

00821  
131



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ECONOMÍA

“Medición Del Riesgo de Crédito a través de la  
Metodología CreditRisk+”

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**LICENCIADO EN ECONOMÍA**

PRESENTA:  
**JUAN CARLOS PÉREZ MACÍAS**



DIRECTOR DE TESIS:  
LIC. MARTÍN RODRÍGUEZ AGUILAR

Ciudad Universitaria, Noviembre de 2003



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

TESIS CON FALLA  
DE  
ORIGEN

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Juan Carlos

Pérez Marías

FECHA: 27 noviembre 2005

FIRMA: \_\_\_\_\_

## *Dedicatoria*

*A Rosalinda, mi mamá, por todo el apoyo que me brindó a lo largo de mi vida académica y el esfuerzo y amor dedicados, que me alentaron para terminar mis estudios profesionales.*

*A Francisco, mi hermano, por mantener la confianza en mí en todo momento y por su apoyo total en cualquier situación.*

*A mi familia por el cariño que me han dado desde hace 24 años.*

*A mis amigos, por ser ellos mismos y por brindarme su amistad incondicionalmente.*

## *Agradecimiento*

*A la Universidad Nacional Autónoma de México.*

*A mi asesor Martín Rodríguez.*

*Agradezco especialmente a Mauricio Rojas, Gustavo Varela, Yadira Correa, Alberto Romero y a Alfredo Hernández, por su tiempo y asesoría para la elaboración de este trabajo.*

*A mis sinodales, Isaías, Fodel y, Alejandro.*

*A mis profesores.*

*A toda la gente que cree en mí.*

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**MEDICIÓN DEL RIESGO DE CRÉDITO A TRAVÉS  
DE LA METODOLOGÍA CREDITRISK+**

*Introducción*

*Capítulo I. Los riesgos financieros*

1. Definición de Riesgo	1
IMPORTANCIA DE MEDIR Y ADMINISTRAR LOS RIESGOS	3
<i>Inestabilidad de precios</i>	3
<i>Inestabilidad del tipo de cambio</i>	3
<i>Inestabilidad en las tasas de interés</i>	4
<i>Desarrollo de instrumentos y mercados derivados</i>	4
REGULACIÓN DE LOS RIESGOS FINANCIEROS	5
<i>Origen y funcionamiento del Comité de Basilea</i>	5
<i>Basilea II</i>	6
<i>Funciones de los Supervisores Bancarios</i>	10
2. Clasificación de los riesgos	11
RIESGO DE MERCADO	12
RIESGO OPERATIVO	13
RIESGO LEGAL	14
RIESGO DE LIQUIDEZ	14
RIESGO DE CRÉDITO	15

*Capítulo II. El riesgo de crédito*

1. Definiciones	17
DIVERSIFICACIÓN	17
ANÁLISIS DEL RIESGO CREDITICIO	18
2. Pérdidas	19
PÉRDIDAS ESPERADAS	20
<i>Probabilidad de Incumplimiento</i>	20
Ratings	20
Scoring	23
<i>Exposición crediticia</i>	24
<i>Severidad</i>	25
PÉRDIDAS NO ESPERADAS	26
VALOR EN RIESGO (VAR)	27

3

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### Capítulo III. Metodologías de Medición de Riesgos de Crédito

1. Introducción	29
2. Metodologías Condicionales	30
CREDIT MONITOR	30
CREDITPORTFOLIOVIEW	31
3. Metodologías No Condicionales	32
METODOLOGÍA PARAMÉTRICA	32
CREDITMETRICS	32
CREDITRISK+	34
Bloque 1: Frecuencia de los eventos de incumplimiento	35
Bloque 2: Severidad de las pérdidas	36
Bloque 3: Distribución de las pérdidas por incumplimiento	36

### Capítulo IV. Aplicación de CreditRisk+

1. Supuestos del modelo	38
2. Fundamentos del modelo	41
3. Estructura por módulos	42
MÓDULO 1	43
MÓDULO 2	44
MÓDULO 3	49
MÓDULO 4	51
4. Distribución de las pérdidas	53
MÓDULO 5	53
MÓDULO 6	54
MÓDULO 7	55
MÓDULO 8	56

### Capítulo V. Resultados y Conclusiones

1. Obtención del Valor en Riesgo (VaR)	57
MÓDULO 9	57
2. Conclusiones	60

Bibliografía

4

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Introducción

En la literatura financiera se han escrito una gran cantidad de trabajos en lo que se refiere a la medición riesgos, derivado de la cada vez mayor incertidumbre e inestabilidad en los mercados. Se han desarrollado metodologías cada vez más sofisticadas para cuantificar las pérdidas que una institución asume por la posición de riesgo tomada, de acuerdo a las expectativas de ganancia que la Alta Dirección haya establecido por un cierto período de tiempo.

La medición del riesgo de crédito es esencial para que las instituciones bancarias por un lado se apeguen a las prácticas establecidas por el Comité de Basilea, y por otro se evite llegar a situaciones de crisis financieras como la sucedida en nuestro país en 1995. Adicionalmente de los avances en el desarrollo de herramientas matemáticas para medir los riesgos de mercado y de crédito, lo cierto es que no se ha llegado a un grado de sofisticación tal, que permita cuantificar conjuntamente ambos riesgos financieros y es la administración de riesgos financieros la que permite hacer frente a las situaciones potencialmente adversas a la institución.

Es materia de este trabajo hacer la medición del riesgo de crédito de una cartera de créditos hipotética del sistema financiero mexicano, calculando el Valor en Riesgo (VaR) de la misma por medio de la metodología CreditRisk+ desarrollada por Credit Suisse Financial Products. Existen varias formas de medir los riesgos, sin embargo se ha aceptado al VaR como la medida que describe en un solo número las posibles pérdidas en las que incurre una institución. Así los *objetivos* de la tesis son los siguientes:

1. Medir el riesgo de la cartera hipotética del sector bancario nacional aplicando la metodología CreditRisk+ para el riesgo de crédito.
2. Obtener las pérdidas esperadas y el Valor en Riesgo de la cartera a través de la metodología CreditRisk+.

Para cumplir con el propósito de hacer un trabajo de investigación se planteó la siguiente *hipótesis* a comprobar:

"Con el modelo propuesto se infiere que la medición del Valor en Riesgo permite a las instituciones financieras estimar y anticipar pérdidas, asimismo la medición de riesgos de crédito permite

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

a los bancos mejorar el proceso de otorgamiento de créditos y la anticipación de pérdidas por la medición de estos riesgos, que representan una herramienta que a partir del precio justo, permitirá que el banco cree reservas y eviten quebrantos\*.

En el primer capítulo se mencionan las definiciones de los riesgos financieros de diversos autores para hacer referencias posteriores homogéneas. Adicionalmente se explica la importancia de medir y administrar los riesgos, así como mantener una regulación adecuada.

En el segundo capítulo se hace un breve estudio del riesgo de crédito a través de la explicación de términos importantes en la administración de riesgos, tales como diversificación, definiciones de pérdidas, componentes de las pérdidas esperadas como la probabilidad de incumplimiento, exposición y severidad. En la parte de incumplimiento se hace un análisis de cómo se obtienen las agencias y/o instituciones las calificaciones de riesgo de crédito. Posteriormente se describe el cálculo de las Pérdidas No Esperadas y el concepto de Valor en Riesgo.

En el tercer capítulo se expone brevemente el concepto teórico de las metodologías más comunes en el mercado para calcular el Valor en Riesgo de crédito, haciendo una distinción entre las que se basan en las causas de incumplimiento como Credit Monitor y CreditPortfolioView, así como las que no condicionan la medición del riesgo de crédito por las causas que ocasionaron el incumplimiento de obligaciones, entre éstas metodologías se incluye CreditRisk+.

El cuarto capítulo se desarrolla el modelo utilizado en CreditRisk+ con la finalidad de explicar los fundamentos de esta metodología; así, el modelo se secciona en módulos para hacer su descripción técnica un poco más sencilla que el documento original. Con base en esta información se modeló la metodología en una hoja cálculo con la información necesaria para desarrollarla en paralelo a la explicación. Es importante señalar que el modelo desarrollado es hipotético, sin embargo toma datos base del sector bancario de nuestro país y se explican a detalle los supuestos que para fundamentar los requerimientos de CreditRisk+.

Al final del trabajo, en el capítulo quinto, se exponen los resultados obtenidos, es decir, el Valor en Riesgo de la cartera hipotética, como medición del riesgo de crédito y las conclusiones generales del trabajo con base en la hipótesis planteada.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## *Capítulo I. Los Riesgos Financieros*

### **Definición de Riesgo**

La evolución de la economía mundial en los últimos años se ha caracterizado por los constantes cambios que han ocurrido en la participación de los diferentes sectores en la esfera de la producción. Tal es el caso de los sectores industrial y de servicios, en donde claramente el primero ha perdido participación en el total de la producción, en tanto el segundo ha experimentado una mayor presencia.

Uno de los motores de crecimiento del sector terciario es el de servicios financieros, debido a varios factores, entre los que destacan: el crecimiento de flujos internacionales a través del euromercado, la apertura de los mercados a través de mecanismos como acuerdos comerciales, reducciones arancelarias, integración a bloques comerciales, la canalización de créditos a gobiernos garantizados con el precio del petróleo. Lo anterior ha influido para que a partir de 1970, la volatilidad de las variables financieras como el tipo de cambio, las tasas de interés y el precio del petróleo hizo necesario el uso de los productos derivados, como una forma de cubrirse de los riesgos ocasionados por la misma volatilidad.

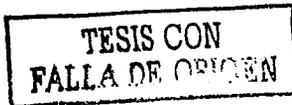
Para unificar criterios, entenderemos riesgo como la probabilidad de que ocurran eventos adversos al valor económico de la empresa, provocando pérdidas potenciales e incluso quiebras<sup>1</sup>. Asimismo, el riesgo financiero es la incertidumbre a la que está expuesta cualquier entidad como la probabilidad de que ocurra alguna situación no deseada. Por lo tanto "para caracterizar completamente el riesgo sería necesario considerar todos los posibles escenarios futuros, asignarles una probabilidad y determinar los resultados económicos derivados de los mismos"<sup>2</sup>.

El riesgo es una pieza clave dentro de cualquier situación, por lo que el sector financiero no es la excepción. Los riesgos financieros están presentes en todo momento porque las entidades pertenecientes a este ramo tienen la finalidad de negociar, lucrar y tener inherentes procesos en los

---

<sup>1</sup> Soler Ramos, José A. ... [et al.]; *Gestión de Riesgos Financieros: un enfoque práctico para países latinoamericanos*; Banco Interamericano de Desarrollo, Grupo Santander; Washington, D.C., Estados Unidos 1998, pág. 4

<sup>2</sup> Idem



cuales los activos y pasivos están en constante movimiento e inmersos en un contexto económico incierto.

Para efectos de estudiar y administrar eficientemente los riesgos, se han desarrollado diversas metodologías que traten de medir y sintetizar adecuadamente el nivel de riesgo a la que está expuesta una institución financiera. Las metodologías se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Análisis de escenarios
- Técnicas de probabilidad

"El análisis de escenarios consiste en seleccionar unas pocas situaciones consideradas desfavorables y estimar pérdidas asociadas, sin tener en cuenta las probabilidades de ocurrencia"<sup>3</sup>. Cabe señalar que estos análisis fueron los primeros que se desarrollaron, lo cual no necesariamente significa que todavía no estén vigentes, que sigan siendo útiles y en situaciones de crisis es muy improbable sean insustituibles. Los análisis de escenarios son complementarios a las técnicas de probabilidad ya que presentan deficiencias como las que a continuación se mencionan:

- "Los escenarios se eligen de manera subjetiva, sin garantizar que cuando un analista define un caso desfavorable lo hace con los mismos criterios de otro, lo cual impide alcanzar la homogeneidad necesaria para comparar los niveles de riesgo en distintos instantes, y entre diferentes actividades y negocios.
- No se llegaría a conocer la probabilidad de sufrir un cierto nivel de pérdidas, incluso si se determinara la probabilidad de cada uno de los escenarios analizados, ya que para ello sería necesario contemplar la totalidad de los escenarios que ocasionarían pérdidas similares"<sup>4</sup>.

En contraste, las metodologías basadas en técnicas de probabilidad han permitido minimizar esas deficiencias, con la construcción de tablas en las que se presentan cada una de las pérdidas posibles junto con la probabilidad de que se alcance dicho nivel, esto se logra a través de una distribución de probabilidad de pérdidas.

<sup>3</sup> Op cit. Soler Ramos, José A. Pág. 5



## IMPORTANCIA DE MEDIR Y ADMINISTRAR LOS RIESGOS

Como consecuencia de las recurrentes crisis económicas a nivel mundial que se han vivido desde los años setenta, surgió la necesidad de regular para llegar a ciertos estándares a nivel internacional al sistema financiero. Algunos factores como el abandono mayoritario del sistema de Bretton Woods, en 1973, las crisis del petróleo de y la volatilidad en las tasas de interés y tipos de cambio obligaron a las instituciones financieras a cubrir sus posiciones de la incertidumbre en los mercados. A continuación se hace mención de los principales factores que dieron precisamente volatilidad en los mercados internacionales:

### *Inestabilidad de precios*

Derivado de la crisis petrolera de 1973-1974, el precio de esta materia prima se quintuplica al valor que tenía antes de la misma; la crisis de 1979-1981 fue decisiva para el repunte de la inflación, misma que se corrigió hasta los noventa. Este fenómeno sucedió globalmente, por lo que nuestro país no se quedó ajeno a este fenómeno, financiando la crisis de 1982 con las exportaciones de petróleo.

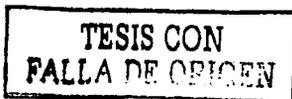
### *Inestabilidad del tipo de cambio*

El abandono del sistema de paridades fijas entre 1971 y 1973, acordado en Bretton Woods, aumentó substancialmente los movimientos en los tipos de cambio de las monedas más significativas.

Otras situaciones de inestabilidad en el Sistema Monetario Internacional han tenido lugar entre 1992 y 1993 con las devaluaciones de la peseta española, la corona sueca, la libra irlandesa, así como la salida del Sistema por parte de libra irlandesa y la libra esterlina. Más recientemente, las fuertes devaluaciones del peso mexicano (1994), el dólar de Hong Kong, la rupia de Indonesia, el won coreano, el ringgit de Malasia, el bath tailandés (1998), así como la fuerte y prolongada caída del yen japonés. El último gran fracaso ha sido el tipo de cambio fijo que tenía desde hace varios años Argentina, mismo que tuvo que ser abandonado por la crisis fiscal y financiera. Debido a una controversial situación económica en nuestro país, en diciembre de 1994, el peso observó una abrupta caída del 22 por ciento frente al dólar en un solo día y en los tres meses posteriores, la devaluación era del 76 por ciento.

---

<sup>4</sup> Idem



### *Inestabilidad en las tasas de interés*

Las tasas de interés líderes en los mercados, las de Estados Unidos y otras economías industrializadas como las de Gran Bretaña, aumentaron en la primera mitad de los setenta, posteriormente descendieron y cerraron la década con un ascenso. Sin embargo a partir de la década de los ochenta se presenta nuevamente una disminución de las tasas de interés internacionales.

El proceso de integración europea, después de la segunda mitad de la década de los noventa, trajo consigo una estandarización en las tasas de interés en los países europeos, incluso países periféricos de ese continente, incluyendo a Alemania.

En México las tasas de interés en la década de los ochenta fueron bastante elevadas alcanzando su máximo histórico en 1988, fenómeno ocasionado por el exceso de demanda de dinero y por el premio al riesgo cambiario por la incertidumbre de la economía. Sin embargo con la euforia económica a partir de inicios de los noventa, la desregulación bancaria permitió que el crédito se expandiera aceleradamente y se tomaran fuertes posiciones de riesgo en los mercados de deuda y cambiario, lo que propició que proliferaran las coberturas cambiarias al amparo del uso de bandas para los tipos de cambio.

A pesar de la aparente bonanza económica, una fuerte crisis detonada en diciembre de 1994 causó entre otros, que se incrementara la inflación, la tasa de interés líder en el mercado primario alcanzó niveles arriba del 80 por ciento, y finalmente ocurrió el desplome de la actividad económica. Ante situación, la banca se encontró totalmente expuesta a los riesgos financieros.

### *Desarrollo de instrumentos y mercados derivados*

"La cobertura del riesgo financiero ha sufrido una violenta transformación desde la desaparición de estructuras de intervención sistemática de los gobiernos en los mercados como los Acuerdos de Bretton Woods"<sup>5</sup>. Con el cambio de la estructura financiera mundial, las instituciones

---

<sup>5</sup> Monroy, Arturo; "Instrumentos del Mercados de Derivados"; Revista *El Mercado de Valores*; Nacional Financiera; México septiembre de 2001, Pág. 16

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

financieras *negociaban* instrumentos cada vez más complejos, y por consiguiente traían mayores riesgos (de mercado, liquidez, crédito, legal), por lo que era necesario cubrir los riesgos que traía la operación y diversificación de los mercados.

En el caso de nuestro país, el mercado de derivados aún es incipiente, aunque existe el Mercado Mexicano de Derivados (MexDer), los instrumentos que se cotizan son únicamente futuros de subyacentes básicos (Cetes, IPC, TIIE, por citar algunos) y el volumen operado dista mucho de los mercados organizados de prestigio internacional, como el Chicago Mercantile Exchange (CME) o el Chicago Board Options Exchange (CBOE).

Los instrumentos derivados fueron concebidos en un primer momento de alguna forma para mitigar riesgos, al realizar coberturas sobre bienes físicos y posteriormente sobre subyacentes; en una segunda etapa se utilizaron con fines de negociación (trading). Existen varios casos de Instituciones que llegaron a la quiebra por el mal manejo de los derivados. Tal es el caso de Barings, Long Term Capital Management, Procter & Gamble, entre otros<sup>6</sup>.

#### REGULACIÓN DE LOS RIESGOS FINANCIEROS

##### *Origen y funcionamiento del Comité de Basilea*

En 1974 surge el Comité de Supervisión Bancaria, integrado por representantes de Bancos Centrales y autoridades supervisoras del sistema financiero en diez países, por iniciativa del Banco de Pagos Internacionales (BIS) en Basilea Suiza, en el cual se establecieron los siguientes dos objetivos:

1. "Crear un nuevo marco que sirviera para fortalecer y darle estabilidad al sistema bancario internacional.

---

<sup>6</sup> Ver Jorion, Philippe; *Valor en Riesgo*; edición en inglés - McGraw Hill Companies Inc, USA, 1997; edición en español - editorial Limusa y MexDer, México, 1999. Pág. 47

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2. El marco debe ser adecuado y debe tener un alto grado de consistencia para su aplicación a los bancos en los diferentes países, con una visión de disminuir el origen de la desigualdad competitiva entre los diferentes bancos<sup>7</sup>.

"La globalización financiera que se iniciaba una vez superada la fase de reconstrucción posbélica, y el agotamiento del sistema de Bretton Woods, que auguraba unos mercados financieros más interrelacionados y potencialmente más volátiles, fueron factores que influyeron de una u otra forma en la creación del Comité<sup>8</sup>. Con estos antecedentes el grupo de trabajo, a pesar de que no tenga una personalidad jurídica que obligue a los países a actuar conforme a las reglas en un marco regulador de carácter prudencial y tiene una influencia muy considerable para que los diferentes países apliquen a su normatividad local lo expuesto en el Comité.

Además, las recomendaciones han pasado a ser parte de los códigos de buena conducta del Fondo Monetario Internacional y del Banco Mundial, particularmente los Principios Básicos de Supervisión Bancaria, y obligan en cierta forma a cumplirlos por los países afiliados a estos organismos a reserva de aplicar los Programas de Evaluación de la Estabilidad Financiera.

El Acuerdo alcanzado en 1988 entre los Bancos Centrales de las diez mayores economías estableció a las instituciones bancarias un capital mínimo del 8 por ciento del total de activos ponderados por riesgo y fue implementado y adoptado por más de cien países. Cabe señalar que los estándares de capitalización están dirigidos principalmente a la cobertura del riesgo de crédito y para 1996 se enmienda el Acuerdo para incorporar los riesgos de mercado.

#### *Basilea II*

El Comité de Basilea, pese a los méritos del Acuerdo de 1988, ha tenido la necesidad de ser reformado. Por una parte, se hace cada vez más evidente su desfase frente a los avances en la

---

<sup>7</sup> Basle Committee on Banking Supervision; International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards; Basle 1988. Pág. 1

<sup>8</sup> Poveda Anadón, Raimundo; *Estabilidad Financiera: Nuevo Acuerdo de Capital del Comité de Supervisión de Basilea*; Banco de España; Número 1, septiembre 2001. Pág. 31

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

administración de riesgos bancarios; y por otra, fruto de estos mismos avances, el supervisor podría contar con indicadores de solvencia más representativos de la adecuación del capital bancario.

De este modo, el Comité, a mediados de 1998, emprendió una reforma que buscara indicadores de capital más sensibles al riesgo, y fomentando así buenas prácticas de gestión bancaria.

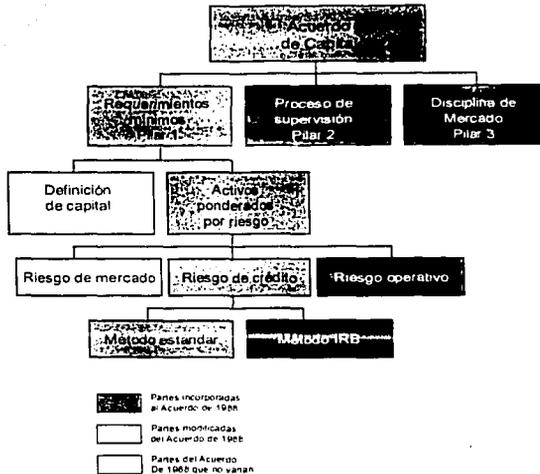
Entre las razones por las que fue necesario reformar el acuerdo original es por la simplicidad y escasas ponderaciones por riesgo de crédito, ya que sólo define una única ponderación para todo tipo de deudores, sin tener en cuenta su calidad crediticia. Asimismo, la regulación sobre los requerimientos de capital empezaba a quedarse obsoleta ante los avances en la administración de riesgos. El uso de modelos internos de crédito y la innovación financiera por parte de la banca empezaban a requerir mayor flexibilidad en los instrumentos de supervisión para mantener el significado de los indicadores de solvencia.

La reforma del Acuerdo de 1988 busca establecer unos requerimientos de capital más sensibles al riesgo asumido por los bancos. El capital bancario sirve principalmente para cubrir pérdidas y limitar los riesgos. Por lo tanto, los requerimientos de capital deben estar en relación con los niveles de riesgo que trata de limitar y a las posibles pérdidas asociadas a los diferentes niveles de riesgo que trata de cubrir.

El Nuevo Acuerdo se basa en torno a tres pilares complementarios. Junto a los requerimientos mínimos de capital, Pilar 1, que eran la base del Acuerdo de 1988, se desarrollan normas para el proceso de revisión supervisora, Pilar 2, así como para la transparencia y disciplina de mercado, ya que sólo los requerimientos cuantitativos de capital no son suficientes para asegurar la solvencia de las instituciones de crédito. La siguiente gráfica muestra la estructura del Nuevo Acuerdo

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Estructura del Nuevo Acuerdo de Capital



Fuente: Parlamento de Basco. Arriola, Basarrats. Las nuevas normas internacionales de solvencia. Revista ICE Sistema Financiero, Negocios y Tendencias, agosto-diciembre 2002 número 801

“El esquema original del nuevo Acuerdo estaba basado en la idea de que hubiera dos sistemas para medir el riesgo de crédito: un sistema estándar, de ponderaciones de activos a partir de las calificaciones de empresas externas, y un sistema IRB (Internal Rating-Based Approach), basado en las calificaciones internas de las entidades”<sup>9</sup>. El IRB combina elementos cualitativos con los análisis de la información financiera y económica de los clientes de cierta entidad con la finalidad de ordenar la totalidad de sus clientes en diferentes categorías que indican su calidad crediticia.

<sup>9</sup> Iglesias-Sarria, Cristina; *Estabilidad Financiera: Nuevo Acuerdo de Capital del Comité de Supervisión de Basilea*; Banco de España; Número 1, septiembre 2001. Pág. 137

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

De acuerdo al último Documento Consultivo para el Nuevo Acuerdo de Capital, de mayo de 2003, introduce un tratamiento específico para el riesgo operacional y medirlo en el coeficiente de capital. Cabe señalar que establece que no es factible aplicar un único método para cuantificar este riesgo en todos los bancos. Entre los métodos que propone Basilea para cuantificar el riesgo operativo están:

- **Indicador Básico:** Los bancos deberán cubrir su riesgo operativo con un capital equivalente a un porcentaje fijo de los ingresos brutos medios anuales de los últimos tres años.
- **Estandarizado:** Consiste en multiplicar los ingresos brutos de cada línea del negocio del banco por un factor de riesgo ( $\beta$ ), ya que cada una de ellas permite aproximar su volumen de operaciones y, por lo tanto, el nivel de riesgo asociado.
- **Medición Avanzada:** Se basa en criterios cualitativos y cuantitativos generados internamente en el banco, tales como validar el control interno, realizar distribuciones de probabilidad de pérdida, entre otros.

El Pilar 2, proceso de revisión supervisora, va más allá de asegurar que los bancos cumplan con los requerimientos mínimos, tratando de asegurar que su grado de capitalización es el adecuado de acuerdo con su perfil de riesgo. De este modo, la responsabilidad en asegurar que el índice de solvencia se adecua al perfil de riesgo y grado de sofisticación recaerá en la administración del banco. Por otra parte, se espera que el supervisor tenga capacidad suficiente para evaluar los procesos internos de los bancos de asignación de capital y esté facultado para exigir niveles de capitalización por encima de los mínimos requeridos, con poder para tomar las medidas correctivas necesarias, incluida la intervención de la entidad.

Finalmente el Pilar 3, llamado transparencia y disciplina de mercado, estipula que la dirección del banco tome las medidas necesarias para mejorar la gestión y conducirla dentro de unos niveles prudentes de solvencia. De este modo, la disciplina de mercado refuerza tanto los requerimientos mínimos de capital como el proceso de supervisión. Esto se pretende mediante el desarrollo de un conjunto de requisitos de divulgación que permitirá a los participantes del mercado, evaluar información relativa a la suficiencia de capital de las instituciones, ante la concesión que otorga a éstas el uso discrecional de metodologías internas en sus estimaciones de capital; asimismo se considera que las

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

revelaciones basadas en un marco común, son un medio eficaz para informar al mercado acerca de la exposición al riesgo de los bancos y facilita la realización de comparaciones (González, 2003)

#### *Funciones de los Supervisores Bancarios*

El antecedente de la supervisión bancaria se establece en el Comité de Basilea en 1983, derivado de la aparición de grupos financieros mucho más complejos que los bancos y que, además, tuvieran filiales en el extranjero de su país de origen, con el objetivo de establecer principios de "mejores prácticas financieras".

En cada país debe existir una autoridad que retome los Principios Básicos de Supervisión, "con una notable excepción. El primer principio, llamado «prerrequisitos para una supervisión bancaria efectiva», se dirige necesariamente a alguien por encima del supervisor: casi en su totalidad apunta al poder legislativo. Ese principio, que posteriormente la Metodología subdividió en seis partes, exige que exista un marco legal adecuado para la supervisión, que fije los objetivos y responsabilidades del supervisor; que el supervisor goce de independencia operativa y recursos adecuados; que la legislación bancaria otorgue al supervisor las facultades necesarias para realizar su trabajo; ello incluye facultades tanto administrativas como reglamentarias, que el supervisor tenga poderes para exigir el cumplimiento de las leyes bancarias y para tomar medidas con relación a la sanidad y solvencia de las entidades bancarias, que la agencia supervisora y sus funcionarios gocen de protección legal con relación a las decisiones administrativas tomadas de buena fe; y por último, que existan los arreglos necesarios para que las autoridades supervisoras puedan intercambiarse información, preservando, por otra parte, su confidencialidad"<sup>10</sup>.

En México, la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), el Banco de México, la Comisión Nacional Seguros y Fianzas (CNSF) y la Comisión Nacional de Sistemas de Ahorro para el Retiro son las entidades que regulan prudencialmente los riesgos financieros a través de diversas disposiciones aplicables a la banca, aseguradoras, casas de bolsa, sociedades de inversión, administradores de fondos para el retiro, afianzadoras, etc.

---

<sup>10</sup> Op. Cit. Poveda Anadón, Raimundo. Pág. 42

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La CNBV a través de las circulares 1423 y 1473 establece los "Criterios de Carácter Prudencial en materia de Administración de Riesgos" dirigida a las Instituciones de Banca Múltiple, Banca de Desarrollo. Además, en las reglas para los requerimientos de capitalización de las sociedades nacionales de crédito, instituciones de banca de desarrollo, así como las de la banca comercial, exige la determinación del capital mínimo regulatorio del 8 por ciento del total de los activos ponderados por riesgo a las instituciones bancarias.

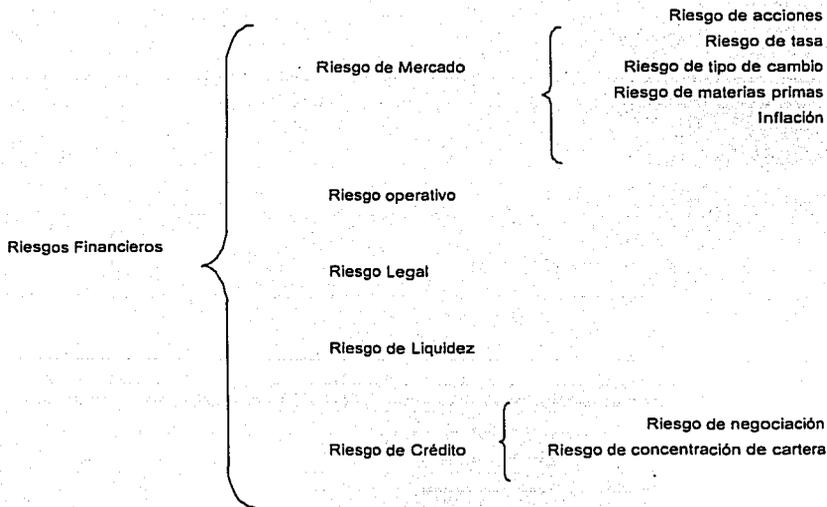
Por su parte en Banco de México a través de la Circular 2019/95 establece la normatividad aplicable a las instituciones financieras y en su Anexo 8 obliga a las instituciones bancarias, casas de bolsa, el cumplimiento de 31 Requerimientos para operar instrumentos derivados que incluye entre otros, la creación de una unidad de control de riesgos independiente a las áreas que lo toman, disponer de metodologías de estimación para la cuantificación de riesgos.

Cabe señalar que sólo se mencionaron los lineamientos regulatorios que se enfocan a la administración de riesgos para el sector bancario por ser los que conciernen a este trabajo, sin dejar de mencionar que los otros organismos supervisores mencionados anteriormente han emitido diversas disposiciones en materia de regulación prudencial de riesgos para las demás instituciones financieras.

### ***Clasificación de los riesgos Financieros***

Con la finalidad de acotar y cuantificar las diferentes variedades de riesgos financieros existe una tipología generalmente aceptada donde se enmarcará la mayoría de estos. Cabe señalar que existen divergencias relacionadas con la clasificación. A continuación se presenta una gráfica que representa la tipología de los riesgos financieros.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



#### RIESGO DE MERCADO

El riesgo de mercado está asociado con las pérdidas potenciales como consecuencia de cambios en las posiciones abiertas entre activos y pasivos ante cambios en el precio de factores como tasas de interés, tipo de cambio, índice de precios e inflación.

En la actualidad los agentes reguladores, la banca comercial y la de inversión, así como los inversionistas corporativos e institucionales están incrementando su atención en medir de una forma más concisa el grado de riesgo de mercado en el que incurren las instituciones; esto viene como consecuencia de los cambios que ha tenido el sistema financiero en las últimas dos décadas.

Tal es el caso de la bursatilización de activos en los mercados, donde los valores negociados han reemplazado instrumentos que no son líquidos, como los préstamos y las hipotecas, que han sido bursatilizados para permitir la desintermediación y el "trading". Adicionalmente, la evolución y la expansión del sistema financiero mundial, los derivados bursátiles así como los mercados "over-the-counter" (OTC) se han convertido en componentes comunes de los mercados modernos.

El progreso que han tenido los mercados, en conjunto con los avances tecnológicos en el procesamiento de datos, han cambiado junto con las prácticas de administración de riesgos, que se ha ido alejando de la contabilidad histórica hacia una administración basada en los valores de mercado. El incremento en la liquidez de las posiciones y una mayor facilidad para efectuar valuaciones junto con nuevos enfoques al "trading" es lo que ha llevado como resultado la implementación de una frecuente reevaluación de las posiciones y del concepto de "valor de mercado".

#### RIESGO OPERATIVO

Este tipo de riesgo está vinculado con las pérdidas potenciales en la que puede llegar a caer una empresa como consecuencia de falias en los sistemas de información, en los controles internos dentro de las áreas operativas y contables y en errores al momento de procesar operaciones. El riesgo operativo es de difícil cuantificación, ya que los procesos operativos implican por su misma naturaleza errores potenciales:

- Procesos inadecuados
- Control interno deficiente
- Errores humanos y fraudes
- Fallas en los sistemas de información

La administración del riesgo operativo se logra a través de la efectiva interacción de las diferentes áreas del negocio. Si una entidad se asegura de mantener actualizados sus manuales de políticas y procedimientos, continuamente las áreas de auditoría y contraloría se aseguran de que los procesos se lleven a cabo conforme lo estipulen las autoridades y se tenga un programa de implementación de mejores prácticas; además de actualizar continuamente los sistemas de información,

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

así como el mantenimiento de los existentes, son factores que se traducen en un buen negocio en marcha.

En nuestro país la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) ha emitido una circular, la 1506, aplicable a las instituciones bancarias para implementar controles internos de los bancos. Asimismo, la circular establece que se segreguen funciones, establezcan mecanismos de control de operaciones y prevean programas generales de auditoría interna y externa y acciones que en general mejoren los procedimientos y ciclos del negocio bancario.

#### RIESGO LEGAL

Este riesgo está estrechamente ligado con la solvencia moral de los accionistas o directores del negocio, ya que puede derivar en procesos judiciales que dañarían a la institución. Además este riesgo se asocia con fallas en el sistema jurídico, tal es el caso de ineficiencias en la resolución de quiebras o las llamadas "lagunas jurídicas" en la Ley de Sociedades Mercantiles, en particular donde se aborda este tema.

Por otro lado, el riesgo legal puede causar pérdidas potenciales como consecuencia de incumplimiento de disposiciones legales y administrativas de las autoridades regulatorias. Asimismo puede ser resultado de emisión de resoluciones judiciales y/o aplicación de sanciones.

#### RIESGO DE LIQUIDEZ

Se entenderá como riesgo de liquidez a las "pérdidas que puede sufrir una institución al requerir una mayor cantidad de recursos para financiar sus activos a un costo posiblemente inaceptable. El riesgo de liquidez se refiere también a la imposibilidad de transformar en efectivo un activo o portafolios (imposibilidad de vender un activo en el mercado). Este riesgo se presenta en situaciones de crisis, cuando en los mercados hay únicamente vendedores"<sup>11</sup>.

La Comisión Nacional Bancaria y de Valores de nuestro país, define al riesgo de liquidez "a la pérdida potencial por la imposibilidad de renovar pasivos o de contratar otros en condiciones normales

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

para la institución; por la venta anticipada o forzosa de activos a descuentos inusuales para hacer frente a sus obligaciones, o bien, por el hecho de que una posición no pueda ser oportunamente enajenada, adquirida o cubierta mediante el establecimiento de una posición contraria equivalente<sup>12</sup>.

En México se vivió un caso de crisis de liquidez a finales de 1994, cuando la incertidumbre y la especulación giraron en torno al valor del peso frente al dólar; los inversionistas al querer liquidar todas sus posiciones causaron que el precio del peso frente al dólar cayera rápidamente al haber una excesiva demanda por la divisa norteamericana y una muy poca oferta de ésta divisa en el mercado. Otros casos de riesgo de liquidez fue el caso de Long Term Capital Management (LTCM), cuando tuvo problemas de liquidez las sociedades de inversión que lo incluían en su portafolio, se vieron afectadas al liquidarse el fondo; el Banco de Nueva Inglaterra cayó en insolvencia, en parte por la severa falta de liquidez en sus operaciones con divisas y por los derivados de tasas de interés.

#### RIESGO DE CRÉDITO

Finalmente el *riesgo de crédito*, será el riesgo más estudiado y analizado en los próximos capítulos, por lo que su definición y su estudio se harán lo más claro posible. Se hará mención de lo que ha sido su estudio y las diferentes metodologías que sirven para medir su Valor en Riesgo (VaR).

El negocio bancario tiene dos fuentes principales por el cual se convierte en un negocio lucrativo: el diferencial entre tasas activas y tasas pasivas por un lado, y por otro el costo del fondeo del público. Las tasas activas son aquellas a las que presta el banco (créditos), y son más altas que las pasivas. Las tasas pasivas son las que paga el banco por concepto de captación, que son siempre bajas y en la actualidad en vez de incentivar el ahorro, fomentan el consumo, pues no generan réditos atractivos. Para asegurar ganancias razonables, los bancos procuran que el mayor porcentaje posible de los créditos otorgados les sean pagados, por esto mismo es la razón por la cual están expuestos al riesgo de crédito, pues los acreditados pueden caer en incumplimiento de pagos de obligaciones. Si el banco no administra efectivamente su riesgo, no será un negocio que reditúe a los accionistas, y por lo tanto no tardará en desaparecer la institución financiera.

---

<sup>11</sup> De Lara Haro, Alfonso; Medición y control de riesgos financieros; editorial Limusa; segunda edición; México, 2002. Pág. 16

<sup>12</sup> Comisión Nacional Bancaria y de Valores. Circular 1423. México, 1999.

Puede existir riesgo moral en los créditos bancarios porque los acreditados tienen un incentivo, una vez que han obtenido el préstamo, pueden usarlo con diferentes propósitos en detrimento del banco. Los bancos usan diversos filtros como requerimientos colaterales, créditos selectivos, actividades de monitoreo, contratos restrictivos y desarrollan relaciones a largo plazo con los prestatarios para ayudar a reducir los costos de una selección adversa y el riesgo moral.

## *Capítulo II. El Riesgo de Crédito*

### **Definiciones**

#### **DIVERSIFICACIÓN**

Uno de los principios básicos de administración bancaria, además de otros intermediarios financieros, es que la diversificación reduce en general el riesgo de crédito en el portafolio de la institución. Tal como lo señaló en 1952 Harry Markovitz en la "teoría de portafolios y el concepto de que en la medida en que se añaden activos a una cartera de inversión, el riesgo (medido a través de la desviación estándar) disminuye como consecuencia de la diversificación"<sup>13</sup>. Con la finalidad de administrar el riesgo de créditos individuales, las instituciones bancarias utilizan el análisis de riesgo crediticio para examinar y determinar la tasa de interés a aplicar. Adicionalmente, la banca debe de enfrentarse con la selección adversa y el riesgo moral en la administración de los riesgos crediticios de los créditos individuales. La teoría de Markovitz es el fundamento para la administración de portafolios, estableciendo lo que él llama la "Frontera Eficiente de Activos en Riesgo". La idea principal de esa Frontera Eficiente, es que a cualquier nivel de riesgo, el inversionista se interesa únicamente en la que obtiene el más alto nivel de ganancias.

La teoría de la diversificación de los portafolios predice que los inversores potenciales, ya sean individuos o instituciones financieras, puedan reducir su exposición al riesgo de fluctuación de precios a través de la diversificación de sus inversiones. Esta teoría también es susceptible de aplicarse a los bancos: si un banco otorga un crédito considerable a un solo acreditado o se enfoca a otorgar a una sola industria o a una sola región, tiene una mayor exposición al riesgo de esos créditos.

Con la finalidad de administrar riesgos de crédito individuales, las instituciones bancarias utilizan el análisis de riesgo crediticio para examinar y determinar la tasa de interés a aplicar. "Los modelos de riesgo de crédito pueden ser usados para proponer las primas de riesgo que deben ser cobradas en función de la probabilidad y el impacto de las pérdidas en caso de impago.

Adicionalmente, la banca debe de enfrentarse con la selección adversa y el riesgo moral en la administración de los riesgos crediticios de los créditos individuales. Usando un modelo de marca a mercado, una institución puede evaluar los costos y beneficios de mantener un activo financiero. Así, las

pérdidas inesperadas con costo al capital deben cobrarse al crédito<sup>14</sup>. A este concepto se le conoce como "Pricing o Prima de Riesgo". Aunque los bancos son especialistas en recolectar e interpretar información enfocada a clientes en particular, por lo que algunos economistas argumentan que esas instituciones deben diversificar dentro del nicho que hayan escogido, de otra forma deberán administrar la exposición del riesgo de una forma más ortodoxa.

#### ANÁLISIS DEL RIESGO CREDITICIO

Los bancos tienen diferentes políticas y procedimientos basados en alguna metodología para analizar la probabilidad de pago de sus acreditados, así como las condiciones y el entorno que pudiese influenciar su capacidad de pago, ya sea para créditos o deuda que hayan contraído. Los posibles demandantes de crédito (tanto individuos como empresas) hacen sus solicitudes de crédito, que serán analizadas por el Comité de Crédito de los bancos, con la finalidad de determinar si es un cliente potencial en función del propósito del crédito, la experiencia de pago que demuestre y la probabilidad que caiga en incumplimiento a través de la medición de su riesgo de crédito. Para reducir la probabilidad de una selección adversa, el Comité de Crédito va eliminando los potencialmente malos demandantes de crédito; más adelante se ampliará la modelación por "credit-scoring".

Usualmente las personas que solicitan un crédito deben de evidenciar información acerca de su empleo, ingresos, así como su ahorro. Por su parte las empresas deben proveer información de sus estados financieros históricos y proyectados, así como información que muestre el cumplimiento de sus obligaciones. Con base en la información mencionada anteriormente, los bancos utilizan sistemas de "credit-scoring" o calificación para predecir estadísticamente si un posible acreditado puede caer en incumplimiento para con sus obligaciones. Por ejemplo, las personas que cambian muy seguido de trabajo estadísticamente tienen mayor probabilidad de incumplir con sus obligaciones, en comparación con aquéllos que tienen un trabajo estable. El sistema de "credit-scoring" puede ser discriminatorio en algunos grupos, sin embargo es una herramienta ciertamente útil en el análisis de riesgo de crédito.

Las instituciones financieras bancarias no sólo recopilan información valiosa e importante antes de otorgar un crédito, incluso lo monitorean hasta que se vence el mismo. Los créditos comerciales

---

<sup>13</sup> Op. Cit. De Lara Haro, Alfonso. Pág. 15

<sup>14</sup> Caouette, John, Altman, Edward, Narayan, Paul; "Managing Credit Risk"; John Wiley & Sons, Inc; USA, 1998; p. 105

son monitoreados a través del análisis de sus estados financieros; incluso a veces se pueden llegar a sostener reuniones con la administración del negocio y se hacen estudios que proyectan la situación de la industria a futuro. Para créditos a personas físicas, el banco se asegura de dejar establecido un calendario de pagos y que la calificación asignada (mediante el scoring) no cambie drásticamente en el tiempo. Más adelante se habla con más detalle de estas técnicas.

### ***Pérdidas***

El riesgo de crédito está definido como las pérdidas en un evento de incumplimiento o deterioro de la calidad crediticia de un deudor, este tipo de riesgo se encuentra presente dentro de la parte activa del balance y fuera de él en operaciones derivadas de alguna institución bancaria, esto quiere decir que es inherente a operaciones en mercados financieros y en operaciones de crédito. El cálculo de las pérdidas por incumplimiento abarca tres subdivisiones de riesgo de crédito.

- **Riesgo de Incumplimiento:** Es el riesgo en caso de que la contraparte entre en impago. Para mitigar este riesgo se tienen herramientas como la medición de ratings y scorings.
- **Riesgo de Exposición:** Es el valor de la operación, ya sea a precios de mercado o el propio, al momento de entrar en incumplimiento la contraparte.
- **Riesgo de Recuperación:** Es la cantidad máxima que se puede recuperar, dado el impago incurrido de la contraparte y que considera el valor de sus garantías o colaterales.

Cabe señalar que las pérdidas ocasionadas por operaciones crediticias se subdividen en tres categorías que se mencionan a continuación:

**Pérdidas Esperadas:** Es un estimado estadístico de las pérdidas promedio.

**Pérdidas no Esperadas:** Es el equivalente a una desviación estándar (volatilidad) de las pérdidas esperadas.

**Pérdidas Excepcionales:** Son las pérdidas que se presentan más allá del umbral de las pérdidas no esperadas.

## PÉRDIDAS ESPERADAS

Son una estimación estadística de las futuras pérdidas económicas, medido por lo general para un horizonte de tiempo de un año para los acreditados que todavía no entran en un estado de incumplimiento. El cálculo de las pérdidas esperadas se basa en tres componentes que se resumen en la siguiente ecuación:

$$\boxed{\text{Pérdidas esperadas}} = \boxed{\text{Probabilidad de Incumplimiento}} * \boxed{\text{Exposición crediticia}} * \boxed{\text{Severidad de la pérdida}}$$

Es importante señalar que las pérdidas esperadas representa a las instituciones el costo por participar en el negocio crediticio. Los insumos para calcular estas pérdidas se explicarán a detalle en los siguientes apartados.

### *Probabilidad de Incumplimiento*

Este dato representa la tasa de probabilidad de incumplimiento de la contraparte, misma que puede ser calculada con base en información histórica o por medio de modelos teóricos, que determinarán la función de densidad de las pérdidas crediticias.

La función de densidad, también llamada distribución de pérdidas es sesgada debido a que: es alta la probabilidad de que ocurran pérdidas reducidas y baja la probabilidad de que ocurran pérdidas altas. Entre las herramientas estadísticas que permiten anticipar la probabilidad de incumplimiento de las contrapartes están los sistemas de calificación, ratings y scoring, que analizan el comportamiento de los créditos y se describen a continuación.

### Ratings

Los ratings o calificaciones se deben interpretar únicamente como opiniones de las agencias calificadoras (Standard & Poor's, Moody's Investor Services, Fitch IBCA) de la calidad crediticia de un deudor con respecto al cumplimiento de sus obligaciones o compromisos en específico. Además de las

calificaciones de las agencias, las Instituciones financieras tienen la necesidad de mantener una metodología de calificación interna para ser oportunos en caso de una posible pérdida o deterioro de calificación.

Estas calificaciones se determinan con base en la información solicitada a la compañía<sup>15</sup>, previamente acordadas en reuniones de trabajo con la alta gerencia. Las calificadoras proceden a estudiar información específica la exposición de crédito, adecuación de capital, política de otorgamiento de créditos, exposición al riesgo país, detalle de las reservas por incobrabilidad, etc. Finalmente, las agencias analizan el desglose de la cartera de préstamos basándose en el sector económico, tipo de deudor y el tamaño de la cartera; además requiere del detalle de la cartera de valores (títulos y acciones), informes internos de liquidez y riesgos de mercado, política de fondeo y liquidez, relación de la controladora con sus subsidiarias y partes relacionadas, prácticas contables, la composición de la asamblea de accionistas, así como la política de pago de dividendos.

Los *ratings* pueden aplicarse al emisor y a alguna emisión. En el emisor lo que se evalúa es la capacidad y voluntad para cumplir con sus compromisos financieros, basándose principalmente en el riesgo de incumplimiento y este riesgo puede ser evaluado de la siguiente forma:

	Calificaciones de riesgo Corporativo
Riesgo de Impago	Calificaciones de riesgo de Contraparte
	Calificaciones de riesgo Soberano

Por otra parte cuando alguna agencia califica una *emisión*, ésta evalúa la calidad crediticia de una obligación financiera específica, sin dejar a un lado la calidad crediticia de su emisor y adicionalmente se toman en particular algunos factores que influyen en la decisión de otorgar una calificación a la emisión en cuestión. Existen varias escalas de calificaciones entre las agencias más reconocidas, siendo la de Standard & Poor's la más común y aceptada, misma que se muestra a continuación:

---

<sup>15</sup> Se usará este nombre genérico para denominar a las empresas financieras que otorguen créditos. No es intención de este documento abarcar sector industrial, servicios o gubernamental.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

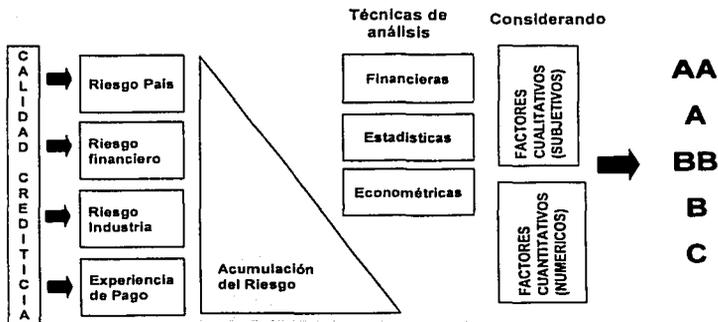
Calificación	Significado
AAA	Es la calificación más alta que otorga Standard & Poor's. Indica que la capacidad de pago, tanto de intereses como del principal, es sustancialmente fuerte.
AA	Indica que la deuda tiene una muy fuerte capacidad de pago, tanto de intereses como del principal.
A	Indica que la deuda tiene una muy fuerte capacidad de pago, tanto de intereses como del principal, aún cuando es más susceptible a efectos adversos por cambios circunstanciales o de las condiciones de la economía con relación a las calificaciones anteriores.
BBB	La deuda con esta calificación tiene una adecuada capacidad de pago tanto de intereses como del principal. Contempla parámetros de protección adecuados, pero condiciones económicas adversas o cambios circunstanciales podrían conllevar a un debilitamiento de la capacidad de pago.
BB	Indica que la deuda tiene la menor vulnerabilidad de incurrir en incumplimiento de pagos en el corto plazo que cualquiera de las demás categorías de alto riesgo. Sin embargo, enfrenta mayor incertidumbre o exposición de riesgo a circunstancias adversas financieras, que las categorías superiores.
B	Presenta una mayor vulnerabilidad de incurrir en incumplimiento de pagos, aún cuando en el presente tenga la suficiente capacidad para hacer frente a sus compromisos de pagos de interés y amortización del principal.
CCC	Contempla una identificada posibilidad de incumplimiento de pago y depende de las condiciones favorables tanto del negocio, como financieras o de la economía para poder cumplir oportunamente con sus compromisos de pagos de intereses y principal.
CC	La calificación de esta deuda indica una alta susceptibilidad de no ser pagada.
C	Esta calificación se asigna a las emisiones de deuda con una dudosa capacidad oportuna de pago de intereses y principal.
D/SD	Es la calificación de aquellas emisiones de deuda que hayan incurrido en incumplimiento de pagos de intereses o principal o en donde el emisor se haya declarado en quiebra. Esta calificación también se aplica cuando los pagos no se han efectuado oportunamente.

Fuente: Standard & Poor's

Nota: Entre las categorías AA y CCC de la escala, se pueden incorporar los símbolos "+" o "-".

Como se puede apreciar, el sistema de *ratings* es un análisis preciso, ya que sus resultados contemplan lo mismo factores cuantitativos (económicos, financieros, valuación de valores y garantías), que cualitativos (calidad gerencial, prestigio). El siguiente es un diagrama sintetiza la utilización de *ratings*.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



### Scoring

Esta metodología de calificación es una propuesta de análisis parametrizada, es decir, a través de una serie de parámetros estadísticamente probados se forman grupos de créditos con características similares y así separarlos. Así se conforman grupos de acreditados potencialmente "buenos" y "malos".

La separación de acreditados en grupos, permite hacer diversos análisis financieros y económicos, un ejemplo ilustrativo es la separación de micro, y pequeñas empresas de las medianas y grandes empresas; cada uno de los grupos tiene parámetros propios, así la edad, comportamiento crediticio, dependientes económicos pueden ser parámetros a evaluar dentro del grupo micro y pequeña empresa. Para las medianas y grandes empresas, el sector económico, perspectivas de crecimiento, razones financieras, plan de capitalización y calidad de la administración pueden ser parámetros a evaluar.

Sin embargo a pesar de la separación de los acreditados de acuerdo a características en común, no se van a separar al cien por ciento los "buenos" créditos de los "malos". A esto se le conoce como zona de indecisión, a la cual se le tendrá que profundizar en el análisis. El caso más típico de

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

análisis y evaluación paramétrica es el otorgamiento de una tarjeta de crédito.

A continuación se muestran la conveniencia de usar tanto sistemas paramétricos de calificación, como de *ratings* para un acreditado.

Características de los sistemas de calificación	
Scoring	Rating
Consistencia en la evaluación crediticia al eliminar el criterio subjetivo en la toma de decisiones.	Basado en análisis tradicional especializado para el giro de la empresa
Posibilidad de atender a mercados masivos al minimizar costos de evaluación y disminuir tiempos de respuesta	Considera factores subjetivos con información de mercado de la empresa
Versatilidad al tener capacidad de ajustarse rápidamente ante cambios en el entorno o en las estrategias de colocación de crédito	Alto grado de efectividad y precisión determinando la calidad de la empresa
Control del riesgo crediticio al dar capacidad de determinar el riesgo potencial de la cartera desde el otorgamiento del crédito.	Se puede realizar desde distintos enfoques de análisis (financiero, experto, econométrico, estadístico, etc)

#### *Exposición crediticia*

Esta herramienta permite medir el valor de la pérdida que puede ocurrir en caso de que alguna contraparte dejara de cumplir con sus obligaciones contractuales y no se recuperara ninguna parte del valor de los contratos acordados.

El riesgo de crédito se presenta dentro de la parte activa del balance (en las disponibilidades, en operaciones con valores y derivadas, en la cartera de créditos) y en operaciones que no se registran dentro del balance, pero que se pactaron a futuro o que tienen tratamientos contables especiales; tal es el caso de los futuros, swaps, opciones y garantías por citar algunas de las operaciones derivadas más comunes.

La exposición tiene una componente *actual*, que es el equivalente al costo de reemplazamiento de la operación a valor de mercado, con la condición de que el valor sea positivo para la entidad financiera; y por otra parte la exposición crediticia *potencial*, que "representa cómo puede

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

evolucionar la exposición crediticia actual a lo largo de la vida de la operación, dadas sus características y los cambios en las condiciones de mercado<sup>16</sup> o de crédito.

Debido a que la exposición crediticia potencial es dinámica, es decir, en cada instante del futuro cambia la distribución de los posibles valores de la operación con diferente probabilidad; el cálculo de lo anterior de determina con la aplicación de lo siguiente:

1. "Exposición potencial máxima: es el valor máximo de la exposición durante un horizonte de tiempo dado un nivel de confianza.
2. Exposición potencial esperada: es el valor esperado de la exposición en cada instante".
3. Exposición potencial de acuerdo al Comité de Basilea: la exposición potencial se incrementa en función de la madurez y factores de riesgo que influyen en el valor del activo<sup>17</sup>.

#### *Severidad*

La severidad es la porción del monto expuesto en caso de mora, que finalmente se va a traducir en pérdidas, incluidos los gastos relacionados con los procesos de recuperación. A continuación se presentan las fórmulas para calcular la severidad.

$$Severidad = (1 - Recuperación)$$

$$Recuperación = \frac{Monto\ Recuperado - Gastos}{Monto\ Incumplido}$$

<sup>16</sup> Soler Ramos, José A. ... [et al.]; *Gestión de Riesgos Financieros: un enfoque práctico para países Latinoamericanos*; Banco Interamericano de Desarrollo, Grupo Santander; Washington, D.C., Estados Unidos 1999

<sup>17</sup> Sánchez Cerón, Carlos; *Valor Riesgo y otras aproximaciones; Valuación, Análisis y Riesgo, S.C.; Capítulo 9 "Riesgo de Crédito", Febrero 2001, pág 274.*

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En el caso de un crédito, la severidad está en función de dos elementos principales:

- La estructuración del crédito
- La garantía que respalda al crédito

Es importante señalar que el giro principal de un banco es el otorgamiento de crédito y no la recuperación del mismo. El costo de realizar en efectivo una garantía minimiza la calidad de un crédito, por lo que su otorgamiento, deberá de contemplar principalmente la estructuración del crédito; en segundo término se debe contemplar la calidad de la garantía.

#### PÉRDIDAS NO ESPERADAS

Las pérdidas esperadas obtenidas a partir de de los insumos antes descritos no representan un riesgo de crédito, ya que las instituciones crean reservas preventivas para no tener problemas de solvencia. Sin embargo para hacer un análisis más profundo se calcula su volatilidad del valor esperado, que es el equivalente a una desviación estándar de los cambios en el valor de los activos en riesgo en un horizonte de tiempo, que se traduce como pérdidas no esperadas (PNE).

La volatilidad mencionada se debe a que durante el horizonte de inversión pueden presentar variaciones en la calidad de los activos, las condiciones de mercado y el incumplimiento de algunos créditos. La ecuación para calcular las PNE es la siguiente:

$$PNE = V_1 * \sqrt{P_i * \sigma_L^2 + L * \sigma_{P_i}^2}$$

Donde:

$V_1$  = Valor del activo al final del horizonte de inversión

$P_i$  = Probabilidad de incumplimiento

$\sigma_L^2$  = Varianza de la severidad

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

$L$  = Severidad

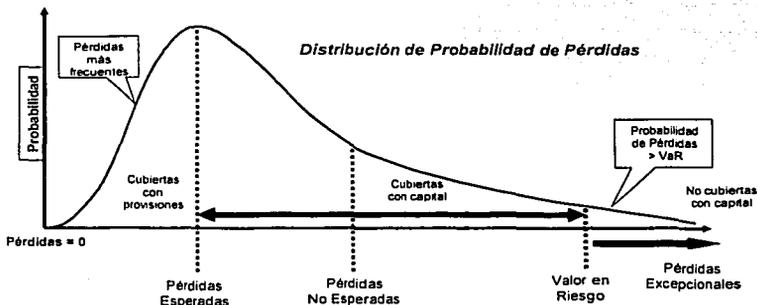
$\sigma_{P_i}^2$  = Varianza de la probabilidad de incumplimiento, que se define como:

$$\sigma_{P_i}^2 = P_i * (1 - P_i)$$

Debido a que económicamente no es conveniente constituir reservas preventivas contra riesgos crediticios ilimitados, para garantizar la solvencia de las instituciones sería necesario contar con el capital económico, adicional al de las reservas preventivas, equivalente a la diferencia entre el VaR de crédito y las pérdidas esperadas<sup>18</sup>.

#### VALOR EN RIESGO

Una de las definiciones más aceptadas para 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" (Jorion 1997). A continuación se representa gráficamente el VaR, así como su relación con la distribución de probabilidades asociadas a las pérdidas potenciales por riesgo de crédito..



<sup>18</sup> Op. cit. Sánchez Cerón, Carlos, página 270.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Cabe mencionar que las PNE corresponden a la volatilidad de las pérdidas potenciales en torno del valor esperado, que difiere del cálculo del VaR, ya que mientras las PNE equivalen a una desviación estándar de las pérdidas, el VaR de crédito equivale a las pérdidas potenciales que podrían observarse con un nivel de confianza elegido en un horizonte de tiempo

Los parámetros para determinar el VaR son arbitrarios y se determinan de acuerdo a las necesidades de cada institución. Tal es el caso del nivel de confianza, que el más usado es del 95 por ciento, sin embargo existen bancos comerciales que lo determinan al 95.4, 97.5 e incluso al 99 por ciento (recomendación del Comité de Basilea), todo depende del apetito al riesgo que esté dispuesta a tomar la Alta Dirección de la institución. De igual forma sucede con el horizonte de tiempo, que puede ser fijado en uno o noventa días, siendo el común denominador en la mayoría de las instituciones financieras calcular el VaR de mercado a un día, por la experiencia de pérdidas multimillonarias de inversionistas que no habían sido advertidos de los riesgos a los que se enfrentaban; sin embargo para el VaR de crédito el horizonte es, por lo general, un año.

La aceptación mundial que ha tenido el VaR se debe a que "está relacionado directamente al concepto de duración, la cual mide la exposición a una fuente de riesgo, combinada con la probabilidad de un movimiento adverso en el mercado; además permite a los inversionistas incluir varios activos tales como divisas extranjeras, *commodities*, acciones"<sup>19</sup> e incluso con portafolios de créditos.

El VaR empezó siendo una herramienta para medir el riesgo de mercado, principalmente por el riesgo que ocurría por operar con instrumentos derivados, sin embargo con el desarrollo de diferentes metodologías y técnicas, hoy día se puede aplicar para la medición del riesgo que conlleva el otorgamiento de créditos por parte del sector bancario.

---

<sup>19</sup> Op. cit. Jorion, Philippe; página 43

## ***Capítulo III. Metodologías de Medición de Riesgos de Crédito***

### **Introducción**

La estimación del riesgo de crédito se ha materializado en el desarrollo de diferentes técnicas que tienen como objetivo calcular la función de densidad de las pérdidas crediticias o Distribución de Probabilidad de Pérdidas (DP). Por ejemplo, las metodologías de estimación de riesgo crediticio tienen características particulares que las hacen igualmente útiles, sin embargo se diferencian por dos enfoques principales: Metodologías para estimar el riesgo de crédito Condicionales y No Condicionales.

Las metodologías Condicionales toman las probabilidades de incumplimiento como un dato sin tomar en cuenta los factores que causaron el incumplimiento. Por otro lado están las No Condicionales analizan las causas de las probabilidades de incumplimiento, que están en función del comportamiento de variables fundamentales o económicas. A continuación se presentan las metodologías más comunes para calcular las DP en sus dos versiones:

- Metodologías Condicionales para estimar el riesgo de crédito
  - ◆ Credit Monitor
  - ◆ CreditPortfolioView
  
- Metodologías No Condicionales para estimar el riesgo de crédito
  - ◆ Metodología Paramétrica
  - ◆ CreditMetrics
  - ◆ CreditRisk+

Cabe señalar que se han realizado estudios comparativos entre las metodologías CreditMetrics, Credit Monitor, CreditPortfolioView y CreditRisk+, por parte del International Institute of Finance (IIF) y por la International Swap Dealers Association (ISDA), en portafolios de bonos y créditos de 20 bancos de escala internacional, llegando a la conclusión que son equivalentes, por lo que no es tema de este trabajo hacer un estudio de este tipo, además los resultados se publicaron en 1999 (Crouhy 2000). Es importante señalar que "todas las metodologías tienen en común que asumen tasas de interés y exposiciones determinísticas. Aparentemente, todas ellas parecen no tener problema para la medición

de riesgos de crédito para instrumentos lineales como bonos y créditos, sin embargo son inapropiadas para la medición de estos riesgos en swaps y otros derivados<sup>20</sup>.

A continuación se hace una breve descripción de cada una de las metodologías mencionadas anteriormente, finalizando con la explicación y desarrollo de un modelo hipotético en el siguiente capítulo utilizando CreditRisk+.

### **Metodologías Condicionales**

#### **CREDIT MONITOR**

Esta metodología desarrollada por KMV Corporation tiene un enfoque estructural, lo que significa que el impago en una empresa es un proceso endógeno por la reducción de la estructura de capital de ésta. La mayor fortaleza de KMV es la derivación que hace de las probabilidades actuales de incumplimiento, en inglés llamadas Expected Default Frequencies (EDF), por lo que no usará las calificaciones obtenidas de Moody's, Standard & Poor's, por citar las más comunes.

"KMV ha demostrado a través de ejercicios de simulación que el promedio de tasas de impago históricas, así como la transición de probabilidades se pueden desviar significativamente de las tasas actuales, y que esas diferencias sustanciales en las tasas de incumplimiento pueden ocurrir en la misma calificación de bonos<sup>21</sup>. Lo anterior nos lleva a deducir que las tasas de impago siguen más bien una distribución continua y no discreta, como lo sugieren las grandes agencias. Así, la probabilidad de incumplimiento está en función de la estructura de capital de la empresa, así como en el valor y la volatilidad de los rendimientos de los activos, de acuerdo con el modelo de Merton<sup>22</sup>.

---

<sup>20</sup> Crouhy Michel, Galal Dan, Mark Robert; *A comparative analysis of current credit risk models*; Journal of Banking & Finance 24; 2000; página 62.

<sup>21</sup> Op. cit Crouhy, M. pág 85

<sup>22</sup> El Modelo de Merton se basa en el concepto contable de Activos - Pasivos = Capital, y si el capital es menor que cero, entonces la empresa quiebra y por lo tanto incumple sus obligaciones, por lo que estudia la distribución de probabilidad del valor de los activos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Dado que no se parte de una calificación dada de la contraparte, la metodología sugiere obtener la probabilidad de incumplimiento inicial, que consiste primero en estimar el valor de mercado y la volatilidad de los activos de la contraparte, posteriormente calcular la distancia en tiempo del incumplimiento (que servirá como un Índice del riesgo de impago), y por último traer esa distancia a las actuales probabilidades de impago a través de una base de datos histórica de impagos. Con lo anterior, se hace "una valuación de los flujos de caja sujetos al riesgo de impago, basado en una valuación de riesgo neutral, que consiste en derivar los precios como el valor descontado esperado de los flujos de caja futuros"<sup>23</sup>.

Finalmente para obtener el Valor en Riesgo, esta metodología desarrolla analíticamente la distribución de las pérdidas en horizontes de tiempo de acuerdo al vencimiento de los bonos en lugar de hacerlo en el horizonte de tiempo de crédito.

#### CREDITPORFOLIOVIEW

Esta metodología desarrollada por Wilson<sup>24</sup> y aplicada por la consultora McKinsey, tiene su fundamento en la relación entre factores macroeconómicos con la migración de probabilidades de incumplimiento, por lo que estas migraciones en la calidad de los créditos están en función del ciclo económico y por lo tanto del ciclo en el que se encuentren los negocios.

CreditPortfolioView (CPV) supone que las probabilidades de migración y la probabilidad de incumplimiento dependen de factores macroeconómicos como el crecimiento del Producto Interno Bruto, tasa de desempleo, tasas de interés, etc., de los errores de pronóstico y de sorpresas macroeconómicas aleatorias. Cabe señalar que CPV supone que las variables económicas se pueden modelar a partir de información histórica. Adicionalmente el modelo estima todos los tipos de activos, sectores económicos o países que comprenda el portafolio (Sánchez, 2001).

Para realizar estimar la probabilidad de incumplimiento se modela una función logit, que establece como variable dependiente un Índice calculado con base en el comportamiento de las variables macroeconómicas, así como de posibles choques económicos.

<sup>23</sup> Op. cit Crouhy, M., página 97

<sup>24</sup> Wilson, T., Portfolio credit risk I y II; Risk 10 (9 y 10); septiembre 1987 y octubre 1997, respectivamente.

Posteriormente se generan matrices de transición de probabilidades condicionales que se sustentan en bases de datos que contienen promedios históricos de por lo menos veinte años de los ciclos de negocios por los que han atravesado los diferentes sectores de la economía. Finalmente se realiza una simulación Monte Carlo para generar la distribución de la migración de probabilidades condicionales, se elige un intervalo de confianza en un horizonte de tiempo, que se traduce en la obtención del VaR.

### ***Metodologías No Condicionales***

#### **METODOLOGÍA PARAMÉTRICA**

Consiste en estimar las pérdidas esperadas, pérdidas no esperadas y el VaR, utilizando una función de densidad de pérdidas predeterminada, como la distribución beta, misma que ajusta los parámetros que controlan la cresta y el ancho de las colas de distribución.

Con base en las definiciones de pérdidas explicadas en el capítulo anterior, los parámetros de la distribución beta (media y desviación estándar) corresponden a las pérdidas esperadas (PE) y pérdidas no esperadas (PNE) respectivamente. Sin embargo esta información es insuficiente para estimar de manera correcta la información de los datos de pérdidas observadas, por lo que es necesario ajustar los parámetros de la distribución (media y desviación estándar) para obtener dos distribuciones beta acumulada que mejor se ajusten a las pérdidas observadas..

Finalmente, para el cálculo del VaR se toma el dato de las PNE y se multiplica por un múltiplo de esas mismas pérdidas,

#### **CREDITMETRICS**

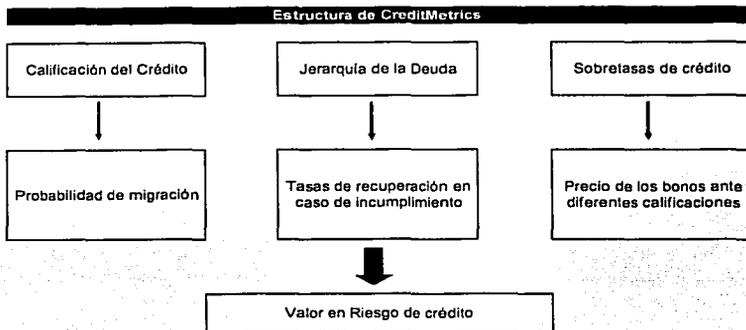
CreditMetrics es un desarrollo de JP Morgan, actualmente una compañía independiente, que se basa en la probabilidad discreta de migración en la calidad crediticia, ya que supone que el riesgo de crédito depende de los cambios en la calificación crediticia y en la tasa de incumplimiento. La obtención del VaR en su versión simplificada se resume en las siguientes etapas:

- I. Se construye una matriz probabilidades de transición con Información de agencias calificadoras o por medio de sistemas de calificación internas de las Instituciones. Las matrices de transición referidas miden la probabilidad de que un activo<sup>25</sup> con determinado riesgo de crédito cambie de calidad crediticia el horizonte de riesgo.
- II. Se calculan las tasas de recuperación del activo con base en la estimación de su monto en caso de presentarse un evento de incumplimiento.
- III. Se calcula el valor de mercado del Instrumento o activo en los diferentes escenarios de calificación.
- IV. Se estima la distribución de probabilidad del precio del activo con las diferentes calificaciones de crédito por medio de la combinación de las probabilidades de migración con el precio del activo que corresponde a esa calificación.
- V. Se determina el VaR con base en dos soluciones propuestas:
  - Usando el supuesto de normalidad en la distribución de probabilidades. Se estima el precio promedio y la desviación estándar de la distribución, posteriormente se elige el nivel de confianza y se determina el múltiplo de la desviación estándar que se requiere para el cálculo del VaR. Posteriormente se calcula el precio del activo que corresponde al percentil deseado. Cabe señalar que debido a que la distribución es sesgada esta forma de calcular el VaR subestima el riesgo de crédito.
  - Utilizando escenarios Monte Carlo para modelar la DP. Este proceso de simulación permite obtener una muestra de las posibles migraciones, que servirá para mostrar la calidad futura de la cartera.

El siguiente esquema resume la metodología de CreditMetrics.

---

<sup>25</sup> En el documento técnico de esta metodología se estipula que se puede calcular el VaR a los siguientes activos: cuentas por cobrar, bonos, créditos, cartas de crédito y títulos cuya exposición depende de las condiciones de mercado, como derivados lineales y reportos. Sin embargo los activos deben ser líquidos para poder ser analizados con CreditMetrics.



Fuente: Sánchez Cerón, Carlos; Valor Riesgo y otras aproximaciones

#### CREDITRISK+

CreditRisk+ (Credit Suisse Financial Products, 1997) es una metodología basada en técnicas actuariales de distribución de pérdidas de un portafolio, en el que únicamente se contempla la cuantificación del riesgo de incumplimiento y es una alternativa a los esquemas regulatorios vigentes para cuantificar pérdidas por riesgo de crédito.

Por lo mismo, esta metodología no toma en cuenta los factores que influyeron para que los deudores cayeran en impago, ya que los eventos ocurren de manera casuística en el tiempo, y es imposible pronosticar el momento en el que ocurrirán dichos eventos, ni el número de eventos que sucederán en un cierto intervalo de tiempo. La tasa de incumplimiento es una variable continua, cuya evolución durante el horizonte de riesgo se describe por una distribución dada su media<sup>26</sup>. La metodología está diseñada en tres grandes bloques, con los siguientes objetivos:

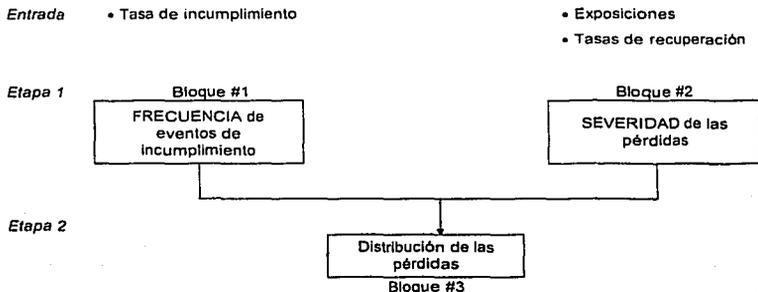
<sup>26</sup> Op. cit Sánchez Cerón, página 298

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1. Obtener la distribución de los eventos de Impago para estimar si la calidad de la cartera está deteriorándose o mejorando su calidad crediticia.
2. Estimar el impacto financiero de las pérdidas potenciales y determinar el grado de diversificación y concentración de la cartera, generando la Distribución de las Pérdidas.

El siguiente diagrama representa gráficamente la estructura fundamental de la metodología, y más adelante se presentará un esquema con el detalle de los cálculos que se necesitan para obtener el riesgo de crédito.

**Estructura del cálculo del riesgo de crédito por CreditRisk+**



Fuente: Documento técnico de CreditRisk+, Credit Suisse Financial Products, 1997

**Bloque 1: Frecuencias de los eventos de incumplimiento**

En este bloque se asume que la "distribución de Poisson estándar se aproxima a la distribución de incumplimientos. Por lo tanto la desviación estándar de la tasa de incumplimiento debe

ser aproximadamente igual a la raíz cuadrada de la media  $\sqrt{\mu}$ , siendo  $\mu$  el promedio de la tasa de incumplimiento<sup>27</sup>.

### *Bloque 2: Severidad de las Pérdidas*

En este bloque se analiza el momento en el que un acreditado incumpla, lo que ocasionará que la institución pierda la cantidad prestada al obligado (su exposición al momento del incumplimiento) menos el monto recuperado del crédito. En la metodología a desarrollar, la "exposición para cada acreditado es ajustada por la tasa de recuperación, con la finalidad de calcular la pérdida ocasionada por el evento de impago". Cabe señalar que las exposiciones son ajustadas por una tasa de recuperación dada para calcular la pérdida dado el evento de incumplimiento y no forma parte de CreditRisk+ y son independientes del riesgo de mercado y del riesgo de cambio de calificación (Crouhy, 2000).

### *Bloque 3: Distribución de las pérdidas por incumplimiento*

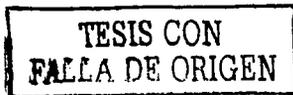
En este bloque ya están calculados los eventos de incumplimiento y sólo queda modelar la distribución de las pérdidas por los eventos de impago que ocurran, que se logra dividiendo las pérdidas en niveles similares de exposición, también llamadas bandas.

De las distintas metodologías para medir el riesgo de crédito, presentadas anteriormente se puede concluir que todas ellas calculan básicamente el mismo riesgo, ya que se ha demostrado que son matemáticamente equivalentes. Los supuestos que utilizan difieren porque se basan en el paradigma de la condicionalidad en probabilidad de incumplimiento.

Adicionalmente, es importante enfatizar que todas las metodologías requieren de información estándar como la exposición de los créditos, la probabilidad de incumplimiento de los créditos (incluyendo su migración cuando aplique) y las tasas de recuperación (severidad). Finalmente,

---

<sup>27</sup> Op. cit Crouhy, M, página 109



es importante mencionar que en la práctica todos los modelos son válidos y la disponibilidad de los datos es la principal limitante para aplicarlos en las instituciones financieras.

En el siguiente capítulo se desarrolla un modelo de CreditRisk+ con datos hipotéticos del sistema bancario mexicano en el que explicará a detalle cada una de las etapas que integran la metodología. Se utilizó esta CreditRisk+ para medir el riesgo de crédito de una cartera por necesitar datos relativamente sencillos de obtener y por ser el objetivo principal de esta investigación.

## **Capítulo IV. Aplicación de CreditRisk+**

Con la finalidad de sentar las bases de la construcción de la cartera modelo para aplicar el *CreditRisk+*, se hicieron una serie de supuestos que cumplen con lo requerido en el Documento Técnico de la metodología y que a continuación se detallan. Cabe señalar que a largo del desarrollo del modelo se expondrán los fundamentos matemáticos con los resultados obtenidos.

### **Supuestos del modelo**

- I. Se cuenta con una cartera calificada de una agencia calificadoras. La calificación es una evaluación que se le da a los créditos otorgados por la banca con el propósito de cuantificar la información disponible que se cuenta del acreditado para posteriormente analizar la calidad crediticia.
- II. La cartera se obtuvo a partir de datos publicados por la CNBV, conformada por una selección aleatoria de créditos, que se obtuvo a partir de una ponderación de la calificación vigente de los seis bancos comerciales más grandes de México en términos de activos (Banamex-Citibank, BBVA-Bancomer, Serfin-Santander, Bitel, Banorte y Scotiabank) al 31 de diciembre de 2001.
- III. La muestra estadísticamente significativa, lo que implica que puede ser comparada, analizada e interpretada. Es importante señalar que con base en los resultados de esta muestra representativa del universo de créditos del Sistema Bancario Mexicano se utilizará con el propósito de describir, estimar y predecir las características de la población total.
- IV. Los créditos son comerciales y se otorgaron únicamente a empresas.
- V. Todos los créditos se otorgaron en moneda nacional.
- VI. Las empresas pertenecen a diferentes sectores productivos.
- VII. La cartera se forma a través de una muestra aleatoria estratificada del Sistema Bancario Mexicano de 2001, por créditos mayores de 50 millones de pesos y menores de 300 millones. La muestra se construyó de la siguiente forma:
  - 1) Se obtuvo la calificación de cartera de la banca múltiple del Informe trimestral de la CNBV al 31 de diciembre de 2001.
  - 2) Se excluyó la cartera no calificada y exceptuada.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

- 3) Se obtuvo el saldo promedio al 31 de diciembre de 2001 de las calificaciones de los bancos arriba mencionados.
- 4) Finalmente se construyó aleatoriamente una cartera de créditos que representarían aproximadamente el 10 por ciento del total de créditos calificados de los bancos propuestos en el Supuesto 1, mediante la siguiente expresión:

$$= \text{aleatorio}() * (300,000,000 - 50,000,000) + 50,000,000$$

En la siguiente tabla se aprecia el saldo promedio de la cartera de los seis bancos más grandes (en términos de sus activos) al 31 de diciembre de 2001.

Ponderación de la Calificación de la cartera vigente de los bancos más grandes de México al 31 de diciembre de 2001		
	Saldos Promedio	Porcentaje
Total de créditos calificados	66,555	100%
. A Mínimo	51,545	77%
. B Bajo	7,604	11%
. C Medio	3,717	6%
. D Alto	1,741	3%
. E Irrecuperable	1,948	3%

Fuente: Comisión Nacional Bancaria y de Valores  
Cifras en millones de pesos

Se construyó una cartera de 61 créditos con base en los supuestos mencionados en el apartado anterior con cinco posibles calificaciones, que conforman un monto de 6,782,978,476 pesos, y se presenta la Tabla 4.1.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Tabla 4.1 Portafolio de créditos

No de créditos	A	B	C	D	E	TOTAL
1	52,558	52,534	60,029	71,803	142,774	380,698
2	52,562	190,017	74,711	77,584	243,328	638,200
3	54,711	202,818	80,228	140,048	-	477,805
4	57,377	207,862	126,330	196,643	-	588,012
5	57,753	210,517	131,007	-	-	599,277
6	60,800	-	229,323	-	-	290,123
7	61,932	-	260,265	-	-	322,197
8	62,742	-	282,251	-	-	344,993
9	63,413	-	-	-	-	63,413
10	64,323	-	-	-	-	64,323
11	66,807	-	-	-	-	66,807
12	68,069	-	-	-	-	68,069
13	68,345	-	-	-	-	68,345
14	69,549	-	-	-	-	69,549
15	71,278	-	-	-	-	71,278
16	73,000	-	-	-	-	73,000
17	74,108	-	-	-	-	74,108
18	75,325	-	-	-	-	75,325
19	75,352	-	-	-	-	75,352
20	75,353	-	-	-	-	75,353
21	76,340	-	-	-	-	76,340
22	76,477	-	-	-	-	76,477
23	80,410	-	-	-	-	80,410
24	82,338	-	-	-	-	82,338
25	82,428	-	-	-	-	82,428
26	83,874	-	-	-	-	83,874
27	86,768	-	-	-	-	86,768
28	92,876	-	-	-	-	92,876
29	98,093	-	-	-	-	98,093
30	103,652	-	-	-	-	103,652
31	104,865	-	-	-	-	104,865
32	104,955	-	-	-	-	104,955
33	111,743	-	-	-	-	111,743
34	112,459	-	-	-	-	112,459
35	115,730	-	-	-	-	115,730
36	122,961	-	-	-	-	122,961
37	127,877	-	-	-	-	127,877
38	151,443	-	-	-	-	151,443
39	155,575	-	-	-	-	155,575
40	156,865	-	-	-	-	156,865
41	160,097	-	-	-	-	160,097
42	160,926	-	-	-	-	160,926
<b>Total</b>	<b>3,796,529</b>	<b>862,950</b>	<b>1,247,142</b>	<b>489,078</b>	<b>387,100</b>	<b>6,782,798</b>

Como se puede apreciar en el siguiente cuadro, el 69 por ciento de los créditos tiene calificación A, que viene siendo más del 50% por ciento de los 6,782,978 miles de pesos que tiene el portafolio. En la Tabla 4.2 se muestra un resumen de la cartera por calificación, misma que permite ver su concentración la concentración de la cartera.

Tabla 4.2 Concentración de la cartera

No De Créditos	Concentración por créditos	Monto (en miles)	Concentración por monto	Calificación
42	68.85%	3,796,529	55.97%	A
5	8.20%	862,950	12.72%	B
8	13.11%	1,247,142	18.39%	C
4	6.56%	489,078	7.21%	D
2	3.28%	387,100	5.71%	E
<b>61</b>	<b>100.00%</b>	<b>6,782,798</b>	<b>100.00%</b>	

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### **Fundamentos del modelo**

Como se mencionaba en el capítulo anterior, la metodología CreditRisk+ modela una distribución de pérdidas que reduzca los datos a procesar y que muestre la diversificación de la cartera, esto es, las pérdidas (neto de las exposiciones ajustadas por tasas de recuperación anticipadas) se dividen en bandas o en rangos, con su respectivo nivel de exposición con un promedio común aproximado.

Lo expuesto anteriormente, se basa en el entendido de la existencia un deudor  $i$  en *incumplimiento* al que se le asocia una probabilidad  $P_i$  y en caso de que no esté en ese estado su probabilidad será  $(1-P_i)$ , asumiendo lo siguiente:

- Para un crédito, la probabilidad de *incumplimiento* se determina dentro de un periodo de tiempo específico. Por ejemplo, un mes, es el mismo para cualquier otro mes;
- Para un gran número de deudores, la probabilidad de *incumplimiento* de cualquier deudor en particular es pequeña, y el número de *incumplimientos* que ocurren en cualquier periodo es independiente del número de *impagos* que ocurren en cualquier otro periodo<sup>28</sup>.

Cada uno de los deudores, estará representado por una Función Generadora de Probabilidad

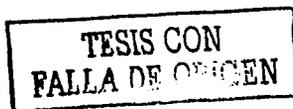
$$F_i(s) = (1-P_i)s^0 + P_i s^1 = 1 + P_i(s-1)$$

Donde:

$F_i(s)$  = Función Generadora de Probabilidad  
 $P_i$  = Probabilidad de incumplimiento del deudor  
 $S^i$  = Probabilidades Poisson

Después de una serie de planteamientos matemáticos, de los que no se pretende profundizar por estar plenamente analizados y comprobados (Márquez 2001, Gutiérrez 2002), e incluso

<sup>28</sup> Crouhy Michel, Galai Dan, Mark Robert; A comparative analysis of current credit risk models; Journal of Banking & Finance 24; 2000; pages 59-117.



en el mismo documento técnico de Credit Suisse Financial Products (CSFP), se llega a una distribución de Poisson que servirá de base para modelar el impago de la cartera, partiendo del supuesto que cada crédito tiene

$$P(n \text{ "incumplimientos"}) = \frac{e^{-\mu} \mu^n}{n!} \text{ para } n=0, 1, 2, 3, \dots, N$$

Donde:

$\mu$  = Tasa promedio de incumplimientos por unidad de tiempo (por ejemplo un año)

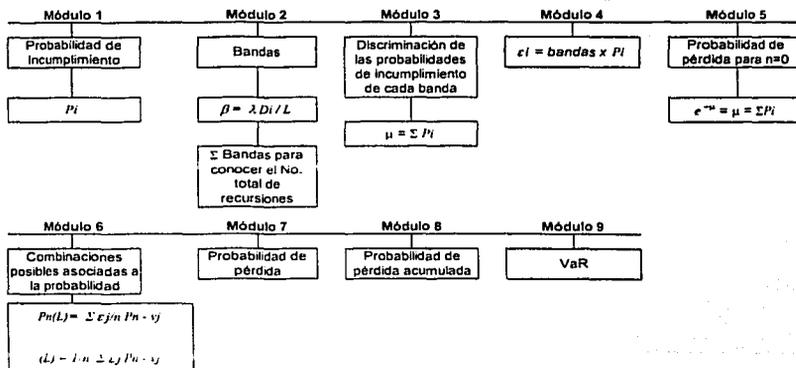
$\mu = \sum_i P_i$ , donde  $P_i$  es la probabilidad de incumplimiento del acreditado  $i$

Una característica importante de la distribución de Poisson es que puede ser modelada por un solo parámetro ( $\mu$ ), que es la media de los *incumplimientos* en un año ( $n$ ). Además la distribución Poisson aproxima de manera adecuada el número de incumplimientos de la cartera en un determinado periodo. De hecho, bajo el supuesto de independencia entre los créditos, el número de incumplimientos tiene una distribución binomial, misma que puede aproximarse por una distribución Poisson (aproximación Poisson) cuando los créditos tienen probabilidades de incumplimiento uniformemente pequeñas y el número de créditos en la cartera es lo suficientemente grande<sup>29</sup>.

### **Estructura por módulos**

Con el propósito de examinar la totalidad de los cálculos requeridos por la metodología seleccionada junto con el modelo a desarrollar, se incluye un diagrama que divide en módulos *CreditRisk*<sup>+</sup>, mismos que se explicarán detalladamente cada uno de ellos en las siguientes páginas de acuerdo a las notas de Márquez (2000).

<sup>29</sup> Daykin, C.D., T. Pentikäinen, M. Pesonen, (1994) *Practical Risk Theory for Actuaries*, Chapman & Hall



MÓDULO 1

Como se explicaba al inicio del capítulo, para estimar la probabilidad de incumplimiento individual<sup>30</sup> y de todo el portafolio se requiere utilizar la media de las tasas de incumplimiento de la cartera, mismas que se muestran en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3 Tasas de probabilidad de incumplimiento por calificación

Calificación	Media (%)
A	0.33%
B	0.92%
C	1.24%
D	1.68%
E	2.51%

Se procedió a asociar la probabilidad de incumplimiento a cada crédito como se muestra en la siguiente Tabla.

<sup>30</sup> Debido a que CreditRisk+ es una metodología de incumplimiento, supone que los eventos de incumplimiento de los diferentes deudores son eventos Bernoulli independientes. La probabilidad se obtiene de una matriz de transición dada por una calificador. Por lo tanto, la media es igual a P y la desviación es raíz de P(1-P).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Tabla 4.4 Probabilidad de incumplimiento por crédito

No. De Créditos	Calificación				
	A	B	C	D	E
<i>f<sub>i</sub></i>	0 0033	0 0092	0 0124	0 0188	0 0251
1	52,558	52,534	60,029	71,803	143,774
2	52,562	180,017	74,711	77,584	243,326
3	54,711	202,810	80,228	140,048	
4	57,377	207,062	129,330	189,643	
5	57,733	210,517	131,007		
6	60,809		229,323		
7	61,632		280,265		
8	62,742		282,251		
9	63,413				
10	64,323				
11	65,807				
12	68,089				
13	68,345				
14	69,549				
15	71,279				
16	73,000				
17	74,108				
18	75,325				
19	75,352				
20	75,353				
21	76,340				
22	79,477				
23	80,410				
24	82,338				
25	82,428				
26	83,674				
27	86,798				
28	82,676				
29	96,093				
30	103,652				
31	104,865				
32	104,955				
33	111,743				
34	112,459				
35	115,730				
36	122,961				
37	127,677				
38	151,443				
39	155,575				
40	156,865				
41	180,097				
42	180,826				

MÓDULO 2

En este módulo se obtiene la severidad por calificación, obtenida a partir de la Circular 1480 "Metodología para la calificación de la cartera crediticia comercial" de la CNBV. Debido a que en la mencionada Circular se dividen en siete grados de riesgo las probabilidades de incumplimiento (Tabla 4.5), se hizo un promedio de los rangos (Tabla 4.6) para obtener el porcentaje de reservas  $\lambda$ <sup>31</sup> por los

<sup>31</sup>  $\lambda$  se define como la proporción fija del monto que se espera perder.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

cinco grados de riesgo o calificaciones del modelo para obtener el porcentaje de reservas por calificación del modelo.

Tabla 4.5 Probabilidad de Incumplimiento – Circular 1480

Probabilidades de Incumplimiento	Grado de Riesgo
0% a 0.49%	A-1
0.5% a 0.99%	A-2
1% a 19.99%	B
20% a 39.99%	C-1
40% a 59.99%	C-2
60% a 89.99%	D
90% a 100%	E

Tabla 4.6 Porcentaje de Reservas según la calificación del modelo

	Calificaciones				
	A	B	C	D	E
	0.0000	0.0100	0.2000	0.6000	0.9000
	0.0049	0.1999	0.3999	0.8999	1.0000
	0.0050		0.4000		
	0.0099		0.5999		
Lamda - $\lambda$	0.005	0.105	0.400	0.750	0.950

Con base en la  $\lambda$  obtenida se procedió a estimar la cartera en riesgo asumiendo que cada pérdida por deudor  $i$  es una proporción fija del monto " $\lambda_i$ " con relación al monto " $D_i$ " que debe el deudor  $i$ . Los resultados para todo el modelo se muestran en la Tabla 4.7.

$$C_i = \lambda_i * D_i$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Tabla 4.7 Cartera en riesgo dada la severidad

No. De Créditos	Calificación									
	A		B		C		D		E	
Z	0 005	r/	0 105	r/	0 400	r/	0 700	r/	0 900	r/
1	52,558	260	2,513	5,513	24,009	24,009	53,848	53,848	130,505	130,505
2	52,562	260	19,942	19,942	29,891	29,891	58,184	58,184	231,156	231,156
3	54,711	271	21,286	21,286	32,087	32,087	105,029	105,029		
4	57,733	286	21,731	21,731	51,725	51,725	149,722	149,722		
5	57,733	286	22,094	22,094	52,396	52,396				
6	60,809	301			91,718	91,718				
7	61,932	307			104,090	104,090				
8	62,742	315			112,886	112,886				
9	64,412	324								
10	64,323	318								
11	66,807	331								
12	68,069	337								
13	68,345	339								
14	69,549	344								
15	71,279	353								
16	73,000	361								
17	74,108	367								
18	75,305	373								
19	76,352	373								
20	75,350	373								
21	76,340	378								
22	79,477	393								
23	80,410	398								
24	82,308	408								
25	82,428	408								
26	83,572	412								
27	88,798	440								
28	92,676	459								
29	96,093	476								
30	103,652	513								
31	104,855	519								
32	104,955	520								
33	111,743	553								
34	112,459	557								
35	115,730	573								
36	122,961	609								
37	127,677	632								
38	151,443	750								
39	155,575	770								
40	156,865	776								
41	160,097	801								
42	180,926	896								
Σ Cr		18,793		90,587		498,794		366,784		387,745
Σ Cr en riesgo	1,342,683									

Para calcular la exposición en CreditRisk+ se hace una agrupación por bandas de exposición comunes para obtener las pérdidas esperadas. Además cada deudor tiene un nivel de exposición con el acreedor " $L_i$ ", que es un múltiplo entero de la *unidad fija de pérdida "L"*. Lo anterior conduce a que se midan los múltiplos de la *unidad fija de pérdida* a los que se les denominará " $v_i$ ".

Se procedió a determinar empíricamente la *unidad fija de pérdida "L = 5000"*, cifra que no influye en los resultados, ya que se hicieron varios ejercicios con diferentes unidades de pérdida, con

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

resultados idénticos, lo único que varía es el número de bandas, sin embargo como las características de las carteras no cambian, tampoco la Función Generadora de Probabilidad (FGP).

La clave para representar el incumplimiento de cada deudor  $i$  es redondear cada exposición de los deudores al número entero positivo más cercano, lo cual puede hacerse de la siguiente fórmula:

$$v_i = \text{Redondeo}\left(\frac{\lambda_i D_i}{L}\right)$$

Es importante señalar que para la realización de la Función Generadora de Probabilidad (FGP) que utiliza CreditRisk+ derivado de la agrupación por bandas, las únicas probabilidades diferentes de cero, corresponden a niveles de exposición del acreedor " $L_i$ ", asociados a múltiplos " $v_i$ " de la unidad fija de pérdida pertenecientes a alguna banda, y que posteriormente serán los coeficientes " $s^i$ " de la FGP de pérdidas obtenida.

Se procedió a obtener los niveles estándar de pérdida o exposición de los 61 deudores (Tabla 4.8), de acuerdo a lo explicado en el Módulo 2 del capítulo anterior. Aplicando la ecuación al primer crédito calificado con "A", su nivel estándar de pérdida queda definido de la siguiente manera:

$$v_{A1} = \text{Redondeo}\left(\frac{0.005 * 52,558}{5000}\right) = 0$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Tabla 4.8 Niveles estándar de exposición (Bandas)

N° de Créditos	CALIFICACIÓN				
	A	B	C	D	E
Lambda	0.005	0.105	0.400	0.750	0.950
1	1	1	5	11	27
2	1	4	6	12	46
3	1	4	6	21	
4	1	4	10	30	
5	1	4	10		
6	1		18		
7	1		21		
8	1		23		
9	1				
10	1				
11	1				
12	1				
13	1				
14	1				
15	1				
16	1				
17	1				
18	1				
19	1				
20	1				
21	1				
22	1				
23	1				
24	1				
25	1				
26	1				
27	1				
28	1				
29	1				
30	1				
31	1				
32	1				
33	1				
34	1				
35	1				
36	1				
37	1				
38	1				
39	1				
40	1				
41	1				
42	1				
TOTAL	42	17	99	74	73

De la agrupación por bandas mostrada se aprecia que hay bandas que tienen más créditos que otras y por otro lado, existen números enteros a los que no les corresponde ningún nivel de exposición en la cartera. Ver Tabla 4.9

Cabe señalar que existen créditos que tienen banda cero, por lo que se les asignará la banda uno, ya que no pueden dejar de tener probabilidad de pérdida nula. Una vez que se determinaron

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

las bandas, éstas servirán para conocer el número total de recusiones, es decir, realizar una repetición sucesiva de operaciones.

**Tabla 4.9 Deudores por banda**

Banda	Número de deudores por calificación
1	A(42), B(1)
4	B(4)
5	C(1)
6	C(2)
10	C(2)
11	D(1)
12	D(1)
18	C(1)
21	C(1), D(1)
23	C(1)
27	E(1)
30	D(1)
46	E(1)

### MÓDULO 3

Después de haber dividido la cartera en bandas, se procede a hacer una discriminación de las probabilidades de incumplimiento de cada banda. Posteriormente se realiza la sumatoria de las probabilidades de todas las bandas con la finalidad de obtener el número total de incumplimientos, que denominada como  $\mu$ . Cabe señalar que en este momento a las bandas se les indexa un subíndice "j";  $j = 1, 2, \dots, m$ , donde  $1 \leq j \leq m$ ; para definir de la exposición de las bandas lo siguiente:

Símbolo	Significado
$v_j$	Exposición a pérdidas común a todos los deudores en la banda "j" como múltiplo de "L"
$\epsilon_j$	Pérdida esperada en la banda "j" medida como múltiplo de "L"
$\mu_j$	Número esperado de "defaults" en la banda "j"

Fuente: Credit Suisse First Boston, CreditRisk+ A Credit Risk Management Framework, Credit Suisse Financial Products; U.S.A. 1997

Con base en lo anterior se deduce que un deudor sólo puede estar en dos estados: cumple o no cumple expresado en la siguiente identidad:

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

$$\mu_j = \sum_{(j|w=w)} P_i$$

A continuación se procedió a hacer una discriminación de las probabilidades de incumplimiento de cada banda para obtener el número de incumplimientos por banda a fin de obtener la tasa promedio de incumplimientos. En otras palabras se sumó la probabilidad media de cada crédito de acuerdo a la banda que le correspondía.

Para

$$\mu_1 = \sum_{(j|w=v_1)} P_i = (42 * 0.33 + 0.92) = 0.1495$$

$$\mu_4 = \sum_{(j|w=v_4)} P_i = (4 * 0.92) = 0.0369$$

$$\mu_{46} = \sum_{(j|w=v_{46})} P_i = (1 * 0.0251) = 0.0251$$

Tabla 4.10 Número esperado de incumplimientos por banda

Banda	Probabilidad de incumplimiento
1	0.1495
4	0.0369
5	0.0124
6	0.0248
10	0.0248
11	0.0188
12	0.0188
18	0.0124
21	0.0312
23	0.0124
27	0.0251
30	0.0188
46	0.0251
Total	0.4109

La probabilidad incumplimiento de la cartera es la siguiente:

$$\Sigma P_i = 41\%$$

#### MÓDULO 4

En este módulo se calcula la pérdida esperada de la cartera, multiplicando la exposición a pérdidas común a todos los deudores de la banda "j" por el número esperado de eventos de impago en la banda "j".

$$\varepsilon_j = v_j * \mu_j$$

Por su parte, la pérdida esperada por *i*-ésimo deudor es:

$$\varepsilon_i = p_i * v_i$$

Representado como  $\varepsilon_i$  a la pérdida esperada para el deudor *i* medida en múltiplos de "L" tenemos:

$$\varepsilon_i = \frac{\lambda_i}{L}$$

Entonces, la pérdida esperada en un período de tiempo en la banda *j*,  $\varepsilon_j$ , medida como un múltiplo de *L*, es precisamente la suma de las pérdidas esperadas  $\varepsilon_i$  de todos los deudores de la banda *j*:

$$\varepsilon_j = \sum_{i: v_i = v_j} \varepsilon_i$$

Se determina el número esperado de eventos de impago en un período de tiempo en la banda *j*:

$$\mu_j = \frac{\varepsilon_j}{v_j} = \sum_{i: v_i = v_j} \frac{\varepsilon_i}{v_j} = \frac{1}{v_j} \sum_{i: v_i = v_j} \varepsilon_i$$

Entonces, la suma del número esperado de incumplimientos en cada banda da como resultado el número esperado de incumplimientos para toda la cartera:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

$$\mu = \sum_{j=1}^m \mu_j = \sum_{j=1}^m \frac{\epsilon_j}{v_j}$$

La pérdida esperada por banda se obtiene multiplicando cada una de las bandas por la probabilidad de incumplimiento por banda, que se muestran en la Tabla 4.11.

Tabla 4.11 Pérdidas esperadas por banda

Banda	$P_i$	Pérdida esperada	Banda	$P_i$	Pérdida esperada
0	0.0000	0.0000	24	0.0000	0.0000
1	0.1495	0.1495	25	0.0000	0.0000
2	0.0000	0.0000	26	0.0000	0.0000
3	0.0000	0.0000	27	0.0251	0.6778
4	0.0369	0.1477	28	0.0000	0.0000
5	0.0124	0.0619	29	0.0000	0.0000
6	0.0248	0.1486	30	0.0188	0.5639
7	0.0000	0.0000	31	0.0000	0.0000
8	0.0000	0.0000	32	0.0000	0.0000
9	0.0000	0.0000	33	0.0000	0.0000
10	0.0248	0.2476	34	0.0000	0.0000
11	0.0188	0.2068	35	0.0000	0.0000
12	0.0188	0.2256	36	0.0000	0.0000
13	0.0000	0.0000	37	0.0000	0.0000
14	0.0000	0.0000	38	0.0000	0.0000
15	0.0000	0.0000	39	0.0000	0.0000
16	0.0000	0.0000	40	0.0000	0.0000
17	0.0000	0.0000	41	0.0000	0.0000
18	0.0124	0.2228	42	0.0000	0.0000
19	0.0000	0.0000	43	0.0000	0.0000
20	0.0000	0.0000	44	0.0000	0.0000
21	0.0312	0.6547	45	0.0000	0.0000
22	0.0000	0.0000	46	0.0251	1.1548
23	0.0124	0.2847		$\mu =$	<b>0.4109</b>
					<b>4.7465</b>

Con el cuadro anterior se obtiene las pérdidas esperadas de nuestra cartera multiplicando la sumatoria de las pérdidas esperadas de todas las bandas por la unidad fija de pérdida ( $L$ ):

$$\begin{aligned} \text{Pérdidas esperadas de la Cartera} &= 4.7465 * 5000 \\ &= 23, 732,315 \text{ pesos} \end{aligned}$$

El número total de impagos (probabilidad de incumplimiento  $\mu$ ) de la cartera, servirá para hacer las recursiones requeridas.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Finalmente, cabe señalar debido al redondeo de los múltiplos  $v_j$  a su número entero más cercano, la pérdida esperada resultada a afectada  $d_i = P_i \cdot v_j$  asociada a cada deudor, a no ser que se compense el error de redondeo, haciendo un ajuste de redondeo al número esperado de incumplimientos  $\mu_j$ . En caso de no hacerse ese ajuste, se puede originar un pequeño error de redondeo en las pérdidas esperadas. Sin embargo, bajo el supuesto de que la unidad fija de pérdida es pequeña con relación al tamaño de la cartera, las aproximaciones tienen un efecto inmaterial sobre la distribución de las pérdidas<sup>32</sup>.

### **Distribución de las pérdidas**

#### **MÓDULO 5**

Este módulo consiste en generar el primer término de la Función Generadora de Probabilidad (FGP), esto significa, la probabilidad de que se pierdan "n" unidades de la unidad fija de pérdida "L" en el portafolio reflejado en probabilidades Poisson:

$$G(S) = \sum_n \text{Pr ob.} \{ \text{Pérdidas acumuladas} = n * L \} S^n$$

Después de hacer una expansión de Taylor para  $G(S)$ <sup>33</sup>, se obtiene la probabilidad de las bandas que tienen pérdida esperada de cero, por medio de la siguiente identidad:

$$e^{-\mu} = \mu = \sum P_i$$

Una vez obtenida  $\mu$ , así como las pérdidas esperadas se procede a construir la FGP de la cartera,

$$e^{-\mu} = 0.6631$$

<sup>32</sup> Credit Suisse First Boston; CreditRisk+ A Credit Risk Management Framework; Credit Suisse Financial Products; U.S.A. 1997.

<sup>33</sup> Para detalles de dicha expansión ver el Documento Técnico de CreditRisk+.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Como se puede apreciar, la FGP empieza a formarse de la expresión anterior, ya que como se mencionaba al principio del capítulo, la cartera supone que los créditos tienen probabilidades de incumplimiento uniformemente pequeñas y el número de créditos en la cartera es lo suficientemente grande; en consecuencia la distribución de Poisson sirve para modelar los supuestos.

#### MÓDULO 6

Se procede a seguir con la modelación de la FGP para encontrar la distribución de las pérdidas del portafolio por medio de la generación de recursiones, esto es multiplicar la pérdida esperada de cada banda, multiplicado por su probabilidad de pérdida entre el número de unidades de pérdida, expresado de la siguiente forma:

$$P_n(L) = \sum_{\{j: v_j \leq n\}} \frac{e_j}{n} P_{n-v_j}$$

$$(L) = \frac{1}{n} \sum_{\{j: v_j \leq n\}} e_j P_{n-v_j}$$

Donde:

- $P_n$  = Probabilidad de perder  $n$  unidades
- $e_j$  = Pérdida esperada en la banda " $j$ " medida como múltiplo de " $L$ ".
- $v_j$  = Exposición a pérdidas común a todos los deudores en la banda " $j$ " como múltiplo de " $L$ ".
- $L$  = Unidad fija de pérdida

Supongamos que existen 5 unidades, la recursión<sup>34</sup> quedaría como a continuación se presenta:

$$P_5 = (\varepsilon_1 * P_{5-1} + \varepsilon_2 * P_{5-2} + \varepsilon_3 * P_{5-3} + \varepsilon_4 * P_{5-4})/5$$

En el modelo se procedió a realizar las recursiones necesarias que servirán para seguir elaborando la FGP, es decir la probabilidad de pérdida por cada banda,

<sup>34</sup> Este término se refiere a los procesos repetitivos y de los modelos en los que existe influencia entre las variables en una sola dirección.

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Para:

$$P_0 = 0.6631$$

$$P_1 = (0.1495 \cdot 0.6631) / 1 = 0.0991$$

$$P_2 = (0.1495 \cdot 0.991 + 0 \cdot 0.6631) / 2 = 0.0074$$

$$P_3 = (0.1495 \cdot 0.0074 + 0 \cdot 0.0991 + 0 \cdot 0.6631) / 3 = 0.0004$$

$$P_{46} = (0.1495 \cdot 0.0074 + 0 \cdot 0.0991 + 0 \cdot 0.6631 \dots P_{45}) / 46 = 0.168$$

## MÓDULO 7

Este módulo consiste simplemente en terminar de hacer las recursiones de todas las unidades de pérdida posibles para terminar de construir la FGP. Los cálculos de la FGP se muestran en la Tabla 4.12.

$$G(S) = e^{\sum_{j=1}^m \mu_j (x^{v_j} - 1)} = e^{\mu [P(S) - 1]} = F[P(S)]$$

Tabla 4.12 Distribución de las probabilidades de pérdida por número de unidades estándar

Numero de unidades de pérdida	Probabilidad de pérdida	Numero de unidades de pérdida	Probabilidad de pérdida
0	0.6631	24	0.0016
1	0.0991	25	0.0009
2	0.0074	26	0.0004
3	0.0004	27	0.0175
4	0.0245	28	0.0029
5	0.0119	29	0.0006
6	0.0178	30	0.0127
7	0.0026	31	0.0031
8	0.0006	32	0.0009
9	0.0004	33	0.0011
10	0.0171	34	0.0006
11	0.0152	35	0.0005
12	0.0148	36	0.0005
13	0.0021	37	0.0005
14	0.0006	38	0.0004
15	0.0006	39	0.0007
16	0.0011	40	0.0004
17	0.0006	41	0.0004
18	0.0086	42	0.0007
19	0.0013	43	0.0001
20	0.0003	44	0.0003
21	0.0210	45	0.0003
22	0.0039	46	0.168
23	0.0089		

## MÓDULO 8

Se propone en este módulo ir obteniendo las sumatorias de las probabilidades de pérdida de las unidades para obtener la Distribución de Pérdidas Acumulada, esto significa la conclusión de las recursiones y por tanto de la FGP.

Tabla 4.13 Distribución de Pérdidas Acumulada

Bandas	Probabilidad de pérdida	Probabilidad de pérdida acumulada	Bandas	Probabilidad de pérdida	Probabilidad de pérdida acumulada
0	0.6531	0.6631	24	0.0016	0.9260
1	0.0991	0.7622	25	0.0009	0.9270
2	0.0074	0.7696	26	0.0004	0.9274
3	0.0004	0.7700	27	0.0175	0.9449
4	0.0245	0.7945	28	0.0029	0.9479
5	0.0119	0.8064	29	0.0006	0.9485
6	0.0179	0.8243	30	0.0127	0.9612
7	0.0026	0.8269	31	0.0031	0.9642
8	0.0006	0.8275	32	0.0009	0.9652
9	0.0004	0.8279	33	0.0011	0.9663
10	0.0171	0.8450	34	0.0008	0.9671
11	0.0152	0.8602	35	0.0005	0.9676
12	0.0148	0.8750	36	0.0005	0.9680
13	0.0021	0.8770	37	0.0005	0.9686
14	0.0008	0.8778	38	0.0004	0.9690
15	0.0008	0.8786	39	0.0007	0.9696
16	0.0011	0.8797	40	0.0004	0.9701
17	0.0006	0.8803	41	0.0004	0.9705
18	0.0086	0.8889	42	0.0007	0.9712
19	0.0013	0.8902	43	0.0001	0.9713
20	0.0003	0.8906	44	0.0003	0.9716
21	0.0210	0.9116	45	0.0003	0.9719
22	0.0039	0.9155	46	0.0168	0.9887
23	0.0089	0.9244			

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Capítulo V. Resultados y Conclusiones

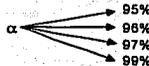
### Obtención del Valor en Riesgo (VaR)

#### MÓDULO 9

Una vez obtenida la Distribución de Pérdidas Acumulada se define un nivel de confianza  $\alpha$ , se busca en la tabla el número de unidades estándar de pérdida (bandas) la que le corresponde la probabilidad acumulada de pérdida  $(1 - \alpha)$ . Posteriormente se multiplican las unidades de pérdida correspondientes al nivel de confianza escogido por la unidad fija de pérdida "L" para convertir los resultados estadísticos en unidades monetarias.

El VaR significa "la probabilidad de perder X unidades monetarias con un determinado nivel de confianza", o de otra forma, "con una X probabilidad, usualmente del 95 o 99 por ciento, cuántas unidades monetarias se pueden perder en un portafolio".

Una vez que obtenida la Probabilidad de Pérdida Acumulada y por lo tanto de la Función Generadora de Probabilidad, se definieron los siguientes niveles de confianza para determinar el Valor en Riesgo de la cartera:



Se procede a ubicar las bandas que cumplen con los niveles de confianzas establecidas, mismas que se presentan en la Tabla 5.1 Probabilidad de pérdida acumulada, mostrada a continuación:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Tabla 5.1 Distribución de la probabilidad de pérdida acumulada en Número de Unidades Estándar

Bandas	Probabilidad de pérdida	Probabilidad de pérdida acumulada	Bandas	Probabilidad de pérdida	Probabilidad de pérdida acumulada
0	0.6631	66.31%	24	0.0016	92.60%
1	0.0991	76.22%	25	0.0009	92.70%
2	0.0074	76.96%	26	0.0004	92.74%
3	0.0004	77.00%	27	0.0175	94.49%
4	0.0245	79.45%	28	0.0029	94.79%
5	0.0119	80.64%	29	0.0005	94.85%
6	0.0179	82.43%	30	0.0127	95.12%
7	0.0036	82.68%	31	0.0031	95.42%
8	0.0006	82.75%	32	0.0009	95.52%
9	0.0004	82.79%	33	0.0011	95.63%
10	0.0171	84.50%	34	0.0008	95.71%
11	0.0152	86.02%	35	0.0005	95.76%
12	0.0148	87.50%	36	0.0005	95.80%
13	0.0021	87.70%	37	0.0005	95.86%
14	0.0008	87.78%	38	0.0004	95.90%
15	0.0008	87.86%	39	0.0007	95.96%
16	0.0011	87.87%	40	0.0004	97.01%
17	0.0006	88.03%	41	0.0004	97.05%
18	0.0086	88.89%	42	0.0007	97.12%
19	0.0013	89.02%	43	0.0001	97.13%
20	0.0003	89.06%	44	0.0003	97.16%
21	0.0210	91.16%	45	0.0003	97.19%
22	0.0039	91.55%	46	0.0168	98.87%
23	0.0089	92.44%			

Los diferentes niveles de confianza están asociados a las bandas 29, 30, 40 y 46, que multiplicadas cada una por la Unidad Fija de Pérdida de 5000 obtenemos los siguientes niveles de VaR:

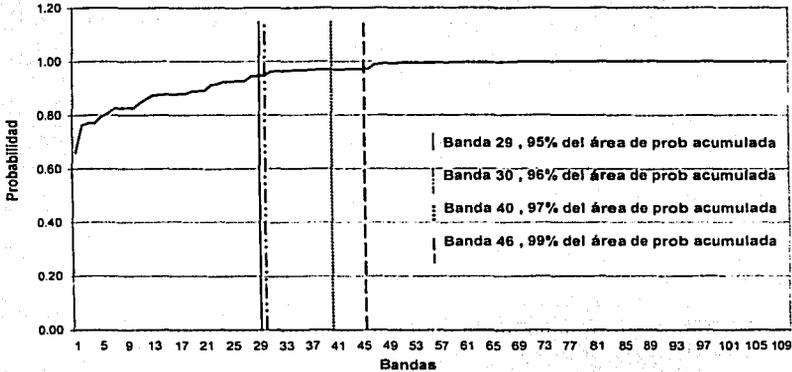
Tabla 5.2 VaR de crédito a diferentes niveles de confianza

Nivel de Confianza	Numero de Unidades de Pérdida (Bandas)	Unidad Fija de Pérdida	VaR (en miles de pesos)
95%	29	5000	145.000
96%	30	5000	150.000
97%	40	5000	200.000
99%	46	5000	230.000

En la siguiente gráfica se presentan las áreas que cubren el 95%, 96%, 97% y 99% de probabilidades de pérdida de la cartera que sirvieron para obtener el VaR.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

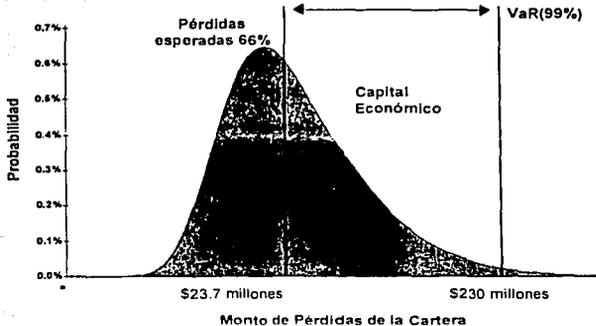
Prob. Acumulada



Pudiera pensarse que 150 ó 230 millones de pesos parecen un monto fuerte a perder, sin embargo si nos remitimos a la Tabla 4.1, la cartera está compuesta por un monto de 6,783 millones de pesos y existe un acreditado con calificación E que mantiene un préstamo de más de 243 millones de pesos, que bien podría ser el que dejara de cumplir con sus obligaciones crediticias. Lo anteriormente expuesto no significa que este acreditado sea el que deje de pagar, sino que las pérdidas ocasionadas por su incumplimiento, en función de su calificación es casi el equivalente de las posibles pérdidas de la cartera.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ALBERTO SALAS  
DE LA UNIBANCA



La gráfica anterior representa las pérdidas esperadas y el VaR de la muestra hipotética de créditos, bajo el concepto de que el riesgo de crédito no muestra normalidad, sino lo que se conoce como gorda o exceso de kurtosis. El modelo no pretende calcular las pérdidas excepcionales, toda vez que esta metodología no considera escenarios extremos del VaR.

### **Conclusiones**

Dados los resultados obtenidos puedo decir que la metodología de medición de riesgo de crédito CreditRisk+ es una herramienta que permite la obtención del Valor en Riesgo crediticio con relativamente pocos datos, como son: una cartera calificada, probabilidad de incumplimiento de los acreditados, porcentaje de reservas según la calificación y probabilidad de recuperación de la misma.

Se puede afirmar que el cálculo del Valor en Riesgo usando la metodología CreditRisk+, es aplicable para las instituciones bancarias mexicanas, ya que los datos que se utilizaron para generar la cartera hipotética, se basaron en el supuesto de que es una cartera nacional y, además cumple con los requerimientos técnicos de la metodología utilizada.

Los montos de pérdida 145 a 230 millones de pesos por concepto de pérdidas no esperadas obtenidas a partir del cálculo de Valor en Riesgo de la cartera hipotética, deben ser consideradas por la administración del banco modelo para reservarse como contingencias en el pasivo; de esta forma, la administración de riesgos está previendo posibles pérdidas que en algún momento afectarían el capital de la institución.

Una de las razones por las que se desarrollaron modelos para medir el riesgo de crédito, fue precisamente los requerimientos de capital de Basilea, es decir, el 8% sobre activos promedio, al considerar este cálculo solamente tres tipos de contrapartes, ignorando su calidad crediticia y el efecto de diversificación del portafolio, monto que significa más del doble calculado bajo la metodología propuesta.

Tabla 5.3 Resultados

<i>Monto de la Cartera</i>	\$ 6,782,798,476	100%
<i>Pérdidas Esperadas</i>	\$ 23,732,315	0.35%
<i>Capital Regulatorio</i>	\$ 542,623,878	8.00%
<i>Capital Económico</i>		
VaR 95%	\$ 145,000,000	2.14%
VaR 96%	\$ 150,000,000	2.21%
VaR 97 %	\$ 200,000,000	2.95%
VaR 99%	\$ 230,000,000	3.39%

La Tabla 5.3 indica de claramente los valores y porcentajes correspondientes a pérdidas esperadas, capital regulatorio y capital económico como proporción del monto de la cartera de la institución bancaria y resulta esencial, pues permite hacer un mejor uso del capital del banco, con la seguridad de que ante una eventualidad, no se verá afectado el patrimonio de la institución.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## Bibliografía

1. Aragonés, José Ramón, Blanco Carlos; *Valor en Riesgo*; Ediciones Pirámide; España, 2000.
2. Basle Committee on Banking Supervision; *International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards*; Basle 1988
3. Bodie, Zvi, Kane, Alex, Marcus, Alan; *Investments*; McGraw-Hill Irwin; USA, 2002.
4. Chiang A.; *Métodos Fundamentales de Economía Matemática*; tercera edición; editorial McGraw Hill; España 1996.
5. Caouette, John, Altman, Edward, Narayan, Paul; *Managing Credit Risk*; John Wiley & Sons, Inc; USA, 1998.
6. Credit Suisse First Boston; *CreditRisk+ A Credit Risk Management Framework*; Credit Suisse Financial Products; U.S.A. 1997
7. Crouhy Michel, Galai Dan, Mark Robert; *A comparative analysis of current credit risk models*; *Journal of Banking & Finance* 24; 2000; pages 59-117.
8. Das Salyajit; *Risk Management and Financial Derivatives*; Irving Library; U.S.A. 1999
9. Daykin, C.D., T. Pentikäinen, M. Pesonen, (1994) *Practical Risk Theory for Actuaries*, Chapman & Hall
10. El Mercado de Valores; *Derivados y Administración de Riesgos*; Año LXI Nacional Financiera; México Septiembre 2001.
11. Elizondo, Alan (coordinador); *Medición integral del riesgo crediticio*; Capítulo IV Modelos de quiebra: Creditrisk+ y el enfoque actuarial por Javier Gutiérrez; editorial Limusa; México 2003.
12. González Fernández, Manuel; *Manual del Curso de Riesgo Operacional: De cara al Nuevo Acuerdo de Basilea*; México, 2003.
13. Hubbard, R. Glenn; *Money, the Financial System, and the Economy*, Fourth edition; Addison Wesley; U.S.A 2002.
14. Jorion Philippe; *Valor en Riesgo*; edición en Inglés - McGraw Hill Companies Inc, USA, 1997; edición en español – editorial Limusa y MexDer, México, 1999.
15. Kracaw, W.; *Financial Risk Management*; Harper Collins College Publishers; New York, U.S.A. 1993.
16. Márquez Javier, *Manual del Curso Riesgo-Crédito*, Diplomado de Riesgos, Universidad Panamericana, Sep-Dic, 2001.
17. Morgan J.P.; *Risk Metrics technical document*; Morgan Guaranty Trust Company of New York; U.S.A. 1996.
18. Poveda Anadón, Raimundo [et al.]; *Estabilidad Financiera: nuevo acuerdo de capital del Comité de Supervisión de Basilea*; Banco de España; Número 1, septiembre 2001.
19. Sánchez Cerón, Carlos; *Valor Riesgo y otras aproximaciones*; Valuación, Análisis y Riesgo, S.C.; Capítulo 9 "Riesgo de Crédito", Febrero 2001
20. Soler Ramos, José A. [et al.]; *Gestión de Riesgos Financieros: un enfoque práctico para países latinoamericanos*; Banco Interamericano de Desarrollo, Grupo Santander; Washington, D.C., Estados Unidos 1999