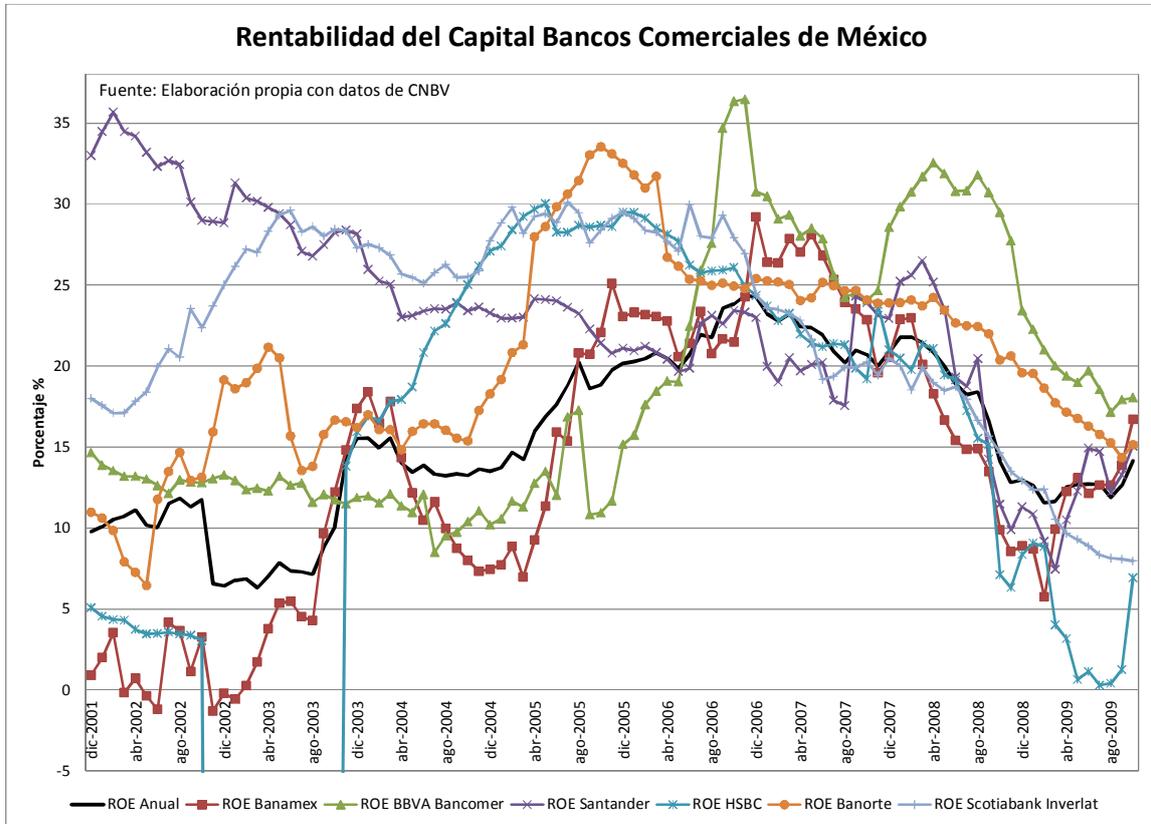
La baja en la rentabilidad del capital (ROE) que experimentaron varios de los bancos norteamericanos no fue exclusiva de éste mercado, ya que otros bancos de gran importancia a nivel internacional comenzaron a registrar una tendencia a la baja en su rentabilidad como consecuencia de la mayor competencia a nivel global que generó un incentivo para la innovación financiera y la toma de riesgos. Por lo que muchos gobiernos y bancos centrales tuvieron que hacer inyecciones recurrentes de recursos y liquidez al mercado con programas similares al TARP, un ejemplo claro de ello fueron los Bancos Centrales del Japón y la Unión Europea.

Figura 38. Capitalización y rentabilidad de Bank of America



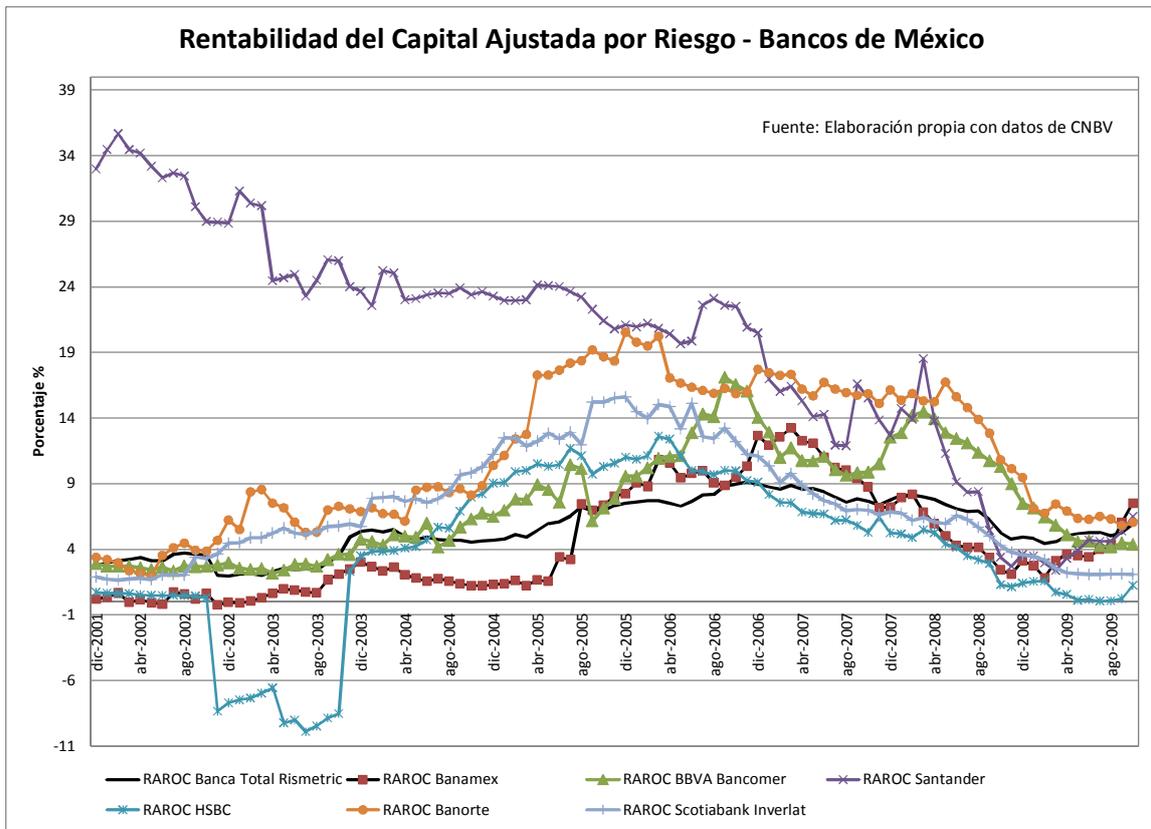
En la figura 39 se muestra que la rentabilidad de una muestra representativa de bancos en México medido a través del ROE, tuvo una tendencia creciente desde 2003 al 2006. Sin embargo, a partir de los meses previos a la crisis subprime los bancos comerciales comenzaron a mostrar una caída importante en la rentabilidad, ya que de niveles de 20% en promedio se pasó a un 10% a finales del 2009. Bancomer logró sortear mejor el descenso en el ROE durante la crisis subprime, posiblemente por tener una participación del BBVA de España y que hacía que muchos vieran mayor solidez en dicha institución en relación a la exposición que tenía Banamex por la participación accionaria de Citigroup.

Figura 39. Rentabilidad Bancos Comerciales de México



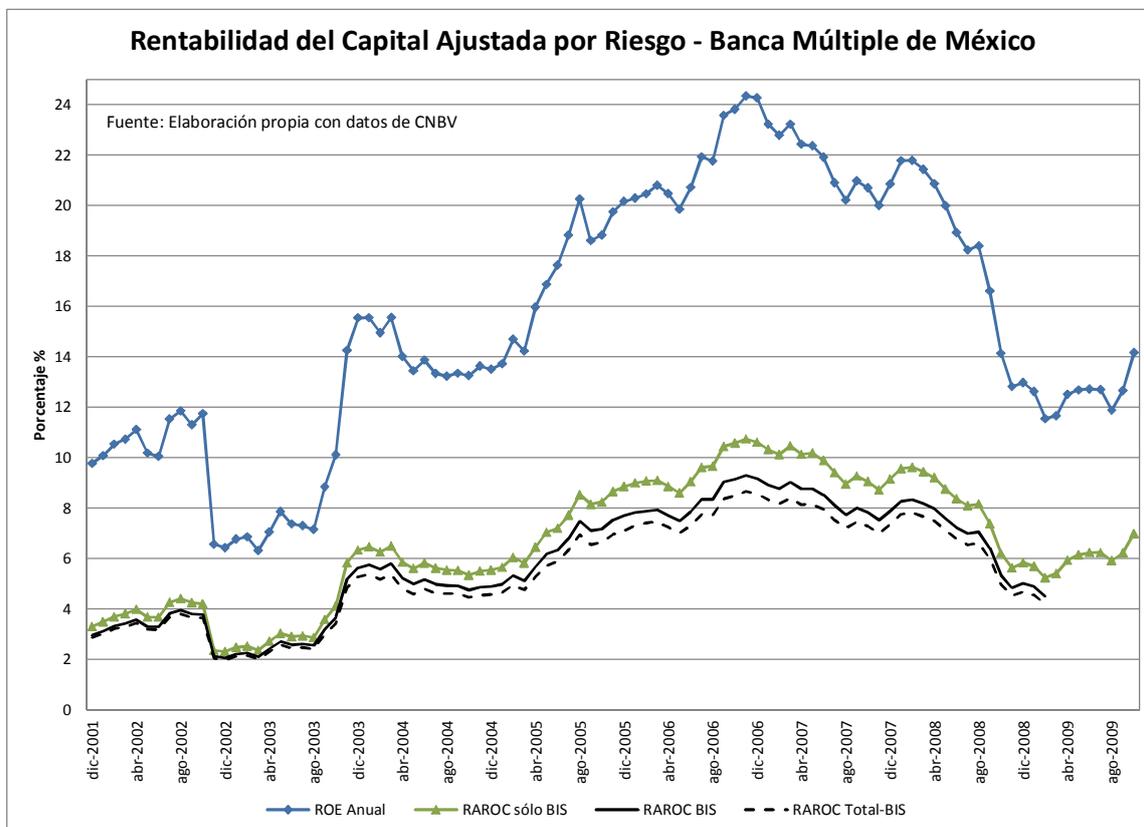
En la figura 40 se muestra que si ajustamos la rentabilidad del capital ajustada por riesgo, la mayoría de los bancos muestran una rentabilidad por debajo del 9%, es decir, la exposición al riesgo incide en una menor desempeño, ya que se tendrá que mantener niveles adicionales de capital por los diversos riesgos a los que está expuesto como lo indica la regulación de Basilea. Un elemento que llama la atención es que al incorporar el ajuste de la rentabilidad por riesgo, es Banorte y Banamex los que tienen el mejor desempeño en lugar de Bancomer como ocurría al no ponderar los riesgos. Lo anterior, pone de manifiesto la importancia que tiene incorporar indicadores que reflejen la exposición al riesgo, ya que de lo contrario podemos tener una fotografía equivocada del desempeño de las diversas instituciones financieras.

Figura 40. Rentabilidad ajustada por riesgo de Bancos Comerciales de México



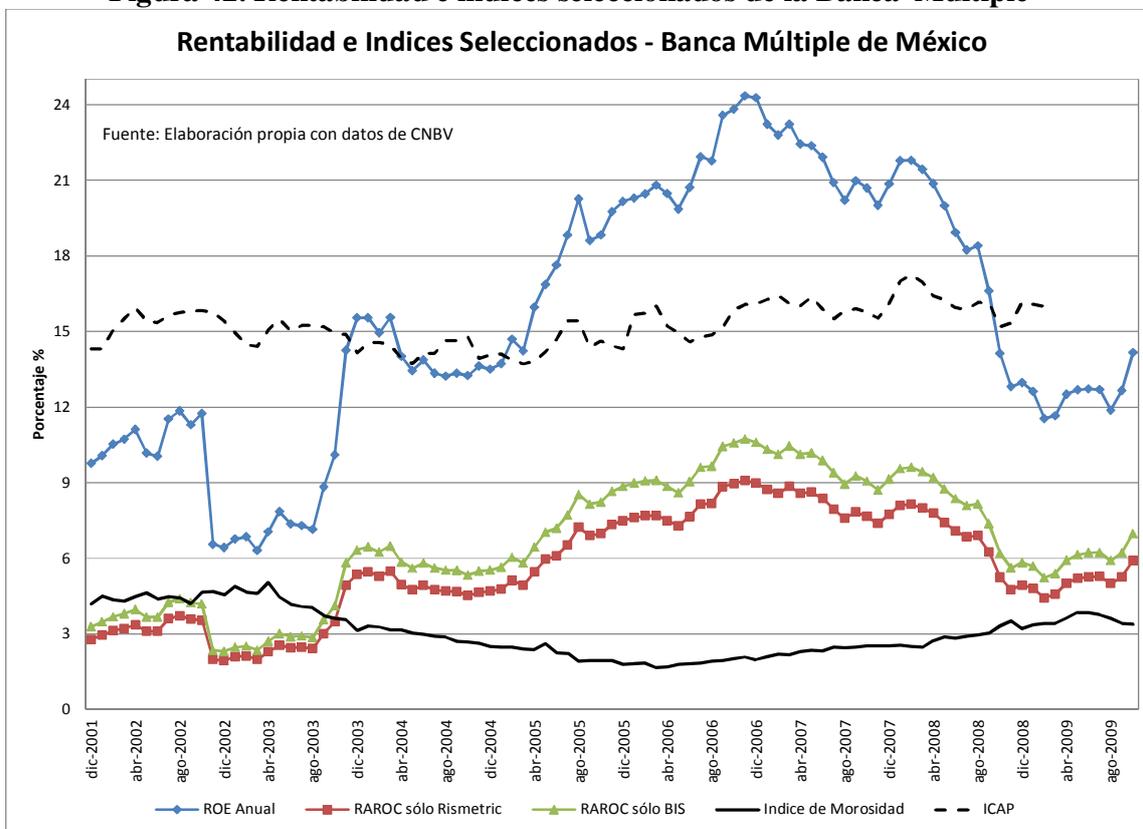
En la figura 41 tenemos la estimación de la rentabilidad del conjunto de la Banca Múltiple de México, se observa que el sistema bancario comercial del país es un buen negocio, ya que desde el periodo del 2003 al 2008, el ROE promedio del sector se ha mantenido por arriba del 14%. La crítica que se realiza en muchas ocasiones a los bancos en México es que tienen una rentabilidad muy buena, pero la oferta de crédito es limitada y a costos considerables, por lo que se considera que el sistema requiere de una mayor competencia que baje las tasas, más que segmentar el mercado y repartirse las utilidades en un esquema de carácter oligopólico. Al considerar el ajuste por riesgo, la rentabilidad de los bancos mexicanos ya no es tan alta, ya que en promedio se ubica en un rango de 6% a 8%, situación que indica que gran parte de las ganancias se realiza por la toma de riesgos, situación que exige un proceso integral en el manejo del riesgo por parte de las instituciones bancarias y de una regulación efectiva por parte de las autoridades, ya que en ocasiones se piensa que los bancos toman riesgos excesivos, al saber que no se les dejará quebrar por el posible riesgo sistémico y que tiene de manera implícita la idea de demasiado grande para quebrar y que se simuló en el aparatado anterior.

Figura 41. Rentabilidad ajustada por riesgo de la Banca Múltiple



En la figura 42 se resume el comportamiento del ROE promedio de toda la Banca Múltiple de México, así como su rentabilidad ajustada por riesgo. Se logra advertir que a pesar de que el índice de morosidad se ha mantenido estable en alrededor del 3%, durante el período de estudio, el índice de capitalización ICAP se ha incrementado por arriba del 15%, lo que refleja el aprendizaje que se tuvo a raíz de la crisis bancaria de 1994-1995. Los niveles de capitalización de la banca mexicana registrados durante la crisis subprime se encontrarían en línea no sólo con la regulación de Basilea II, sino también de la reciente modificación al marco normativo denominado Basilea III. Lo anterior, permite que el sistema bancario mexicano sea considerado como robusto y menos vulnerable a una corrida especulativa, situación que no ocurre actualmente con la banca europea y norteamericana.

Figura 42. Rentabilidad e índices seleccionados de la Banca Múltiple



En la figura 43 y 44 se muestra el detalle del comportamiento del ROE y la rentabilidad ajustada por riesgo, asociadas al índice de morosidad para Banamex y Bancomer. En el caso de Bancomer se logra advertir que la rentabilidad ajustada y no ajustada sigue la misma trayectoria creciente, aunque con un descenso en el índice de morosidad. Por lo que se refiere a Bancomer, es claro, que la relación entre los índices de rentabilidad original y ajustado ya no mostraron una correlación tan clara en los últimos meses del 2009, debido a la mayor exposición al riesgo de la institución y que se reflejó en un mayor índice de morosidad.

Figura 43. Rentabilidad e índice de morosidad de Banamex

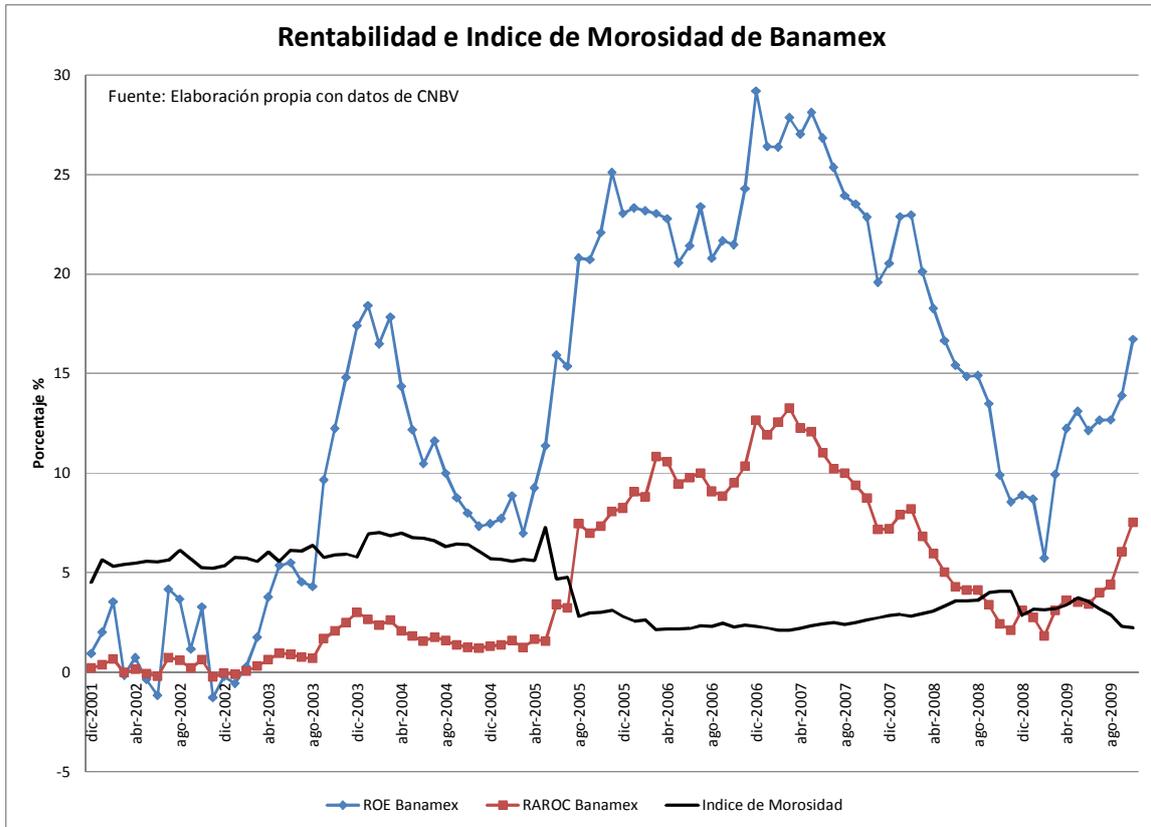
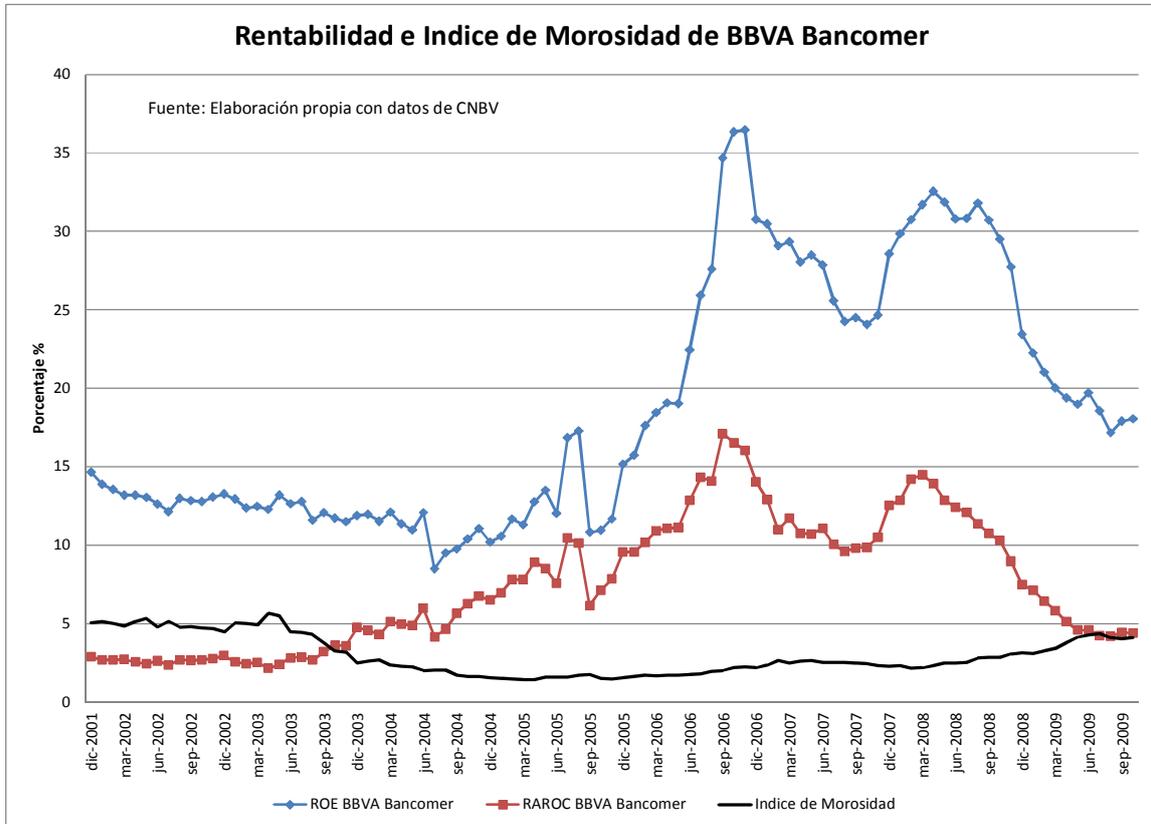
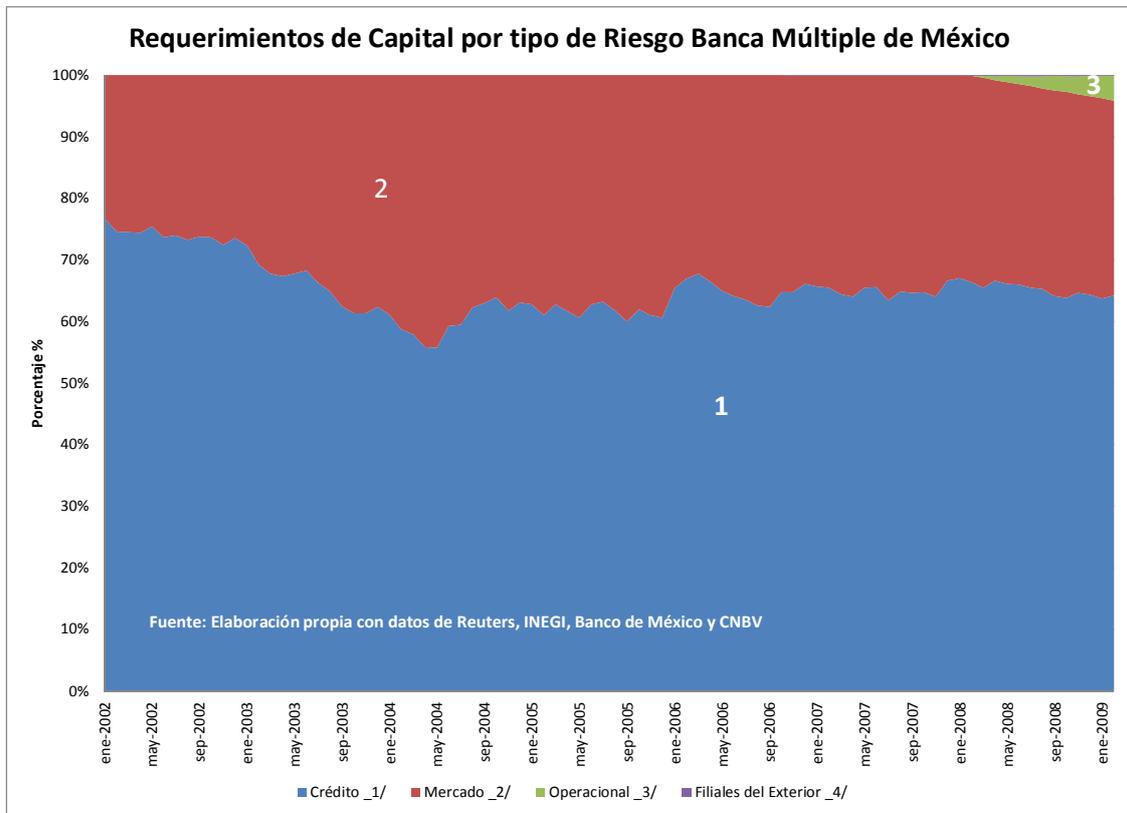


Figura 44. Rentabilidad e índice de morosidad de Bancomer



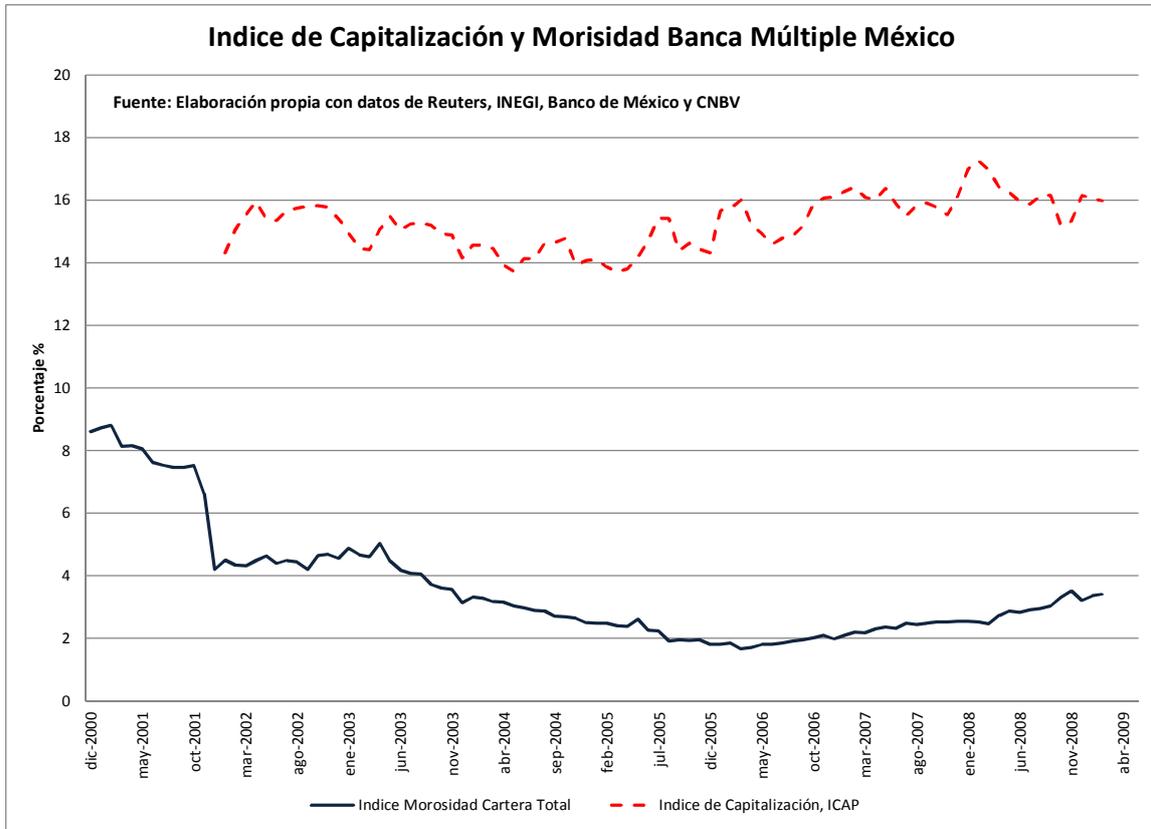
En la figura 45 se muestran los requerimientos de capital en los que incurre la Banca Múltiple de México por tipo de riesgo. Las cifras indican que el riesgo de crédito comprende cerca del 70%, lo que es lógico a la luz del giro que tiene un banco, mientras que el riesgo de mercado representa sólo el 27% y el operacional apenas un 3%. Es importante advertir que a pesar de que el riesgo de mercado y operacional tenga un peso menor, eso no implica que la severidad de la pérdida sea baja, por lo que una mala administración de un riesgo operacional podría ocasionar la quiebra de una institución.

Figura 45. Requerimientos de capital por tipo de riesgo en la Banca de México



Finalmente en la figura 46 se puede observar que los niveles de capitalización (ICAP) de la Banca Múltiple en su conjunto se encuentran en niveles del 16% en promedio, un nivel considerablemente aceptable según la regulación de Basilea II, aunque tranquilamente podría ajustarse a los niveles de Basilea III. En relación al índice de morosidad total de la banca se encuentra en niveles por debajo del 4% durante el período de la crisis subprime, situación que refleja la buena regulación prudencial que se estableció a raíz de la crisis del peso en 1994-1995, así como la instrumentación de la regulación de Basilea II; aunque debemos recordar que la falta de coherencia del VaR como medida de riesgo, no exenta que pueda generarse un riesgo sistémico o un quebranto bancario como ya se ha comentado a lo largo de la tesis.

Figura 46. Índice de capitalización y morosidad de la Banca en México



“El verdadero viaje de descubrimiento no es ver mundos nuevos sino cambiar los ojos.”
(Marcel Proust)

Capítulo V. Riesgo de crédito y opciones reales

“La receta para tener éxito en el mundo de la empresa es el trabajo”
(Alberto Marcos)

5.1. Riesgo de crédito y Basilea II

El Riesgo de Crédito de contraparte se define en Basilea II como “la posibilidad de que una de las partes de una operación pueda incumplir sus obligaciones antes de que se liquide la operación”.²⁹ De acuerdo al mismo documento, a diferencia de la exposición de una entidad al riesgo de crédito a través de un préstamo, que es sólo unilateral para el banco que concede el préstamo, el riesgo de crédito de contraparte produce un riesgo de pérdida bilateral, ya que el valor de mercado de la operación puede ser positivo o negativo para ambas partes, es incierto y puede variar con el tiempo a medida que lo hacen los factores de mercado subyacentes.

En general el riesgo de crédito se define como la pérdida potencial que se registra con motivo del incumplimiento de una contraparte en una transacción financiera (términos o condiciones de la transacción). También se concibe como un deterioro en la calidad crediticia de la contraparte o en la garantía o colateral pactada originalmente. El riesgo crédito también incluye al riesgo soberano. Un claro ejemplo de lo anterior es la baja en la calificación de la deuda soberana de largo plazo de los Estados Unidos por parte de la calificadora S&P de AAA a AA+, realizada el 05 de agosto de 2011.

Es importante señalar que si las contrapartes incumplen, las pérdidas potenciales en derivados son mucho más bajas que los montos nominales de referencia (valor nominal). En lugar de ello, la pérdida es el cambio en el valor de la posición. En contraste, los bonos corporativos y los préstamos bancarios están expuestos a la pérdida de todo el valor nominal. En caso de incumplimiento, los inversionistas sólo pueden recibir una pequeña parte de su dinero y en muchas ocasiones después de años de litigio.

El riesgo de crédito en derivados debe considerar la necesidad de cuantificar el nivel de exposición, o riesgo de mercado y el potencial para la diversificación a través de contrapartes e instrumentos. En relación al riesgo de mercado, en la banca tradicional, la exposición crediticia se determina fácilmente; para un bono o para un contrato de préstamo, se mide como el principal remanente más cualquier interés acumulado. En los derivados, la exposición depende de si el contrato tiene un valor de mercado positivo o negativo y de los cambios futuros en su valor. Por lo que respecta a la diversificación de contrapartes e instrumentos los derivados de crédito son una revolución para transferir parte del riesgo de crédito que se tienen en una posición.

Las bolsas organizadas tienen menor riesgo de contraparte, ya que han creado acuerdos institucionales para fijar requerimientos de margen, la valuación diaria a mercado y una cámara de compensación organizada; así como límites en las posiciones tanto a operadores como a los socios liquidadores. Como resultado, existe un riesgo de crédito muy pequeño en los instrumentos cotizados en bolsa, a tal grado que a lo largo de 120

²⁹ Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, *Convergencia internacional de medidas y normas de capital*, Junio de 2006. Nota 16, Pág. 19.

años de operación de futuros en los Estados Unidos de América, nunca se ha presentado un caso de incumplimiento por parte de alguna cámara de compensación.

El riesgo de incumplimiento es mayor en los mercados extra-bursátiles denominados OTC, ya que son acuerdos privados y no estandarizados. Sin embargo, existen algunas prácticas que pueden mitigar el riesgo de crédito como son: los acuerdos de neteo, límites a la posición, márgenes y colaterales, cambios en cupones, disparadores crediticios y los derivados de crédito.

La valoración del riesgo de crédito en los mercados OTC es muy importante y depende del tipo de derivado que se trate. Por ejemplo, si un banco vende una opción por la que la parte contraria paga la totalidad de la prima al comienzo del contrato, el riesgo de crédito de la otra parte no existe.

Si un banco compra una opción de estilo europeo, entonces existe el riesgo de que la parte contraria no pueda pagar si ejerce la opción en posición in the money (ITM) al vencimiento. Además, el banco no conoce cuál será el valor exacto de la opción si se ejerce en posición ITM. En tales casos, el crédito de riesgo sólo se puede calcular como una probabilidad.

En los mercados OTC no es habitual que se pague un margen a diario. El riesgo de crédito asociado con el derivado se valora entonces como un costo bruto de reposición más una estimación por cualquier cambio futuro del valor del contrato.

Basilea II contempla dos metodologías para calcular los requerimientos de capital por riesgo de crédito:

1. El Método Estándar, consiste en que la medición del riesgo crédito se realizará a partir de evaluaciones externas.

Mediante el método estándar, la institución bancaria calcula sus requerimientos de capital por riesgo de crédito, clasificando sus activos conforme al criterio emitido por alguna agencia calificadora internacional. La notación empleada en Basilea II corresponde a la utilizada por la calificadora Standard & Poor's; sin embargo, el Comité de Basilea indica que se podrían utilizar las calificaciones de otras instituciones externas de evaluación del crédito.

Se ha contemplado que todos los bancos avancen en la aplicación del Enfoque Estándar para el caso del riesgo crediticio, aunque algunos podrían adoptar los modelos internos, siempre y cuando, cumplan con los requerimientos mínimos establecidos en esta materia. Para el caso de los créditos soberanos, que se definen como los créditos concedidos a Estados soberanos y a sus bancos centrales, se ponderarán por riesgo del siguiente modo:

Tabla 12. Ponderación por riesgo crédito contemplado por Basilea II

Calificación del riesgo	AAA hasta AA	A+ hasta A	BBB+ hasta BBB	BB+ hasta B	Inferior a B	No calificado
Ponderación por riesgo	0%	20%	50%	100%	50%	100%

A efectos de ponderar por riesgo los créditos a soberanos, los supervisores podrán reconocer las puntuaciones de riesgo-país asignadas por las Agencias de Crédito a la Exportación (ECA). Para ser admitida, la ECA deberá publicar sus puntuaciones de riesgo y utilizar la metodología aprobada por la OCDE. Los créditos mantenidos con el Banco de Pagos Internacionales, el Fondo Monetario Internacional, el Banco Central Europeo y la Comunidad Europea podrán recibir una ponderación por riesgo del 0%.

Cuando se vayan a utilizar calificaciones externas, los supervisores deberán comprobar la solidez y fiabilidad de las instituciones que realizan dichas evaluaciones. Para esto, los supervisores nacionales tienen la responsabilidad de determinar si una institución externa de evaluación del crédito (ECAI) cumple o no los requisitos de admisión descritos en el nuevo acuerdo. Para ser admitida, una ECAI debe satisfacer cada uno de los seis criterios siguientes: objetividad, independencia, transparencia, divulgación, recursos e infraestructura, credibilidad.

Tabla 13. Ponderaciones para los activos sujetos a Riesgo de Crédito Enfoque Estándar

Tipo de Deudor	Calificaciones asignadas por las Agencias						
	AAA AA-	A+ - A-	BBB+ - BBB-	BB+ - B -	Menores a B-	No Calificados	
Soberanos	0%	20%	50%	100%	150%	100%	
Bancos	Opción 1 ¹	20%	50%	100%	100%	150%	100%
	Opción 2 ²	20%	50%	50%	100%	150%	50%
	Opción 3 ³	20%	20%	20%	50%	150%	20%
Corporativos	20%	50%	BBB+ - BBB-	BB+ BB-	Menor BB -	100%	
			100%		150%		
Menudeo	Vivienda					35%	
	Otros					75%	

Notas: 1 Se utiliza la calificación de los soberanos en donde se ubica el banco. 2 Se utiliza la Calificación asignada al banco por las agencias de evaluación crediticia. 3 Se trata de créditos con período de maduración menor a tres meses. Se utiliza la calificación asignada al banco por las agencias.

Fuente: Moctezuma Martínez, Anselmo. “Modelos para la medición del riesgo de crédito bajo el enfoque de Basilea. 4to. Foro de Riesgo e Ingeniería 2011, UAM Azcapotzalco.

2. *El Método basado en Calificaciones Internas (IRB)*, mediante el cual los bancos calculan con sistemas internos sus propias calificaciones.

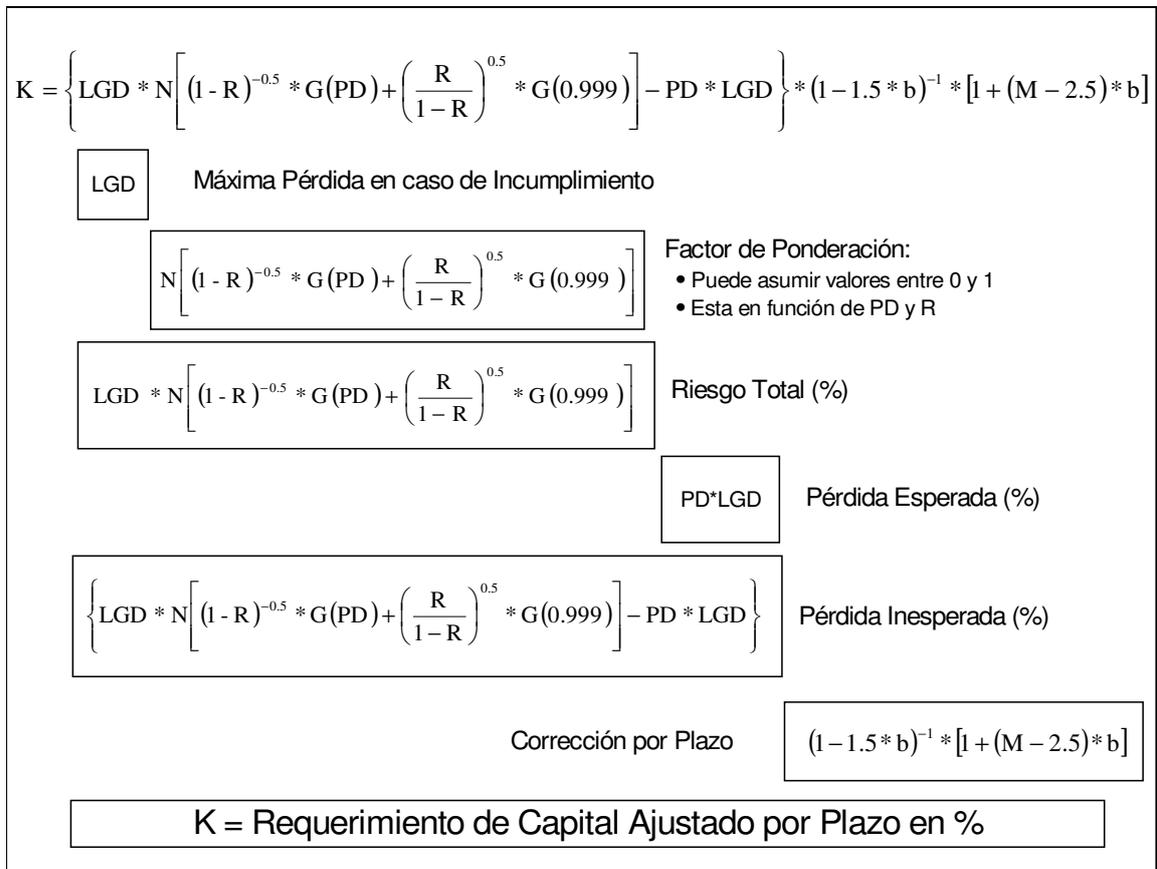
La metodología alternativa para el riesgo de crédito que contempla Basilea II, se basa en sistemas de calificación internas (IRB por sus siglas en inglés de Internal Ratings Based Approach); sin embargo, para realizar estas calificaciones se especifica que se necesitará la aprobación explícita del supervisor del banco, además, los bancos que opten por este método alternativo, estarán sujetos a ciertos requisitos mínimos y obligaciones de divulgación.

Basilea II establece para el empleo de calificaciones internas, la estimación de los componentes del riesgo que incluyen cálculos de la probabilidad de incumplimiento (PD), pérdida en caso de incumplimiento (LGD), exposición al riesgo de crédito (EAD) y vencimiento efectivo (M). En algunos casos, los bancos tendrán que utilizar un valor supervisor en vez de una estimación interna para uno o más componentes del riesgo.

Con el método IRB, los bancos tendrán que clasificar las posiciones de su cartera de inversión en seis categorías generales de activos con diferentes características de riesgo de crédito: a) frente a empresas, b) frente a soberanos, c) frente a bancos, d) frente al sector minorista y e) accionariales.

En la figura 47 se presenta un diagrama realizado por Moctezuma Martínez, Anselmo. En el que se puede observar de manera clara los componentes que determinan los requerimientos de capital para el riesgo crédito. Se puede advertir que podemos aislar la pérdida esperada e inesperada, así como la máxima pérdida en caso de incumplimiento.

Figura 47. Componentes de la fórmula general con modelos internos



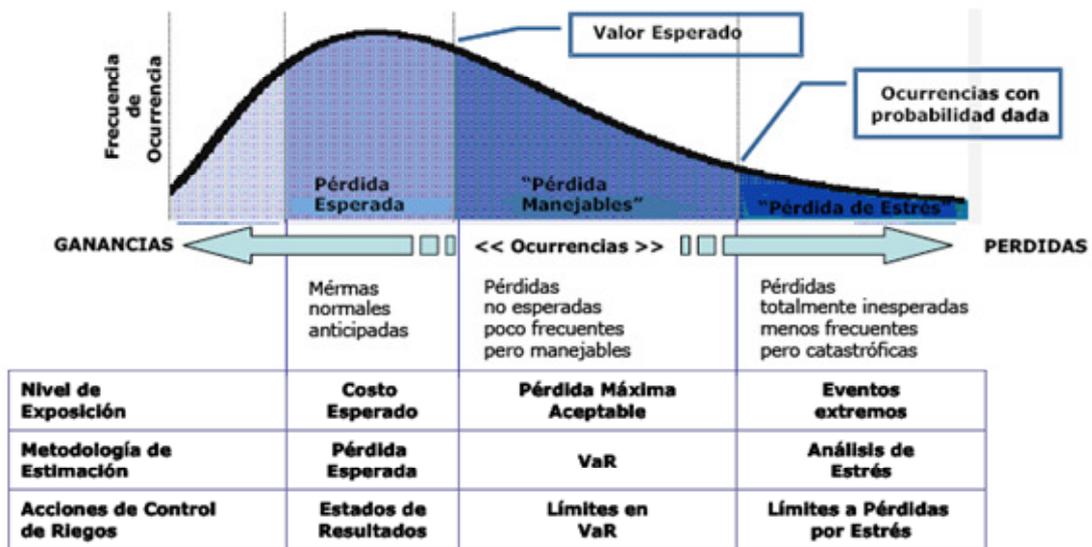
Fuente: Elaboración propia con base en Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, *Convergencia Internacional de Medidas y Normas de Capital. Marco Revisado, Versión integral*. pp. 70, 71, 84-85, Junio 2006. Tomado de Moctezuma Martínez, Anselmo. “Modelos para la medición del riesgo de crédito bajo el enfoque de Basilea. 4to. Foro de Riesgo e Ingeniería 2011, UAM Azcapotzalco.

A diferencia del modelo estándar comentado anteriormente (*Standardised Approach, SA*), en donde los requerimientos de capital se obtienen aplicando un 8% a los activos ponderados sujetos a riesgo, éstos últimos determinados mediante la aplicación de los ponderadores de riesgo propuestos en el Comité, en el caso de los Modelos Internos dichos requerimientos de capital se calculan a partir de los valores estimados para los siguientes Componentes de Riesgo (*Drivers*):

- i. Probabilidad de Incumplimiento (Probability of Default, PD)
- ii. Severidad de la Pérdida en caso de Incumplimiento (Loss Given Default, LGD)
- iii. Exposición al Momento del Incumplimiento (Exposure at Default , EAD)
- iv. Vencimiento Efectivo (Effective Maturity, M)

En la figura 48 se muestra la función de distribución de pérdidas por riesgo crédito, considerando un modelo interno. Se puede ver que las pérdidas inesperadas están asociadas a eventos extremos que podemos modelar mediante pruebas de estrés. Mientras que la pérdida máxima aceptable estaría dada por el VaR, aunque no debemos olvidar que ésta no es una medida coherente de riesgo y puede sesgar nuestras estimaciones.

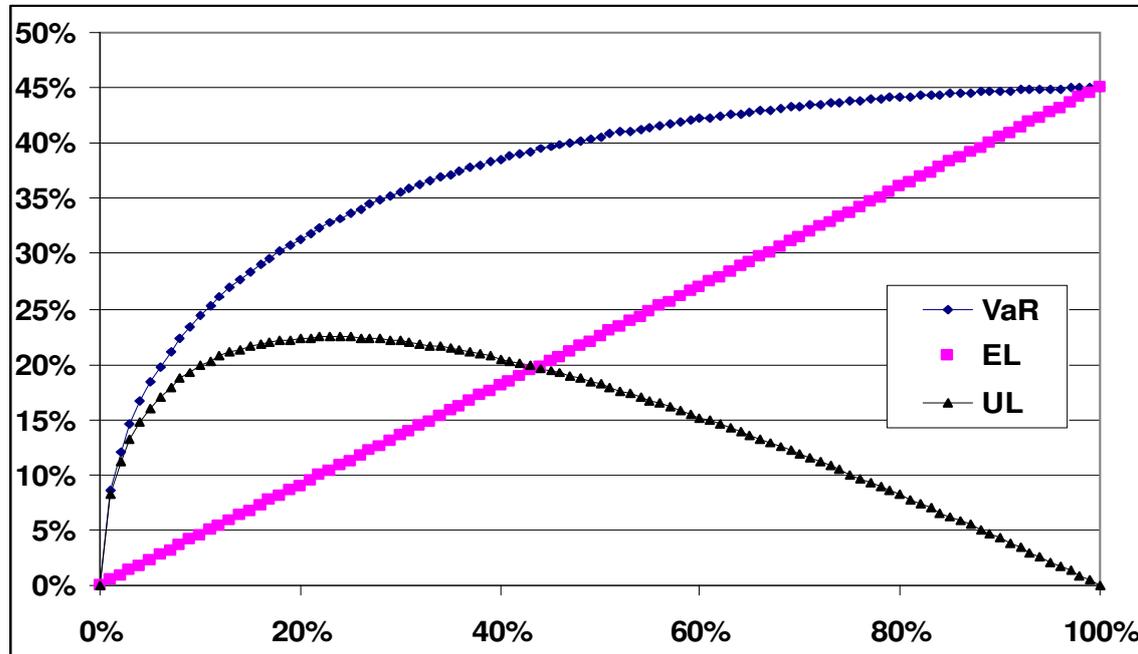
Figura 48. Función de distribución de la pérdida por riesgo de crédito Modelos Internos



Fuente: Banco de México, *Definiciones básicas de Riesgos*, México, Noviembre 2005, p.9. Tomado de Moctezuma Martínez, Anselmo. "Modelos para la medición del riesgo de crédito bajo el enfoque de Basilea. 4to. Foro de Riesgo e Ingeniería 2011, UAM Azcapotzalco.

En la figura 49 se observa que la curva de riesgos medida por el VaR, se debe en gran medida a la pérdida esperada, la cual es creciente en el tiempo, mientras que la pérdida inesperada comienza a disminuir. Es decir, el VaR tiene un componente estructural que es la pérdida esperada.

Figura 49. Curvas de riesgo - Modelos Internos



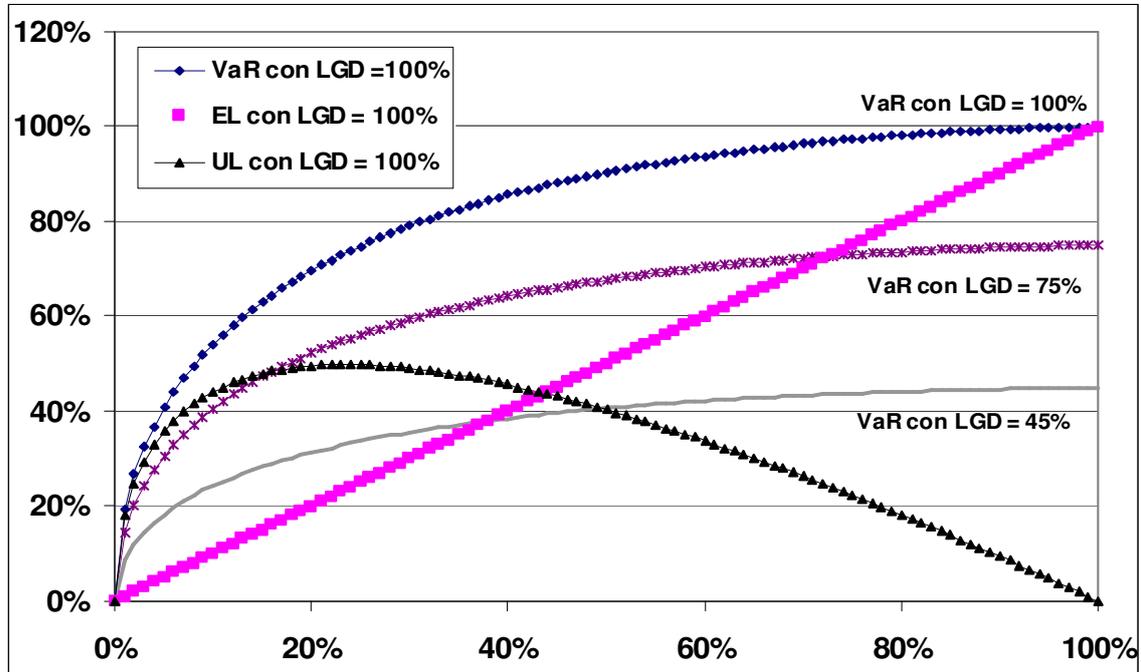
Fuente: Tomado de Moctezuma Martínez, Anselmo. “Modelos para la medición del riesgo de crédito bajo el enfoque de Basilea. 4to. Foro de Riesgo e Ingeniería 2011, UAM Azcapotzalco.

En la figura 50 se observa que la curva de riesgo se modifica ante cambios en el LGD que es la máxima pérdida esperada, es decir, a medida que la severidad de la pérdida aumenta el VaR comenzará a registrar incrementos importantes.

La sensibilidad de la curva de riesgos ante cambios en el nivel de confianza se muestra en la figura 51. Es claro que a medida que el nivel de confianza aumente, el VaR deberá reflejar la mayor precisión que deseamos y por ende estimar un nivel de pérdida mayor dentro de la curva de riesgo.

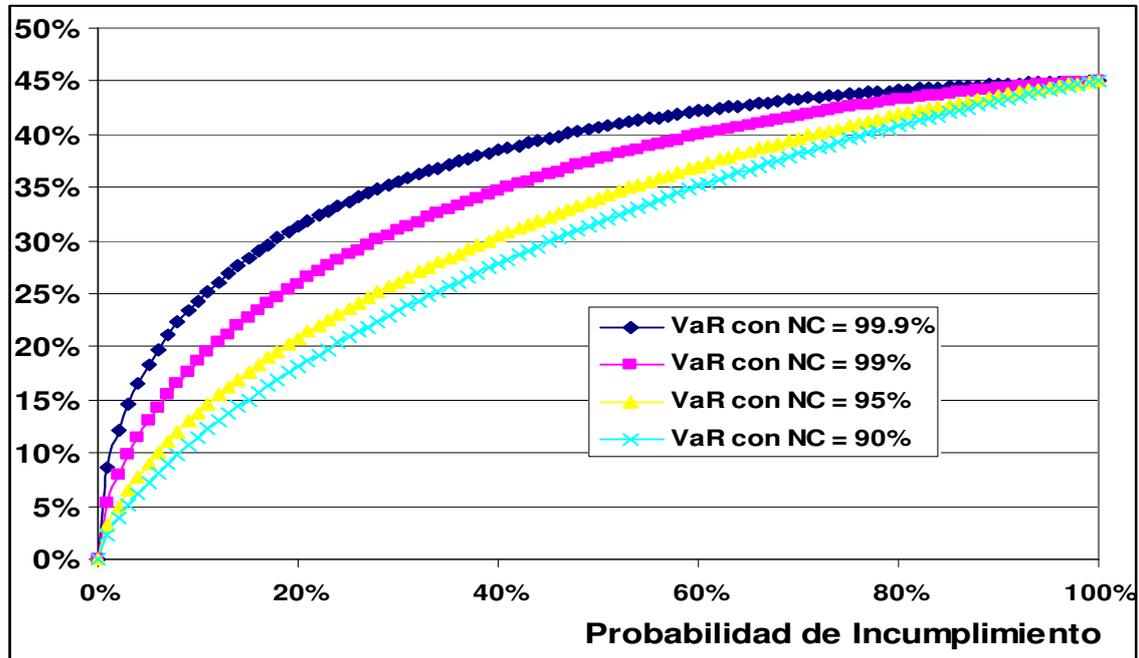
La figura 52 muestra la sensibilidad de la curva de riesgo ante cambios en el nivel de correlación que contemplan los modelos internos. Los resultados indican que existe una mayor pérdida cuando la correlación aumenta, ya que se diluye el principio de diversificación que considera activos con una correlación inversa perfecta.

Figura 50. Traslados de las curvas de riesgo ante aumentos de LGD Modelos Internos.



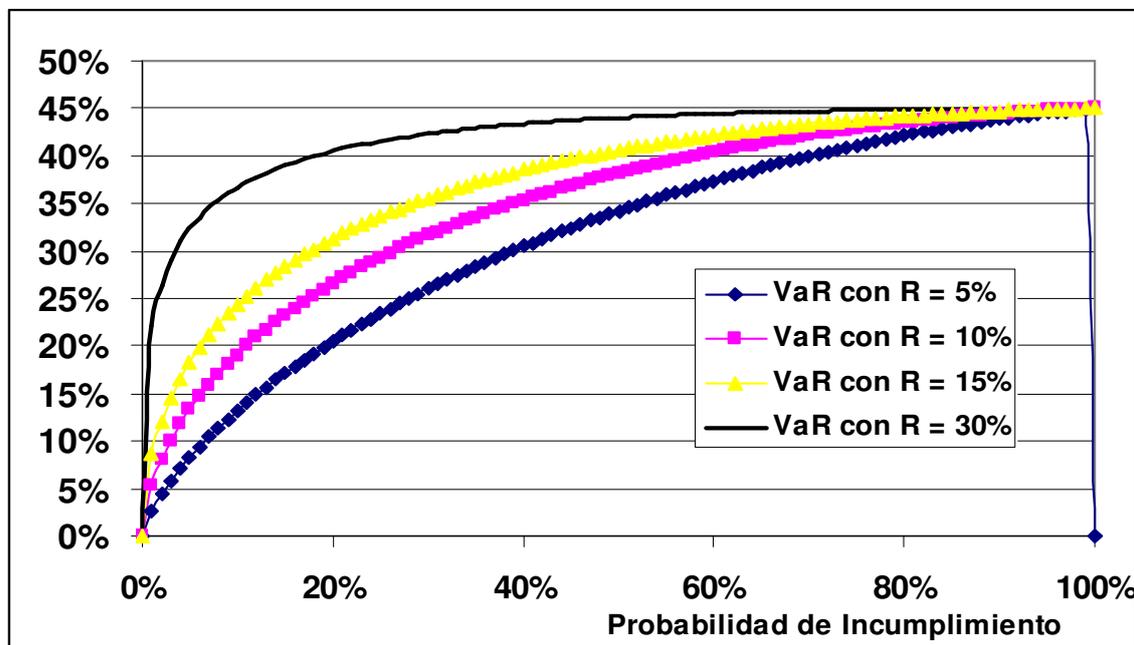
Fuente: Tomado de Moctezuma Martínez, Anselmo. “Modelos para la medición del riesgo de crédito bajo el enfoque de Basilea. 4to. Foro de Riesgo e Ingeniería 2011, UAM Azcapotzalco.

Figura 51. Sensibilidad de la curva de riesgo total ante cambios en el nivel de confianza - Modelos Internos.



Fuente: Tomado de Moctezuma Martínez, Anselmo. “Modelos para la medición del riesgo de crédito bajo el enfoque de Basilea. 4to. Foro de Riesgo e Ingeniería 2011, UAM Azcapotzalco.

Figura 52. Sensibilidad de la curva de riesgo total ante cambios en el nivel de correlación – Modelos Internos.



Fuente: Tomado de Moctezuma Martínez, Anselmo. “Modelos para la medición del riesgo de crédito bajo el enfoque de Basilea. 4to. Foro de Riesgo e Ingeniería 2011, UAM Azcapotzalco.

A continuación se realiza la comparación del método básico y avanzado, a fin de resaltar las diferencias de cada uno de ellos. Primero que nada debemos recordar que existen tres elementos fundamentales dentro de cada una de las clases de activos cubiertos por el método IRB:

1. **Componentes de riesgo:** Son estimaciones de los parámetros de riesgo proporcionadas por los bancos, algunas de las cuales proceden del supervisor.
2. **Funciones de ponderación del riesgo:** Es el medio para transformar los componentes de riesgo en activos ponderados por su nivel de riesgo y, por ende, en requerimientos de capital.
3. **Requisitos mínimos:** Son los criterios mínimos que debe satisfacer un banco para poder utilizar el método IRB para una determinada clase de activos.

El Nuevo Acuerdo de Capital, establece que para gran parte de los activos, se permite el uso de dos amplios métodos: un método básico y un método avanzado. Como regla general, en el método básico los bancos proporcionan sus propias estimaciones de PD y utilizan las estimaciones del supervisor para los demás componentes de riesgo. Mientras que en el método avanzado, los bancos realizan sus propias estimaciones sobre PD, LGD y EAD, y de su propio cálculo de M, sujeto a la observancia de ciertos criterios mínimos.

La diferencia entre el método básico y avanzado radica en el grado de utilización de componentes de riesgo internos o proporcionados por el supervisor. El número de componentes que pueden ser estimados por los bancos, depende del tipo de modelo interno que se desee certificar. Al respecto existen dos opciones: Modelos Internos Básicos (Internal Rating Based, IRB, por sus siglas en inglés) y Modelos Internos Avanzados (Advanced Measurement Approaches, AMA).

En el caso de los modelos IRB, las instituciones únicamente estimarán la Probabilidad de Incumplimiento, debiendo utilizar para el resto de los componentes de riesgo los parámetros establecidos por el Comité.

En el caso de los modelos AMA, las entidades deberán de estimar todos los componentes. Existen otros dos componentes de riesgo, el *Coefficiente de Correlación* (R) y el *Ajuste al Vencimiento* (*Maturity Adjustment*, b), pero estos se determinan a partir de los valores de las Probabilidades de Incumplimiento.

Exposiciones frente a empresas, soberanas e interbancarias

En el método básico, los bancos deberán ofrecer sus propias estimaciones de la PD asociada a cada una de las calificaciones de sus prestatarios, pero deberán utilizar las estimaciones suministradas por el supervisor para los demás componentes de riesgo relevantes. Estos otros componentes son la LGD, la EAD y el M.

En el método avanzado, los bancos podrán ofrecer sus propias estimaciones de PD, LGD y EAD y deberán suministrar sus propias estimaciones de M.

Exposiciones minoristas (retail exposures)

En el caso de las exposiciones minoristas, los bancos deberán proporcionar sus propias estimaciones de PD, LGD y EAD. No existe distinción entre el método básico y el avanzado en esta clase de activos.

Exposiciones accionariales

Existen dos métodos, en sentido amplio, de cálculo de los activos ponderados por su nivel de riesgo en el caso de las exposiciones accionariales no incluidas en la cartera de negociación: un método basado en el mercado y un método PD/LGD.

Derechos de cobro adquiridos admisible

En el caso de los derechos de cobro admisibles frente a empresas, se dispondrá tanto de un método básico como de un método avanzado. En el caso de derechos de cobro admisibles frente al sector minorista, al igual que ocurre con el resto de activos frente al sector minorista, no existe distinción entre un método básico y un método avanzado.

Fórmula para derivar los activos ponderados por su nivel de riesgo

La derivación de los activos ponderaciones por su nivel de riesgo está en función de las estimaciones de PD, LGD, EAD y, en ciertos casos, del Vencimiento efectivo (M), para cada posición. La fórmula para calcular los activos ponderados por su nivel de riesgo es:

$$\text{Correlaci3} (R) = 0.12 \times (1 - \text{EXP}(-50 \times PD)) / (1 - \text{EXP}(-50)) + 0.24 \times \left[\frac{1 - (1 - \text{EXP}(-50 \times PD))}{(1 - \text{EXP}(-50))} \right]$$

$$\text{Ajuste por vencimiento } (b) = (0.11852 - 0.05478 \times \ln (PD))^2$$

$$\text{Activos ponderados por su nivel de riesgo (RWA)} = K \times 12.5 \times \text{EAD}$$

$$\text{Requer.de capital (K)} = [\text{LGD} \times N[(1-R)^{-0.5} \times G(PD) + (R / (1-R))^{-0.5} \times G(0.999)] - PD \times \text{LGD}] \times (1 - 1.5 \times b)^{-1} \times (1 + (M - 2.5) \times b)$$

Donde:

N(x) denota la funci3n de distribuci3n acumulada de una variables aleatoria normal est3andar, es decir, la probabilidad de que una variables aleatoria normal con media 0 y Varianza 1 sea inferior o igual a x.

G(z) denota la funci3n de distribuci3n acumulada inversa de una variables aleatoria normal est3andar, es decir, el valor de x tal que N(x) = z.

Criterios cuantitativos

Al calcular los descuentos, se utilizar3 un intervalo de confianza asim3trico del 99%. El Comit3 de Basilea no recomienda ning3n tipo de modelo en concreto, sino que est3 a favor del empleo de m3todos que permitan identificar la totalidad de los riesgos significativos que asumen, los bancos ser3n libres de utilizar modelos basados, por ejemplo, en simulaciones hist3ricas y en simulaciones de Monte Carlo.

Utilizaci3n de modelos VaR

Como alternativa al empleo de descuentos est3andar o de estimaci3n propia, los bancos podr3n usar modelos VaR (Value at Risk, por sus siglas en ingl3s) con el objeto de reflejar la volatilidad de los precios de la posici3n y del colateral en el caso de operaciones de tipo pacto de recompra. Esta metodolog3a ser3 aplicable a las operaciones de tipo pacto de recompra incluidas en acuerdos bilaterales de compensaci3n firmados con cada contraparte por separado.

Al emplear modelos VaR el banco deber3 comparar la variaci3n efectiva experimentada por la exposici3n frente a la contrapartida a lo largo de un horizonte de un d3a con respecto al valor de la exposici3n tras la cobertura del riesgo (E*). Se considerar3 una excepci3n cada observaci3n en la que la variaci3n efectiva experimentada por la exposici3n supere la estimaci3n conforme al modelo VAR.

El cálculo de la posición (E^*) para bancos que utilicen su propio modelo interno será el siguiente:

$$E^* = \max \left\{ 0, \left[\left(\sum E - \sum C \right) + \text{resultado VaR con el modelo interno} \right] \right\}$$

Para requerimiento de capital se utilizará la cifra VaR calculada al cierre del día hábil precedente.

5.2. Modelos de riesgo crédito

Los modelos para medir el riesgo crédito más utilizados son:

- i. Las tres C del solicitante (conocer, capacidad y capital).
- ii. Modelos Econométricos: análisis de discriminantes lineales y de regresión lineal múltiple y modelos Logit y Probit para determinar las probabilidades de incumplimiento. En estos modelos, las variables independientes son razones financieras y otros indicadores, así como variables externas que miden los efectos macroeconómicos.
 - El modelo Z-Score de Altman.
 - El modelo ZETA de Altman.
 - Modelo de Probabilidad Probit
 - Modelo de Probabilidad Logia
 - Modelo de Fisher
 - Razón de flujo de caja sobre deuda total
- iii. Modelo KMV son desarrollados por la empresa del mismo nombre utilizando la teoría de opciones para determinar la probabilidad de incumplimiento. Este modelo se basa en que el comportamiento de una empresa es idéntico al de una opción de compra (call) en el que el valor de la deuda es el precio de ejercicio, los activos son el subyacente y es posible determinar la volatilidad de los rendimientos de los activos. Lo anterior se realiza aplicando el modelo de Black-Scholes para valorar opciones. No obstante que este modelo es muy robusto para empresas que cotizan en la bolsa, la empresa KMV también lo aplica para empresas privadas.
- iv. Redes Neuronales son sistemas por computadora que intentan imitar el funcionamiento del cerebro humano emulando una red de neuronas interconectadas entre sí. Utilizan los mismos datos que las técnicas econométricas, pero básicamente son modelos de prueba y error.
- v. Enfoque básico basado en calificación interna (IRB básico)
- vi. Enfoque avanzado basado en calificación interna (IRB avanzado)

Independientemente del modelo que se elija, el objetivo es estimar la probabilidad de incumplimiento de la contraparte y, por otra, construir una matriz de probabilidades de transición para predecir la tendencia de un crédito a subir o bajar de calificación.

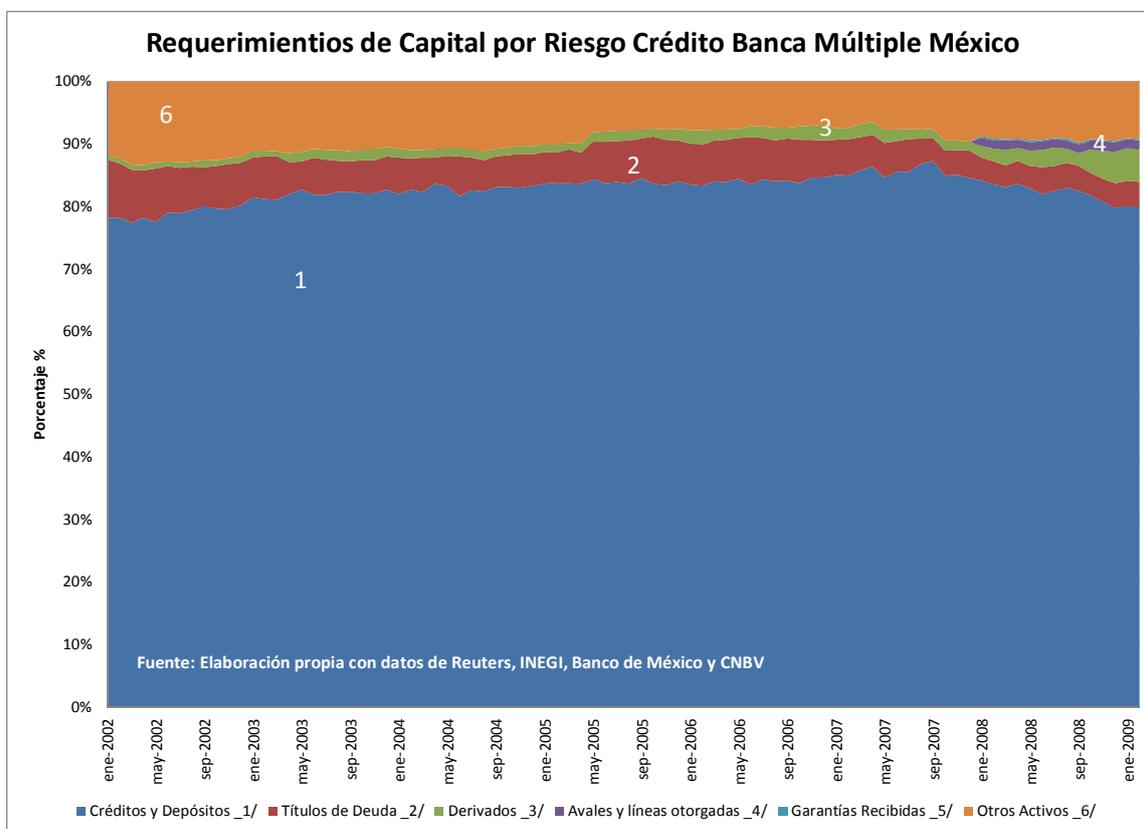
El proceso de las tres C del solicitante se refieren a **conocer** al sujeto de crédito (carácter), su solvencia moral y económica y su disposición para cumplir con sus compromisos con terceros; medir su **capacidad** de pago mediante un análisis financiero exhaustivo del solicitante (capacity) y finalmente revisar la estructura de **capital** (capital) del solicitante a fin de determinar su capacidad de endeudamiento estimando la proporción de recursos propios en relación con los recursos de terceros.

El proceso de otorgamiento de crédito tradicional está siendo desplazado por otras técnicas estadísticas paramétricas que permitan determinar la probabilidad de incumplimiento o impago, ya que el análisis de crédito resulta muy costoso para las instituciones de crédito dado el nivel de analistas que requieren. Además de que a medida que la institución financiera es más grande, el análisis de crédito es menos homogéneo y requiere de fuertes inversiones en capacitación, por lo que se puede generar un grave problema burocrático para los solicitantes de financiamiento.

En términos de un instrumento financiero, se dice que el tenedor del mismo tiene riesgo de crédito cuando su exposición de riesgo con la contraparte tiene un monto positivo, es decir, cuando la contraparte “le debe dinero” al tenedor en un punto en el tiempo. Un aspecto clave en el riesgo de crédito es la dependencia del tiempo. El riesgo de crédito es una función del riesgo de mercado en la vida remanente de una transacción con la contraparte. Esta dependencia en el tiempo es lo que se complica medir, reportar y controlar el riesgo de crédito.

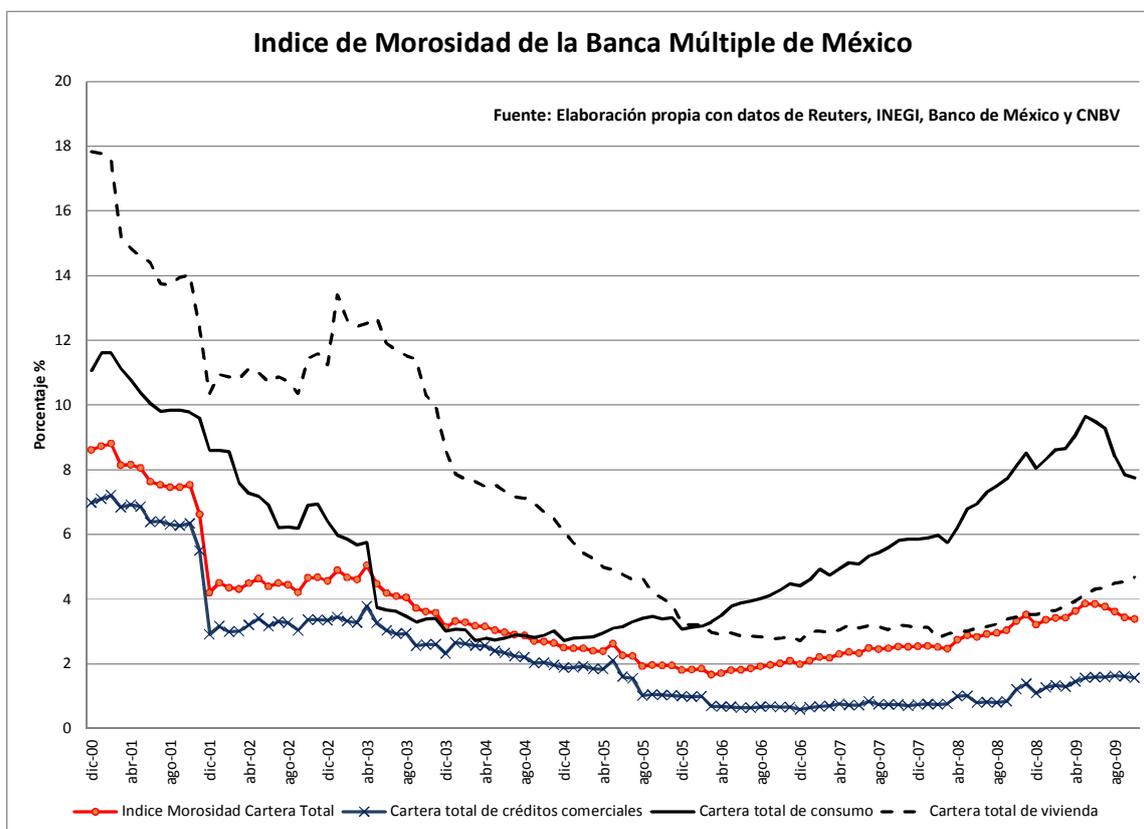
Regresando a nuestro análisis de la banca en México, podemos advertir en la figura 53 los requerimientos de capital en los que incurre la Banca Múltiple de México por tipo de riesgo. Las cifras indican que el riesgo de crédito comprende cerca del 70%, lo que es lógico a la luz del giro que tiene un banco, mientras que el riesgo de mercado representa sólo el 27% y el operacional apenas un 3%. Es importante advertir que a pesar de que el riesgo de mercado y operacional tenga un peso menor, eso no implica que la severidad de la pérdida sea baja, por lo que una mala administración de un riesgo operacional podría ocasionar la quiebra de una institución.

Figura 53. Requerimientos de capital por riesgo crédito en la Banca de México



En la figura 54 se muestra los índices de morosidad de la Banca Múltiple de México por segmento de crédito; las cifras advierte que la cartera de crédito al consumo fue la que presentó mayor índice de morosidad, situación que es natural ya que la subida de tasas de interés hizo que de manera automática subiera el costo del crédito evolutivo asociado a las tarjetas de crédito. El segundo mayor índice de morosidad se dio en el crédito a la vivienda, aunque muy alineado con el crédito comercial, recordemos que estos dos tipos de crédito son los que tienen mayores controles para su otorgamiento. Por ejemplo el crédito a la vivienda en muchas ocasiones se encuentra apalancado en parte con recursos del Infonavit o Fovisste; mientras que el crédito comercial debe pasar un proceso amplio de autorización que incluye el business plan y una valuación profunda del crédito de ahí su reducido índice de morosidad.

Figura 54. Índice de morosidad por segmentación de la Banca Múltiple



En el siguiente apartado se realizará la estimación del modelo Z score para la Banca en México, a fin de detectar la posibilidad de una quiebra que pudieran tener, a partir de los fundamentales de los intermediarios. La estimación que se realiza se basa en el modelo Z score para mercados emergentes.

5.3. Estimaciones del Modelo Z score de Altman

El modelo Z-score desarrollado en 1968 se construye a partir de cinco razones financieras. Dichas razones financieras se combinan linealmente con un peso específico para cada una, a fin de obtener una calificación (Z-score) que discrimina a las empresas que incumplen con sus compromisos crediticios.

En 1977 Altman, Haldeman y Narayanan diseñaron un modelo superior al anterior, considerando siete razones financieras. El objetivo fundamental de Altman ha sido predecir la quiebra de empresas con una anticipación de hasta cinco años. Ésta es la razón fundamental por la que no ha cambiado los coeficientes del modelo. Si bien la ventaja de cambiar los coeficientes del modelo es que contaría con información más reciente, las calificaciones no serían comparables en distintos periodos y no se podría predecir la quiebra de las empresas. Ciertamente, para la obtención de probabilidades de quiebra es

necesario tener una serie histórica de las calificaciones y, a partir de ésta, calcular las frecuencias relativas, es decir, las probabilidades de incumplimiento o transición.

Los modelos probit y logit forman parte de la familia de modelos de elección cualitativa que determina la probabilidad de que un individuo o empresa con ciertos atributos pertenezcan a uno de dos grupos específicos. En este caso se trata de determinar la probabilidad de que un acreditado que tiene ciertos atributos o razones financieras (capital contable, apalancamiento financiero, liquidez, rentabilidad, etc.) se declare en incumplimiento o degrade su calificación crediticia.

Lawrence Fisher aplicó un modelo de regresión multivariante en el que utilizó como variable dependiente el diferencial de rendimiento y como variables independientes: la variabilidad de los beneficios, el tiempo, la solvencia, la razón acciones-deuda y el valor de mercado de todos los bonos de la empresa que se negocian públicamente. El modelo de regresión es de tipo logarítmico y es importante destacar que el valor de los coeficientes se ha mantenido muy estable.

La razón de flujo de caja sobre deuda total ha sido muy útil en varios estudios dada su capacidad predictiva de quiebra. Lo anterior se desprende de que la probabilidad de insolvencia será más grande cuando: más pequeño sea el saldo de tesorería o el flujo de caja esperado o cuanto mayor sea la variabilidad del flujo de caja.

La metodología de Creditmetrics propuesta por JP Morgan en 1997 para medir el riesgo de un portafolio, como consecuencia de cambios en el valor de la deuda causados por variaciones en la calificación crediticia de la contraparte (emisor del papel). Es decir, no sólo considera el evento de incumplimiento, sino también los cambios en la calidad crediticia.

Los problemas de la medición del riesgo de crédito (pérdidas esperadas) de un portafolio surgen dos problemas complejos que resolver, el primero se refiere a la determinación de la curva de distribución de probabilidad de los rendimientos de crédito. En riesgos de mercado la distribución se asemeja a la normal y es relativamente simétrica, por lo que la media y desviación estándar es suficiente para entender los riesgos y cuantificar el valor en riesgo, mientras que en el riesgo de crédito, los rendimientos del portafolio son sesgados y la curva presenta alta kurtosis en la cola izquierda. Por lo tanto, la media y la desviación estándar no es suficiente para entender la distribución de probabilidad. El fenómeno de la alta kurtosis en la cola izquierda de la curva se debe a los probables eventos de incumplimiento o bancarrota.

Algunas distribuciones de probabilidad son sesgadas (asimétricas) a la derecha, es decir, la mayor parte del área bajo la función de densidad se encuentra cerca del origen y dicha función disminuye gradualmente cuando la variable aleatoria aumenta. En estos casos la función de densidad gamma puede ser de gran utilidad, así como la función de densidad exponencial que se utiliza mucha veces para modelar los riesgos de contraparte, ya que hay muchas observaciones con pérdidas cercanas a cero y pocas observaciones de mucho monto alejadas del origen.

El segundo problema en el modelado del riesgo de crédito se refiere al cálculo de las correlaciones entre rendimientos de los activos del portafolio. La insuficiencia de datos históricos de la calidad crediticia del emisor hace difícil la estimación de correlaciones.

El modelo Z score es el nombre que se le da al resultado de aplicar el análisis discriminante a un conjunto de indicadores financieros, que tienen como propósito clasificar a las empresas en dos grupos Bancarrota y No-Bancarrota. El modelo original Z de Altman fue desarrollado para predecir las quiebras de las empresas. Altman analizó la información financiera anual de 66 corporaciones del sector manufacturero.

$$Z = 1.2 * X1 + 1.4 * X2 + 3.3 * X3 + 0.6 * X4 + 0.99 * X5$$

Donde:

X1= Activo disponible/ Activos totales

X2= Utilidades retenidas/ Activo total

X3= Utilidades antes de impuestos / Actios totales

X4= Valor cierre de la acción/ (Pasivo total/ # de acciones)

X5= Ingresos operaciones /Activos totales

El modelo Z score permite estimar una zona de bancarrota que es cuando el valor Z esta por debajo de 1.81. Si el valor se encuentra en el rango de 1.81 a 2.99 se encuentra en una zona de alerta de posible bancarrota y cuando el índice se encuentra por arriba de 2.99 indica un nivel de solvencia de la compañía.

El modelo EMS (Emerging Markets Corporate Bond Scoring System) es un modelo que fue elaborado por Salomon Brothers en julio de 1995. Tiene como uno de sus objetivos distinguir la calidad del crédito en los países que enfrentan diversos problemas económicos. Este modelo muestra la clasificación del riesgo financiero de una empresa, y puede ser utilizado para valuar el valor relativo entre los diversos créditos, combina rigurosamente los análisis estadísticos del desempeño financiero de las empresas emisoras de bonos con factores cualitativos críticos con el objeto de asignar una calificación de bonos equivalente para todas las empresas emisoras de bonos.

La base del sistema de calificación se fundamenta en un modelo multivariado que combina cuatro medidas de desempeño financiero y operativo de las empresas, ponderando estas medidas con el fin de obtener una calificación genérica de la empresa emisora.

$$EMScore = 3.25 + 6.56 * (X1) + 3.26 * (X2) + 6.72 * (X3) + 1.05 * (X4)$$

X1 = Capital de Trabajo / Activo Total

X2 = Utilidad Retenida / Activo Total

X3 = EBIT/ Activo Total

X4 = Valor en Libros / Pasivo Total

Tabla 14. Equivalencias de los Bonos Soberanos con EMScore

(U.S. Bond Rating Equivalent Based on EM Score y
U.S. Equivalent Rating Average EM Score)

AAA	8.15
AA+	7.60
AA	7.30
AA-	7.00
A+	6.85
A	6.65
A-	6.40
BBB+	6.25
BBB	5.85
BBB-	5.65
BB+	5.25
BB	4.95
BB-	4.75
B+	4.50
B	4.15
B-	3.75
CCC+	3.20
CCC	2.50
CCC-	1.75
D	0

Fuente: In-depth Data Corp. Average based on over 750 U.S. Corporates with rated debt outstanding: 1994 data.

Los resultados de la estimación del modelo Z score para mercados emergentes (EMScore) que se presentan en la figura 54.A, indica que Banamex y Santander lograron durante algún momento del período de estudio tener un comportamiento de sus fundamentales que le daría una calificación de grado de inversión. El conjunto de la banca múltiple se aproxima a los niveles de grado de inversión con un comportamiento muy estable, aunque existen comportamientos atípicos como fue el caso de Banco Azteca, quien tuvo un desempeño en sus fundamentales que le otorgaría una nota de default. En la gráfica 54.B, se puede observar que la mayoría de los bancos se encuentran en un puntaje por arriba de 3.20 con lo que se tendría una calificación de al menos “B” y solamente algunos bancos estarían en zona de calificación “C” ó “D”.

Figura 54.A Estimaciones del Modelo Z score para Bancos Comerciales de México

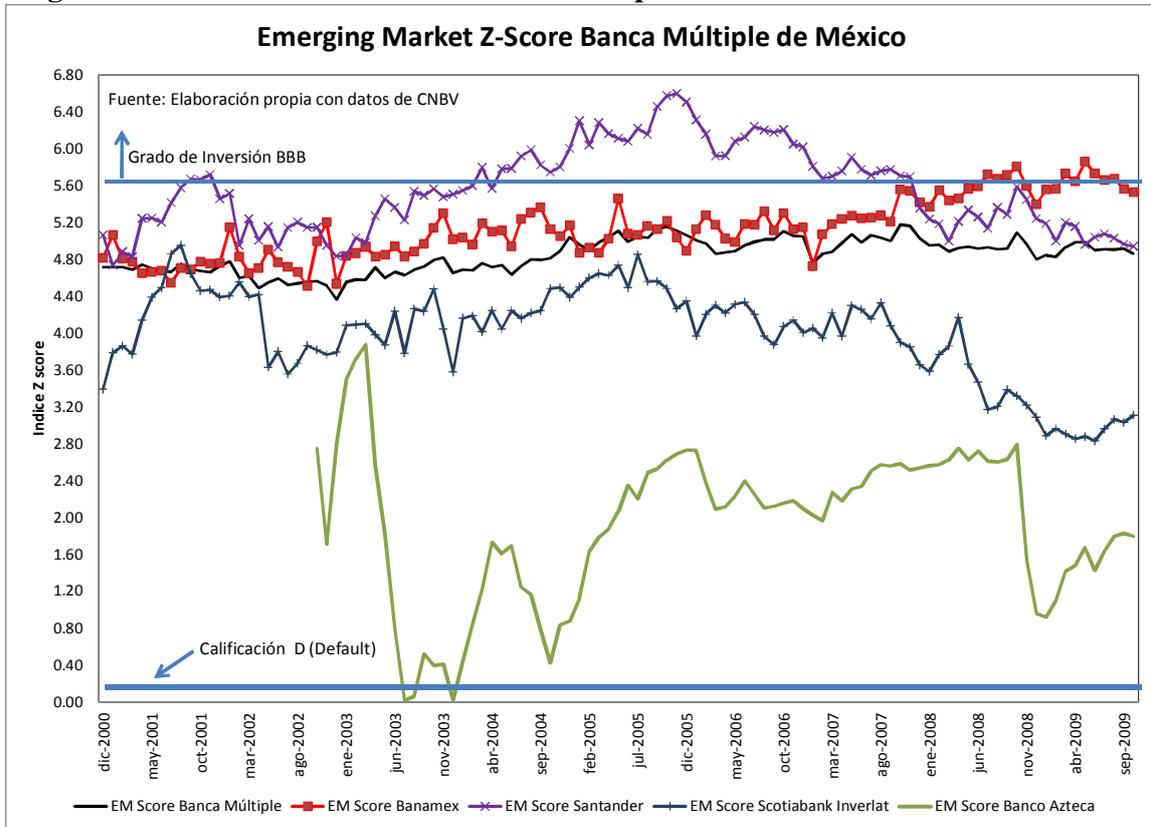
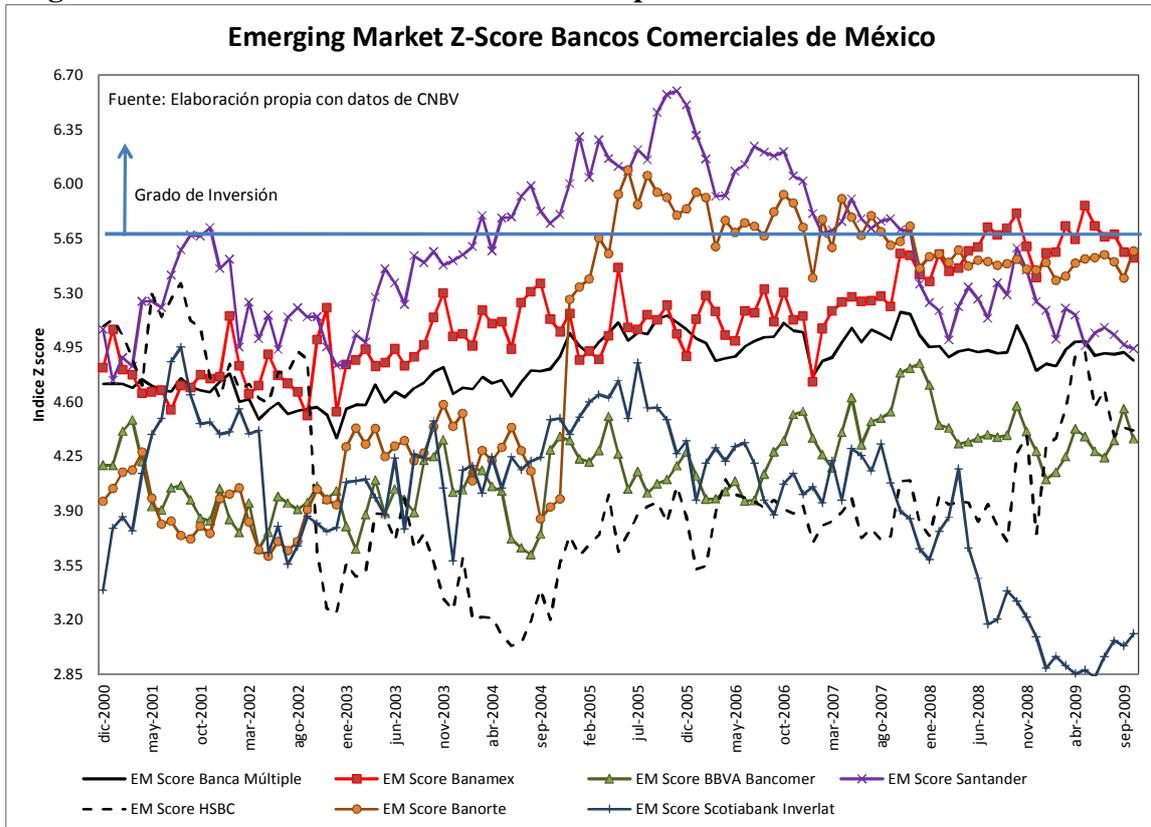


Figura 54.B Estimaciones del Modelo Z score para Bancos Comerciales de México



5.4. Derivados de Crédito (CDs)

La posibilidad de transferir el riesgo de crédito es posible gracias al desarrollo de los derivados de crédito. Los derivados de crédito son la manera más sencilla de transferir riesgo de crédito entre instituciones, no es necesario tomar una posición sobre un activo en particular y se realizan mediante un contrato "a la medida" que especifica vencimiento, cupones y frecuencia del derivado de crédito.

El mercado de derivados de crédito ha crecido considerablemente en los últimos años, como consecuencia del mayor conocimiento de dicho instrumento, las ventajas que presenta dicho mercado para el inversionista y el operador de cobertura, la introducción de regulación y documentación legal homogénea, basado en las definiciones de la Asociación Internacional de Swaps y Derivados (ISDA).

Los derivados de crédito proveen de una forma más eficiente de reproducir el riesgo de crédito que existe en un instrumento. Los operadores de cobertura del riesgo de crédito tienen la opción de reducir este riesgo mediante lo que se conoce como comprar protección al crédito. Esto es útil para aquellos que quieren evitar el riesgo de crédito pero no pueden vender el activo riesgoso. También se usa para adquirir una posición

larga en un crédito en particular. En su forma exótica, los CDs permiten diversificar el perfil de un activo o un grupo de activos para que se redistribuyan de una manera que sea más atractiva para las necesidades de los inversionistas.

Los principales participantes en el mercado de CDs son los bancos, ya que estas instituciones los utilizan para compensar el riesgo de crédito de portafolios completos y de préstamos. También los usan para aumentar su exposición al crédito y maximizar el uso de sus líneas de crédito. Por la parte de activos, utilizan los CDs para tener su exposición al crédito "a la medida" que requieren para el perfil de un determinado portafolio.

Las empresas que participan en el mercado de derivados de crédito lo hacen como formadores de mercado. Los derivados de crédito más populares son los denominados derivados de crédito con un tipo de subyacente (single-name) dentro de los que destaca los Credit Default Swap (CDS) y con múltiples subyacentes (multi-name) dentro de los que destacan las canastas "first-to-default".

Históricamente los bancos han dominado el mercado como los operadores de cobertura, compradores y operadores mayoritarios del riesgo de crédito. A través del tiempo, se ha encontrado que han entrado al mercado otro tipo de participantes como son empresas, sociedades de inversión y compañía de seguros. Como consecuencia de que el negocio de los bancos es prestar recursos, estas instituciones incurren en el riesgo de crédito definido por la calidad de los prestatarios y no es raro que utilicen el mercado de CDs para comprar protección y así reducir su exposición a este riesgo.

Los bancos utilizan CDs para cubrirse contra préstamos y otro tipo de exposiciones a créditos sin liquidez, también los utilizan como inversiones sintéticas para maximizar el rendimiento de un portafolio de crédito y para cubrirse del riesgo de crédito de una contraparte. Por lo que se refiere a los fondos de inversión utilizan los derivados de crédito como un tipo de activo alternativo.

Las ventajas de utilizar derivados de crédito en lugar de instrumentos derivados convencionales son:

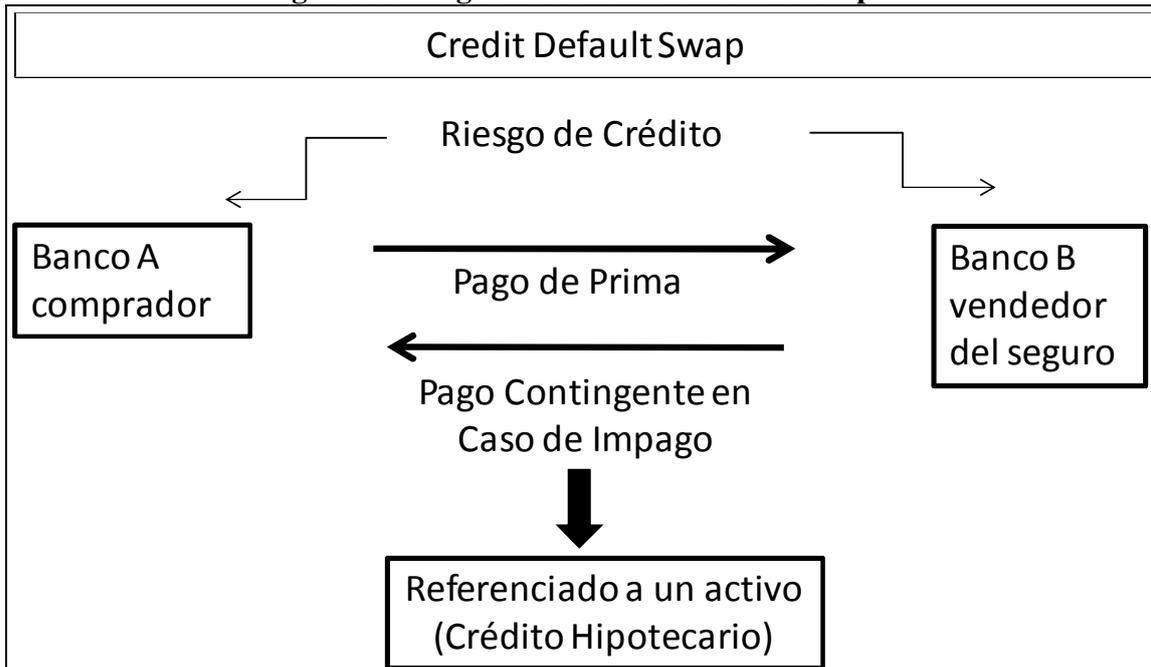
- Mayor facilidad de iniciar un contrato de CDs que uno de bonos o préstamos.
- Permite tomar una posición larga o corta en un crédito.
- Permite la entrada de mayor número de participantes al mercado lo que aumenta la liquidez.

5.4.1. El Credit Default Swap (CDS)

Simultáneamente a la bursatilización de hipotecas fue desarrollado el mercado de crédito sintético más grande constituido por los Credit Default Swaps (CDS). El instrumento surgió en Europa a principios de 1990. Los instrumentos denominados Credit Default Swaps logran transferir el riesgo de incumplimiento de las hipotecas a cambio del pago de una prima, razón por la cual su función es equivalente a la de un seguro.

El CDS es un acuerdo en el cual la institución A, el vendedor de swaps (comprador de protección), acepta pagar una tasa anual a la institución B, el comprador de swaps (vendedor de protección) con respecto a un portafolio de créditos específicos que puede ser en éste caso hipotecas subprime, como se puede observar en la figura 4. El mercado de CDS creció exponencialmente, teniendo los contratos CDS un valor nominal de 42.6 billones de dólares.

Figura 55. Diagrama del Credit Default Swap



Fuente: Elaboración propia.

Los Swaps de Incumplimiento de Crédito, CDS es de los más líquidos en los mercados emergentes, ya que consisten en un contrato bilateral que permite que un inversionista compre protección contra el riesgo de incumplimiento de una entidad de referencia específica. Seguido de un evento de crédito, el comprador de la protección recibe un pago que compensa la pérdida de la inversión; sin embargo, el comprador paga una prima por la protección.

Se puede tener una especulación del momento del incumplimiento al comprender los flujos de efectivo y las reservas existentes para saldar deuda ya que en la medida en que disminuyen los recursos para saldar las deudas se acerca el momento en el que la entidad puede caer en una situación de inhabilidad de pagar la deuda adquirida.

Estados Unidos es la región en donde más transacciones de CDS se realizan, seguido por Europa. Aunque en América Latina no hay un mercado muy grande, este ha crecido significativamente en los últimos años y se prevé un crecimiento mayor en el futuro. Por lo que se refiere a América Latina, México es uno de los países donde más se operan CDS sobre sus bonos denominados en dólares. Dado que los países emergentes tienen

calificaciones menores, tienden a intercambiarse volúmenes más grandes en el corto plazo por ser más atractivos ante la incertidumbre.

La valuación de un CDS requiere de la estimación de la probabilidad de que la entidad de referencia no cumpla en distintos momentos futuros. El precio de los bonos emitidos por la entidad son la mejor fuente para ésta estimación. El valor de un CDS varía de acuerdo con las modificaciones en la calidad de crédito del emisor. Estos cambios se ven reflejados en el diferencial del CDS porque el valor de mercado debe reflejar el costo de entrar en esta transacción, es decir la de transferir el riesgo de crédito. Cada flujo que se paga está ponderado con la probabilidad de que el evento de crédito no suceda. El valor presente de los flujos también depende de la tasa de recuperación que se pacta al firmar el contrato.

Si suponemos que la única razón por la que un bono se vende a menor precio que un bono del Tesoro es por la probabilidad de incumplimiento entonces tenemos que:

$$VPB - VBR = VPC$$

Donde:

VPB es el Valor del Bono del Tesoro

VBR es el Valor del Bono riesgoso

VPC es el valor presente del costo de incumplimiento.

Los Swaps de Incumplimiento de Crédito se pueden utilizar para evadir la concentración de riesgo de crédito. Es decir, se puede comprar un activo riesgoso y evitar el riesgo comprando un CDS.

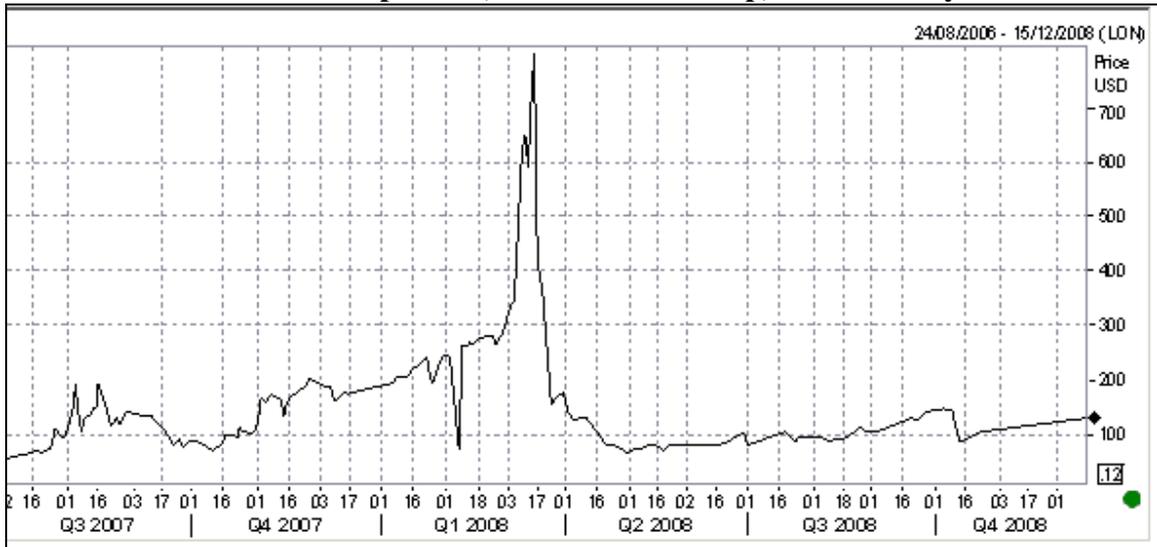
5.4.2. Los Credit Default Swaps (CDS) y la Administración de Riesgos

A lo largo del 2007 y 2008, las empresas otorgantes de hipotecas subprime comenzaron a tener problemas de liquidez, que aumentaron los riesgos de bancarrota como consecuencia del incumplimiento de pagos por parte de los tenedores de créditos de alto riesgo; al experimentar un alza en el monto de los pagos de sus hipotecas que se conjugo con una baja en el valor de los inmuebles adquiridos, provocando que las deudas fueran muy superiores al valor del activo que se adquirió originalmente.

Las cotizaciones de los Credit Default Swaps (CDS) es un indicador de riesgo crédito que debe ser monitoreado de manera natural por los analistas y reguladores, a fin de tener un indicador de la probabilidad de default dado por la mayor prima de riesgo. En las figuras 56 al 60 se muestra el comportamiento de los CDS de una muestra de instituciones bancarias de los Estados Unidos que tuvieron problemas de liquidez. No se comprende como los administradores de riesgo de los bancos, así como los entes reguladores, no advirtieron la mayor exposición al riesgo que enfrentaban y tomar las acciones conducentes para cubrir sus posiciones y reducir su riesgo al máximo.

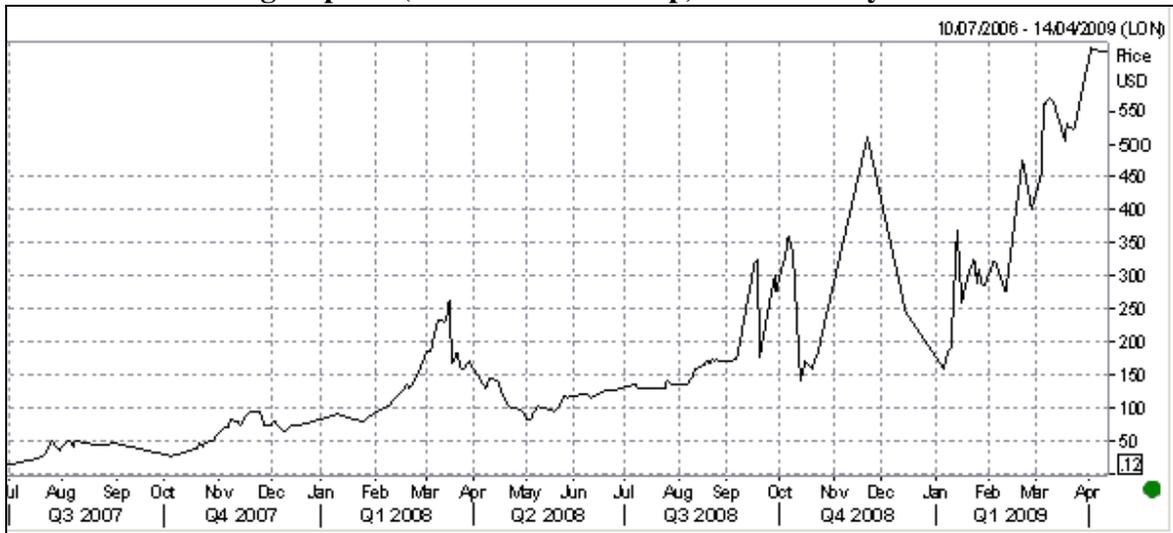
En la figura 56 se muestra la cotización del CDS del banco de inversión Bear Stearns, se puede advertir como desde el segundo trimestre del 2007, la compañía tenía una mayor exposición al riesgo crédito, situación que provoco un incremento en la prima de riesgo que pagaba. Es importante señalar que una administración eficiente de riesgos habría monitoreado el comportamiento de los CDS más que el del precio de la acción de la compañía.

Figura 56
Bear Stearns Comp LLC (Credit Default Swap) US Dollar 5 year



Fuente: Reuters.

Figura 57
Citigroup Inc (Credit Default Swap) US Dollar 5 year

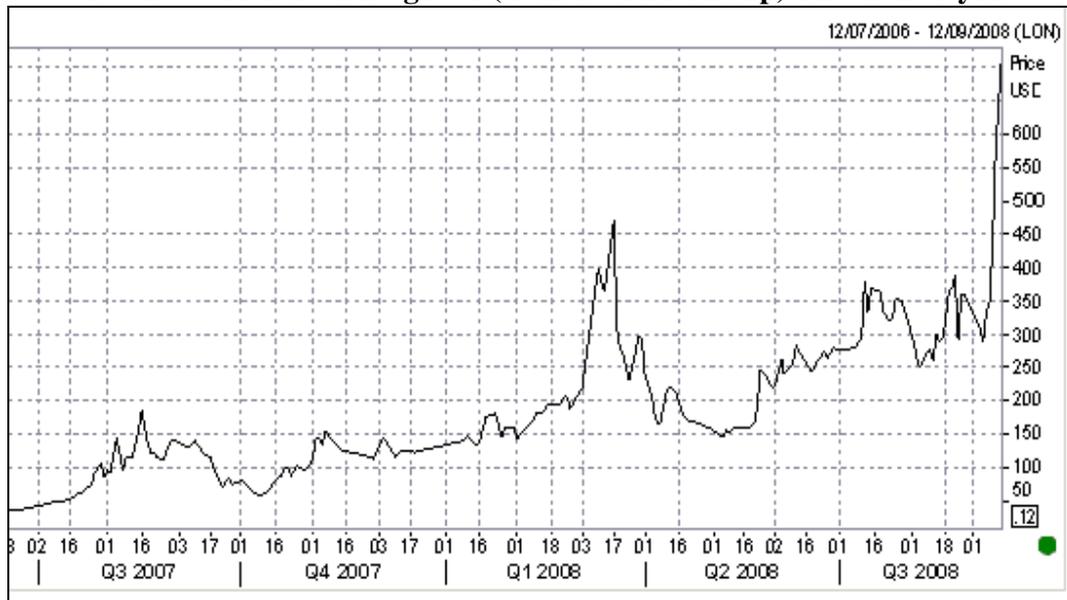


Fuente: Reuters.

En la figura 57 y 58 se presenta la cotización de los CDS de los bancos Citigroup y Lehman Brothers, respectivamente. En ambas figuras se puede advertir de manera anticipada las señales de mayor riesgo crédito que estaban experimentando dichos bancos

de inversión y que los reguladores estadounidenses no fueron capaces de detectar anticipadamente, por lo que hoy se cuestiona su papel en la profundización de la crisis financiera y su transmisión a la economía real.

Figura 58
Lehman Brothers Holdings Inc (Credit Default Swap) US Dollar 5 year



Fuente: Reuters.

5.4.3. Notas Ligadas a un Crédito (CLN)

La nota ligada a un crédito es una extensión de los Swaps de Incumplimiento de Crédito y utiliza muchas de las mismas mecánicas. Es un activo emitido por una entidad corporativa, donde el comprador de la nota es el vendedor de protección. Al firmar el contrato el comprador de la nota paga 100 % del valor facial de los títulos que protege. A cambio de pagar el valor facial, el comprador de la nota recibe cupones (basados en una tasa de referencia más un diferencial) cada seis meses. En caso de haber un evento de crédito, el vendedor de la nota entrega los títulos y deja de pagar los cupones. El vendedor de protección, dado que ya pagó el principal, solamente deja de recibir los cupones y recibe los títulos. En caso de no haber incumplimiento, el emisor de la nota paga el principal en el momento de vencimiento del contrato.

El diferencial compensa al comprador de la nota por su exposición a la calidad crediticia del emisor del CLN. Es decir, se aumenta un diferencial sobre la tasa de referencia ya que el comprador está sujeto a la calidad de crédito del emisor de la nota, si el emisor no tiene buena calidad crediticia cabe la posibilidad de que deje de pagar los cupones y no cumpla con la obligación de deuda que tiene al emitir la nota.

5.4.4. Canastas de Swaps de Incumplimiento (BDS)

Una Canasta de Swaps de Incumplimiento (BDS) es similar a un CDS. Sólo que en el BDS, el evento de crédito se da sobre uno de los créditos dentro de una canasta específica. La redistribución del riesgo y la volatilidad depende del número de activos dentro de la canasta.

Un tipo de BDS es el “first-to-default basket” en el que el primer activo que tiene un evento de crédito dentro de los títulos de la canasta ocasiona que el vendedor tenga que pagar al comprador de protección el monto acordado. Comúnmente implica entregar el activo físicamente a cambio del valor nominal en efectivo.

Personas más aversas al riesgo pueden usar este tipo de derivados para construir activos con menor riesgo. Las canastas de activos en general tienen una correlación en su incumplimiento, es decir, que el diferencial o precio de adquirir este activo depende de la tendencia que tienen los activos de referencia de tener un evento crediticio al mismo tiempo. Los activos dentro de un mismo país o un sector de la industria tienen regularmente una correlación positiva. La correlación también depende de su calificación. Activos con calificaciones similares tienen correlación positiva y entre más baja sea la calificación, más probabilidad de incumplimiento. Sin embargo, si muchos de los activos tienen una calificación baja el riesgo es como si solamente uno tiene una calificación baja ya que está correlacionada su probabilidad de evento de crédito con los activos con calificación similar.

Si no existe correlación entre los activos de una canasta, el inversionista está expuesto al riesgo de cada uno de los activos. Así, el cálculo del diferencial de ese BDS es la suma de los diferenciales de cada uno de los activos. Si la correlación es muy alta, toda la canasta de activos adquiere el comportamiento del peor activo de la canasta.

Los inversionistas tienen una motivación para vender protección en forma de una canasta de activos porque les permite obtener un rendimiento mayor y apalancar su exposición al crédito. Mientras que algunos activos de la canasta son conocidos y con una calificación alta, el rendimiento puede estar referenciado a activos más riesgosos que también están dentro de la canasta.

5.5. Opciones reales y los créditos para proyectos de inversión

Como se indicó en el capítulo 4, la mayor exposición que tienen los bancos comerciales es al riesgo de crédito, situación que es natural dada sus funciones de intermediación. Recordemos que en nuestro análisis, el índice de morosidad más bajo se presentó en el sector de crédito comercial, situación que puede explicarse en parte por el bajo volumen de recursos que se canalizan a esa sector o a los estrictos criterios de asignación. No debemos olvidar que los bancos tienen como parte central de su negocio la toma de riesgos que les permitan obtener una ganancia; sin embargo, en muchas ocasiones las

metodologías existentes rechazan proyectos de inversión que a primera vista parecen no ser rentables, pero que al incorporar una técnica que tome elementos como la flexibilidad y abandono del mismo, el proyecto podría tener mayor valor y aceptarse su ejecución, destinando el financiamiento respectivo que no limite el potencial de crecimiento de los bancos.

En éste apartado se aborda la discusión de las técnicas convencionales de valuación de proyectos en comparación con el enfoque de opciones reales que incluye elementos que pueden no tener un valor pecuniario, ampliando el espectro de empresas que pueden recibir financiamiento y contar con el instrumental necesario que permita realizar una mejor valuación del proyecto de inversión y la adecuada administración de riesgos.

Dentro del campo económico, la inversión se define como el acto de incurrir en un costo inmediato, con la expectativa de obtener dividendos en un futuro. Las organizaciones (y los individuos por ende) construyen no sólo la infraestructura necesaria, sino que también adquieren e instalan nuevos equipos, producen mercancías, etc., invirtiendo además en activos cognitivos que permita la administración y la maximización de los recursos antes mencionados.

Visto desde la perspectiva anterior las decisiones de inversión son ubicuas. Muchas de estas inversiones presentan al menos 3 características en común, en diversos niveles. Primera, las inversiones son completa o parcialmente irreversibles. Segunda, la incertidumbre sobre la recuperación de la inversión en el futuro se encuentra presente en todo momento de la inversión. Tercera, la preocupación sobre el momento más adecuado para ejercer la inversión es una preocupación constante de cada uno de los participantes. Las características mencionadas anteriormente se interrelacionan de manera decisiva con el objeto de determinar la viabilidad y la decisión óptima, en lo que a la inversión se refiere por parte de los inversionistas implicados en el proyecto. La teoría tradicional (teoría ortodoxa) no reconoce la importancia de las implicaciones cualitativas de las interacciones entre la irreversibilidad e incertidumbre así como la importancia de determinar el momento justo para la realización de la inversión (Bello y Rangel, 2007).

Ante lo anterior, podemos preguntarnos: ¿Cómo debería una organización, de cara a la incertidumbre del entorno y sobre la incertidumbre del futuro de las condiciones del mercado, realizar una inversión sobre una nueva tecnología? Muchos de los especialistas podrían utilizar una simple regla o metodología para la resolución de dicho problema. Es decir: Primero, se calcula el *Valor Presente Neto* (VPN) de los flujos de efectivo de los beneficios esperados que se podrían generar de la inversión. Segundo, calcular el *Valor Presente Neto* de las erogaciones requeridas para la inversión del proyecto. Y finalmente, determinar la diferencia entre los dos valores calculados anteriormente, si la diferencia es mayor que cero, entonces el proyecto es viable.

Por supuesto, a raíz de lo anterior surgen ciertas inquietudes. ¿Cómo pueden estimarse el flujo de efectivo correspondiente a los beneficios esperados? ¿Cómo puede estimarse e incorporarse la inflación dentro de la evaluación? y ¿Qué tasa de descuento se utilizaría en el cálculo del VPN? Dichos tópicos resultan de gran importancia dentro de la

presupuestación financiera, y aunque el principio es bastante simple, el cual consiste en calcular el VPN de inversión de determinado proyecto y determinar si éste es positivo o negativo.

La regla del *Valor Presente Neto* constituye una de las bases de la teoría neoclásica, en lo que a evaluación e inversión se refiere. La regla del VPN se encuentra basada en algunas asunciones implícitas las cuales a menudo son pasadas por alto. Dichas asunciones (entre las más importantes) establecen que la inversión es reversible si: (a) Las condiciones del mercado no resultan ser tan adecuadas como se había esperado, (b) La inversión no presenta réditos futuros aceptables en el transcurso del tiempo. Sin embargo, algunas inversiones siguen dicho patrón, pero otras no. La irreversibilidad y la posibilidad del retraso de la inversión son características importantes dentro de la mayoría de los proyectos de inversión en la realidad.

El retraso de una inversión afecta en forma determinante la decisión de invertir en determinado proyecto. Dicha opción de retraso no puede ser estimada mediante la teoría neoclásica. Pero en otro sentido se puede cuestionar que pasaría si la empresa tuviera o pudiera invertir en una opción de forma análoga a una opción financiera (*call*), en la cual se tiene el derecho pero no la obligación de comprar cierto activo futuro (se puede decidir si se ejerce o no la opción de compra). Cuando una organización realiza la inversión, ésta puede ejercer la opción o aguardar hasta que se incorpore nueva información que permita vislumbrar la viabilidad de la inversión a largo plazo, y entonces, sólo hasta entonces decidir el ejercicio o no de la opción de inversión (la pérdida de dicha opción es un costo de oportunidad que debe de incluirse dentro del costo de inversión).

Como regla dentro de la teoría neoclásica (*Valor Presente Neto*) para que la inversión sea viable, el valor de cada unidad de capital debe ser igual o mayor al costo de la inversión, para que el proyecto sea redituable. Pero si se incorpora un enfoque de opcionalidad dentro del proyecto de inversión, la regla anterior puede ser modificada, es decir; el valor de cada unidad de capital puede exceder el valor de la inversión mediante una cantidad igual al valor de mantener la opción activa. En otras palabras, mediante el uso de una analogía (de una opción futura) un proyecto puede ser viable bajo ciertas circunstancias o situaciones, lo que permite una mayor flexibilidad a la organización dentro de la operación y ejercicio de los recursos a la corporación

El costo de oportunidad, mencionado anteriormente (dentro de la inversión puede ser de gran relevancia durante el proceso de toma de decisiones), el cual ha sido ignorado dentro de la teoría tradicional. Así mismo, dicho costo resulta ser sensible de forma importante a la incertidumbre sobre el valor futuro del proyecto, esto es debido a que a través del tiempo las condiciones económicas que giran alrededor del proyecto se encuentran en continuo cambio, lo cual produce una afección en el riesgo percibido y en las predicciones sobre los flujos de efectivo esperados, así como el valor de la tasa de descuento utilizada para la evaluación de la inversión. Es decir, dentro de la teoría neoclásica: ¿Cómo se puede evaluar la opción de invertir ahora, o de invertir en un momento posterior cuando las condiciones del mercado cambien favorablemente? ¿En

cuánto tiempo se recuperaría la inversión? ¿Qué condiciones tendrían que presentarse que pudieran hacer factible la inversión? ¿Cuál es el costo de dicha inversión a través del tiempo considerando el tiempo como variable?

5.5.1. Introducción a las opciones reales

Para la sobrevivencia de las corporaciones se requiere de una presupuestación efectiva del capital. Por lo que durante el proceso de presupuestación los miembros de los consejos administrativos efectúan ciertas decisiones que comprometen los recursos y el desarrollo de la empresa en las cuales se ve implicado no sólo el capital, sino también el trabajo de la organización. En las formas tradicionales de presupuestación de capital se utiliza el flujo ajustado de dinero (*Discounted Cash Flow, DCF*) y algunos otros métodos para tal fin. En la actualidad existen algunos estudios que muestran el incremento de la utilización de prácticas y sistemas sofisticados de presupuestación, en un amplio contexto, en donde el método del *DCF* ha dejado de ser exclusivo para el cálculo y análisis de la incertidumbre financiera (Miller y Waller, 2003 y Chatterjee *et al*, 2003) ya que en la realidad dicho análisis resulta ser lineal y estático por naturaleza (Duku-Kaakyire y Nanang, 2004) y asume que si las oportunidades de inversión no son totalmente reversibles, entonces no hay oportunidad de inversión. De la misma forma dentro del *valor presente neto (VPN)* subyace la misma filosofía, en la cual un proyecto resulta ser factible cuando la organización puede explotar una ventaja competitiva temporalmente en ausencia de arbitraje o que éste resulte ser neutral (Lander y Pinches, 1997).

Sin embargo, dentro de la presupuestación del capital el concepto fundamental de la flexibilidad de la administración o la proyección activa de la administración, ha estado siendo aceptada y llevándose a la práctica por algunas organizaciones. En la actualidad se requieren herramientas flexibles y mucho más eficientes para la obtención de un marco de referencia en lo que a presupuestación se refiere, que además coadyuven al incremento de la eficiencia corporativa y la factibilidad de sobrevivencia a largo plazo en un mercado global y competitivo. La adopción de una nueva tecnología requiere de una adecuada justificación en su fase de implementación, así como de los posibles beneficios tangibles e intangibles que se pudieran alcanzar o generar. El modelo utilizado para el desarrollo de Valor Presente Neto (*VPN*) resulta ser muy comprensivo en la práctica y requiere que los beneficios estratégicos sean identificados y cuantificados al inicio de cada etapa de inversión en el proceso de selección de alternativas, con la desventaja que algunas opciones posibles podrían quedar latentes dentro del portafolio de opciones, sin tomar en cuenta que el valor estratégico a través del tiempo pudiera cambiar, dando como resultado que éste se destruya o se cree durante la implementación (MacDougall y Pike, 2003). En resumen, las herramientas tradicionales de valuación de proyectos (*TIR, DCF, VPN*, etc) son incapaces de valorar de una forma adecuada las inversiones en activos intangibles como el conocimiento, debido a su incapacidad de evaluación y decisión en situaciones de gran incertidumbre y del establecimiento de opciones iniciales de inversión (Coff y Laverty, 2001).

Dentro de las compañías en donde la actividad primordial es exclusivamente la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías, cada vez se enfrentan con problemas mucho más complejos, y esto es debido a la dificultad de valuación de portafolios apropiados en lo referente a los proyectos de investigación e innovación tecnológica. Los métodos tradicionales de presupuestación de capital resultan inoperantes dentro de este campo de inversión, debido a que dichas técnicas son utilizadas para la evaluación de proyectos a corto plazo en mercados con una relativa certidumbre a largo plazo. En este campo (*R&D*), las organizaciones toman y aceptan los riesgos para lograr su sobrevivencia a largo plazo. Los costos del desarrollo de nuevos productos en mercados de gran incertidumbre, resultan ser bajos, en comparación con la inversión y los costos en que se debe de incurrir para su introducción al mercado global, regional y/o local. Dichos proyectos de investigación y desarrollo *R&D*, se caracterizan por estar inmersos en horizontes de planeación a largo plazo con un alto grado de incertidumbre, en donde el valor de la flexibilidad administrativa puede ser vital (Pennings y Lint, 1997).

Dentro de este marco, desde hace algún tiempo se han utilizado herramientas financieras que de alguna forma pueden establecer cierta flexibilidad en la proyección, mediante el uso de un horizonte mucho más amplio que los métodos actuales. De esta forma Brealey y Myers (1994) no titubean en aseverar que “las opciones reales permiten a los administradores agregar cierto valor a la firma, actuando de forma importante en la amplificación de los bienes de capital o mitigando las pérdidas en los mercados de operación”. Cuando se utilizan las técnicas de evaluación de proyectos actuales (*VPN*, *DCF*, etc), éstas son capaces de administrar decisiones de espera de la inversión revisando adecuadamente la estrategia de operación inicial (Lander y Pinches, 1998). Por lo tanto, el cálculo del valor de las decisiones de la administración no es simplemente el agregar o descontar cierto flujo de efectivo, sino que se deben de establecer ciertas políticas estratégicas de inversión, así como el desarrollo de futuras oportunidades de entrada o salida de proyectos, expansión de la inversión, contracción de la producción, abandono del proyecto, las cuales a final de cuentas, resultan ser meramente oportunidades u opciones dentro de la estrategia corporativa. Es por lo anterior que algunos autores consideran que el tiempo óptimo de la adopción tecnológica puede ser representado mediante un modelo de irreversibilidad en cuanto a lo que en inversión se refiere, en donde el *VPN* resulta ser una posibilidad sub-óptima (Doraszelsky U., 2001).

El punto central en utilización y empleo de las opciones reales dentro de la toma de decisiones de proyectos de inversión, es el reconocimiento de los conceptos y aproximaciones utilizadas para la valuación de activos financieros que pueden ser aplicados en la valuación estratégica de oportunidades para diferentes opciones de negocio dentro de las organizaciones. Sin embargo, existen situaciones (complejas) adicionales a las existentes para la utilización de las opciones reales, las cuales generalmente no se presentan dentro de las opciones financieras tradicionales para la valuación de activos. Las opciones reales utilizadas por las corporaciones, generalmente, suelen ser un poco más complejas que las opciones financieras. Esto ocurre especialmente en áreas en donde existen una gran cantidad de estrategias interrelacionadas a través del tiempo dentro de un mismo proyecto de capital. Es en este contexto, en donde las opciones financieras comúnmente utilizadas para la valuación de

activos muestran la incapacidad de valorar múltiples opciones dentro de las opciones reales para los proyectos de inversión de capital (Pinches, 1998), y esto es debido a que:

- a) Generalmente, los propietarios (holders) de las opciones reales como tal no son exclusivos de una sola entidad (más de una organización pueden poseer o desarrollar opciones reales). Lo anterior resulta en la creación de un problema debido a menudo a la interacción competitiva, ya que el valor de la opción real depende en parte o totalmente (en una situación extrema) a las acciones de otras firmas u organizaciones. En consecuencia, el valor de muchas opciones reales es determinado por la opción, lo cual permite una valoración de las posibilidades de la implementación de dicha opción, dentro del segmento del mercado en donde se desarrollan las inversiones.
- b) El activo subyacente (a excepción de algunos recursos naturales) no es comercializado en muchas situaciones dentro de opciones reales. Y aún si el activo subyacente es comercializado, dicha acción se realiza dentro de mercados imperfectos los cuales no son sujetos de análisis por parte de las opciones de valuación financiera y presupuestación de activos y de capital tradicionales.

La incertidumbre puede ser definida entonces, como el espacio entre la información actual disponible y la información requerida necesaria para la toma de decisiones. Generalmente, dentro de la presupuestación financiera existe una condición de incertidumbre en lo referente a los capitales de inversión, ya que esto implica cierta incertidumbre en el espacio de posibles resultados que ponen en juego la sobrevivencia de la organización a largo plazo el instante de la toma de la decisión. La presupuestación de capital así mismo, se puede definir como los métodos y técnicas para valorar y seleccionar un proyecto de inversión. Dichas metodologías permiten a los inversionistas la selección de “ n ” posibles opciones de un total de “ N ” posibilidades existentes que posean un grado aceptable de riesgo. Dichas técnicas permiten considerar de una forma sistemática algunos aspectos de riesgo no contemplados por las técnicas clásicas como el Valor Presente Neto (VPN) o la Tasa Interna de Retorno (Verbeeten, 2006). Trasferir el riesgo de inversión no significa eliminarlo (Buehler *et al*, 2008) en la figura 2.1 se observa la evolución de las metodologías para la administración de riesgos, en donde la incertidumbre juega un papel fundamental para la valuación de estrategias a través del tiempo, en un tiempo determinado t . Estudios teóricos dentro del campo financiero (Dixit y Pindick, 1994; Trigeorgis, 1996), indican que los métodos tradicionales de presupuestación son incapaces de incorporar la información necesaria para una valuación más extensa de las opciones de inversión dentro de una organización. Opciones como la de posponer la expansión, la expansión por etapas o mediante una secuencia dada, la asociación de entradas y salidas, el abandono de una opción de inversión y las interacciones estratégicas con respecto a las preferencias de inversión (ganancias), son algunas de las consideraciones no contempladas dentro de teoría clásica.

5.5.2. Valuación de proyectos y estrategias con opciones reales

La metodología de evaluación mediante la utilización de opciones reales, se presenta como una herramienta indispensable para la toma de decisiones en proyectos de inversión o estrategias de negocios, cuando existe la flexibilidad (opcionalidad) de tomar en el futuro nuevas decisiones relacionadas con dichos proyectos en una fecha futura, como pueden ser:

- a) La extensión de un proyecto o estrategia
- b) La contracción de un proyecto o estrategia
- c) La posposición de un proyecto o estrategia
- d) La corrección de un proyecto o estrategia
- e) El abandono de un proyecto

En últimos años, las aplicaciones de la metodología antes mencionada se han utilizado en diversas áreas dentro de las finanzas corporativas y en la teoría económica. Ya que mediante el criterio del valor presente neto (VPN) un proyecto nuevo o una nueva estrategia se acepta o se rechaza hoy, si $VPN > 0$ ó $VPN < 0$, y no existe otra posibilidad. Una vez que un proyecto es aceptado con este criterio, rígido y pasivo, los planes de inversión no se modifican, es decir, la inversión es irreversible. Por otro lado, bajo el criterio del VPN no se puede valorar hoy la posibilidad que si el entorno de negocios y el ambiente económico son favorables dentro de cinco años, un proyecto o estrategia pueda expandirse. Simplemente porque hoy no se sabe si en un futuro puedan existir las condiciones para adoptar tal decisión. Sin embargo se puede plantear una opción de “expansión” del proyecto o estrategia, la cual se ejercerá sólo si se presentan las condiciones que favorezcan el desarrollo de dicha opción. Esta opción o flexibilidad, tiene un valor hoy que debería integrarse al valor estático que proporciona el VPN convencional a fin de valorar, en forma adecuada, un proyecto o estrategia que contemple la flexibilidad del desarrollo o implementación de nuevas opciones (Panayi y Trigeorgis, 1998; Venegas-Martínez, 2006).

Como consecuencia de lo anterior, un proyecto con un *Valor Presente Neto* < 0 , podría incluso ser aceptado si existe la posibilidad de extenderlo, posponerlo, enmendarlo, etc., en tal caso, dicha flexibilidad u opcionalidad, de tomar en un futuro una nueva decisión, tiene en un futuro un valor presente “ c ”; es decir $\overline{VPN} = VPN + c$, entonces aunque $VPN < 0$, si $\overline{VPN} = VPN + c > 0$ la viabilidad de extender o implementar el proyecto o estrategia, es viable. Evidentemente hay un factor de incertidumbre asociado a la volatilidad de los precios y costos de producción o de implementación o incluso de otros factores involucrados en el mercado en donde se desarrollan las operaciones de la organización, por lo que el riesgo se considera como una constante o como una variables estocástica (Panayi y Trigeorgis, 1998; Venegas- Martínez., 2006).

Lo anterior nos lleva a inferir que mientras las opciones financieras tratan con activos financieros, las opciones reales tratan con activos reales como pueden ser: unidades de negocio, obras e infraestructura, nuevas tecnologías, etc., generados a través de proyectos de inversión (Venegas-Martínez, 2006).

Las opciones reales a diferencia de las opciones financieras, no están basadas en series históricas de tiempo que permitan estimar la incertidumbre sobre el activo subyacente. Otra de las diferencias entre las opciones financieras y las reales, radica en que el valor actual del subyacente de la opción, mientras que en las opciones financieras el valor del subyacente es conocido, en las opciones reales el valor puede ser estocástico en el presente (del cual se derivan las ganancias o proyecciones posteriores).

Tabla 15. Similitud entre las opciones reales y financieras

<i>Parámetro</i>	<i>Opción real</i>
S_t	Valor presente de los flujos esperados en t
K	Costo de inversión en T
r	Tasa de interés libre de riesgo
σ	Volatilidad de los flujos de efectivo del proyecto
$T - t$	Tiempo en que la oportunidad de invertir desaparece

Fuente: Venegas-Martínez, 2006

Sin embargo, la incertidumbre en la estimación del valor del subyacente no cambiará el valor de la opción en el presente, ni tampoco la regla de inversión en la maduración de la opción, siendo lo anterior resultado directo de la irreversibilidad de la inversión. Cuando la opción se encuentra dentro del flujo de efectivo en el tiempo de maduración la regla de es invertir; pero cuando el valor del subyacente resulta ser de naturaleza estocástica, la opción podría estar fuera de toda consideración de inversión después que el producto o el servicio ha sido introducido. No obstante, el valor del subyacente es un estimador neutral, por lo que el valor esperado como resultado del valor del proyecto es igual al valor estimado del subyacente. Es por ello que la regla de inversión en la maduración de la opción depende del valor del subyacente, siendo irrelevante lo que pudiera ocurrir alrededor de éste, es en otras palabras, el error de estimación en el valor del subyacente no afecta el valor de la opción cuando esta es asumida con un valor igual a cero (Pennings y Lint, 1997).

5.5.3. Opciones reales para la posposición de proyectos

Supóngase que una empresa decide invertir una cantidad $I_0 = M$ en un proyecto hoy, $T = 0$, o posponerlo hasta el último año, $t = 1$. Supóngase que una vez tomada la decisión de la inversión, esta es irreversible, lo que significa que el valor de recuperación es cero. El costo de producción del bien es N , $N > 1$. De igual forma se supone que el precio del bien que puede tomar en el mercado, en cualquier tiempo $T = 0, 1, 2, \dots$, los valores de $N + 1$ y

$N - 1$, con probabilidades q y $1 - q$ respectivamente. De esta manera el valor esperado está dado por:

$$f = q(N + 1) + (1 - q)(N - 1) = 2q + N - 1$$

Suponemos ahora que la primera unidad del producto es vendida en $t = 0$ y que el costo de capital es δ . Como primer paso se calcula el VPN del proyecto, para ello, por simplicidad, los flujos de efectivo esperados f , se descuentan del capital y se resta la inversión inicial $I_0 = M$, esto es:

$$VPN = -I_0 + \sum_{t=0}^{\infty} \frac{2q + N - 1}{(1 + \delta)^t}$$

$$VPN = -M + (q + N - 1) \left(\frac{\delta + 1}{\delta} \right)$$

Considere ahora la opción de posponer la inversión hasta $t = 1$, en este caso el valor presente neto de esta alternativa es:

$$\overline{VPN} = q \max \left(\frac{-M}{1 + \delta} + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{N + 1}{(1 + \delta)^t}, 0 \right) + (1 - q) \max \left(\frac{-M}{1 + \delta} + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{N + 1}{(1 + \delta)^t}, 0 \right)$$

$$\overline{VPN} = q \max \left(\frac{-M}{1 + \delta} + \frac{N + 1}{\delta}, 0 \right) + (1 - q) \max \left(\frac{-M}{1 + \delta} + \frac{N + 1}{\delta}, 0 \right)$$

Se observa que las sumatorias en \overline{VPN} comienzan en $t = 1$, ya que la inversión se pospone hasta esa fecha. Si se supone que:

$$N - 1 < M \left(\frac{\delta}{1 + \delta} \right) < N + 1$$

$$\therefore \overline{VPN} = q \left(\frac{N + 1}{\delta} + \frac{M}{1 + \delta} \right)$$

Si en $t = 1$, el precio aumenta $N + 1$, el valor presente de los flujos de efectivo es $(N + 1)(\delta + 1)/\delta$, lo cual supera la inversión inicial, mientras que el valor presente de los flujos de efectivo cuando el precio disminuye a $N - 1$ es $(N - 1)(\delta + 1)/\delta$, esta cantidad es menor que la inversión a realizar. Si se selecciona el valor obvio de N que es consistente con (34).

$$N = M \left(\frac{\delta}{\delta + 1} \right)$$

Tenemos que:

$$\therefore \overline{VPN} = q \left(\frac{N+1}{\delta} + \frac{M}{1+\delta} \right) = \frac{q}{\delta}$$

Por otro lado se tiene (2),

$$VPN = (2q - 1) \left(\frac{\delta + 1}{\delta} \right)$$

Cuando $0 < q < 1/2$, se tiene que:

$$\overline{VPN} = \frac{q}{\delta} > 0 \quad \text{y} \quad VPN < 0$$

Bajo el criterio tradicional del VPN , el proyecto tiene que ser rechazado. Sin embargo la opción de posponer la inversión hasta $t = 1$ tiene un valor positivo. Observe también que cuando $q = 1/2$ se tiene que $VPN = 0$ y $\overline{VPN} = VPN + c$, donde $c = 1/2\delta$ es el valor actual, de la opción real de posponer la inversión hasta $t = 1$, lo cual está de acuerdo con: $\overline{VPN} = VPN + c$.

5.5.4. Opción real de expansión

Considere un movimiento Browniano $(W_t)_{t \in [0, T]}$ definido sobre un espacio fijo de probabilidad equipado con una filtración aumentada, $(\Omega, \mathcal{F}, \mathcal{F}_t \in [0, T], \mathbb{P})$, se supone que el valor presente de los flujos de efectivo esperados en t , S_t , es conducido por:

$$dS_t = \mu(S_t, t)dt + \sigma(S_t, t)dW_t$$

Donde $\sigma(S_t, t)$ y $\mu(S_t, t) > 0$ son funciones conocidas que se especificaran posteriormente.

Una empresa podría expandir el valor presente de los flujos de efectivo esperados de un proyecto o estrategia en una proporción α , para lo cual se requiere invertir una cantidad K' en un tiempo T . esta posibilidad estratégica tiene una opción asociada con el proyecto subyacente existente. Si $(1 + \alpha)S_t - K'$ es el valor presente neto aumentado en la proporción α menos el costo de la inversión adicional K' al tiempo T , el valor intrínseco de esta opción está dado por:

$$\begin{aligned} C_e(S_t, T; \alpha, K') &= \max((1 + \alpha)S_t - K', 0) \\ &= S_t + \max(\alpha S_t - K', 0) \\ &= S_t + \alpha \max(S_t - K'/\alpha, 0) \end{aligned}$$

$$= S_t + \max \alpha c(S_t, T; K)$$

Donde $K = K'/\alpha$ y $c(S_t, T; K)$ es el valor intrínseco de una opción de compra. En particular, si el valor presente de los flujos de efectivo esperados es conducido por un movimiento geométrico Browniano “neutral al riesgo”:

$$dS_t = \mu(S_t, t)dt + \sigma(S_t, t)dW_t$$

Donde r es la tasa de interés libre de riesgo y $\sigma > 0$ es la volatilidad instantánea, se tiene que el valor de la opción real de expansión en t está dado por:

$$\begin{aligned} c_t(S_t, t) &= e^{-r(T-t)} E[S_t + \alpha \max(S_t - K, 0) | Ft] \\ &= e^{-r(T-t)} E[S_T | S_t] + \alpha e^{-r(T-t)} \int_K^{\infty} (s - K) f_{S_T | S_t}(s / S_t) ds \\ &= S_t + \alpha c_{BS}(S_t, t) \end{aligned}$$

donde:

$$f_{S_T | S_t}(s / S_t) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi(T-t)\sigma^2}} \right) \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\ln\left(\frac{s}{S_t}\right) - \left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} \right)^2 \right\}$$

$$c_{BS}(S_t, t) = S_t \Phi(d_1) - Ke^{-r(T-t)} \Phi(d_2)$$

$$\Phi(d) = \int_{-\infty}^d \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \left(e^{-1/2x^2} \right) dx$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

Es decir, $C_{BS}(S_t, t)$ es la fórmula de Black & Scholes para valuar una opción de compra. Es importante recalcar que los flujos de efectivo esperados no son un activo que se compre o venda en un mercado definido, lo que genera una situación de mercados incompletos. Por lo tanto los resultados obtenidos mediante este procedimiento se deben

de tomar con cierta reserva a menos que se tomen en cuenta ciertas correcciones que más adelante se presentarán.

5.5.5. Opción real de contracción

Cuando una empresa introduce al mercado un nuevo producto (bien o servicio), usualmente se tiene un plan de inversión en dos etapas. En la primera etapa, la empresa invierte una cantidad inicial, generalmente pequeña, para conducir estudios de mercado. La inversión subsiguiente depende de los resultados de dichos estudios. Si en la segunda etapa, el producto no presenta la aceptación esperada, la empresa puede ejercer la opción real de contraer la producción con el recorte de inversiones futuras.

Sea entonces M el costo de la inversión inicial en t . Si el producto no tiene la aceptación esperada, la empresa puede invertir en la segunda etapa, una cantidad más pequeña N , $N < M$, lo que traerá como consecuencia una contracción, en una producción β , del valor presente de los flujos de efectivo esperados del producto subyacente esperado. El valor intrínseco de esta opción de contracción satisface la ecuación siguiente:

$$c_c(S_T, T, K, N) = \max(1 - \beta)S_t - N, S_t - K$$

$$c_c(S_T, T, K, N) = \max(-\beta)(S_t - N), -K$$

$$c_c(S_T, T, K, N) = \min(\beta S_t + N, K)$$

En donde $K = M(e^{r(T-t)})$. Es decir, se invierte K o se invierte N ; lo anterior trae como consecuencia una contracción de los flujos esperados. Suponga que los flujos de efectivo esperados son conducidos por un proceso de la forma:

$$dS_t = rS_t dt + \sigma S_t dW_t,$$

Entonces

$$c_c(S_t, t) = S_t e^{r(T-t)} - \alpha E\left[S_T 1_{\{0 \leq S_T \leq L\}} \mid S_t\right] - \alpha \Phi(d) - N$$

donde

$$d = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{L}\right) + \left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

y

$$L = \frac{K - N}{\alpha}$$

5.5.6. Opción real de cierre temporal

Supóngase que el mercado para cierto producto depende del clima o del entorno en donde se desarrollen las operaciones. El costo variables anual, X_t , de la empresa puede ser definido como el precio de ejercicio de una opción real de cierre temporal en T . se supone que el costo de cierre es C , el cual es una proporción fija, δ , del valor presente de los flujos de efectivo esperados del proyecto subyacente, S_t , es decir $C = \delta S_t$. Así mismo supóngase que dicha opción expira en un tiempo T . Si los flujos de efectivo previstos son menores que los costos Variables, entonces, las operaciones se suspenden, lo cual genera un ahorro en los costos Variables. En este caso el valor intrínseco en la opción es:

$$c_x(S_t, T; \delta, K) = \max(S_t - X_t - a, S_t - C - a)$$

En donde “ a ” representa los costos fijos. Suponga que los flujos de efectivo esperados son conducidos por un movimiento geométrico browniano neutral al riesgo, entonces

$$c_c(S_t, t) = S_t e^{r(T-t)} - \delta \left[E \left[S_T \mathbf{1}_{\{0 \leq S_T \leq L\}} \mid S_t \right] - \Phi(D_T) \right] - N$$

donde

$$D_T = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{Y_t}\right) + \left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

y

$$Y_t = \frac{X_t}{\delta}$$

5.5.7. Opción real de permanencia

En los proyectos de inversión de etapas múltiples, se pasa de una etapa a otra solamente si el beneficio esperado resulta positivo. En caso contrario, no se invierte en la siguiente etapa y probablemente ni en las etapas subsecuentes. De esta forma, en cada etapa en que se invierte también se adquiere una opción para permanecer en el proyecto en la próxima etapa. En esta opción se permanece en el proyecto si el valor presente de los flujos esperados del proyecto subyacente, S_t , es mayor que el costo de inversión, K . El valor intrínseco corresponde a:

$$c_a(S_t, T; K) = \max(S_t - K, 0)$$

Si la dinámica del valor presente de los flujos de efectivo esperados (FE), es conducida por la ecuación diferencial estocástica (11), entonces se tiene que $C_p(S_t, t) = C_{BS}(S_t, t)$.

5.5.8. Opción real de abandono

El valor de mercado de los títulos (de capital y deuda), V_t , de una empresa puede, en algunos casos, exceder el valor presente de los FE esperados en T , S_t . En este caso, surge la opción de vender la empresa, ya que su valor de mercado excede el valor de presente de los flujos de efectivo esperados. Supóngase que la organización se encuentra operando con pérdidas, en un ambiente económico adverso, y que podría tomar la decisión de abandonar algunos proyectos, inversiones y/o el mercado(s) en donde realizan sus acciones, en un tiempo T , si el valor presente de los flujos de efectivo esperados en S_t es menor que cierto valor de recuperación V_t . En consecuencia, el valor intrínseco de esta opción real es:

$$c_a(S_t, T) = \max(S_t, V_t)$$

Si $V_t > S_t$ la opción se ejerce. Si V_t es constante, $V_t = K$, y la opción sólo puede ser ejercida en T , entonces:

$$c_a(S_t, T) = \max(S_t, K) = \max(S_t - K, 0) + K$$

En este caso,

$$c_a(S_t, t) = \int_0^{\infty} [\max(s - K, 0) + K] F_{(s)} ds = c_{BS}(S_t, t) + K$$

5.5.9. Opción real de cambio tecnológico

Las opciones de cambio surgen cuando una empresa puede producir un mismo bien o servicio con diferentes conjuntos de insumos. Se supone que el tiempo y costo de cambiar un conjunto de insumos a otro no representan obstáculos para la empresa, aunque en la realidad se ven inmersos otros factores como son: el aprendizaje, el tipo de tecnología, R&D, los costos de operación y mantenimiento, etc. generalmente estas opciones de cambio son consideradas como irreversibles, pero para el presente trabajo se considerarán como acciones indivisibles e irreversibles, es decir, no se puede regresar a un estado previo en el tiempo. Una vez sentadas las consideraciones antes mencionadas el valor intrínseco de esta opción real de cambio es:

$$c_s(S_t, T) = \max(S_2 - S_1 - K, 0)$$

En donde S_1 es el valor presente de los flujos de efectivo esperados en T en la forma de producción actual, S_2 es el valor presente de los flujos de efectivo esperados en T en el

modo alternativo de producción, y K es el costo del cambio. Si $S_2 > S_1 + K$, entonces se ejerce la opción de cambio.

5.5.10. Opciones reales compuestas

Una opción compuesta se refiere a una opción cuyo subyacente es otra opción. La composición de opciones reales puede hacerse sobre un mismo proyecto o sobre otros proyectos relacionados entre ellos. En el primer caso, supóngase que se realiza una inversión inicial para un proyecto de *R&D* esta inversión permite comenzar el proceso de investigación. Si el proyecto tiene éxito en el futuro, entonces se extiende la inversión en investigación con la compra de equipo adicional, la contratación de más investigadores, la adquisición de más y mejores bases electrónicas de bases de datos, etc. Ésta es una opción compuesta, en donde la decisión para extender la investigación en el futuro depende de los resultados de la investigación inicial. Por otra parte, con respecto al caso de opciones reales sobre otros proyectos relacionados, considérese un proyecto en el que se hace una inversión inicial para una investigación y del éxito de esta depende el desarrollo paralelo de otros proyectos como por ejemplo el marketing del producto de la *R&D* (una innovación tecnológica).

Como se mencionó anteriormente, una opción compuesta es simplemente una opción sobre una opción. El pago por ejercer una opción compuesta involucra el valor de otra opción. Una opción compuesta tiene, en consecuencia, dos fechas de vencimiento y dos precios de ejercicio de compra. En la primera fecha de vencimiento, T_1 , el poseedor de la opción tiene el derecho de comprar una nueva opción de compra a un precio de ejercicio K_1 . Así mismo, esta nueva opción de compra tiene fecha de vencimiento T_2 y precio de ejercicio K_2 . Sea $c[S_t, t; K_2]$ el valor de una opción de compra con el tiempo para el vencimiento t y precio de ejercicio K_2 y S_t el valor presente de los *FE* esperados. Entonces $c_{call}[S_0]$ es el valor de la opción compuesta en el momento actual $t = 0$. en la primera fecha de vencimiento, T_1 , el valor intrínseco de la opción real compuesta está dado por:

$$c_{call}(S_t) = \max(K_1, c(S_t, T_2 - T_1; K_2))$$

Sea S^* el precio crítico del activo tal que $c_{BS}(S^*, T_2, K_2) = K_1$, es decir, S^* es tal que:

$$K_1 = S^* \Phi(\delta) - K_2 \Phi(\delta - \sigma \sqrt{T_2})$$

Donde:

$$\delta = \frac{\ln\left(\frac{S^*}{K_2}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right)T_2}{\sigma\sqrt{T_2}}$$

De esta manera, cuando $S_t > S^*$, se tiene que $c[S_t, T_2 - T_1; K_2] > K_1$ y, consecuentemente, el propietario (holder) ejercerá la opción de compra en T_1 . El valor de la opción compuesta en el momento actual depende de la probabilidad conjunta de que el precio de activo sea mayor que S^* en T_1 y mayor que K_2 en T_2 . Bajo el supuesto que el valor presente de los flujos de efectivo esperados del proyecto subyacente es log-normal, la fórmula de esta opción real compuesta satisface:

$$c_{call}(S_t) = S_0 \Phi_2(d, b; \rho) - K_2 e^{-rT_2} \Phi_2(d - \sigma\sqrt{T_1}, b - \sigma\sqrt{T_2}; \rho) - K_1 e^{-rT_1} \Phi(d - \sigma)\sqrt{T_1}$$

Donde:

$$d = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{S}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right)T_1}{\sigma\sqrt{T_1}}$$

$$d = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K_2}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right)T_2}{\sigma\sqrt{T_2}}$$

$$\rho = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

En las fórmulas anteriores, r es la tasa libre de riesgo, σ es la volatilidad instantánea, $\Phi(x)$ es la función de distribución acumulada normal estándar invariada, y $\Phi_2(x, y; \sigma)$ es la función de distribución acumulada normal estándar bivariada con coeficiente de correlación ρ . El primer término de la fórmula de evaluación de c_{call} proporciona el valor neutral al riesgo del activo subyacente condicionado a que $S_t > S^*$ en T_1 y $S > K_2$ en T_1 , el segundo término, de c_{call} proporciona el pago esperado de ejercer la opción en T_2 , y el último término es el pago esperado de ejercerla en T_1 . Conviene recordar que la función de distribución acumulada normal estándar bivariada se define como:

$$\Phi_2(x, y; \sigma) = \frac{1}{2\pi\sqrt{1-\rho^2}} \int_{-\infty}^x \int_{-\infty}^y \exp\left(\frac{u^2 - 2\rho uv + v^2}{2(1-\rho^2)}\right) dudv$$

La cual puede ser aproximada mediante el siguiente procedimiento con una precisión de hasta de seis decimales. Para la distribución acumulada de una variables normal estándar se utiliza la fórmula de aproximación siguiente:

$$\Phi_2(x) = \begin{cases} 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\{-x^2/2\} [a_1 k + a_2 k^2 + a_3 k^3 + a_4 k^4 + a_5 k^5], & x \geq 0 \\ 1 - \Phi(-x) & x < 0 \end{cases}$$

Para el caso de la distribución acumulada normal bivariada estándar se puede aproximar mediante la fórmula de Drezner (1978), de la forma siguiente:

$$H(y, z; \rho) = \frac{\sqrt{1+\rho^2}}{\pi} \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 v_i v_j G(w_i, w_j)$$

Donde:

$$G(w_i, w_j) = \exp\{y_1(2w_i - y) + z_1(2w_j - z_1) + 2\rho(w_i - y_1)(w_j - z_1)\}$$

5.5.11. Valuación de opciones reales bajo el enfoque de ecuaciones diferenciales parciales

Sea $(W_t)_{t \in [0, T]}$, un movimiento Browniano definido sobre un espacio fijo de probabilidad equipado con su filtración adecuada, $(\Omega, \mathcal{F}, (\mathcal{F}_t)_{t \in [0, T]}, \mathbb{P})$. Sea $c = (S_t, t)$ el valor de la opción real. Si el valor presente de los flujos de efectivo esperados en t , S_t , es conducido por el proceso:

$$dS_t = \mu(S_t, t)dt + \sigma(S_t, t)dW_t$$

Donde $\mu(S_t, t)$, $\sigma(S_t, t)$ son funciones conocidas, entonces bajo condiciones de equilibrio (aunque realmente en este tipo de entornos no existe equilibrio alguno, por lo cual se harán las correcciones correspondientes más adelante), c satisface la siguiente ecuación diferencial parcial de segundo orden:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2}{\partial S_t^2} \sigma(S_t, t)^2 + \frac{\partial c}{\partial S_t} S_t r - rc = 0$$

Sujeto a

$$c(0, t) = 0 \quad \text{y} \quad c(S_t, T) = h(S_t)$$

Donde r es la tasa de interés libre de riesgo y $h(S_t)$ es el valor intrínseco de la opción real, el cual puede ser cualquiera de los casos antes examinados. Resulta importante destacar que la ecuación anterior solamente cuenta con funciones analíticas para ciertas funciones $\mu(S_t, t)$, $\sigma(S_t, t)$ y $h(S_t)$. En general se requiere de métodos numéricos para obtener soluciones aproximadas de la ecuación diferencial parcial.

En las operaciones de crédito y mercado es natural que se pueda ocasionar un riesgo operacional que también se considera en la regulación de Basilea II y que es todo un tema de investigación, ya que es ahí donde se requieren desarrollar modelos y metodologías para su cuantificación y que motiva a futuras investigaciones. Por lo pronto se agrega sólo una pincelada que motive al lector de la tesis.

Durante el proceso de crédito existen muchos riesgos operaciones que van desde la captura errónea de los datos del solicitante hasta problemas de lavado de dinero, fraudes, etc. Por lo que siempre debemos tener en cuenta el potencial riesgo operacional en las actividades bancarias.

5.6. Relación del riesgo crédito y el riesgo operacional

La identificación, medición y control de riesgo operativo es fundamental en la correcta determinación del riesgo de crédito. Sin embargo, existe falta de información y datos históricos respecto a las pérdidas derivadas de personas, sistemas, factores externos, como la falta de aplicación correcta o mala interpretación a la regulación, etc.

Los desarrollos tecnológicos como la Internet y su aplicación en los servicios bancarios, así como los procesos de fusión y adquisición que implica la integración de sistemas y el outsourcing, sugieren que las pérdidas por riesgos operativos pueden ser cada vez más frecuentes y sustanciales.

En el 2001 el grupo de trabajo del comité de Basilea del Banco Internacional de Pagos revisó la definición de riesgo operativo propuesta en 1999, quedando de la siguiente manera: “Riesgo operativo es la pérdida potencial que resulta de fallas en los procesos internos, personas y sistemas, así como eventos externos”. Es decir, el riesgo operativo se refiere a las pérdidas que pueden causar cuatro factores: personas, procesos, sistemas y factores externos. Es importa señalar que el Comité de Basilea incluyó el riesgo legal en el riesgo operativo.

Un elemento importante a considerar es que la clasificación de los riesgos operativos puede ser una tarea complicada, ya que muchos riesgos considerados como de mercado o crédito podrían ser en sentido estricto riesgos operativos. La clasificación de los riesgos operativos pueden concentrarse en aquellos que se refiere a pérdidas ocasionadas por fallas internas del negocio y otras a fallas fuera de la organización.

Riesgos por fallas internas:

- Recursos Humanos (personas)
 - Incompetencia
 - Fraude
 - Concentración del “expertise”

- Procesos de operación

- Ejecución y conformación de órdenes.
 - Registro de una transacción (booking error)
 - Liquidación de una compra/venta
 - Documentación (contratos legales)
 - Modelo de valuación erróneo.
 - Complejidad del producto.
- Tecnología
 - Fallas en sistemas
 - Errores en sistemas de telecomunicación.

Riesgos por fallas externas:

- Eventos políticos
- Aplicación en la regulación (multas)
- Aplicación de leyes y reglamentos fiscales

Los modelos de riesgo operativo más utilizados son:

- Análisis cualitativo
- VaR operativo
- Enfoque de Indicador Básico (*Basic Indicator Approach*)
- Enfoque Estandarizado (*Standardised Approach*)
- Enfoque de Medición Avanzada (*Advanced Measurement Approaches*)

El VaR operativo requiere modelar el grado de severidad de la pérdida esperada, asumiendo que los factores de riesgo son estables. En cuanto al riesgo operativo existe la tendencia a que se sufra una gran cantidad de pequeñas pérdidas registradas, en lugar de un número pequeño de pérdidas importantes, situación que hace que las distribuciones de probabilidad Exponencial y Weibull sean las más utilizadas para la modelación.

El documento de Basilea define el riesgo operacional como “el riesgo de sufrir pérdidas debido a la inadecuación o a fallos de los procesos, el personal y los sistemas internos o bien a causa de acontecimientos externos”, incluyendo el riesgo legal y excluyendo el riesgo estratégico y el riesgo de reputación.

Para llevar a cabo la administración del riesgo operacional es fundamental identificar cada uno de los riesgos operativos inmersos en los procesos, a fin de poder analizarlos de una manera adecuada. En este sentido, los riesgos identificados son gestionados a fin de eliminarlos o mitigarlos (buscando reducir su severidad o frecuencia) y definiendo en su caso niveles de tolerancia.

Debido a la naturaleza del riesgo operacional, es necesario contar con una base de datos histórica que contenga los eventos operativos en los que ha incurrido la institución para de esta manera poder determinar la tendencia, frecuencia, impacto y distribución que

presentan. La regulación de Basilea contempla los siguientes eventos de riesgo operacional:

Tabla 16. Tipos de riesgo operacional

Tipos de Evento	Descripción
Fraude Interno	Actos destinados a defraudar, usurpar la propiedad o evadir la regulación, la ley o las políticas de la Institución que involucren al menos una parte interna.
Fraude Externo	Actos por parte de terceros destinados a defraudar, usurpar la propiedad o evadir la ley.
Relaciones Laborales	Actos inconsistentes con las leyes o acuerdos de empleo, salud o seguridad, o que resulten en el pago de reclamos por perjuicios al personal, o reclamos relacionados con temas de discriminación.
Prácticas con clientes	Fallas negligentes o no intencionadas que impidan cumplir con las obligaciones profesionales con clientes o derivadas de la naturaleza o diseño de un producto o servicio.
Daños a activos	Pérdida o daño a los activos físicos debido a desastres naturales u otros eventos.
Fallas en sistemas	Interrupción de las actividades del negocio por fallas en los sistemas de información.
Ejecución, entrega y procesos	Fallas en el procesamiento de las transacciones o en la administración del proceso y en las relaciones con las contrapartes y los proveedores.

“La mayoría de los hombres enfrentan el fracaso por su falla en insistir en crear nuevos planes para reemplazar aquellos que han fallado.”
(Napoleón Hill)

Conclusiones y recomendaciones

“Creamos en nosotros mismos y llegará el día en que los demás no tendrán otra alternativa que creer con nosotros.”
(Cynthia Kersey)

Conclusión

A partir del 2002, la excesiva liquidez del mercado y las bajas tasas de interés, llevaron a los mercados a asumir riesgos excesivos por la búsqueda de una mayor rentabilidad. El aumento de las tasas de interés en EUA provocó que muchos instrumentos asociados a las hipotecas *subprime* incumplieran, iniciando con ello una doble espiral, descendente en los precios de los activos y ascendente en la volatilidad.

Las fallas en la colocación de créditos hipotecarios en el mercado y una inadecuada gestión de riesgos que se caracterizó por un alto nivel de apalancamiento, condujeron a un mercado deterioro del mercado hipotecario del tipo subprime en los Estados Unidos, que tiempo después afectaría contaminaría al conjunto de los mercados financieros internacionales.

Los bancos de inversión crearon vehículos de inversión estructurada, para remover los activos hipotecarios de alto riesgo fuera del balance general de las instituciones financieras y de esta manera mejorar la liquidez y ganancias de las organizaciones financieras que autorizan los créditos.

La regulación ineficiente y el alto apalancamiento que registraron los bancos e instituciones financieras en el sector hipotecario, explica el riesgo sistémico que afectó a los Estados Unidos y a la economía mundial, transfiriendo sus efectos a la economía real y en los niveles de empleo.

Los efectos de la crisis financiera fueron traspasados la economía real (cambios en el crecimiento del PIB) y en los requerimientos de capital de los bancos, los cuales se expusieron a riesgos no previstos derivados de la restricción tipo VaR instrumentada por los reguladores a partir de Basilea II.

Aunque mucho se ha hablado sobre la necesidad de una mayor regulación, la evidencia aportada por las simulaciones del modelo presentado en este trabajo sugiere que la fuente de la volatilidad está en la arquitectura del sistema. En efecto, la garantía (implícita o explícita) que los bancos centrales otorgan al sistema financiero hace que algunas entidades que se consideran “demasiado grandes para quebrar” exhiban conductas más riesgosas que las que tomarían de no saberse respaldados por el banco central.

Este trabajo también sugiere que el respaldo de los bancos centrales a las grandes instituciones financieras provoca episodios de alta volatilidad, pues la quiebra de los bancos líderes condiciona la quiebra del resto del sistema financiero. Este resultado deberá de ser analizado cuidadosamente por otras investigaciones a fin de proponer cambios en la forma de contención de las quiebras bancarias, la forma de intervención de los bancos centrales en las entidades cercanas a la quiebra y en general a la concepción del sistema financiero.

Aunque este trabajo sugiere que evitar la consolidación bancaria³⁰ y permitir que estas entidades enfrenten por sí mismas sus riesgos es una estrategia que rompe la condicionalidad de las quiebras interbancarias. Sobre este punto, el modelo también sugiere que una aplicación más restrictiva de la regla para los requerimientos de capital tipo VaR sólo elevaría los niveles de capitalización, aunque no rompe la condicionalidad de las quiebras (sólo la pospone) dada la naturaleza “miope” del VaR³¹, por lo que la regulación deberá desalentar el comportamiento “irresponsable” de las entidades que se suponen “demasiado grandes para quebrar”; sin permitirles poner en riesgo el sistema, esto es, asumiendo sus pérdidas.

Obviamente las simulaciones realizadas en la tesis, puede ser extendidas en varias direcciones. Por ejemplo se pueden incluir saltos (de Poisson) en las variables del sistema. Esto hará más frecuentes las crisis y aumentará el número de corridas bancarias. También es posible incorporar en el sistema de ecuaciones simultáneas estocásticas al sector externo para incluir tipo de cambio, cuenta de capitales y cuenta corriente. De esta forma se incluirían los efectos externos sobre el sistema bancario y con ello la exposición a contagios externos.

Otra posible línea de investigación consiste en incorporar los efectos del crédito al consumo y a la inversión en el sistema de ecuaciones. De esta manera se podrán analizar los efectos de las quiebras bancarias en la economía real. El análisis incluso podría ser extendido a hacer una valuación de los beneficios reales de un rescate bancario. Asimismo, el trabajo también podría ser utilizado como base para una investigación sobre efectos de memoria larga en las series analizadas, en efecto, la velocidad y capacidad de respuesta de los mercados varía en función a la liquidez de los activos comercializados, por lo que se puede esperar que un mercado de dinero o de derivados reaccione más rápido que los mercados monetarios (LM) y la autoridad monetaria, y estos a su vez lo hagan más rápido que los mercados de bienes y servicios. Estas distintas velocidades de reacción pueden crear efectos de memoria larga en el sistema, y con ello la aparición de colas pesadas aunque los datos sean de baja frecuencia y agregados.

En relación al riesgo de otorgar un crédito para un proyecto de inversión, podemos decir que las opciones reales, en general, pueden mejorar la capacidad del proceso de la toma de decisiones concernientes a la inversión de activos dentro del mercado en donde se desarrollan las actividades de la organización, por las siguientes razones:

- i. Aunque están basadas en una teoría sólida, resultan ser herramientas flexibles para la toma de decisiones.
- ii. Son utilizadas en modelos para la valuación de diferentes tipos de negocios, y en algunos casos, son modelos sencillos que arrojan valores razonables en oportunidades de inversión complejas.

³⁰ Aunque es necesario permitir su asociación para el financiamiento de proyectos particularmente grandes.

³¹ Es importante destacar que el VaR no es una medida coherente de riesgo, ya que no dice nada sobre la esperanza de la cola después de VaR.

- iii. En la simulación de las opciones reales se toman en cuenta: el valor, a administración activa del proyecto, la dependencia del tiempo, interacciones e interdependencias propias del proyecto y la interacción de las opciones.
- iv. Permiten utilizar probabilidades de riesgo en la inversión.
- v. Introduce asimetrías dentro de la distribución en los valores de oportunidad de la inversión.
- vi. Muestra de forma explícita los factores que afectan e intervienen en la valuación de la (s) opción(es).
- vii. La valuación arroja como resultado valores consistentes en condiciones reales de operación.

Los resultados de la tesis, permiten aceptar la hipótesis de trabajo de que la regulación de Basilea II no podría evitar un riesgo sistémico en el sector bancario de México, ya que se logró ver que el VaR no es una medida coherente de riesgo y puede subestimar la pérdida máxima de una institución; siendo necesario la estimación de una medida alterna como es el CVAR.

En el análisis se observa que a pesar de que el sistema bancario mexicano tiene mayores niveles de capitalización y una baja cartera vencida, aún existe la posibilidad de riesgo en el crédito al consumo, por lo que se debe ser cautelosos en el otorgamiento de tarjetas de crédito, más aún si consideramos que es el financiamiento más caro y que podría vulnerar la liquidez y solvencia de las familias.

En materia de riesgo crédito se propuso de manera alterna utilizar las opciones reales para la valuación de proyectos que permitan incorporar elementos que a primera vista no tienen un valor pecuniario y con ello tener una mejor valuación de los flujos del proyecto y por ende una mejor administración de riesgos.

El modelo Z-EMscore es una alternativa para asociar a una institución su desempeño con la calificación de un bono soberano y con base en ello tener una idea de su calidad crediticia que se reflejará tarde o temprano en sus niveles de riesgo crédito.

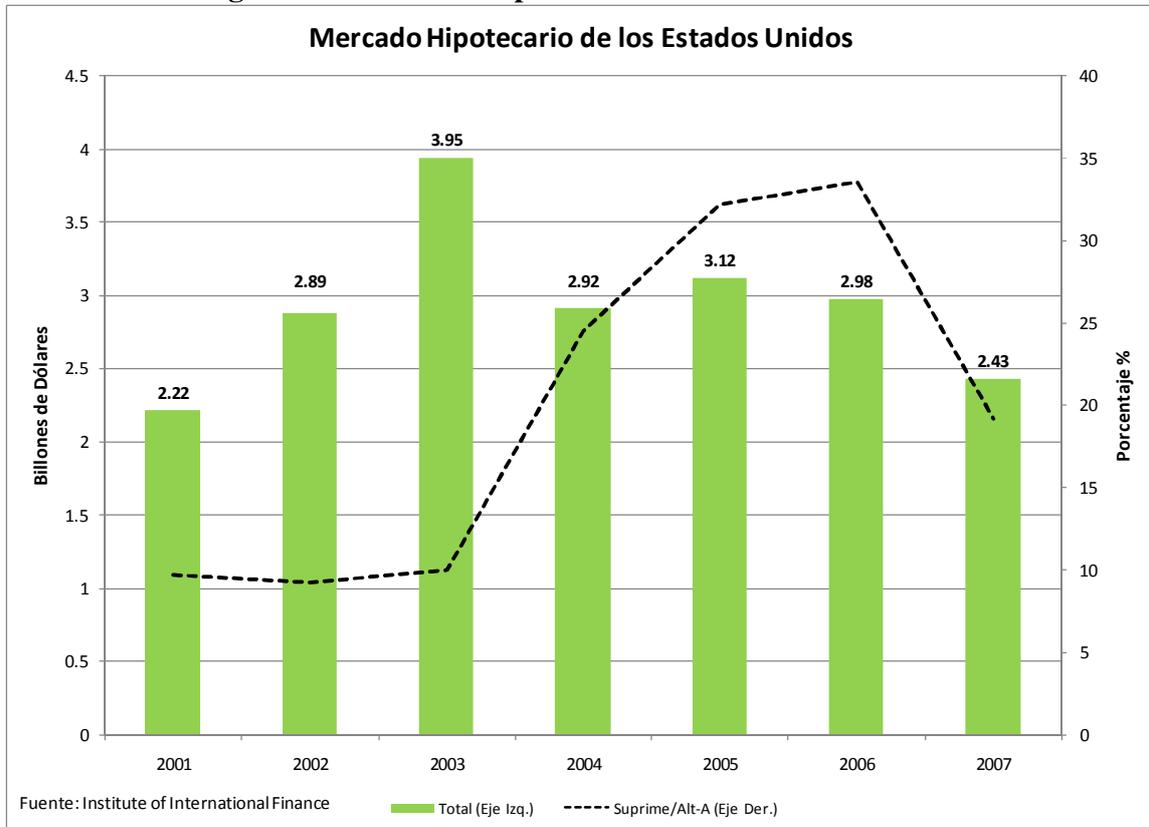
El tema de la regulación de Basilea es fascinante y debe seguir estudiándose, ya que su tercera etapa contempla nuevos retos para los bancos, reguladores y usuarios de los servicios financieros al enfrentar un entorno de mayor incertidumbre y volatilidad, ante crisis recurrentes como la Griega que exigirá una eficiente administración de riesgos y un marco regulatorio más preventivo que correctivo.

“Si no hay sentido de confianza en la organización, si las personas viven preocupadas por cubrirse las espaldas... la creatividad será una de las primeras víctimas”
(Napoleón)

Anexo Estadístico

” Hay hombres que luchan un día y son buenos. Hay otros que luchan un año y son mejores. Hay quienes luchan muchos años y son muy buenos. Pero hay quienes luchan toda la vida. Esos son los imprescindibles”
(Bertold Brecht)

Figura A.1. Mercado hipotecario de los Estados Unidos



Fuente: Institute of International Finance

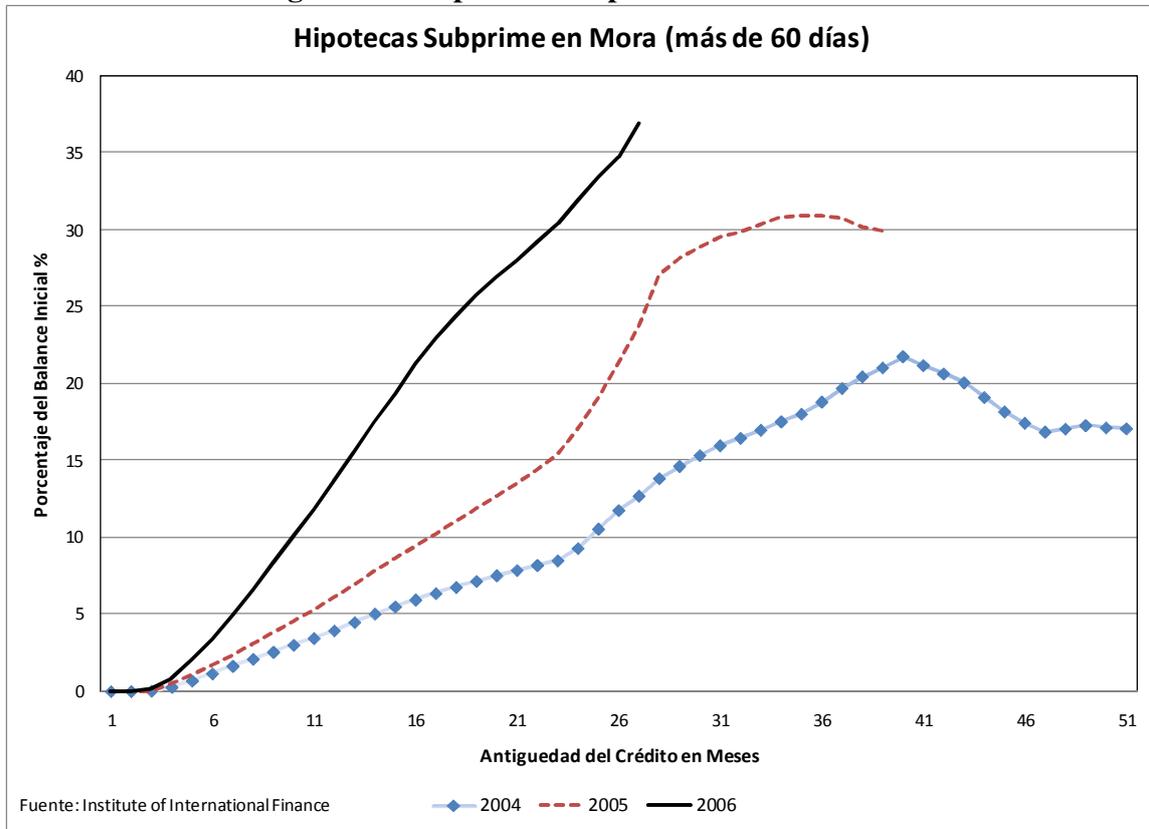
Es importante señalar que las hipotecas denominadas subprime son consideradas de alto riesgo, aunque se deben hacer algunas precisiones al respecto, ya que muchas personas piensan que todos los créditos abajo de la calidad prime, son etiquetados como subprime y esto no es del todo exacto, ya que existen créditos intermedios que no son tan riesgosos como los subprime, pero no cuenta con la calidad de los prime, nos referimos a los créditos Alternative A-paper (Alt-A) que en algunos casos pueden tener una calificación de crédito excelente, pero no cumplen con algún criterio de suscripción o documentación del crédito hipotecario. En la figura A.1. se observa que las hipotecas de alto riesgo representaron el 10% de los créditos hipotecarios del tipo Alt-A para el período del 2001 al 2003; sin embargo, para el 2004 la proporción paso a 24.48%, llegando a su pico en el 2006 con una proporción del 33.55%.

Si analizamos la proporción de los créditos subprime otorgados por los intermediarios financieros de los Estados Unidos en relación al total de créditos hipotecarios para el año 2002, el nivel fue del 7% incrementándose a 12.5% para el año 2007. Es importante señalar que el 80% de los créditos hipotecarios de alto riesgo fueron otorgados a una tasa de interés variable. Por lo que las presiones inflacionarias que experimento la economía norteamericana a lo largo del 2004 y de manera intensa en 2006 a consecuencia de la mayor volatilidad en los precios de los *commodities*, se reflejó en un incremento en las

tasas de interés de más de 400 puntos base. Mientras que el precio de las casas disminuyó en promedio 5.9% en todo los Estados Unidos y en la zona del pacífico 19.4%; situación que provocó que muchas familias tuvieran aumentos en los pagos de sus hipotecas debido al ajuste de las tasas, provocando en muchos casos la suspensión de pagos y con ello el aumento de las ejecuciones y embargos de casas que para 2008 fueron de 230,000 casas.

En la figura A.2. se muestra el porcentaje de hipotecas del tipo subprime que entraron en una mora mayor a 60 días en relación a la antigüedad del crédito. La información financiera disponible muestra que en el año 2004 el mayor porcentaje de mora se ubicó en los créditos que ya tenían una vigencia de 40 meses con un nivel cercano al 22%, se puede inferir que los que tenían poco con su crédito hicieron esfuerzos por no caer en el default. Sin embargo, esta tendencia se revierte en el 2005 y 2006 en que se experimenta el mayor rebote de las tasas de interés; ya que los nuevos créditos fueron los más vulnerables y la mora se incrementó por arriba del 30%.

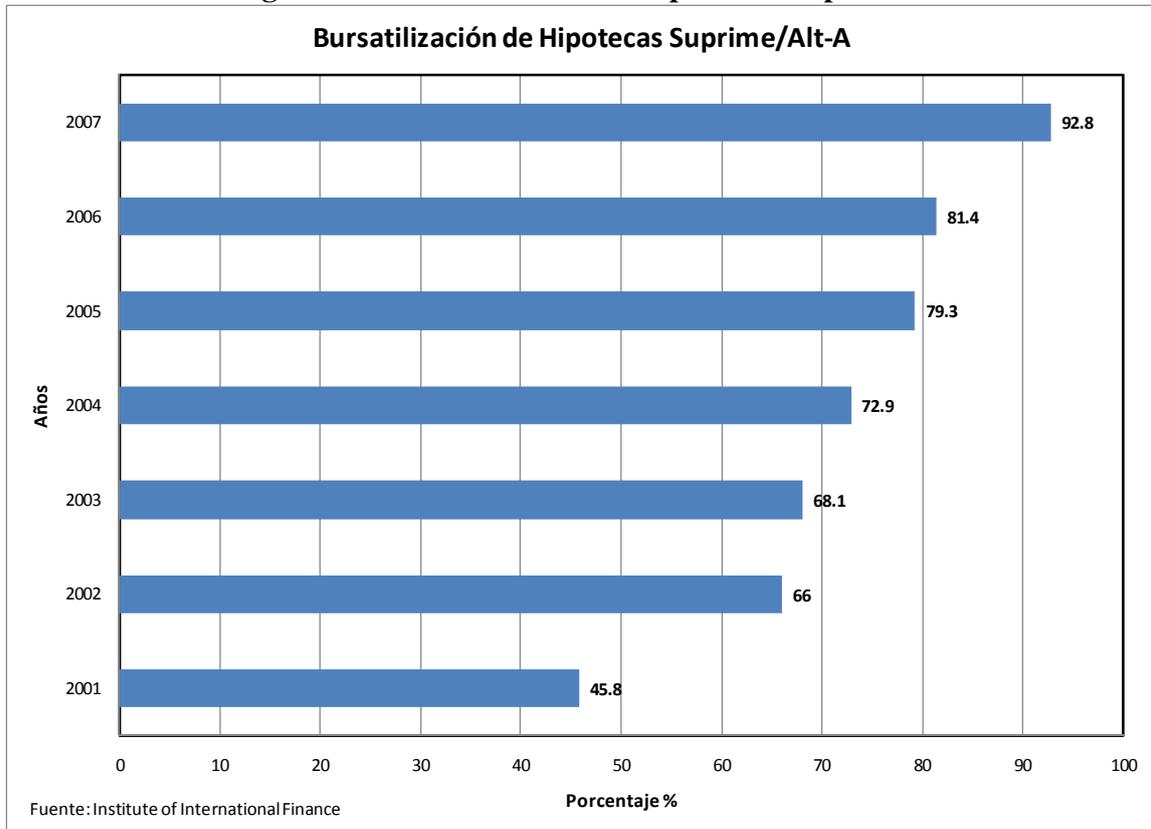
Figura A.2. Hipotecas subprime en morosidad



Fuente: Institute of International Finance

El incremento en las tasas de interés y la falta de liquidez de las instituciones financieras para afrontar el efecto de incumplimiento en el pago de las hipotecas subprime, generaron un riesgo sistémico que fue transferido del sector de bienes y raíces al mercado accionario, a través de instrumentos sintéticos como los Asset Backed Securities (ABS), Collateralized Mortgage-Backed Obligations (CMO), Mortgage-Backed Securities (MBS), Collateralized Debt Obligation (CDO) y Collateralized Loan Obligation (CLO) que sirvieron de vehículo financiero para la bursatilización de hipotecas subprime. En la figura A.3., se puede observar el total de hipotecas subprime que fueron bursatilizadas a partir del año 2001 y hasta el 2007, fecha en que estalló la crisis hipotecaria fue de más del doble.

Figura A.3. Bursatilización de hipotecas subprime



Fuente: Institute of International Finance

En la figura A.3., se puede observar que en el período del 2001 al 2007 el total de hipotecas subprime que fueron bursatilizadas en proporción de las hipotecas Alt-A fue de más del doble, al pasar de 45.8% a 92.8% en el 2007. Lo anterior, evidencia que casi la totalidad de las hipotecas de alto riesgo se encontraban circulando en el mercado a través de diferentes vehículos financieros, por lo que era casi imposible evitar el riesgo sistémico que se generó en los mercados financieros en el momento en que los clientes dejaron de pagar sus hipotecas.

Bibliografía

Abel, Andrew B. and B. S. Bernanke (2005). *Macroeconomics*; Pearson Addison Wesley. USA. 5th ed.

Acerbi, C. (2001), *Risk Aversion and Coherent Risk Measures: a spectral representation theorem*. Manuscript, Abaxbank, Italy.

Acharya, V., T. Philippon, M. Richardson, and N. Roubini (2009). The Financial Crisis of 2007-2009: Causes and Remedies. *Financial Markets, Institutions and Instruments*, Vol. 18, Issue 2, pp 89-137.

Administration Energy Information (2002), *Derivatives and Risk Management in the Petroleum, Natural Gas and Electricity Industries*, Washington, D.C., U.S. department of Energy. Disponible en [http://www.eia.doe.gov/oiaf/servicerpt/derivative/pdf/srsmg\(2002\)01.pdf](http://www.eia.doe.gov/oiaf/servicerpt/derivative/pdf/srsmg(2002)01.pdf)., consultado 8 de ene. 2010.

Adrian, T. and H. Song-Shin (2009); “The Changing Nature of Financial Intermediation and the Financial Crisis of 2007-2009”, *Annual Review of Economics*, Vol. 2, pp. 603-618.

Aggarwal, R; Inclan, C; y Leal, R. (1999); “Volatility in Emerging Stock Markets”. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 34.

Albanesi, S. (2007); “Inflation and inequality”, *Journal of Monetary Economics*. Vol. 54, núm. 4, pp. 1088-1114.

Amat, Salas Oriol (2000); *Análisis Económico Financiero*. Gestión; “*Crisis and Risk Management*”. *American Economic Review*, Vol. 90.

Altman, Edward I.; Caouette, John B. y Paul Narayanan, (1998); *Managing Credit Risk*, Editorial John Wiley & Sons, Inc E.U.A, pp. 452.

Andersen, Torben G. (1997), *Answering the Critics: Yes, Arch Models do Provide Good Volatility Forecasts*. National Bureau of Economic Research, Cambridge, Massachusetts, EUA.

Angelopoulos Panos, Mourdoukoutas Panos (2001), “*Banking Risk Management in a Globalizing Economy*”, Quorum Book.

Arrondel, Luc. (2002), “*Risk management and wealth accumulation behavior in France*”. *Economics Letters*; Vol. 74.

Artzner, P., F. Delbaen, J. M. Eber, and D. Heath. (1999), “*Coherent Measures of Risk*”, *Mathematical Finance*, 9, No. 3, pp. 203-228.

B. Thomas George Jr., L. Finney Ross (1998), *Cálculo una variables*. Addison Wesley Longman de México S.A. de C.V., 9ª. Ed.

B. Thomas George Jr., L. Finney Ross (1996), *Calculus and Analytic Geometry*. Addison-Wesley.

Basle Committee on Banking Supervision., (2001); *The New Basel Capital Accord*, Basle Switzerland, January 2001, 139 pages. [http://www. bis.org/bcbs/index.htm](http://www.bis.org/bcbs/index.htm).

Basle Committee on Banking Supervision. *Consultative Document Overview of the New Basel Capital Accord*, January 2001, 39 pages. <http://www. bis.org/bcbs/index.htm>.

Basle Committee on Banking Supervision. *Consultative Document The New Basel Capital Accord*, April de 2003, 226 pages. <http://www. bis.org/bcbs/index.htm>.

Bazán–Perkins S.D., (2005); La energía nuclear, una alternativa de sustentabilidad para resolver la demanda eléctrica de México (Primera parte), *INGENIERÍA Investigación y Tecnología*, VI. 3, pp.187 – 205.

Bello E. y Rangel Y., 22-11-2007, *Gestión Financiera*, <http://www.gestiopolis.com/finanzas-contaduria/operaciones-financieras-y-sus-riesgos.htm>

Bessis Joël (2002), *Risk Management in Banking*. John Wiley & Sons.

Best Philip (1998), *Implementing Value at Risk*. John Wiley & Sons.

Bhagat Sanjai, H. Jefferis Jr. (2002), *The Econometrics of Corporate Governance Studies*. Massachusetts Institute of Technology.

Black, Fischer y Myron Scholes, (1973); *The Pricing of Options and Corporate Liabilities*, *Journal of Political Economy*, 81 (3), pp. 637 – 654.

Bodie Zvi, Kane Alex, Marcus J. Alan, (2004); *Principios de Inversiones*, Editorial Mc Graw Hill. 5ª, p.p. 410, 413, 416.

Buehler, Kevin; Freeman, Andrew; Hulme Ron (2008), *Owning the Right Risks*, *HarVaRd Business Review*, p.p. 102-110.

Buehler, Kevin; Freeman, Andrew; Hulme Ron (2008), *The New Arsenal of Risk Management*, *HarVaRd Business Review*, p.p. 94, 95, 105.

Caballero, R., E. Farhi, and P. Gourinchas (2008). Financial Crash, Commodity Prices and Global Imbalances. CEPR. Discussion Paper. núm. 7064.

Caballero, R. J. and P. D. Kurlat (2009). The Surprising Origin and Nature of Financial Crises: A Macroeconomic Policy Proposal. MIT Department of Economics Working Paper No. 09-24.

Campbell John, Lo Andrew y Mackinlay Craig, *The Econometrics of Financial Markets*, Princeton University Press, 1997, 611 p.

Carter R. Hill; Judge, George y Griffiths, William. (2000), *Undergraduate Econometrics*. Editorial John Wiley & Sons. Segunda edición.

Castaño Leal, Antonio (1990), *Algunas aplicaciones de modelos de la clase ARCH al mercado mexicano de valores*. Tesis de Licenciatura en Economía, Instituto Tecnológico Autónomo de México, D.F. México.

Chatterjee S., Wiseman R. M., Fiegenbaum A. y Devers C. E., (2003); Integrating behavioral and economic concepts of risk into strategic management: The Taiwan Shall meet, *Long Range Planning*, 36, pp. 61 – 79.

Chiang,-Thomas-C; Doong,-Shuh-Chyi. (2001), “Empirical Analysis of Stock Returns and Volatility: Evidence from Seven Asian Stock Markets Based on TAR-GARCH Model”. *Review-of-Quantitative-Finance-and-Accounting*; 17(3): 301-18.

Clark Francis Jack, A. Frost Joyce, Gregg Whittaker J. (1999), *The Handbook of Credit Derivatives*. McGraw-Hill.

Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (2008), Cobertura contra el Riesgo de una Reducción en el Precio Promedio de la Mezcla Mexicana de Exportación de Petróleo Crudo en 2009, México, D.F.: Cámara de Diputados.

Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (2008), Coberturas Petroleras, México, D.F.: Cámara de Diputados.

Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (2008), Cobertura de Ingresos Petroleros del Gobierno Federal para 2009, México, D.F.: Cámara de Diputados.

Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (2008), Fondos de Estabilización al Tercer Trimestre de 2008, México, D.F.; Cámara de Diputados.

Centro de Estudios de las Finanzas Publicas (2009), Precios del petróleo mexicano: Expectativas y volatilidad. México, D.F.; Cámara de Diputados

Centro de Estudios de las Finanzas Publicas (CEFP), (2008), Cobertura contra riesgo de una reducción en el precio promedio de la mezcla mexicana de exportación de petróleo crudo en 2009.

Centro de Estudios de las Finanzas Publicas (CEFP), (2008), Coberturas petroleras.
Chicago Board of Trade (CBOT), (2008), *An Introduction to trading CBOT agricultural futures and options*, http://www.managedfuturesexchange.com/attachments/024_Intro%20to%20Trading%20CBOT%20Agricultural%20Futures%20and%20Options.pdf, consultado en 17 abr. 2010

Comisión Federal de Electricidad (CFE), (2007); Costos y Parámetros del Sector Eléctrico en México (COPAR).

Comité de Supervisión Bancaria de Basilea: Convergencia Internacional de Medidas y Normas de Capital. Marco Revisado, Versión integral. Junio de 2006, 370 pág <http://www.bis.org>

Cordewener, Karl; (2003); *The New Basel Capital Accord. Standardised Approach. Examples*. Material de Apoyo, FSI Special Seminal, Mexico City.

Costa Ran Luis, Font Vilalta Montserrat, (1992); *Nuevos Instrumentos Financieros. En la Estrategia Empresarial*. Esic Editorial.

Crouhy, Galai y Mark (2001); *Risk Management*, Mc-Graw-Hill.

Cummins, J. D. and P. Trainar (2009). Securitization, Insurance, and Reinsurance. *The Journal of Risk and Insurance*, Vol. 76, No. 3, pp. 463-492.

Dahl, Henrik; Meeraus, Alexander; Zenios, Stavros A. (1993) “*Some Financial Optimization Models: I Risk Management*”. Financial optimization. Cambridge; New York and Melbourne. Cambridge University Press.

Das Satyajit (1998), *Credit Derivatives. Trading & Management of Credit & Default Risk*. John Wiley & Sons.

De Lara, Haro (2002); *Medición y Control de Riesgos Financieros*; 2da. Edición, Limusa Editores.

De Lara Haro, Alfonso (2005), *Medición y Control de Riesgos Financieros*, Editorial Limusa

Delano, William (1997); *Finanzas Avanzadas. La Cobertura de Riesgos Financieros*; Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas y Tecnológico de Monterrey, México.

Delbaen, F. *Coherent Risk Measures on General Probability Spaces*. Manuscrip, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich.

Delgado, Ugarte, Josu Imanol (1999); *Estrategias con Opciones Financieras*. Díaz de Santos, S.A..

Dempster M.A.H., Pliska S.R. (1997); *Mathematics of Derivative Securities*. Cambridge University Press.

Den-Hertog,-Rene-G-J. (1994). “Pricing of Permanent and Transitory Volatility for U.S. Stock Returns: A Composite GARCH Model”. *Economics-Letters*; 44(4): 421-26.

Dewatripont, Mathias y Tirole, Jean, (1994); “*The Prudential Regulation of Banks*”, The MIT Press, Cambridge, MA.

Díaz, Carmen (1998); “*Futuros y Opciones Sobre Futuros Financieros*”, *Teoría y Práctica*. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A..

Diebold, Francis X.; Gunther, Todd A.; Tay, Anthony S. (1998); “*Evaluating Density Forecasts with Applications to Financial Risk Management*”. *International Economic Review*, Vol. 39.

Díaz Mondragón, Manuel (2004), *Invierte con éxito en la Bolsa y otros mercados financieros*, ed. GASCA SICCO, México, p.p. 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352,353, 354, 355, 356, 357, 358, 359.

Díaz Tinoco, Hernández Trillo (2000), *Futuros y Opciones Financieras*, Editorial Limusa 3 edición.

Doraszelsky U., (2001); The Net Present Value method versus the option value of waiting: a note on

Down Kevin. (2002); *An Introduction to Market Risk Measurement*. John Wiley & Sons, LTD.

DRACMA (2008), Petróleo: ¿US\$ 200/barril?, No. 7, Año 2,

Dufie, d. and J. Pan. “*An Overview of value at risk*” *Journal of Derivatives*, 4, No. 3, pp. 7-49.

Duku-Kaakyire y Nanang D. M., (2004); Applications of real options theory investment analysis, *Forest Policy and Economics*, 6, pp. 539 – 552.

Edwardes, Warren (2001), *Instrumentos financieros fundamentales*, España, Prentice Hall, p.p. 44, 45, 46, 47, 48, 29, 50, 51, 52, 53, 54.

Elyasiani,-Elyas; Mansur,-Iqbal. (1998); “Sensitivity of the Bank Stock Returns Distribution to Changes in the Level and Volatility of Interest Rate: A GARCH-M Model”. *Journal-of-Banking-and-Finance*; 22(5): 535-63.

Engle, Robert F. (1994); *Hedging Options in a GARCH Environment: Testing the Term Structure of Stochastic Volatility Models*. National Bureau of Economic Research, Cambridge, Massachusetts, EUA.

Engle, Robert F. (1995); *ARCH: Selected Readings*. Oxford University Press, Oxford, England.

Engel, Robert. (2001); "GARCH 101: The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics." *Journal of Economics Perspectives* 15: pp.157-168.

Engle, Robert F. (2001); *Theoretical and Empirical Properties of Dynamic Conditional Correlation MultiVariate GARCH*. National Bureau of Economic Research, Cambridge, Massachusetts, EUA.

Farzin, Huisman and Kort (1998), *Journal of Economic Dynamics & Control*, 25, pp. 1109 – 1115.

Fabozzi, F. (2005). *The Handbook of Mortgage-Backed Securities*, Mc Graw-Hill, 6th Ed. p. 950.

Farhi, E., M. Golosov, A. Tsyvinski (2009). A Theory of Liquidity and Regulation of Financial Intermediation. *The Review of Economic Studies*, Vol. 76, No. 3, pp. 973-992.
Föllmer Hans, Schied Alexander. (2002), *Stochastic Finance. An Introduction in Discrete Time*. Walter de Gruyter.

Forsberg,-Lars; Bollerslev,-Tim. (2002); "Bridging the Gap between the Distribution on Realized (ECU) Volatility and ARCH Modelling (of the EURO): The GARCH-NIG Model". *Journal-of-Applied-Econometric*; 17(5): 535-48.

Glantz Morton. (2003); *Managing Bank Risk. An Introduction to Broad-Base Credit Engineering*. Academic Press.

Glasserman Paul. (2004); *Monte Carlo Methodos in Financial Engineering*. Springer.
Godoy Emilio (2009), Coberturas Petroleras, ¿El escudo idónea?, El mundo del petróleo, 38-40

Golembiewski, R. and J. Rabin (1997). *Public Budgeting and Finance*. Marcel Dekker Inc. Chap. 10. Power without Privilege: Ethics in Public Budgeting and Financial Management.

Golosov, M. and R. E. Lucas (2003), Menu costs and Phillips curves. National Bureau of Economic Research. Working Paper #10187, Cambridge, Mass.

Gong, G. and W Semmler (2006). *Stochastic Dynamic Macroeconomics: Theory and Empirical Evidence*. Oxford University Press.

Gordon, R. J. (1988), *Macroeconomics: Theory and Policy*, 2nd ed., Chap. 22., *Modern Theories of Inflation*. McGraw-Hill.

Gordy, M. (2001). “A Risk Factor Model Foundation for Ratings-Based Bank Capital Rules”, *Journal of Financial Intermediation* 12, *Board of Governors of the Federal Reserve System*, pp. 199 – 232.

Gouriéroux, Christian. (1997); [Modelos ARCH y Aplicaciones Financieras]. *ARCH Models and Financial Applications*. Springer-Verlag, Nueva York, EUA.

Grupo Santander y Banco Interamericano de Desarrollo; (1999); *Gestión de Riesgos Financieros*; BID.

Hendricks, Darryll y Hirtle, Beverly (1997); “*Bank Capital Requirements for Market Risk: The Internal Models Approach*”. *Economic Policy Review*. E.U.A. Diciembre, pp. 1-12.

Hernandez, P. y Robins, R. (2002); “An Application of ARCH and ARCH-M Models to Study Inflation in Mexico from 1978 to 1999.” *Mexican Journal of Economics and Finance* 1: pp.169-186.

Hewett Espíndola, Eduardo. (1997); *Valuación de opciones incorporando cálculo de volatilidades mediante procesos GARCH*. Tesis de Licenciatura en Economía, Instituto Tecnológico Autonomo de México, D.F. México

Hobijn B. and D. Lagakos (2003). *Inflation Inequality in the United States*. Federal Reserve Bank of New York. October, Number 173.

Hull, John C (2004). *Introducción a los mercados de Futuros y Opciones*, edit. Pearson Prentice Hall, p.p.23, 24, 25, 39, 40, 41, 90, 95, 97.

Hussain Amanat. (2002); *Managing Operational Risk in Financial Markets*. Butterworth Heinemann.

Jarrow, R. () *Put Option Premiums and Coherent Risk Measures*. *Mathematical Finance*, 12, No. 2, pp 135-142.

IMP (Instituto Mexicano del Petróleo), 2007, *Modelación de Posibles Escenarios Tecnológicos para la Mitigación de GEI (Gases Efecto Invernadero) en México*. Mapas Tecnológicos

J. Roe Mark. (2003); *Political Determinants of Corporate Governance*. Oxford University Press.

Johnston, K. y Scott, E. (2000); "GARCH Models and the Stochastic Process Underlying Exchange Rate Price Changes." *Journal of Financial and Strategy Decisions* 13: pp.13-24.

Jorion, Phillippe (2001); Value at Risk, 2da. Edición, Mc-Graw-Hill.

Juselius, M. (2006). Testing the New Keynesian Model on U.S. and Aggregate Euro Area Data. Helsinki center of economic research. Discussion Papers.

Kacperczyk, M. T. and P. Schnabl (2009). When Safe Proved Risky: Commercial Paper During the Financial Crisis of 2007-2009. NBER Working Paper No. w15538.

Knotek, E. S. (2007). How Useful Is Okun's Law. Economic Review, Federal Reserve Bank of Kansas City, Fourth Quarter, pp 73-103.

Karolyi,-G-Andrew. (1995); "A MultiVaRiate GARCH Model of International Transmissions of Stock Returns and Volatility: The Case of the United States and Canada". *Journal-of-Business-and-Economic-Statistics*; 13(1): 11-25.

Karpoff Jonathan M, Marr M. Wayne Jr., Danielson Morris G. (2000); *Corporate Governance and Firm Performance*. Blackwell Publisher.

Klein Robert A., Lederman Jess. (1996); *Derivatives Risk and Responsibility. The Complete Guide to Effective Derivatives Management and Decision Making*. Irwin.

Kroner,-Kenneth-F; Lastrapes,-William-D. (1993); "The Impact of Exchange Rate Volatility on International Trade: Reduced Form Estimates Using the GARCH-in-Mean Model". *Journal-of-International-Money-and-Finance*; 12(3): 298-318.

Kroszner, R. G. (2007). The Consumer Bankers Association, Fair Lending Conference, Washington, D. C.

Laidler, D. (1992). Hayek on Neutral Money and the Cycle,"UWO Department of Economics Working Papers. No. 9206.

Lander D. M. y Pinches G., 1998, Challenges to the practical implementation of modeling and valuing real options, *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Vol. 38, 1998, Special Issue, pp. 537 – 567.

Learmount, Simon. (2002); *Corporate Governance. What can be learned from Japan?*. Oxford University.

Lehar, Alfred; Scheicher, Martin; Schittenkopf, Christian. (2002); "GARCH vs. stochastic volatility: Option pricing and risk management". *Journal of Banking & Finance*; Vol. 26

Lemus Espínola Enrique. (2003); “*Los Productos Financieros Derivados en la Administración del Riesgo Cambiario en Corporaciones Privadas Mexicanas*”. Instituto Politécnico Nacional, México, Tesis para obtener el Grado de Doctor en Ciencias con Especialidad en Ciencias Administrativas.

Lintner, J. (1965). The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets. *Review of Economics and Statistics*, Vol. 47, núm. 1, pp. 13-37.

López Sarabia, Pablo (2006), Transmisión e impacto del riesgo financiero del mercado accionario Europeo, Asiático y de América en el rendimiento bursátil de México, *Revista de Estadística, Econometría y Finanzas Aplicadas*, Editorial Tec. de Monterrey, Vol. 4, No 5, p.p. 49-51.

Ludlow Wiechers, Jorge. (1997); *Modelos, pronósticos y volatilidad de las series de tiempo generadas en la Bolsa Mexicana de Valores*. Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, D.F., México.

MacDougall S. L. y Pike R. H., (2003); Consider your options: Changes to strategic value during implementation of advanced manufacturing technology, *Omega, The International Journal of Management Science*, 31, 2003, pp. 1 – 15.

Mankiw N. G. (1985), Small Menu Costs and Large Business Cycles: A Macroeconomic Model of Monopoly. *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 100, núm. 2, pp. 529-39.

Mantilla, Samuel A (1999); *Control Interno de los Nuevos Instrumentos Financieros*, Ecoe Ediciones.

Markowitz, H. M. (1999). The Early History of Portfolio Theory: 1600-1960. *Financial Analysts Journal*, Vol. 55, núm. 4, pp. 5-16.

Márquez Diez-Canedo Javier (2002), “*Suficiencia de Capital y Riesgo de Crédito en Carteras de Préstamos Bancarios*”, Documento de Investigación 2002-04, abril, Dirección General de Análisis del Sistema Financiero. Banco de México.

Masera Cerutti Omar (2006), *La Bioenergía en México*, Comisión Nacional Forestal, p.p. 34, 35, 36, 37.

McDonald A., Energía nucleoelectrica y desarrollo sostenible, Colección de información del Organismo Internacional de Energía Atómica, División de información Pública, 02-01577 / FS Series 3/01/S/Rev.1

Meissner Gunter. (2005); *Credit Derivatives. Application, and Risk Management*. Blackwell Publishing.

Mentado Contreras, Pedro (2009), ¿Ayudarán Coberturas de Petróleo a proteger la baja en los precios?. Hacienda guarda silencio..., Energía hoy, p.p. 36-40.

Miller, K. D. y Waller H. G., (2003); Scenarios, Real Options, and Integrated Risk Management, Long Range Planning, 36, pp. 93 – 107.

Mishkin, G., G. Stern, and R. Feldman, R. (2006); “How Big a Problem is Too Big to Fail? A Review of Gary Stern and Ron Feldman's "Too Big to Fail: The Hazards of Bank Bailouts". *Journal of Economic Literature*, Vol. 44, núm. 4, pp. 988-1004.

Mitchell, W. J., P. V. Lewis, and N. L. Reinsch, (1992); Bank Ethics: An Exploratory Study of Ethical Behaviors and Perceptions in Small, Local Banks, *Journal of Business Ethics*, Vol. 11, núm. 3, pp. 197–205.

Mühleisen, M. (1995). Monetary Policy and Inflation Indicators for Finland. IMF Working papers. 95/115.

National Futures Association (NFA), (2008), *Trading Futures and Options on Futures*.

Obstfeld, M. and K. Rogoff (2009). Global Imbalances and the Financial Crisis: Products of Common Causes. Centre for Economic Policy Research (CEPR), Discussion Paper No. DP7606.

O'Hara, M., and W. Shaw (1990). Deposit Insurance and Wealth Effects: The Value of Being "Too Big to Fail". *The Journal of Finance*, Vol. 45, núm. 5, pp. 1587-1600.

Omotunde, Jonson (2000); Financial Risk, Stability, and Globalization; Fondo Monetario Internacional.

Ong, Michael K (1999), *Internal Credit Risk Models. Capital Allocation and Performance Measurement*, Risk Books, 363 p.

Palma García Bertha, (2004); *Medidas Coherentes de Riesgo*. Tesis de Licenciatura. ITAM; México D.F, pp. 175

Pagan, A. y Schwert, G. (1990); “Alternative Models for Conditional Stock Volatility.” *Journal of Econometrics* 45: pp.267-290.

Park,-Beum-Jo. (2002); “An Outlier Robust GARCH Model and Forecasting Volatility of Exchange Rate Returns”, *Journal of Forecasting*, 21(5): 381-93.

Pastor, Jose M. (1999); “Efficiency and risk management in Spanish banking: a method to decompose risk”. *Applied Financial Economics*; Vol. 9.

Pennings E. y Lint O., (1997); *The Option value of advanced R&D*, European Journal of Operational Research, 103 (November), pp. 83 – 94.

Pérez Guerra, Consuelo. (1998); *Volatilidad: parámetro fundamental en la valuación de opciones*. Tesis de Licenciatura en Actuaría, Instituto Tecnológico Autonomo de México, D.F. México.

Petróleos Mexicanos (PEMEX), Anuario estadístico (2010) periodo consultado 1999-2009, en www.pemex.com

Petróleos Mexicanos (PEMEX), Memorias de laborales (1993-2009), México, D.F.

Presidencia de la Republica de México (2007), Plan de Desarrollo Nacional 2007-2012, México D.F.

Pindyck, R.S. y Rubinfeld D. (2000); *Econometría Modelos y Pronósticos*. Editorial McGraw-Hill. Cuarta edición. México.

Pulido San Román Antonio y Pérez García Julián, *Modelos econométricos*, edit. Pirámides, p.p. 210, 211,212, 213, 214, 215.

Rabanal, Pau (2004) “*Monetary Policy Rules and the U.S. Business Cycle: Evidence and Implications*”. *IMF Working Paper*

Reilly, K. Frank y Brown, Keith C. (2003); “Investment Analysis Portafolio Management”, 7ma. Edición, Estados Unidos de América.

Regueiro Teresa, Historia de los Biocombustibles, <http://193.146.36.56/aulaempresa/trabajos/TRABAJOS%202006/Iria%20Regueiro,%20Teresa%20Otero,%20Den%20L%20B3pez/Biodiesel.pdf>. consultado en 15 de feb. 2010.

Rodseth, A. (2000). *Open Economy Macroeconomics*. Cambridge University Press. p. 366

Roll, R. and S. Ross (1980). An Empirical Investigation of the Arbitrage Pricing Theory. *Journal of Finance*. Vol 35, núm. 5, pp 1073-1103.

Romero Aranda, Alberto. (2002); *Modelos GARCH con cambios en régimen según una cadena de Markov*. Tesis de Licenciatura en Actuaría, Instituto Tecnológico Autonomo de México, D.F. México

Rosenzweig Mendialdua Francisco y Lozano Diez José Antonio (2008), *La reforma petrolera el paso necesario*, Edit Porrúa.

Reyes, Adriana (2008), Crisis alimentaria, *Ejecutivos de finanzas*, Crisis Alimentaria, Ejecutivos de Finanzas, 69, 27-33.

Ross, S. (1976), The Arbitrage Theory of Capital Pricing. *Journal of Economic Theory*. Vol. 13, núm. 2, pp. 341-360.

Rudy V Araujo y Pietro Masci, (2007); *Basilea II en América Latina*. Editan Banco Interamericano de Desarrollo, Asociación de Supervisores Bancarios de Las Américas y Federación Latinoamericana de Bancos. En línea: www.iadb.org/pub

Sabbatini,-Michael; Linton,-Oliver. (1998); "A GARCH Model of the Implied Volatility of the Swiss Market Index from Option Prices". *International-Journal-of-Forecasting*; 14(2): 199-213.

Saenz Caballero Juan Ignacio. (2002); *Derivados Financieros*. Marcial Pons, Ediciones Jurídicas y Sociales, S.A..

Sangjoon Kim, Neil Shephard. (1996); [Volatilidad estocástica: inferencia y comparaciones con modelos ARCH]. *Stochastic Volatility: Likelihood Inference and Comparison with ARCH Models*. John M. Olin School of Business, Saint Louis, Missouri, EUA.

Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2000), informe sobre la situación económica, las finanzas públicas y la deuda pública.

Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2008), informe sobre la situación económica, las finanzas públicas y la deuda pública.

Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2009), Conclusión de la cobertura sobre los ingresos petroleros del Gobierno Federal para 2009, México, D.F.

Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2009), Coberturas petroleras dan al Gobierno Federal el premio 2009 por "el uso más innovador de los derivados", México, D.F.

Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2009), Informe de las Finanzas Públicas y la Deuda Pública, México, D.F.

Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP, 13 de noviembre 2008), comunicado de prensa, número 089.

SENER (Secretaría de Energía), 2008, Prospectiva del Sector Eléctrico 2008 – 2017.

Shaadi Guraieb, Beatriz. (1989); *Comprobación de normalidad e independencia en el rendimiento de las acciones para el caso mexicano*. Tesis de Licenciatura en Administración, Instituto Tecnológico Autónomo de México, D.F. México.

Smithson, Charles (1998); *Managing Financial Risk*; 3ra. Edición, Mc-Graw-Hill.

Song-Shin, H. (2009). Reflections on Northern Rock: The Bank Run that Heralded the Global Financial Crisis. *Journal of Economic Perspectives*. Vol. 23, Number 1, pp. 101–119.

Tasche D; *Expected Shortfall and Beyond*. J. of Banking and Finance, 26, p. 1519-1533

Treynor, J. L. (1962). Toward a Theory of Market Value of Risky Assets. Unpublished manuscript. A final version was published in 1999, in *Asset Pricing and Portfolio Performance: Models, Strategy and Performance Metrics*. R. A. Korajczyk (editor) London: Risk Books, pp. 15-22.

Van Greuning Hennie, Brajovic Bratanovic Sonja.(2003); *Analyzing and Managing Banking Risk. A Framework for Assessing Corporate Governance and Financial Risk, second edition*. The World Bank.

Vasicek, O. (1977). An Equilibrium Characterisation of the Term Structure. *Journal of Financial Economics*. Vol 5, núm. 2, pp. 177-188.

Vasicek, O., *Loan portfolio value*. RISK, December 2002, 2002, 160 – 162.

Venegas Martínez, F. (2003); “*Bayesian Procedures For Pricing Contingent Claims: Prior Information on Volatility*”. *Morfisms*, Vol. 6 No. 2, pp. 25-41.

Venegas Martínez, F. (2005); “*Bayesian Inference, Prior Information on Volatility, and Option Pricing: A Maximum Entropy Approach*”. *International Journal of Theoretical and applied finance*, Vol. 8, No. 1, pp. 18-35.

Venegas Martínez, F. (2005); *Administración Coherente de Riesgos con Futuros del MexDer*. Mimeo, Premio Nacional de Derivados Mexder-Asigna.

Venegas-Martínez Francisco (2006); *Riesgos Financieros y Económicos* (productos derivados y decisiones económicas bajo incertidumbre; Editorial Thomson Internacional, México.

Venegas Martínez Francisco (2007), *Riesgos Financieros y Económicos*, Editorial Thomson 2ª, p.p. XXIII.

Vergara Aimone J., *Generación Nucleoeléctrica: ¿Una Alternativa Para Chile?*, <http://www.cchen.cl/atecnicos/Nucleotecnica.pdf>

Vilariño Sanz Ángel (2006), *Turbulencias Financieras y Riesgo de Mercado*, Editorial Prentice Hall, P.P.161, 162, 163, 164, 165, 180, 181

William, M. J., P. V. Lewis, and N. L. Reinsch (1992). Bank Ethics: An Exploratory Study of Ethical Behaviors and Perceptions in Small, Local Banks. *Journal of Business Ethics*. Vol. 11, núm. 3, pp. 197-205.

World Economic and Financial Surveys. (2002); *Global Financial Stability Report. Market Developments and Issues*. International Monetary Fund.

Yang, H. and T. K. Siu. *Coherent Risk Measures For Derivatives under Black-Scholes Economy*. *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 4, No. 5, pp. 819-835.

Young, W., and W. Darity (2004). IS-LM-BP: An Inquest, *History of Political Economy*. Vol. 36, Supplement 1, pp. 127-164.

Ysusi Mendoza, Carla Mariana. (2002); Modelo para procesos de volatilidad estocástica usando series financieras de alta frecuencia. Tesis de Licenciatura en Economía, Instituto Tecnológico Autonomo de México, D.F. México.

Agradecimientos

A mi madre y amiga *Gloria Sarabia Farias* por su apoyo incondicional y cariño durante toda mi vida. Así como a mi hermana *Gloria* por estar siempre apoyando y al pendiente de la familia; sin lugar a dudas este es un logro de toda la familia.

A mis profesores que siempre mostraron excelencia en su desempeño y gran dedicación...mil gracias; ya que a pesar de no ser valorados en su justa dimensión, siempre han tenido mi reconocimiento y admiración no sólo por su ética y profesionalismo, sino sobre todo por su amistad y sencillez.

A mi director de tesis, el Dr. Francisco Venegas-Martinez por ser una inspiración constante y un ejemplo de pasión por la docencia y la investigación, no creo tener las palabras para agradecer su decidido apoyo durante todo el tiempo que he tenido el placer de conocerlo... las lecciones me han formado en lo profesional, pero su amistad me ha hecho mejor persona.

A todos mis amigos, gracias por los buenos momentos y las estimulantes platicas no sólo de economía. En particular a *Fátima* y *Paco* que siempre han estado ahí y que saben forman parte de la familia.

A mis asistentes que siempre me han apoyado en todos mis proyectos, gracias por su dedicación y compromiso.

Al Instituto Politécnico Nacional por haberme permitido estar en sus aulas y vivir inolvidables experiencias profesionales y personales que moldearon mi orgullo de ser politécnico.

¡Gracias a todos!