

**Universidad de la República
Facultad de Ciencias Económicas y de Administración**

**Trabajo de Tesis para la obtención del título
de Magíster en Economía**

TEMA:

***Cartera de préstamos bancarios al sector
industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad
de Pérdidas por Incobrabilidad***

Autor: Daniel Fernández

Director de Tesis: Adolfo Sarmiento

**Montevideo, Uruguay
Noviembre de 2010**

Resumen

Es motivo de preocupación permanente para todo supervisor bancario que el capital regulatorio y las provisiones por incobrabilidad constituidas por cada banco, sujeto a su control, sean suficientes para soportar pérdidas extraordinarias que se originen en incumplimientos de sus deudores.

En el presente trabajo se estimaron las distribuciones de pérdidas por incobrabilidad de las carteras de los préstamos al sector industrial concedidos por los bancos que operan en la plaza local al 30 de junio del 2010 con el objetivo de evaluar la referida suficiencia.

Adicionalmente y como forma de concluir sobre la sensibilidad de las pérdidas por incobrabilidad respecto del ciclo económico, se evaluó la suficiencia actual del capital regulatorio de los bancos y de sus provisiones en el hipotético caso que en el presente se planteen escenarios trimestrales idénticos a los experimentados en la primera década del presente siglo.

La metodología aplicada para la estimación de las distribuciones de probabilidad fue la desarrollada por Credit Suisse Financial Products, conocida por el nombre de “Creditrisk+”.

Del análisis de los resultados obtenidos se pudo concluir que el actual capital regulatorio exigido a los bancos junto con las provisiones constituidas son adecuados para soportar pérdidas extraordinarias. Asimismo, se constató una significativa sensibilidad de las pérdidas por incobrabilidad respecto del ciclo económico, y en particular de determinados factores de riesgo, cuyos valores permiten caracterizar las distintas fases del referido ciclo.

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	4
II. MARCO TEÓRICO	6
1. Antecedentes	8
2. La metodología del presente trabajo - Creditrisk+	11
2.1. Versión más simple de Creditrisk+	12
2.2. Versión más completa de Creditrisk+	14
III. ESTIMACIÓN DE LAS DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD DE PÉRDIDAS DEL SISTEMA BANCARIO	19
1. Reseña metodológica y datos	19
1.1. Fuentes de información	19
1.2. Exposiciones	19
1.3. Estimación de las probabilidades de incumplimientos o default (PD) de las calificaciones de riesgo crediticio	21
1.4. Elección de las unidades de pérdidas de las carteras de los bancos (L)	26
1.5. Factores de riesgo considerados para la aplicación de la versión más completa de Creditrisk+	26
1.6. Estimación de los ponderadores de los factores de riesgo $w_{c(i)k}$	29
2. Resultados	36
2.1. Versión más simple de Creditrisk+	36
2.2. Versión más completa de Creditrisk+	39
2.3. Simulación histórica	43
IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES	50
Anexo I. Presentación de la metodología Creditrisk+ en su versión más simple	53
Anexo II. Presentación de la metodología Creditrisk+ en su versión más completa	57
Anexo III. Incumplimientos y tasas de incumplimiento por calificación de riesgo crediticio	62
Anexo IV. Comportamiento de los factores de riesgo	63
Anexo V. Comportamiento de los factores de riesgo transformados	65
Anexo VI. Valores de los factores de riesgo transformados y probabilidades de incumplimiento de cada calificación de riesgo crediticio condicionadas a los valores de dichos factores de riesgo.	67
Anexo VII. Estimación de la correlación de incumplimientos entre créditos que comparten la misma calificación crediticia	68
Anexo VIII. Estimación de la correlación de incumplimientos entre créditos con distinta calificación crediticia.	70
Anexo IX. Estimación de la correlación de tasas de incumplimientos entre créditos con distinta calificación crediticia	72
Anexo X. Deducción de la correlación de incumplimientos entre créditos con distinta calificación a partir de la covarianza de pérdidas en la versión más completa de Creditrisk+	73
Anexo XI. Deducción de la correlación de incumplimientos entre pares de créditos con misma calificación a partir de la covarianza de pérdidas en la versión más completa de Creditrisk+	75
Anexo XII. Tasas de incumplimiento, valores estimados y residuos	76
Anexos XIII. VaRes de la Simulación Histórica por banco, por trimestre y promedio del sistema bancario	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

I. Introducción

Un banco cuando presta dinero está expuesto a que el deudor no cumpla con los términos del préstamo, pudiendo dicho incumplimiento ocasionarle pérdidas patrimoniales. Estimar la probabilidad de incumplimiento así como el monto de la pérdida en caso de verificarse ese incumplimiento se vuelve relevante para el banquero. Cuando en lugar de un préstamo individual consideramos toda una cartera de préstamos de un banco, la tarea de estimación se vuelve más difícil. La distribución de probabilidad de pérdidas ya debe referir a toda la cartera en donde comienzan a jugar las correlaciones entre las probabilidades de incumplimiento de cada crédito con el resto de créditos que conforman el portafolio de préstamos del banco e incluso la existencia de factores externos que pudieran estar incidiendo en la cuantía de esa probabilidad así como en los valores que asuman las correlaciones entre créditos. Al mismo tiempo un determinado importe de pérdidas pudiera ocurrir por el incumplimiento de un deudor o por el incumplimiento de varios, más pequeños, cuya suma de montos adeudados se iguale a la del primero.

En la gestión de una cartera de préstamos se vuelve relevante determinar los factores de riesgo que inciden sobre ella y evaluar el impacto en la mora que cambios en dichos factores pudieran provocar. A tales efectos es necesario estimar la contribución al riesgo de incobrabilidad de dichos factores, así como los grados de concentración en la exposición a los mismos. Esas concentraciones pueden determinar, a veces, que carteras muy atomizadas pero con una gran exposición a un único factor de riesgo sean más riesgosas que carteras menos atomizadas pero con una mayor diversificación con relación a diversos factores. La gestión del riesgo de crédito de la cartera suele comenzarse a hacer sobre una base individual, a través de información histórica y prospectiva de cada cliente para luego pasar a un segundo nivel en donde deben ser analizadas las distintas correlaciones entre las probabilidades de incumplimiento que puedan haber entre los distintos deudores, explicadas, en general, por las relaciones preexistentes con distintos factores sistémicos. Son estas relaciones con factores de riesgo sistémico las que suelen explicar los aparentes contagios en los incumplimientos de los deudores cuando los mismos comienzan a verificarse, los que se vuelven muy significativos durante crisis financieras. Estas situaciones suelen darse, por ejemplo, cuando la cartera está concentrada en préstamos concedidos a empresas que comparten el mismo giro, o que se encuentran localizadas en una misma región del país, o si bien, aun perteneciendo a distintos sectores, presentan en común la misma vulnerabilidad ante un mismo factor. Entre estos posibles factores señalamos, a título ilustrativo, el tipo de cambio real, la situación económica de un país, destino común de las exportaciones de los tomadores de crédito, cambios en el nivel de ingreso de la población, riesgo de tipo de cambio implícito (empresas que comercializan servicios o bienes no transables, generando ingresos en pesos y tomando préstamos en moneda extranjera), etc.

Es interés del supervisor que los bancos presenten adecuados niveles de provisiones por incobrabilidad que les permitan atender las pérdidas esperadas por

incumplimientos de sus clientes y suficiente capital para absorber el exceso de pérdidas por encima de las esperadas que en la literatura reciben el nombre de pérdidas inesperadas. El objetivo del presente trabajo ha sido el de evaluar si el capital mínimo exigido a los bancos, también conocido como capital regulatorio, más los niveles de provisiones mantenidos por los bancos al 30 de junio del 2010 eran suficientes para soportar niveles de pérdidas por incobrabilidad significativas, asociadas a intervalos de confianza altos o lo que es lo mismo, probabilidades de ocurrencia pequeñas y referidas a un determinado intervalo de tiempo. Estos importes reciben el nombre de Valores en Riesgo (Value at Risk) y se los suele identificar con el capital económico mínimo que una institución debe mantener como forma de asegurar su permanencia en el tiempo, la que en teoría se pondría en duda si se verificaran pérdidas superiores a los referidos Valores en Riesgo.

En lo que refiere a la estructura del presente trabajo se señala que en la sección II se presenta el Marco Teórico para la medición del riesgo de crédito, y en particular los paradigmas que existen, los antecedentes analizados con relación a la realidad uruguaya y la metodología elegida para la estimación de la distribución de probabilidades de pérdidas de las carteras de créditos bancarios al sector industrial.

La sección III refiere a las estimaciones de las distribuciones de probabilidad de pérdidas de las carteras bancarias de préstamos al sector industrial. En la misma se ilustra sobre las fuentes de información, se caracterizan las exposiciones al sector industrial por parte del sistema bancario abiertas por subsector. También se informa sobre cómo fueron estimadas las probabilidades de incumplimiento, cómo se determinaron las unidades de pérdidas a que refiere la metodología Creditrisk+, los factores de riesgo que fueron considerados para implementar la versión más completa de la metodología y cómo se estimaron los ponderadores de cada uno de ellos, necesarios para obtener las probabilidades de incumplimiento condicionadas al ciclo económico. Por último se presentan los resultados obtenidos, para ambas versiones de Creditrisk+, abierta por banco y en forma agregada y el correspondiente análisis de suficiencia de capital regulatorio y provisiones para el escenario presente y los que se obtuvieron de simular los mismos escenarios verificados en la primera década del siglo, como forma de evaluar la sensibilidad de las pérdidas por incobrabilidad respecto al ciclo económico.

En la sección IV se presentan el resumen y las conclusiones del trabajo respecto al objetivo propuesto, abiertas por los resultados obtenidos en cada una de las versiones de Creditrisk+, así como los que se obtuvieron de la aplicación del ejercicio de simulación .

II. Marco Teórico

Una definición general del riesgo de crédito refiere a la posibilidad de sufrir pérdidas si los clientes y contrapartidas, con las que el banco tiene contratadas operaciones, incumplen con los compromisos contractuales que han adquirido por falta de solvencia. Un banco asume riesgo de crédito en los diferentes negocios en los que opera; en la actividad de banca comercial, asume riesgo de crédito por los préstamos, líneas de crédito, garantías, avales, etc. que concede. En la actividad de tesorería, se asume riesgo de crédito por las posiciones (bonos, depósitos, acciones, adquisiciones temporales de activos, etc.) que se mantienen en el activo de su balance y por las posiciones en instrumentos derivados negociados en los mercados “over the counter” (OTC): forwards, swaps, opciones, etc. Generan riesgo de crédito las operaciones del balance incluidas en el activo de una institución y las operaciones de fuera de balance que representan derechos de cobro en el presente o que pueden llegar a representarlos en momentos futuros del tiempo.

La definición de crédito o préstamo (también conocido como “riesgo crediticio”) comprende a la obligación que guarda una persona física o jurídica, residente o no residente, del sector financiero, no financiero o público, vinculada a una operación de crédito, ya sea en forma directa o contingente, como único titular o conjuntamente con otro u otros o como garante.

Para poder gestionar y controlar adecuadamente el riesgo crediticio, es preciso encontrar la respuesta a las siguientes interrogantes:

- ¿cuánto se perdería en cada una de las posiciones en caso de quiebra de las correspondientes contrapartes (exposiciones crediticias)?
- ¿cuál es la pérdida crediticia esperada en cada una de las operaciones?
- ¿cuáles son las máximas pérdidas crediticias estimadas de una cartera de operaciones con un nivel de probabilidad muy pequeño, conocidas en la jerga como pérdidas inesperadas?

Como se ha manifestado, la temática involucra el análisis de las pérdidas esperadas (las que se cubren con provisiones por incobrabilidad) y las pérdidas inesperadas (que se cubren con capital).

La exposición crediticia es el valor de la pérdida que se produciría en un cierto instante si una contrapartida se negara a cumplir sus obligaciones contractuales y no se recupera ninguna parte del valor de los contratos. La existencia de garantías, reduce la exposición crediticia por el valor de mercado de las mismas. Asimismo, la exposición crediticia tiene un componente potencial que refiere a cómo puede evolucionar la exposición crediticia actual dadas las características de cada operación y los cambios en las condiciones de mercado. Esta exposición crediticia potencial se caracteriza si en cada instante futuro se obtiene una distribución de los posibles valores de la operación con su correspondiente probabilidad.

El capital debe cubrir la máxima pérdida estimada de valor de una cartera (pérdida inesperada). Dicha pérdida máxima debe determinarse con un cierto nivel de confianza y durante un cierto plazo.

El riesgo de crédito es un riesgo modelizable, para lo que se requiere la estimación de cuatro variables, a saber:

PD (Probability of Default): probabilidad de incumplimiento de un deudor en un horizonte temporal de un año.

EAD (Exposure at default): la exposición al momento de la quiebra (como un monto, no un porcentaje).

LGD (Loss given default): la pérdida dada la quiebra (EAD menos el importe que se pueda recuperar) como porcentaje de la exposición al momento de la quiebra.

M (Maturity): vencimiento de la deuda.

Las pérdidas esperadas (EL, por expected losses) surgen de la siguiente expresión:

Expresada en cantidades monetarias: $EL = PD * LGD * EAD$

Expresada en porcentaje: $EL = PD * LGD$

Definiciones de incumplimiento o default y de pérdida.

No hay una definición estándar sobre lo que constituye un incumplimiento (default). Podrían ser utilizadas, a manera de ejemplos, las siguientes definiciones:

- Cuando se determina que un deudor improbablemente pague sus obligaciones de deuda, en cuanto al principal, intereses o gastos en su totalidad.
- Cuando ocurre un evento de pérdida asociada con cualquier obligación del deudor, tal como quita, previsión específica o reestructuración que involucre la quita o el aplazamiento del pago del principal, intereses o gastos.
- Cuando el deudor presenta un atraso superior a un determinado número de días (60 o 90 días) en cualquiera de sus obligaciones.
- Cuando el deudor presenta una declaratoria de quiebra.

La medida de pérdida en el evento de default dependerá entonces de la definición de default adoptada. Muchas instancias de default así definidas no resultarán en pérdidas efectivas. La definición de pérdida para calcular el LGD se vincula a una pérdida económica, para cuya medición será preciso tener en cuenta todos los factores relevantes, tales como quitas, costos directos e indirectos e importes de recuperación.

Paradigmas

En la actualidad los dos paradigmas más aceptados para la medición del riesgo de crédito son los Modelos de Marcar a Mercado y el Modelo de Impago. Ambos tienen en común que requieren de una estimación de las probabilidades de impago y de la severidad de las pérdidas dado el impago.

Con relación al primer paradigma, el marco teórico más conocido es el que fuera desarrollado por el banco de inversión JP Morgan llamado “Creditmetrics” que modela las probabilidades de migración entre las distintas calificaciones de riesgo de un préstamo de forma discreta. Cada calificación de riesgo tiene asociada una probabilidad de incumplimiento y la “matriz de transición” provee las probabilidades de que un deudor con una calificación dada migre a otra calificación durante un determinado período. Las pérdidas o ganancias probables por esta migración se obtienen de comparar los valores presentes de los préstamos descontados a tasas de interés propias de cada calificación de riesgo. En ese sentido calificaciones peores utilizan tasas de descuento mayores y calificaciones mejores utilizan tasas de descuento menores por lo que un empeoramiento de la calificación produce una caída en el valor presente del préstamo. A estas pérdidas o ganancias (en el caso de migración hacia una mejor calificación de riesgo) se les agrega las pérdidas de aquellos créditos calificados en una categoría de incobrable. Dada la evidencia de alta “kurtosis” y de “fat tails” para la distribución de resultados por cambios en las calidades crediticias de los deudores de una cartera, la distribución de probabilidad de pérdidas sólo se obtiene aplicando “Simulación de Montecarlo”, no pudiéndose, en consecuencia, obtener la forma funcional de la distribución.

El paradigma del Modelo de Impago presenta un marco teórico distinto respecto al primero. En este marco un deudor sólo puede estar en uno de dos estados: al corriente con sus obligaciones o en impago. En este contexto las pérdidas que resulten sólo se deben a los incumplimientos del deudor. En este marco no se considera como el paradigma anterior, las pérdidas resultantes del cambio en el valor de los créditos debido a la migración de la calidad de los mismos. Este quizás sea el motivo de por qué el paradigma anterior deba ser descartado para el caso uruguayo. Uruguay no tiene un mercado de títulos de deuda privada que permita construir estructuras temporales de tasas de interés para cada categoría de riesgo crediticio. De esa forma, no se pueden estimar cambios en los valores presentes de las deudas como resultado de cambios en las categorías de riesgo que obliguen a cambiar las tasas de descuento a utilizar, porque como se señalara no se cuenta con esas tasas.

1. Antecedentes

En nuestro país existen varios trabajos que tienen por objeto el análisis de las exposiciones al Riesgo de Crédito por parte de instituciones de intermediación financiera que giran en nuestra plaza.

Vallcorba y Delgado en su trabajo del año 2007 “Determinantes de la morosidad bancaria en una economía dolarizada. El caso uruguayo” estudian los determinantes macroeconómicos de la morosidad bancaria en una economía altamente dolarizada como la uruguaya, en el período 1989 – 2006, evalúan la existencia de relaciones de equilibrio a largo plazo entre la morosidad de los créditos en moneda extranjera y un conjunto de variables macroeconómicas relevantes. Aplicando técnicas econométricas de análisis de cointegración, estimaron la relación de largo plazo existente entre

dichas variables, así como el mecanismo de ajuste a corto plazo del ratio de morosidad, utilizando un modelo uniecuacional con corrección de error (ECM).

Los resultados obtenidos mostraron la existencia de una relación de equilibrio a largo plazo entre la morosidad y la variación de los salarios en dólares y las tasas de interés en dicha moneda. Concluyeron que, como era de esperar, un mayor nivel de salarios en dólares y un menor nivel de los tipos de interés se traducen, a largo plazo, en menores ratios de morosidad.

A diferencia de lo que sucede en otros trabajos empíricos, en particular referidos a países desarrollados, en el caso de Uruguay la inclusión del PBI en la mencionada relación de cointegración da lugar a modelos con un ajuste inferior.

El trabajo referido se enmarca dentro del paradigma de modelo de impago ya que el alcance del trabajo se agotó en la identificación de los determinantes de la mora, es decir del estado de incumplimiento y no en explicar la relación de esos determinantes con las variaciones en los valores actuales de los préstamos como resultado de cambios en su calidad crediticia. Las variables consideradas para la estimación de la relación de largo plazo entre las mismas y el ratio de morosidad fueron una referencia obligada en el presente trabajo para identificar los factores de riesgo determinantes de las probabilidades de incumplimiento, necesarios para el desarrollo de la versión más completa de la metodología elegida. Si bien desde la óptica del supervisor bancario resulta relevante conocer los determinantes de la mora como forma de poder elaborar indicadores de alerta temprana que le permitan mitigar los impactos negativos que movimientos adversos de esos determinantes pudieran tener en la solvencia de los bancos, dicho conocimiento no resulta suficiente para evaluar la suficiencia del capital y provisiones. El pasaje de los determinantes de la mora a una distribución de pérdidas por incobrabilidad no es automático. Es necesaria la aplicación de un modelo o metodología particular que permita estimar la referida distribución.

En el mismo año 2007, Rodríguez Dupuy, en su trabajo “Distribución de pérdidas de la cartera de créditos: el método unifactorial de Basilea II vs. estimaciones no paramétricas” presentó al método IRB, propuesto por el acuerdo de capitales del Comité de supervisión bancaria de Basilea (conocido como Basilea II) como un avance importante en lo que tiene que ver con la medición del riesgo de crédito y la adecuación de los requerimientos de capital económico de los bancos. Este modelo fue comparado con una estimación no paramétrica estimada por la autora llamada Bootstrap que provee de una medida empírica de las pérdidas de la cartera. La principal ventaja de este método es que no se requiere realizar hipótesis sobre la forma que adopta la distribución a estimar.

La autora concluyó que el método IRB parece sobreestimar en algunos casos la medida de pérdida inesperada de las carteras. En función de los resultados obtenidos, recomienda “suavizar” la función del IRB que establece tanto la probabilidad de incumplimiento como el requerimiento de capital, incorporando modificaciones que reflejen las características observadas en la economía uruguaya. Estas “suavizaciones” deberían incluir la modificación de los coeficientes de correlación y un nivel de confianza menor al 99.9% sugerido en el método IRB, el cual parece resultar muy alto. La aplicación del método de estimación no paramétrico también puede resultar

de utilidad cuando se analiza la aplicación de un IRB suavizado como medida del requerimiento de capital, ya que sirve como forma de calibrar los parámetros para que los mismos reflejen la realidad del sistema financiero uruguayo. Las correlaciones entre los activos podrían estimarse mediante estos procedimientos, para luego ser utilizados en las funciones ponderadoras de riesgo.

El trabajo en cuestión también se enmarca dentro del paradigma de Modelo de Impago, brindando un enfoque distinto al análisis del riesgo de crédito. Mientras el trabajo de Vallcorba y Delgado se centró en la identificación de los determinantes de la mora y su relación de largo plazo, Rodríguez Dupuy no analiza los determinantes de la mora sino que trabaja directamente en la estimación de distribuciones de probabilidad de pérdidas por incobrabilidad, aplicando a tales efectos el modelo IRB recomendado por Basilea II y procediendo a su evaluación mediante su contrastación con la aplicación de un modelo no paramétrico alternativo. Como se señalara, la constratación con el modelo no paramétrico utilizado le permite a la autora recomendar flexibilizar los parámetros del modelo IRB para su aplicación a la realidad uruguaya. Para la evaluación de la suficiencia de capital y provisiones el aporte de este trabajo es más útil que el anterior. Sin embargo, como se señalara no brinda luz sobre los determinantes y aunque el método no paramétrico se enmarca dentro de lo posible, por su proceso de construir distribuciones de frecuencias de incumplimientos a partir un número considerable de extracciones aleatorias de muestras del universo de eventos pasados de cumplimiento – incumplimiento de créditos, los resultados obtenidos promedian eventos que provienen de distintas fases del ciclo económico, sin posibilidad de construir una distribución de probabilidad que esté condicionada a la fase del ciclo en la que se encuentre la economía.

Un último trabajo fue realizado por el autor del presente junto a Soares Netto, el que tuvo por objetivo evaluar durante el período 2000-2006 la suficiencia del capital y de las provisiones por incobrabilidad asignados por las instituciones bancarias a sus carteras de créditos corporativos, a través del cálculo de valores en riesgo (VaR), los que son una estimación de las pérdidas esperadas e inesperadas resultantes de las exposiciones asumidas.

Para el cálculo de los VaRes se empleó la metodología CyRCE (“Capital y Riesgo de Crédito en Países Emergentes”) con algunas mejoras. Este modelo que fue desarrollado por el Ingeniero Javier Márquez Diez Canedo, técnico del Banco de México, supone que están dadas las probabilidades de incumplimientos de los créditos y sus covarianzas. La forma funcional de la distribución de pérdidas se obtiene suponiendo que la misma puede ser caracterizada por dos parámetros: la media y la varianza. Las probabilidades de incumplimiento o de “default” (PD) se estimaron por máxima verosimilitud, es decir como probabilidad de incumplimiento de cada categoría de calificación de crédito al comienzo de cada año se tomó la “tasa de incumplimiento” efectivamente verificada al final del año. La misma fue definida como la razón entre el número de créditos vigentes al comienzo de cada año que al final del año figuraban informados a la Central de Riesgos como vencidos o castigados y que un año después no recuperaron el status de vigente ni fueron cancelados, sobre el número total de créditos vigentes al comienzo del año. La metodología se enmarca dentro del paradigma de Modelo de Impago y al igual que en el trabajo de Rodríguez Dupuy no se establece ninguna relación entre la probabilidad

de incumplimiento y sus determinantes, ni se formula ninguna consideración respecto a estos posibles determinantes, ni a los vínculos existentes entre el ciclo económico y las pérdidas por incobrabilidad.

Entre las principales conclusiones del trabajo se destacan:

- El sistema bancario considerado en promedio, dispuso de suficiente capital y provisiones por incobrabilidad para hacer frente a los riesgos de crédito asumidos, con un margen más exiguo para el año 2002.
- La conclusión de suficiencia del capital real y provisiones se hace extensiva al capital regulatorio, si el mismo es considerado en sustitución del capital real, hecho que le daría sustento a su carácter prudencial.
- No obstante, las provisiones por incobrabilidad, con relación a las pérdidas esperadas demostraron tener un comportamiento contracíclico, con una tendencia decreciente en los años 2000 al 2002 cuando las segundas presentaron una tendencia de signo opuesto.
- El análisis de sensibilidad efectuado sobre la tasa de recupero de garantías permitió concluir que el sistema bancario se presenta más sensible a dicha variable cuando el análisis se hace a nivel de instituciones individualmente consideradas que cuando se considera al mismo en forma agregada.
- La concentración del VaR en el sistema bancario así como la concentración de los riesgos presentaron una tendencia creciente.

Como se señalara los dos últimos trabajos reseñados llegan a distribuciones de probabilidad de pérdidas por incobrabilidad que se enmarcan en el segundo paradigma de Modelo de Impago, confirmando la imposibilidad de adoptar un Modelo de Marcar a Mercado. Al no disponerse de las estructuras temporales de tasas de interés correspondientes a cada calificación crediticia no se pueden calcular variaciones en los valores presentes de préstamos resultantes de cambios en sus calidades crediticias.

El valor que aportaría nuestro trabajo, con relación a los antecedentes reseñados, se resume en el hecho de conjugar en un único estudio determinantes del riesgo de incumplimiento con distribuciones de probabilidad de pérdidas por incobrabilidad, con el objeto de llegar a una evaluación más rigurosa de la suficiencia del capital regulatorio y de las provisiones por incobrabilidad de los bancos. Al mismo tiempo y no menos importante, se evaluará la sensibilidad entre el ciclo económico y las pérdidas por incobrabilidad de los bancos. A efectos de cumplir con los objetivos propuestos se aplicará una metodología distinta a la vista en los trabajos anteriores que se complementará con un ejercicio de simulación histórica.

2. La metodología del presente trabajo - Creditrisk+

En el presente trabajo se adoptó como marco teórico el que se conoce como “Modelo de Impago”, aplicándose una de sus metodologías más conocida: “Creditrisk+”, la que fuera desarrollada por Credit Suisse Financial Products (CSFP) en 1997. Como se

señalara, esta metodología al pertenecer al referido marco teórico no permite evaluar los cambios en el valor de un portafolio como consecuencia de cambios en la calidad crediticia de los deudores que lo componen, lo que podría ser considerado como una desventaja respecto a la metodología Creditmetrics. Sin embargo, la gran ventaja que presenta “Creditrisk+” es que, de cumplirse los supuestos que asume, permite llegar a la forma funcional de la distribución de pérdidas, sin necesidad de recurrir a la Simulación de Montecarlo, como única alternativa ofrecida por Creditmetrics para obtener la distribución de probabilidad de pérdidas por incobrabilidad.

“Creditrisk+” parte del concepto de que la pérdida por incumplimiento surge de la combinación de dos elementos: la frecuencia de incumplimientos y la severidad de los mismos. Su piedra angular es el conjunto de probabilidades individuales de impago de los créditos en la cartera, los que serán propios de cada calificación de riesgo (es decir todos los deudores con la misma calificación tendrán la misma probabilidad de incumplimiento).

2.1. Versión más simple de Creditrisk+

En su versión más simple Creditrisk+ asume que las probabilidades de impago son siempre pequeñas, independientes (correlación igual a 0) y constantes en el tiempo. El número de incumplimientos en la cartera se puede explicar por una Distribución de Probabilidad Poisson. Obtenida la distribución del número de incumplimientos se elige una unidad de pérdida L, útil para construir bandas v_j definidas como múltiplos de esa unidad de pérdida. Los créditos netos de sus recuperos se agrupan, redondeo mediante, en dichas bandas, en donde, los montos de pérdida, en caso de verificarse incumplimientos, son iguales para todos los créditos ubicados en la misma banda. Bajo estos supuestos se puede determinar la distribución de pérdidas por incobrabilidad de una cartera de préstamos a través de la consideración de una Función Generadora de Probabilidades (FGP) y de un proceso numérico de recursión.

A continuación se presenta un diagrama ilustrativo de la versión más simple de la metodología, cuya versión íntegra se incluye en el Anexo I.

1. Estimación de las PD constantes de cada deudor.

2. Se recurre a la Función Generadora de Probabilidades (FGP), la que se transcribe a continuación.

$$F(s) = \sum_{n=0}^{\infty} \text{Prob.}(\text{"n" incumplimientos}) \times s^n, \text{ en donde } S \text{ es una}$$

variable auxiliar, sin significado alguno, excepto el de que su exponente, en cada sumando, indica el número de incumplimientos de deudores y el coeficiente que la precede señala la probabilidad de ocurrencia de ese número de incumplimientos.

3. Para un deudor individual i la FGP es la siguiente:

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

4. Considerando que los eventos de pérdida son independientes la FGP de toda la cartera es:

$$F(s) = \prod_{i=1}^N F_i(s) = \prod_{i=1}^N [1 + p_i(s - 1)]$$

5. Aplicando logaritmos y dado el supuesto de que la p_i es pequeña se cumple que: $\ln[1 + p_i(s - 1)] \approx p_i(s - 1)$, la FGP queda expresada como: $F(s) = e^{\mu(s-1)}$ la que expandida según la serie de Taylor queda como $F(s) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!} \mu^n e^{-\mu} s^n$, observándose que las probabilidades del número de incumplimientos se distribuyen Poisson.

Distribución de pérdidas por incumplimientos

6. La FGP del número de incumplimientos (n) de cada banda v_j es igual a la FGP de pérdidas equivalentes a $n \times v_j$, la que se transcribe a continuación:

$$G_j(S) = e^{\mu_j(s^{v_j} - 1)} \text{ donde } \mu_j = \sum_{\{i/v_i=v_j\}} p_i$$

7. La FGP de las pérdidas de la cartera se obtiene como el producto de las FGP

de las bandas: $G(S) = e^{\sum_{j=1}^m \mu_j (s^{v_j} - 1)}$ y los coeficientes de cada S^n de la expansión de Taylor son las probabilidades de que se pierdan “ n ” unidades de “L”, los que surgen de la siguiente expresión:

$$P_n(L) = \frac{1}{n!} \left. \frac{d^n G(S)}{dS^n} \right|_{S=0}$$

8. Para obtener las probabilidades del numeral anterior existe una forma recursiva que se transcribe a continuación:

$$P_n(L) = \sum_{\{j/v_j \leq n\}} \frac{\varepsilon_j}{n} P_{n-v_j}(L) = \frac{1}{n} \sum_{\{j/v_j \leq n\}} \varepsilon_j P_{n-v_j}(L) \quad ; \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

donde $\varepsilon_j = \mu_j \times v_j$ y donde $P_0(L) = e^{-\mu}$; $\mu = \sum_{j=1}^m \mu_j$

2.2. Versión más completa de Creditrisk+

La versión más completa de la metodología asume que las probabilidades de impago son variables en el tiempo y se pueden explicar por una suma ponderada de “K factores de riesgo”, los que se distribuyen de acuerdo a distribuciones Gamma independientes con media unitaria y varianza σ_K . Los ponderadores son propios de cada calificación de riesgo y compartidos por todos los deudores que tienen la misma calificación. Condicionados a estos factores se supone que los incumplimientos de los deudores individuales se comportan como ensayos Bernoulli independientes. Las correlaciones de probabilidades de impago entre deudores están implícitas en las variaciones de los factores de riesgo. Los movimientos en el mismo sentido de los eventos de impago para deudores que tienen distintas calificaciones, que podrían ser asumidos como una evidencia de correlación positiva, así como variaciones en el número anual de incumplimientos para una población de créditos que comparten la misma calificación de riesgo (evidencia de que las probabilidades de incumplimiento no son constantes) solo se explican por cambios en esos factores de riesgo que hacen aumentar o disminuir al mismo tiempo las probabilidades de incumplimiento de los deudores. Las magnitudes de dichas variaciones dependerán de las contribuciones de los factores de riesgo a dichas probabilidades, las que como se mencionara son propias de cada calificación de riesgo. Es decir, operado un cambio en un factor de riesgo con su consecuente cambio en la probabilidad de incumplimiento de todos los créditos afectados por ese mismo factor, los eventos de incumplimiento de deudores se asumen como independientes.

Cuando se introducen probabilidades de incumplimiento explicadas por factores de riesgo que se distribuyen Gamma independientes, el supuesto de la Distribución Poisson para el número de incumplimientos, visto en la versión más simple de la metodología, deja paso a otra distribución de probabilidad para modelizar el número de incumplimientos: la Distribución Binomial Negativa. Obtenida la distribución del número de incumplimientos y al igual que para la versión simple se elige una unidad de pérdida, útil para construir bandas definidas como múltiplos de esa unidad de pérdida. Los créditos netos de sus recuperos se agrupan en dichas bandas, en donde,

las pérdidas por incumplimientos son iguales para todos los créditos ubicados en la misma banda. De esta forma se obtiene la función generadora de la probabilidad de pérdidas y mediante un proceso numérico de recursión, distinto al visto en la versión más simple, se obtiene la distribución de probabilidad de pérdidas.

Las variables macroeconómicas que en general se incluyen como factores explicativos suelen estar entre las siguientes: tasa de variación real del producto bruto interno (PBI), precios de los commodities, algún índice de salarios, tasa de desempleo, tipo de cambio real, tasas de interés (nominales o reales) y, en ciertos casos, alguna medida de expectativas.

La versión más completa de Creditrisk+ que torna variable la probabilidad de incumplimiento, en función de las variaciones que puedan experimentar los factores de riesgo, se ajustaría más a la realidad en donde se observa que las pérdidas por incobrabilidad no suelen ser constantes año a año y que en general están muy ligadas a la fase del ciclo económico por la que esté atravesando la economía. En épocas de boom las pérdidas suelen ser pequeñas, e incluso, a veces, menores que las propias previsiones de incobrabilidad que se constituyen y en épocas de recesión las pérdidas por incobrabilidad suelen incrementarse significativamente. Son en estas distintas fases en donde se observan cambios en los factores explicativos que podrían estar anticipando esos cambios en las pérdidas por incobrabilidad. La metodología permite estimar la distribución de probabilidad de pérdidas por incobrabilidad condicionada a la fase del ciclo económico, útil para situaciones de crisis sistémica (en donde, a partir de la misma distribución se obtiene el máximo monto de pérdidas a sufrir para un determinado intervalo de confianza) o incluso la distribución de probabilidad incondicional.

A continuación, y al igual que para la versión simple, se presenta un diagrama ilustrativo de la versión más acabada de la metodología, la que también una versión completa se incluye en el Anexo II.

9. Se estiman las probabilidades de incumplimiento variables condicionadas a k factores de riesgo x :

$$P_i(x) = \bar{P}_{c(i)} \sum_{k=1}^K x^k w_{c(i),k} \quad ; \quad \sum w_{c(i),k} = 1 \quad ; \quad w_{c(i),k} \geq 0 \quad \forall i,k$$

Las $\bar{P}_{c(i)}$ son las PD constantes de cada deudor en función de su calificación de riesgo ya estimadas en la versión más simple. En esta primera etapa se deben identificar factores de riesgo x y sus ponderadores w para cada calificación de riesgo.

10. Se obtiene la FGP del número de incumplimientos de la cartera condicionada a los factores de riesgo, cuya expresión es:

$$F(s/x) = e^{\mu(x)[s-1]} \quad , \quad \text{donde } \mu(x) = \sum_i p_i(x)$$

11. Integrando la expresión anterior respecto a los factores x se obtiene la FGP del número de incumplimientos incondicional. En el proceso se hace un cambio de variable.

$$F(s) = \prod_k \left[\frac{1 - \theta_k}{1 - \theta_k s} \right]^{\frac{1}{\sigma_k^2}} \text{ donde } \theta_k = \frac{\sigma_k^2 \mu_k}{(1 + \sigma_k^2 \mu_k)} \text{ y } \mu_k = \sum_i w_{c(i)k} \overline{p^{c(i)}}$$

siendo σ_k^2 la varianza de cada factor de riesgo

Entonces la FGP es un producto de FGPs binomiales negativas.

12. Introduciendo nuevamente a las bandas v_i , se obtiene la FGP de pérdidas por incumplimientos condicionadas a los factores x , cuya expresión final es:

$$G(s/x) = e^{\left[\sum_{k=1}^K x_k \sum_i \overline{p^{c(i)}} w_{c(i)k} [s^{v_i} - 1] \right]}$$

13. Integrando sobre x y haciendo un poco de álgebra se obtiene la FGP incondicional de la distribución de pérdidas por incumplimiento.

$$G(s) = \prod_{k=1}^K \left[\frac{1 - \theta_k}{1 - \theta_k \pi_k(s)} \right]^{\frac{1}{\sigma_k^2}}$$

$$\text{donde } \pi_k(s) = \frac{1}{\mu_k} \sum_i w_{c(i),k} \overline{p^{c(i)}} s^{v_i}; \theta_k = \frac{\sigma_k^2 \mu_k}{(1 + \sigma_k^2 \mu_k)} \mu_k = \sum_i w_{c(i)k} \overline{p^{c(i)}}$$

14. Por último para conocer la probabilidad de perder n unidades L se debe obtener la serie de potencias de la expresión del numeral anterior:

$$G(s) = \sum_{n=0}^{\infty} R_n s^n$$

Si se hace la derivada logarítmica de la expresión del numeral anterior se llega a:

$$\frac{d}{ds} \log G(s) = \frac{1}{G(s)} \frac{dG(s)}{ds} = \frac{A(s)}{B(s)} = \frac{a_0 + a_1 s + a_2 s^2 + \dots + a_r s^r}{b_0 + b_1 s + b_2 s^2 + \dots + b_t s^t}$$

Entonces, los coeficientes de la serie de potencias se obtienen de acuerdo a la siguiente forma recursiva:

$$R_{n+1} = \frac{1}{b_0(n+1)} \left(\sum_{i=0}^{\min(r,n)} a_i R_{n-i} - \sum_{j=0}^{\min(t-1,n-1)} b_{j+1} (n-j) R_{n-j} \right)$$

con $R_0 = \prod_{k=1}^K (1 - \theta_k)^{\frac{1}{\sigma_k^2}}$. **R_{n-1} es la probabilidad de perder n+1 unidades L**

Entre las ventajas que presenta Creditrisk+ se señala que desde el punto de vista de su implementación es una metodología que no ofrece complicaciones, que en su versión más sencilla sólo requiere que la cartera esté calificada, se cuente con probabilidades de impago asociadas a las calificaciones y alguna estimación sobre tasas de recuperación. En la versión más completa se necesita identificar los determinantes de las probabilidades de impago así como sus ponderadores, siendo estos últimos propios de cada calificación de riesgo.

Los dos aspectos más cuestionados que presenta la metodología son que:

1. es difícil que el supuesto de la distribución Gamma pueda ajustarse al comportamiento de todos los factores determinantes de las probabilidades de impago, tanto teórica como empíricamente, y
2. el supuesto de la aproximación Poisson para el número de incumplimientos, el que establece que:

$$\ln[1 + p_i(s - 1)] \approx p_i(s - 1)$$

ya que el problema con esta aproximación es que a medida que aumenta la probabilidad de incumplimiento, se hace cada vez más probable que el mismo crédito incumpla más de una vez en el mismo período, lo que es absurdo y conduce a una cola de la distribución más pesada de lo que realmente es (fat tail). Sin embargo, para probabilidades pequeñas el error es despreciable.

La metodología solo considera factores de riesgo sistémicos para explicar las variaciones en las probabilidades de incumplimiento, por lo que no toma en cuenta, en forma directa, variables propias de cada deudor (riesgo idiosincrásico). Sin embargo, el peso de estas últimas estaría recogido en la propia calificación asignada a cada deudor. En las carteras que se consideraran para este trabajo las calificaciones de riesgo surgen de criterios bancocentralistas, los que obligan a calificar a cada deudor en función de su situación.

Por último, si la unidad de pérdida elegida es pequeña para la obtención de la distribución de probabilidades de pérdida se paga un precio muy grande en cuanto al número de operaciones matemáticas que hay que realizar. Si se elige una unidad de pérdida mayor se disminuye el número de operaciones pero se pierde en precisión de la distribución con la posible aparición de “jorobas” relativamente pronunciadas. De todas formas, mediante aproximaciones sucesivas se podría elegir aquella unidad de medida que logre el adecuado equilibrio entre el número de operaciones matemáticas a realizar y la forma de la distribución.

III. Estimación de las distribuciones de probabilidad de pérdidas del sistema bancario

1. Reseña metodológica y datos

1.1. Fuentes de información

De acuerdo al artículo N° 331 literal a) de la Recopilación de Normas de Regulación y Control del sistema Financiero del Banco Central del Uruguay (RNRCFSF) los bancos deben proporcionar en forma mensual a la Superintendencia de Servicios Financieros información de sus riesgos, incluyendo el resultado de la clasificación de la calidad crediticia de los mismos. Entre éstos se informa la totalidad de los deudores que tengan créditos registrados en las cuentas de créditos en gestión, créditos morosos o créditos castigados.

De este modo ha sido posible extraer de la Central de Riesgos información de créditos concedidos al sector industrial, correspondiente al período 2000 – junio del 2010 por deudor o garante, con saldos adeudados al inicio y al final de los trimestres del período considerado, sus clasificaciones de riesgos, las garantías que se vinculan con los saldos adeudados y su condición de haber sido castigados o de haberse cancelado su importe.

1.2. Exposiciones

Los bancos que al 30 de junio del 2010 mantenían exposiciones crediticias con el sector industrial eran doce. El total de cartera expuesta de cada banco se obtuvo considerando el importe de las deudas brutas a las que se les restó las coberturas o garantías asociadas. A los efectos del cálculo de estas últimas se consideró que el importe recuperado de las garantías hipotecarias es equivalente al 80% del valor de tasación del inmueble con un tope del 100% del crédito cubierto. El resto de garantías computables (mayoritariamente garantías líquidas) fueron tomadas por el 100% de su valor, con el mismo tope del 100% del crédito cubierto.

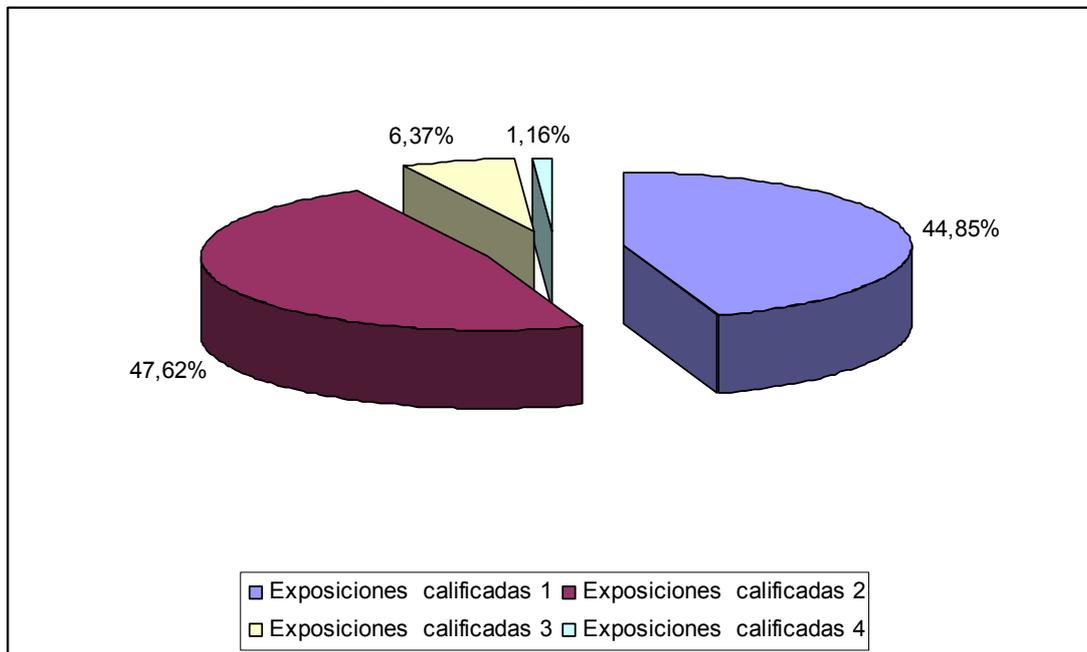
El total de exposiciones por créditos al sector industrial del sistema bancario al 30 de junio de 2010 ascendió a USD miles 855.381 y su apertura por calificación de riesgo crediticio se expone en la Tabla 1 y en el Gráfico 1. De su análisis se observa que el 92% del monto total de exposiciones corresponden a créditos calificados 1 y 2.

Tabla I. Montos de exposiciones por créditos concedidos al sector industrial por el sistema bancario desglosados por calificación de riesgo crediticio

	Miles de USD
Exposiciones calificadas 1	383.629
Exposiciones calificadas 2	407.330
Exposiciones calificadas 3	54.490
Exposiciones calificadas 4	9.932
Total	855.381

Cartera de préstamos bancarios al sector industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad de Pérdidas por Incobrabilidad

Gráfico 1. Cartera total de exposiciones por créditos concedidos al sector industrial por el sistema bancario abierta por calificación de riesgo crediticio

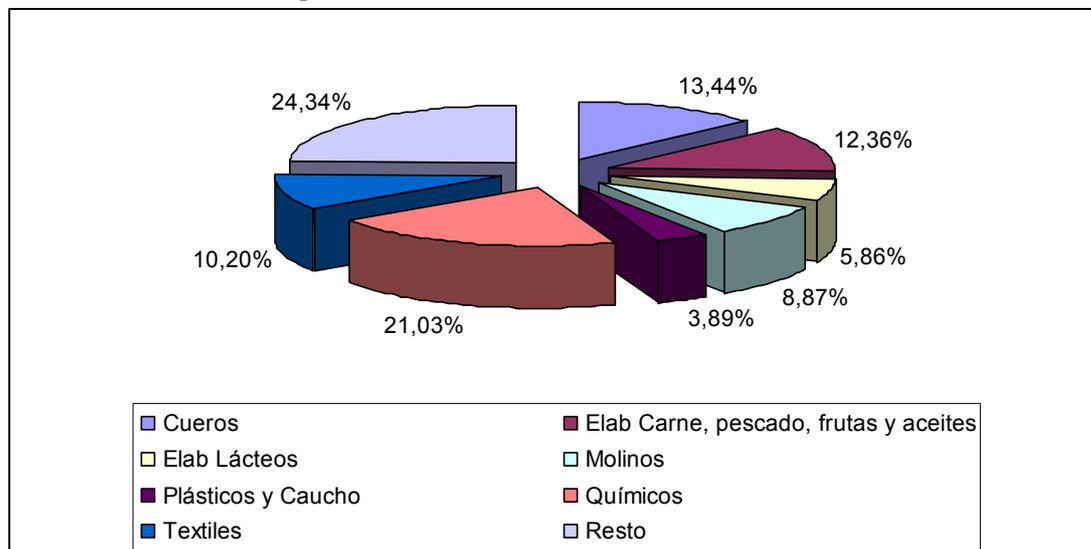


La apertura del monto total de exposiciones por sector de actividad se presenta en la Tabla 2 y en el Gráfico 2. De su análisis se observa que los sectores con mayor participación son el de Químicos y el Cueros con el 21,03% y el 13,44% respectivamente y el sector con menor participación es el de Plásticos y Caucho con un 3,89% del total.

Tabla 2. Montos de exposiciones por créditos concedidos al sector industrial por el sistema bancario desglosados por sector de actividad

Sector de actividad	Miles de USD
Cueros	114.968
Elab Carne, pescado, frutas y aceites	105.720
Elab Lácteos	50.135
Molinos	75.904
Plásticos y Caucho	33.304
Químicos	179.899
Textiles	87.287
Resto	208.164
Total	855.381

Gráfico 2. Cartera total de exposiciones por créditos concedidos al sector industrial por el sistema bancario abierta por sector de actividad



1.3. Estimación de las probabilidades de incumplimientos o default (PD) de las calificaciones de riesgo crediticio

Previo al 1 de abril de 2006 las calificaciones de riesgo crediticio definidas por el Banco Central del Uruguay para los deudores del sector no financiero y ordenadas de menor a mayor probabilidad de incumplimiento eran:

- 1 – Deudores de riesgo normal
- 2 – Deudores de riesgo potencial
- 3 – Deudores de riesgo real
- 4 – Deudores de alto riesgo
- 5 – Deudores irrecuperables

Cada calificación establecía las condiciones que el deudor debía cumplir para que se le asignara dicha calificación, que en general referían a su solvencia, generación de flujos, antecedentes de cumplimiento, rentabilidad y estructura de financiamiento. Asimismo, cada calificación tenía asociada un porcentaje de previsión por incobrabilidad a constituir sobre los saldos brutos netos de garantías computables.

Los riesgos calificados 5 fueron excluidos de las carteras de préstamos analizadas ya que se asume que representan pérdidas por incobrabilidad ya materializadas.

A partir del 1º de abril del 2006 las categorías definidas por el Banco Central del Uruguay (BCU) para los deudores del sector no financiero son:

- 1A – Operaciones con garantías autoliquidables admitidas.

- 1C – Deudores con capacidad de pago fuertes*
- 2A – Deudores con capacidad de pago adecuada*
- 2B – Deudores con capacidad de pago con problemas potenciales*
- 3 – Deudores con capacidad de pago comprometida*
- 4 – Deudores con capacidad de pago muy comprometida*
- 5 – Deudores irrecuperables*

A los efectos de empalmar las series históricas de incumplimientos entre ambas escalas de calificaciones, los créditos 1C fueron tomados como si estuvieran calificados 1 y los créditos 2A y 2B fueron asimilados con la anterior calificación 2. Los créditos calificados 3 y 4 de la anterior escala se asimilaron con los créditos 3 y 4 del nuevo esquema. Los criterios seguidos a tales efectos surgieron de la comparación de los conceptos enunciados para definir cada calificación en ambas escalas, así como de la consideración de los importes mínimos de previsión relacionados. La calificación 1A no fue tomada en cuenta en virtud de considerarse que los créditos con dicha calificación no revisten riesgo de contraparte.

Las probabilidades de incumplimiento o de “default” (PD) se estimaron para cada una de las calificaciones de riesgo crediticio por máxima verosimilitud, utilizando los números de incumplimientos trimestrales de deudores del sector industrial verificados en todo el sistema Financiero entre diciembre de 1999 y diciembre del 2009. Se consideró que configuraban incumplimientos aquellos créditos vigentes al comienzo de cada trimestre que al final del trimestre figuraban informados a la Central de Riesgos como vencidos o castigados y que un trimestre después no recuperaron el status de vigente ni fueron cancelados. Como no se dispuso de la apertura de la calificación original de riesgo crediticio de los créditos vencidos o castigados durante cada trimestre que al trimestre siguiente fueron cancelados o recuperaron la condición de vigente, se procedió a su prorrateo según el número de créditos que por categoría de riesgo crediticio pasaron de vigentes a vencidos en el trimestre previo entre los créditos calificados 1, 2 y 3.

Por cada calificación de riesgo crediticio se define a la tasa de incumplimiento trimestral como la razón entre el número de créditos que incumplieron en el trimestre sobre el número total de créditos vigentes al comienzo del trimestre. De esa forma tenemos que:

$$\pi_{t,c(i)} = \frac{k_{t,c(i)}}{N_{t-1,c(i)}} \text{ donde } \pi_{t,c(i)} \text{ es la tasa de incumplimiento de la calificación } i \text{ para el trimestre } t,$$

$k_{t,c(i)}$ es el número de créditos con calificación i que incumplieron en el trimestre t y $N_{t-1,c(i)}$ es el número de créditos vigentes al comienzo del trimestre con calificación i .

Se asume que todos los créditos que comparten la misma calificación de riesgo tienen la misma probabilidad de incumplir a la que denominaremos “ $p_{c(i)}$ ”. Los eventos de incumplimiento son típicos eventos “Bernoulli” por lo que la variable aleatoria número de incumplimientos se modeliza mediante la siguiente distribución binomial:

$$\Pr\{N^{\circ} \text{ de incumplimientos} = k_{t,c(i)}; p_{c(i)}\} = \binom{N_{t-1,c(i)}}{k_{t,c(i)}} p_{c(i)}^{k_{t,c(i)}} (1 - p_{c(i)})^{(N_{t-1,c(i)} - k_{t,c(i)})}; t = 1, 2, \dots, T$$

Si los eventos son independientes de un período a otro el estimador máximo verosímil de $p_{c(i)}$ se obtiene de maximizar la probabilidad de que se haya observado la sucesión de $\pi_{1,c(i)}, \pi_{2,c(i)}, \dots, \pi_{n,c(i)}$, es decir:

$$\text{Max}_{p_{c(i)}} \Pr\{k_{1,c(i)}, k_{2,c(i)}, \dots, k_{n,c(i)}; p_{c(i)}\} = \text{Max}_{p_{c(i)}} \prod_{t=1}^T \binom{N_{t-1,c(i)}}{k_{t,c(i)}} p_{c(i)}^{k_{t,c(i)}} (1 - p_{c(i)})^{(N_{t-1,c(i)} - k_{t,c(i)})}$$

Si definimos $r = \sum_{t=1}^T k_{t,c(i)}$ y $s = \sum_{t=1}^T (N_{t-1,c(i)} - k_{t,c(i)})$. Como $\binom{N_{t-1,c(i)}}{k_{t,c(i)}}$ son constantes,

la probabilidad $p_{c(i)}$ que maximiza la expresión anterior es la misma que maximiza la siguiente expresión :

$$\text{Max } p_{c(i)}^r (1 - p_{c(i)})^s$$

Si se deriva e iguala a cero se obtiene la siguiente expresión :

$$p_{c(i)}^{r-1} (1 - p_{c(i)})^{s-1} [r(1 - p_{c(i)}) - sp_{c(i)}] = 0, \text{ siendo la solución de interés}$$

$$r(1 - p_{c(i)}) - sp_{c(i)} = 0, \text{ es decir } p_{c(i)} = \frac{r}{r + s} = \frac{\sum_{t=1}^T k_{t,c(i)}}{\sum_{t=1}^T N_{t-1,c(i)}}$$

Es decir, las probabilidades de incumplimiento se estiman como el cociente de la suma de incumplimientos trimestrales verificados durante el período 2000 – 2009 sobre la suma de créditos vigentes al comienzo de cada trimestre del mismo período.

En el Anexo III se presentan los números de créditos vigentes concedidos al sector industrial al inicio de cada trimestre durante el período 2000 – 2009 por el sistema financiero, abierto por calificación de riesgo crediticio, los números de incumplimientos trimestrales y las tasas de incumplimiento trimestral, valores que también se recogen en los Gráficos 3 al 6. En la última línea de dicho Anexo se estiman las probabilidades de incumplimiento de cada calificación según el desarrollo anterior las que se transcriben en la Tabla 3.

Tabla 3. Estimadores de las Probabilidades de Incumplimiento

Calificación	PD
1	0,70690%
2	2,04344%
3	3,27013%
4	9,14374%

Cartera de préstamos bancarios al sector industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad de Pérdidas por Incobrabilidad

Gráfico 3. Número de créditos vigentes calificados 1 concedidos al sector industrial por el sistema financiero al inicio de cada trimestre durante el periodo 2000 - 2009, número de incumplimientos trimestrales y tasas de incumplimiento

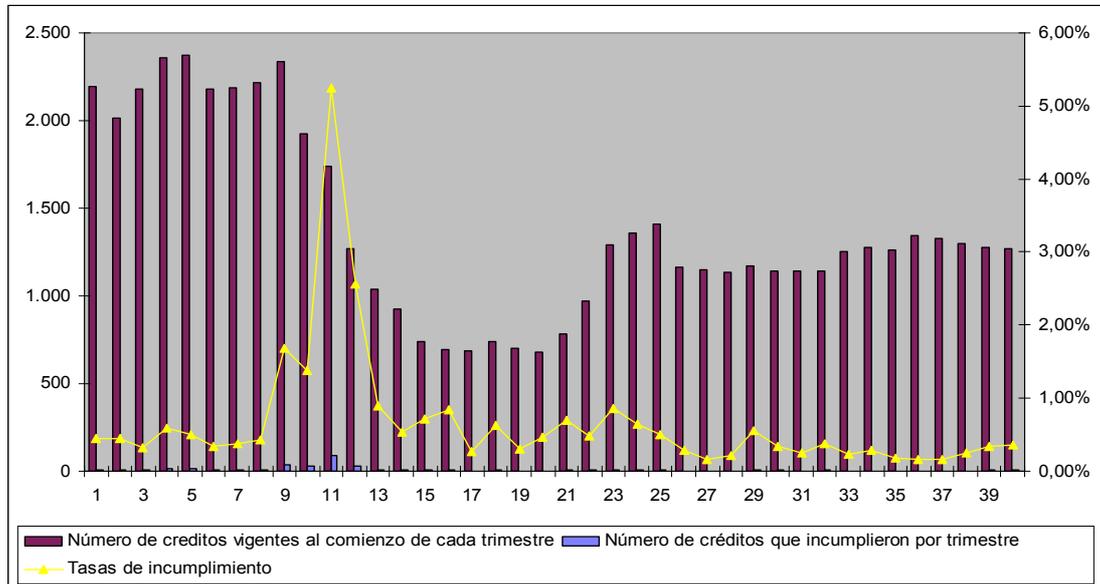
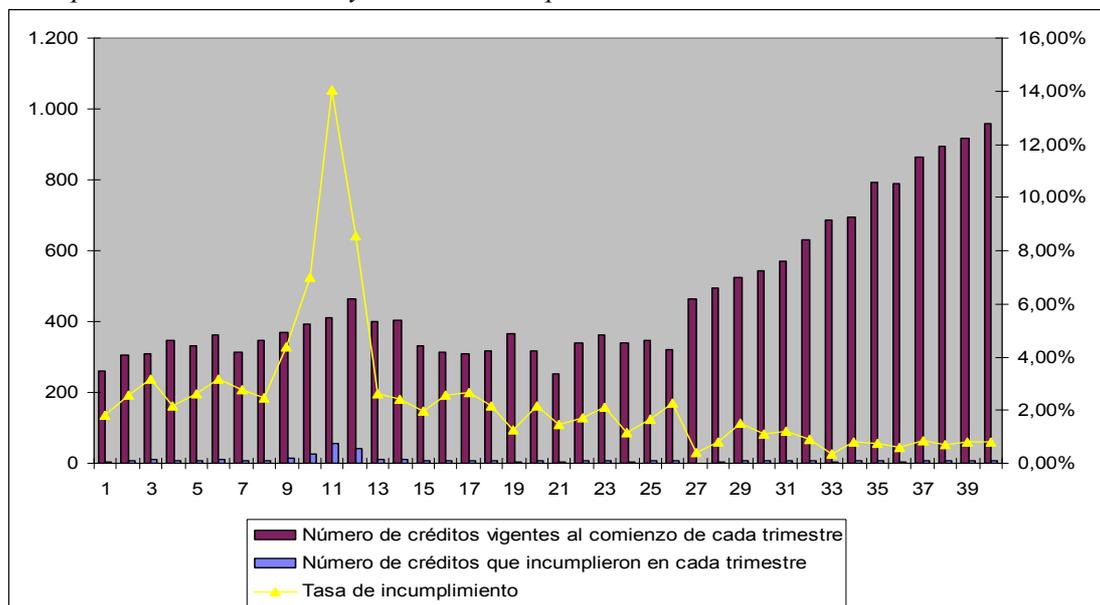


Grafico 3. - Número de créditos vigentes calificados 2 concedidos al sector industrial por el sistema financiero al inicio de cada trimestre durante el periodo 2000 - 2009, número de incumplimientos trimestrales y tasas de incumplimiento



Cartera de préstamos bancarios al sector industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad de Pérdidas por Incobrabilidad

Gráfico 5. Número de créditos vigentes calificados 3 concedidos al sector industrial por el sistema financiero al inicio de cada trimestre durante el periodo 2000 - 2009, número de incumplimientos trimestrales y tasas de incumplimiento

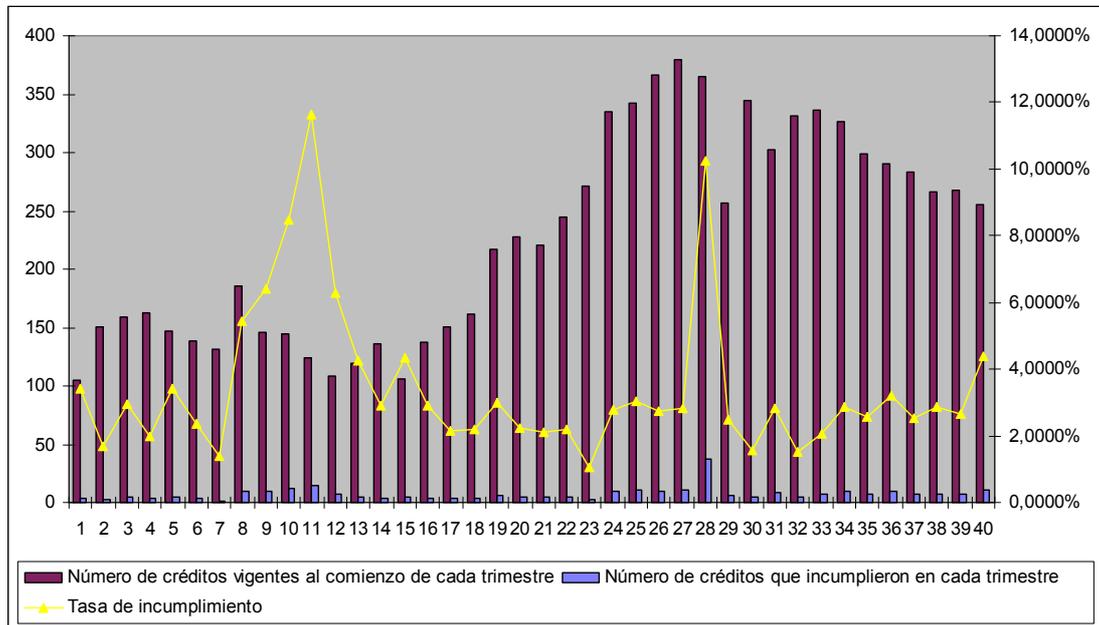
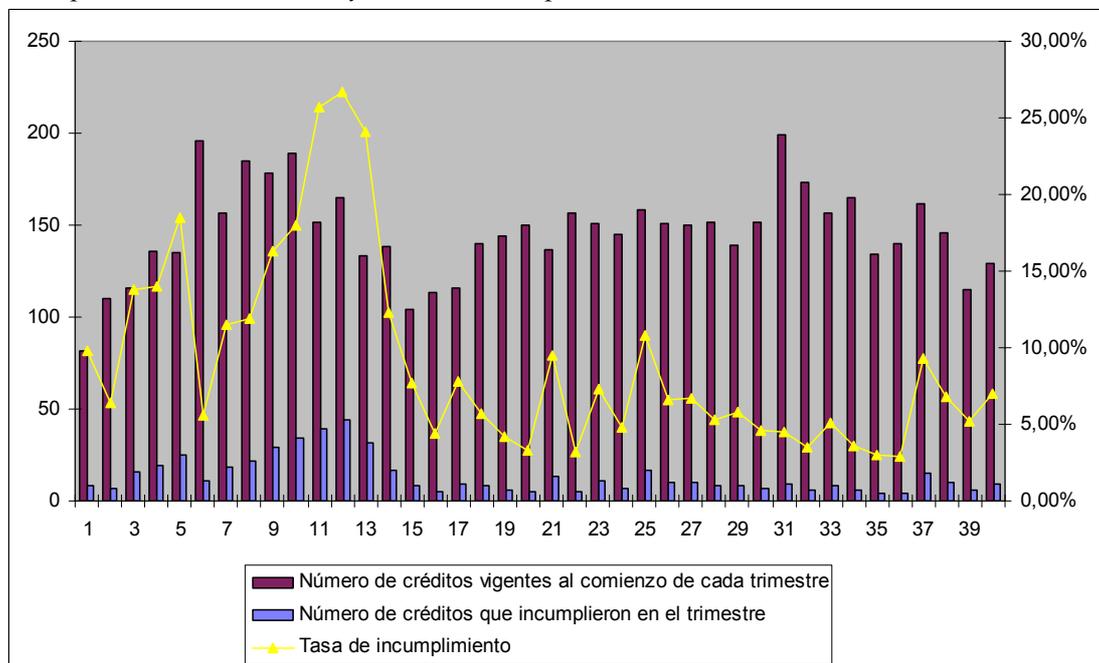


Gráfico 6 - Número de créditos vigentes calificados 4 concedidos al sector industrial por el sistema financiero al inicio de cada trimestre durante el periodo 2000 - 2009, número de incumplimientos trimestrales y tasas de incumplimiento



1.4. Elección de las unidades de pérdidas de las carteras de los bancos (L)

Como se señalara al comienzo de la descripción de la metodología en la sección II.2.1 es necesario distribuir los riesgos crediticios de una cartera en bandas de unidades de pérdida L (v_j), las que se definen como múltiplos de esta última. A los efectos de la determinación de dichas unidades para cada uno de los doce bancos analizados se tomaron en cuenta aspectos como el tamaño de la cartera y la cantidad de créditos, definiéndose unidades de pérdida L que oscilaron entre 1/60 y 1/250 del valor total de la cartera. A los efectos de descartar montos de exposición muy pequeños, que en número pudieran estar distorsionando el tamaño de la primera banda se optó por considerar, en algún banco, las exposiciones cuya suma representaba un 95% del monto total de la cartera.

1.5. Factores de riesgo considerados para la aplicación de la versión más completa de Creditrisk+

En la Tabla 4 se transcriben los factores de riesgo que se consideraron para obtener las distribuciones de las pérdidas de las carteras de préstamos al sector industrial del sistema bancario en la versión más completa de Creditrisk+

Tabla 4. Factores de riesgo

Factores de riesgo	Código	Fuente
Índice de Volumen Físico (IVF) Retraso de 4 trimestres	IVF4T	Banco Central del Uruguay
1era. diferencia de un trimestre respecto al anterior de LN IVF con retraso de 4 trim.	1DLNIVF4T	Banco Central del Uruguay
1era. diferencia de un trimestre respecto al mismo trim del año anterior de LN IVF con retraso de 4 trim.	1DLNIVF4T2	Banco Central del Uruguay
IVF Retraso de 2 trimestres	IVF2T	Banco Central del Uruguay
1era. diferencia de un trimestre respecto al anterior de LN IVF con retraso de 2 trim	1DLNIVF2T	Banco Central del Uruguay
1era. diferencia de un trimestre respecto al mismo trim del año anterior de LN IVF con retraso de 2 trim.	1DLNIVF2T2	Banco Central del Uruguay
IVF sin Retraso	IVF	Banco Central del Uruguay
1era. diferencia de un trimestre respecto al anterior de LN IVF sin retraso	1DLNIVF	Banco Central del Uruguay
1era. diferencia de un trimestre respecto al mismo trim del año anterior de LN IVF sin retraso	1DLNIVF2	Banco Central del Uruguay
Tipo de cambio real promedio trimestral	TCR	Banco Central del Uruguay
Tasa de interés activa en dólares promedio trimestral de créditos concedidos al sector no financiero residente por el sistema bancario	TASA	Banco Central del Uruguay

Cartera de préstamos bancarios al sector industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad de Pérdidas por Incobrabilidad

Promedio trimestral de depósitos en el sistema bancario del sector no financiero en millones de dólares	DETTOT	Banco Central del Uruguay
Promedio trimestral del Índice UBI de BEVSA	UBI	Bolsa Electrónica de Valores del Uruguay S.A.
Promedio trimestral del Índice Medio de Salarios Real	IMSREAL	Instituto Nacional de Estadística
Promedio trimestral del Índice de precios de exportación	IPE	Cámara de Industrias del Uruguay
Tasa de desempleo trimestral	DESEMP	Instituto Nacional de Estadística

En el Anexo IV se presentan los comportamientos trimestrales de los factores de riesgo entre el año 2000 y el año 2009 (cuarenta trimestres). En la Tabla 5 se presentan valores de estadísticos de los factores de riesgo considerados.

Tabla 5. Estadísticos de los factores de riesgo

Código	Media	Mediana	Varianza	Desviación Estándar	Máximo	Mínimo
IVF4T	123,61	116,85	655,48	25,60	180,30	77,80
1DLNIVF4T	0,0069	0,0092	0,0085	0,0924	0,2164	-0,1730
1DLNIVF4T2	0,0300	0,0348	0,0165	0,1285	0,3027	-0,2162
IVF2T	126,01	118,40	731,16	27,04	180,30	77,80
1DLNIVF2T	0,0085	0,0092	0,0080	0,0892	0,2164	-0,1730
1DLNIVF2T2	0,0317	0,0364	0,0164	0,1280	0,3027	-0,2162
IVF	128,60	121,05	828,26	28,78	180,30	77,80
1DLNIVF	0,0079	0,0092	0,0077	0,0880	0,2164	-0,1730
1DLNIVF2	0,0353	0,0364	0,0155	0,1245	0,3027	-0,2162
TCR	118,08	121,07	223,58	14,95	147,01	93,52
TASA	8,47	8,42	4,27	2,07	12,18	5,39
DETTOT	10.499,14	9.714,17	7.134.640,05	2.671,07	15.086,09	6.635,67
UBI	499,08	304,83	232.836,69	482,53	2.047,67	139,33
IMSREAL	98,30	98,60	89,80	9,48	111,46	84,85
IPE	110,49	102,50	478,64	21,88	172,40	86,09
DESEMP	12,46	12,30	11,46	3,38	19,00	6,90

Recuérdese que el modelo exige que los factores de riesgo tengan media uno y además suponer que se comportan de acuerdo a una distribución Gamma. Del análisis del Anexo 4 se aprecia que los factores de riesgo toman valores positivos como negativos y de la Tabla 5 se observa que las medias no son iguales a uno. Al mismo tiempo mientras comportamientos al alza de alguno de estos factores disminuirían la probabilidad de impago como los vinculados a los índices de volumen físico, alzas de

otros indicadores como el de la tasa de interés activa deberían incrementar esa probabilidad.

Por lo anterior se procedió a transformar los datos anteriores para poder cumplir con los requisitos del modelo. Los datos se transformaron para que cumplieran con las siguientes características:

- Sean valores no negativos.
- Su comportamiento probabilístico pudiera modelarse con una distribución Gamma con media uno.
- Los aumentos en los valores transformados de las variables estuvieran correspondidos con aumentos en la probabilidad de impago.

Para factores de riesgo “ x_k ” con incrementos en sus valores que se corresponden con aumentos en la probabilidad de impago se siguió el siguiente algoritmo de transformación:

$$a) \ w_{t,k} = \frac{x_{t,k} - \underline{x}_k}{m_k} \quad \text{donde } m_k = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (x_{t,k} - \underline{x}_k) ; \quad \underline{x}_k = \min_t \{x_{t,k}\}$$

Para factores de riesgo “ x_k ” con disminuciones en sus valores que se corresponden con aumentos en la probabilidad de impago se siguió el siguiente algoritmo de transformación:

$$b) \ w_{t,k} = \frac{\overline{x}_k - x_{t,k}}{m_k} \quad \text{donde } m_k = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (\overline{x}_k - x_{t,k}) ; \quad \overline{x}_k = \max_t \{x_{t,k}\}$$

En la Tabla 6 se discriminan los factores de riesgo según sus valores originales hayan sido transformados aplicando el algoritmo a) o b).

Tabla 6. Factores crecientes y decrecientes

Factores de riesgo ajustados según a)	Factores de riesgo ajustados según b)
TASA	Vinculados al IVF
UBI	TCR
DESEMP	DETTOT
	IMSREAL
	IPE

En el Anexo V se presentan los valores trimestrales transformados de los factores de riesgo entre el año 2000 y el año 2009 (cuarenta trimestres). En la Tabla 7 se presentan valores de estadísticos de los factores de riesgo transformados.

Cartera de préstamos bancarios al sector industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad de Pérdidas por Incobrabilidad

Tabla 7. Estadísticos de los factores de riesgo transformados

Código	Media	Mediana	Varianza	Desviación Estándar	Máximo	Mínimo
IVF4T	1,0000	1,1192	0,2039	0,4516	1,8079	0,0000
1DLNIVF4T	1,0000	0,9891	0,1945	0,4411	1,8584	0,0000
1DLNIVF4T2	1,0000	0,9824	0,2223	0,4715	1,9029	0,0000
IVF2T	1,0000	1,1403	0,2481	0,4981	1,8882	0,0000
1DLNIVF2T	1,0000	0,9966	0,1839	0,4288	1,8726	0,0000
1DLNIVF2T2	1,0000	0,9827	0,2231	0,4724	1,9145	0,0000
IVF	1,0000	1,1459	0,3098	0,5566	1,9824	0,0000
1DLNIVF	1,0000	0,9939	0,1781	0,4220	1,8675	0,0000
1DLNIVF2	1,0000	0,9960	0,2168	0,4656	1,9405	0,0000
TCR	1,0000	0,8967	0,2671	0,5168	1,8492	0,0000
TASA	1,0000	0,9849	0,4508	0,6714	2,2043	0,0000
DETTOT	1,0000	1,1711	0,3391	0,5823	1,8423	0,0000
UBI	1,0000	0,4601	1,7991	1,3413	5,3047	0,0000
IMSREAL	1,0000	0,9769	0,5185	0,7201	2,0219	0,0000
IPE	1,0000	1,1292	0,1249	0,3534	1,3941	0,0000
DESEMP	1,0000	0,9712	0,3706	0,6088	2,1763	0,0000

Tabla 8. Matriz de correlaciones de los factores transformados

	IVF4T	1DLNIVF4T	1DLNIVF4T2	IVF2T	1DLNIVF2T	1DLNIVF2T2	IVF	1DLNIVF	1DLNIVF2	TCR	TASA	DETTOT	UBI	IMSREAL	IPE	DESEMP
IVF4T	1,00	0,31	0,56	0,90	0,03	0,24	0,86	0,08	-0,10	-0,42	0,58	0,60	0,38	0,54	0,79	0,83
1DLNIVF4T	0,31	1,00	0,35	0,26	0,33	0,37	0,31	0,62	0,06	0,11	0,24	-0,01	0,11	-0,13	0,20	0,23
1DLNIVF4T2	0,56	0,35	1,00	0,59	0,08	0,60	0,57	0,04	0,13	0,02	0,67	0,12	0,43	0,03	0,45	0,65
IVF2T	0,90	0,26	0,59	1,00	0,25	0,49	0,91	0,03	0,17	-0,30	0,67	0,51	0,45	0,44	0,87	0,91
1DLNIVF2T	0,03	0,33	0,08	0,25	1,00	0,33	0,20	0,30	0,35	0,13	0,20	-0,07	0,16	-0,13	0,14	0,18
1DLNIVF2T2	0,24	0,37	0,60	0,49	0,33	1,00	0,51	0,09	0,59	0,29	0,62	-0,05	0,36	-0,22	0,44	0,56
IVF	0,86	0,31	0,57	0,91	0,20	0,51	1,00	0,25	0,41	-0,13	0,79	0,39	0,52	0,27	0,93	0,96
1DLNIVF	0,08	0,62	0,04	0,03	0,30	0,09	0,25	1,00	0,34	0,27	0,18	-0,18	0,13	-0,26	0,11	0,13
1DLNIVF2	-0,10	0,06	0,13	0,17	0,35	0,59	0,41	0,34	1,00	0,55	0,54	-0,29	0,39	-0,44	0,37	0,40
TCR	-0,42	0,11	0,02	-0,30	0,13	0,29	-0,13	0,27	0,55	1,00	0,16	-0,83	-0,26	-0,93	-0,15	-0,13
TASA	0,58	0,24	0,67	0,67	0,20	0,62	0,79	0,18	0,54	0,16	1,00	0,17	0,47	-0,05	0,75	0,83
DETTOT	0,60	-0,01	0,12	0,51	-0,07	-0,05	0,39	-0,18	-0,29	-0,83	0,17	1,00	0,55	0,94	0,39	0,42
UBI	0,38	0,11	0,43	0,45	0,16	0,36	0,52	0,13	0,39	-0,26	0,47	0,55	1,00	0,43	0,39	0,61
IMSREAL	0,54	-0,13	0,03	0,44	-0,13	-0,22	0,27	-0,26	-0,44	-0,93	-0,05	0,94	0,43	1,00	0,27	0,29
IPE	0,79	0,20	0,45	0,87	0,14	0,44	0,93	0,11	0,37	-0,15	0,75	0,39	0,39	0,27	1,00	0,88
DESEMP	0,83	0,23	0,65	0,91	0,18	0,56	0,96	0,13	0,40	-0,13	0,83	0,42	0,61	0,29	0,88	1,00

Del análisis de la Tabla 8 puede observarse una alta correlación entre algunos factores de riesgo. En el caso de la correlación de un factor creciente con uno decreciente, el signo de la correlación no corresponde con el esperado, ya que la transformación efectuada en los factores de riesgo decrecientes lleva implícito un cambio de signo y por ende de correlación.

1.6. Estimación de los ponderadores de los factores de riesgo $w_{c(i)k}$

1.6.1. Estimación de las correlaciones entre incumplimientos trimestrales de pares de riesgos que comparten la misma calificación de riesgo crediticio

A los efectos de proceder a estimar las correlaciones de incumplimientos trimestrales de pares de riesgo que comparten la misma calificación de riesgo crediticio se aplicó el siguiente estimador cuyo desarrollo se transcribe en Anexo VII.

$$\hat{\rho} = \frac{1}{(\bar{N}-1)} \left[\frac{\bar{N} * S_{\pi}^2}{\hat{p} * (1-\hat{p})} - 1 \right]$$

donde $\hat{\rho}$ es el estimador de la correlación de incumplimientos trimestrales de pares de riesgos que comparten la misma calificación de riesgo crediticio, \bar{N} es el número promedio trimestral de créditos por calificación de riesgo crediticio, S_{π}^2 es la varianza muestral de las tasas de incumplimiento de cada calificación de riesgo crediticio y \hat{p} es el estimador de la probabilidad de incumplimiento de cada calificación de riesgo crediticio.

Tabla 9. Parámetros de las estimaciones de correlaciones entre pares de riesgo que comparten la misma calificación

	Calificación 1	Calificación 2	Calificación 3	Calificación 4
\bar{N}	1.382,95	469	226	146,28
S_{π}^2	0,007635%	0,062891%	0,052177%	0,391713%
\hat{p}	0,71%	2,04%	3,27%	9,14%
$\hat{\rho}$	0,010162	0,029350	0,012125	0,040592

1.6.2. Estimación de las correlaciones entre incumplimientos trimestrales de pares de riesgos que tienen diferente calificación de riesgo crediticio

A los efectos de proceder a estimar las correlaciones de los incumplimientos trimestrales de pares de riesgo que tienen diferente calificación de riesgo crediticio se aplicó el siguiente estimador cuyo desarrollo se transcribe en Anexo VIII.

$$\hat{\rho}_{ij} = \hat{corr}(\pi_t^{(i)}, \pi_t^{(j)}) \sqrt{\frac{[1 + \hat{\rho}^{(i)}(\bar{N}^{(i)} - 1)]}{\bar{N}^{(i)}} * \frac{[1 + \hat{\rho}^{(j)}(\bar{N}^{(j)} - 1)]}{\bar{N}^{(j)}}}$$

donde $\hat{\rho}_{ij}$ es el estimador de la correlación de incumplimientos trimestrales de pares de riesgos con diferente calificación de riesgo crediticio, $\hat{corr}(\pi_t^{(i)}, \pi_t^{(j)})$ es el estimador de la correlación de tasas de incumplimiento trimestrales de pares de

riesgos con diferente calificación de riesgo crediticio (i y j), $\hat{\rho}^{(i)}$ es el estimador de la correlación de incumplimientos entre pares de riesgos con calificación i y $\hat{\rho}^{(j)}$ es el estimador de la correlación de incumplimientos entre pares de riesgos con calificación j y $\bar{N}^{(i)}$ es el número promedio trimestral de créditos con calificación i y $\bar{N}^{(j)}$ es el número promedio trimestral de créditos con calificación j. Los valores obtenidos para $\hat{\rho}^{(i)}$ y $\hat{\rho}^{(j)}$ como los de $\bar{N}^{(i)}$ y $\bar{N}^{(j)}$ ya fueron presentados en la sección anterior.

Tabla 10.

Correlaciones de tasas de incumplimiento $\hat{corr}(\pi_t^{(i)}, \pi_t^{(j)})$ ¹			
	Calificación 2	Calificación 3	Calificación 4
Calificación 1	0,829440638	0,473567947	0,652528488
Calificación 2		0,431242523	0,701743846
Calificación 3			0,490708409

Tabla 11.

Correlaciones entre incumplimientos $\hat{\rho}_{ij}$			
	Calificación 2	Calificación 3	Calificación 4
Calificación 1	0,015333719	0,006343429	0,014777766
Calificación 2		0,009817403	0,027009786
Calificación 3			0,013685027

1.6.3. Encontrando los ponderadores $w_{c(i)k}$

La obtención de la correlación de incumplimientos entre créditos con distinta calificación a partir de la covarianza de pérdidas en la versión más completa de Creditrisk+ se obtiene a partir de la siguiente expresión cuyo desarrollo se incluyó en el Anexo X.

$$\rho_{ij} = \frac{\bar{p}_{c(i)} \bar{p}_{c(j)} \sum_k w_{c(i)k} w_{c(j)k} \beta_k}{\sqrt{\bar{p}_{c(i)} (1 - \bar{p}_{c(i)})} \sqrt{\bar{p}_{c(j)} (1 - \bar{p}_{c(j)})}}$$

Al mismo tiempo la obtención de la correlación de incumplimientos entre pares de créditos con misma calificación a partir de la covarianza de pérdidas en la versión más completa de Creditrisk+ se obtiene de la siguiente expresión cuyo desarrollo se incluyó en Anexo XI.

¹ En Anexo IX se transcribe el desarrollo seguido para obtener los estimadores.

$$\rho_{ii} = \frac{\bar{p}_{c(i)} \sum_k w_{c(i)k}^2 \beta_k}{(1 - \bar{p}_{c(i)})}$$

De las expresiones anteriores y considerando que la suma de los ponderadores por factor de riesgo debe ser igual a 1 podemos formular el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\sum_k w_{c(i)k} w_{c(j)k} \beta_k = \sqrt{\frac{(1 - \bar{p}_{c(i)})(1 - \bar{p}_{c(j)})}{\bar{p}_{c(i)} \bar{p}_{c(j)}}} \rho_{ij}$$

$$\sum_k w_{c(i)k}^2 \beta_k = \frac{1 - \bar{p}_{c(i)}}{\bar{p}_{c(i)}} \rho_{ii}$$

$$\sum_k w_{c(i)k} = 1; \forall i; w_{c(i)k} \geq 0; \forall i, k$$

La obtención de los ponderadores de riesgo está supeditada a la solución de este sistema de ecuaciones.

Los β_k son las varianzas de los factores de riesgo², transcriptas en la Tabla 7. Los $\bar{p}_{c(i)}$ se presentaron en la Tabla 3. Los ρ_{ii} y los ρ_{ij} fueron los obtenidos en la sección 1.6.1. y la sección 1.6.2 de este capítulo respectivamente.

De la consideración de los factores de riesgo presentados en la sección 1.5. de este capítulo, se encontró una solución para el sistema de ecuaciones que comprendió a cuatro factores de riesgo, la que se transcribe a continuación:

Tabla 12. Factores de riesgo y ponderadores necesarios para la aplicación de la versión más completa de Creditrisk+

c(i)	Pc(i)	$w_{c(i)k}$			
		DETTOT	IMSREAL	UBI	TASA
1	0,00706904	0	0,13	0,87	0
2	0,02043441	0,14	0	0,86	0
3	0,03270129	0	0,68	0,24	0,08
4	0,09143736	0	0,08	0,36	0,56

Del análisis de los factores de riesgo seleccionados se observa que la probable alta colinealidad existente entre la variable DETTOT e IMSREAL (el coeficiente de correlación de los valores muestrales fue 0,94³) no se plantearía como un

² Ver ecuación 3) del Anexo II.

³ Ver Tabla 8

inconveniente en tanto el ponderador de la variable DETTOT vale cero en las calificaciones en donde el IMS es distinto de cero y viceversa⁴.

Se observan puntos de contacto entre los factores de riesgo hallados y aquellos identificados por Vallcorba y Delgado en la relación de equilibrio de largo plazo que formularon con la tasa de mora. Recuérdese que, en su relación de largo plazo, estos autores identificaron dos variables: la tasa de variación de los salarios en dólares y la tasa de interés en dólares. De los cuatros factores de riesgo hallados como resultado de la aplicación de la metodología, encontramos al Promedio trimestral del Índice Medio de Salarios Real que suele estar muy correlacionado con la tasa de variación de los salarios en dólares y a la tasa de interés activa en dólares promedio trimestral de créditos concedidos al sector no Financiero residente por el sistema bancario, es decir la misma variable identificada por los referidos autores. En particular, del análisis de los ponderadores, estas variables tienen más peso para explicar la probabilidad de incumplimiento de los créditos calificados 3 y 4 que la de los créditos calificados 1 y 2, probabilidades que por corresponder a créditos con peor calidad crediticia son mayores.

Los factores de riesgo identificados tienen un claro sentido económico. Del análisis de los ponderadores, el UBI es el único factor de riesgo que está presente en los estimadores de probabilidad de incumplimiento de las cuatro calificaciones consideradas. El UBI es un indicador de riesgo país, o en otras palabras del spread o diferencial de las tasas de mercado de la deuda soberana uruguaya respecto de la deuda soberana de los Estados Unidos de América. Su incidencia en la mora se produce a través de diferentes canales. Una variación en la tasa de interés de la deuda soberana de Uruguay impacta en forma directa en las tasas de interés a las que captan y prestan los bancos locales, incidiendo en las probabilidades de incumplimiento de sus deudores. Al mismo tiempo su nivel podría ser indicativo de la situación del saldo de la cuenta corriente de la balanza de pagos. Bajos niveles del UBI suelen señalar que el país goza de una perfecta movilidad de capitales y que de verificarse déficits de cuenta corriente, los mismos son financiados, sin inconvenientes, por saldos de la cuenta capital de igual monto en valores absolutos pero de signo contrario. Valores altos del UBI, en un escenario de tasas internacionales que no hayan sufrido variaciones para el resto del mundo, pueden significar dificultades para acceder a los mercados internacionales de capitales por parte del Gobierno o lo que es peor aún, una situación de cierre de dichos mercados que le impidan al país financiar sus desequilibrios de cuenta corriente. De no ajustarse rápidamente el desbalance del saldo de cuenta corriente, en general por su componente público (mediante un incremento de los impuestos o una reducción del gasto estatal) comienzan a aparecer presiones sobre el tipo de cambio. Si existe un tipo de cambio fijo el Banco Central ve disminuir sus reservas internacionales para satisfacer el exceso de demanda de moneda extranjera y los agentes comienzan a percibir un riesgo de devaluación que incide en incrementos en las expectativas de inflación de los agentes y en consecuentes subas de las tasas nominales en moneda local, tasas de interés en moneda local que ya se habían arbitrado a las subas de las tasas de interés en dólares. De materializarse el abandono al régimen de tipo de cambio fijo, el salto en el tipo de cambio es inmediato, impactando en la mora de los clientes de los bancos, en

⁴ Ver Tabla 12

particular de aquellos que se endeudaron en dólares y sus ingresos son generados en moneda local. De existir un tipo de cambio fluctuante la suba del tipo de cambio es siempre la consecuencia. A nivel del sistema financiero las ramificaciones pueden ser mayores, los agentes conscientes de que una suba de impuestos se vuelve posible o de que el tipo de cambio podría sufrir un brusco incremento actúan catalizando la crisis, aumentando sus reservas en moneda extranjera (el llamando ataque especulativo contra la moneda local cuando existe tipo de cambio fijo) o transfiriendo capitales hacia el exterior. Es también común que la compra de moneda extranjera preceda la transferencia de capitales al exterior. Estas conductas que suelen englobarse en la llamada “fuga de capitales” suelen impactar de lleno en el Sistema Financiero, ya que entre dichos capitales encontramos depósitos en bancos. Un retiro de estos depósitos puede transformarse en una corrida bancaria. Los bancos padecen una crisis de liquidez, con menos depósitos y ante la necesidad de hacerse de fondos frescos para atender los retiros, ya no pueden renovar los préstamos a sus clientes, los que, en caso de no contar con la liquidez suficiente, suelen incumplir, registrándose estos eventos aun en empresas que son solventes en términos de patrimonio.

La relación entre la variable tasa de interés (TASA) y la mora es directa. Aumentos en los servicios de la deuda comprometen más flujos de fondos de las empresas, los que pueden estar por encima de los flujos netos de egresos operativos generados. Del análisis de los ponderadores para cada calificación se observa que la tasa de interés solo es relevante en las calificaciones 3 y 4 y notoriamente más significativa en la calificación 4. Se podría conjeturar que el “colchón” de flujos operativos netos de las empresas calificadas 1 y 2 es lo suficientemente grande como para enfrentar aumentos en la tasa de interés sin caer en incumplimientos y de ahí la irrelevancia de este factor de riesgo para dichas calificaciones.

El Promedio trimestral del Índice Medio de Salarios Real (IMSREAL) es una variable que suele estar muy correlacionada con el ciclo económico. Su prociclicidad permite sostener que mejoras en el poder adquisitivo de los trabajadores son consecuencia de empresas con mayores ganancias y por ende con menos dificultades para cancelar sus préstamos bancarios.

Por último, el factor Depósitos Totales (DETTOT) que solo aparece como relevante para la probabilidad de incumplimiento de la calificación 2 y con un ponderador bajo está en línea con lo señalado anteriormente. Caídas en los niveles de depósitos podrían estar explicando incumplimientos de empresas, en tanto el banco puede sufrir restricciones para renovar préstamos otorgados.

Del análisis de los gráficos de tasas de incumplimiento trimestrales para cada calificación de riesgos, de sus valores estimados y de sus residuos, se observaría que en general los residuos, a lo largo del tiempo oscilan en torno al valor de cero⁵.

⁵ Los datos de los Gráficos 7 al 10 se presentan en Anexo XII

Gráfico 7. Tasas de incumplimiento, valores estimados y residuos para la calificación de riesgo crediticio 1

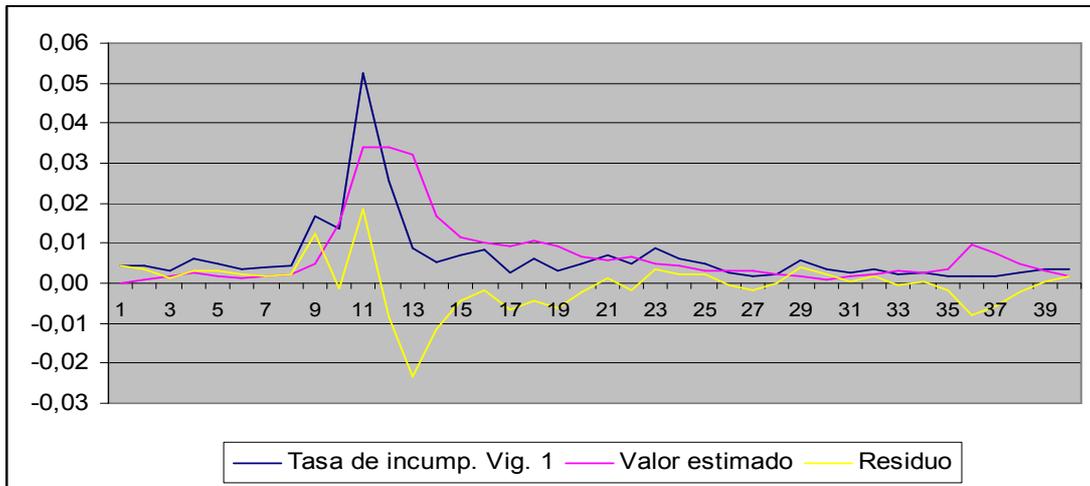


Gráfico 8. Tasas de incumplimiento, valores estimados y residuos para la calificación de riesgo crediticio 2

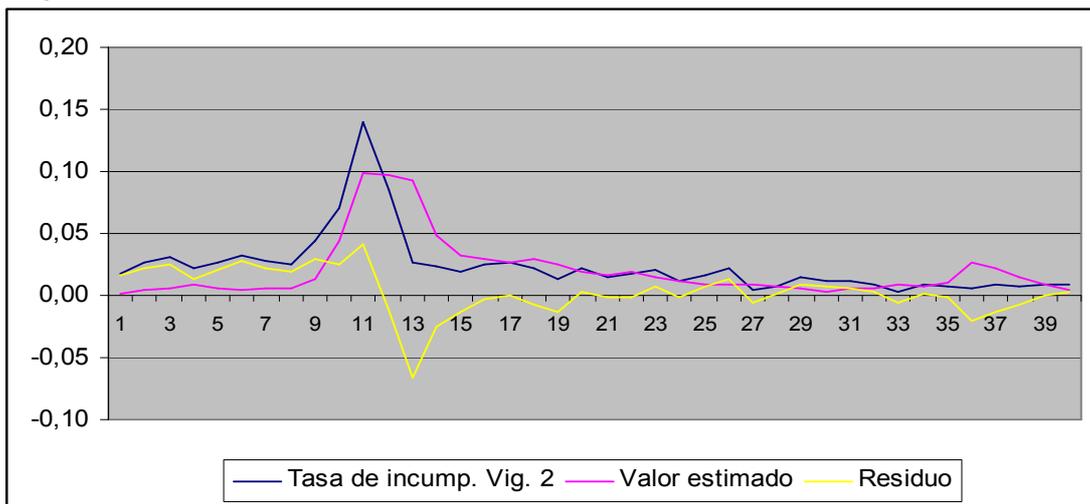


Gráfico 9. Tasas de incumplimiento, valores estimados y residuos para la calificación de riesgo crediticio 3

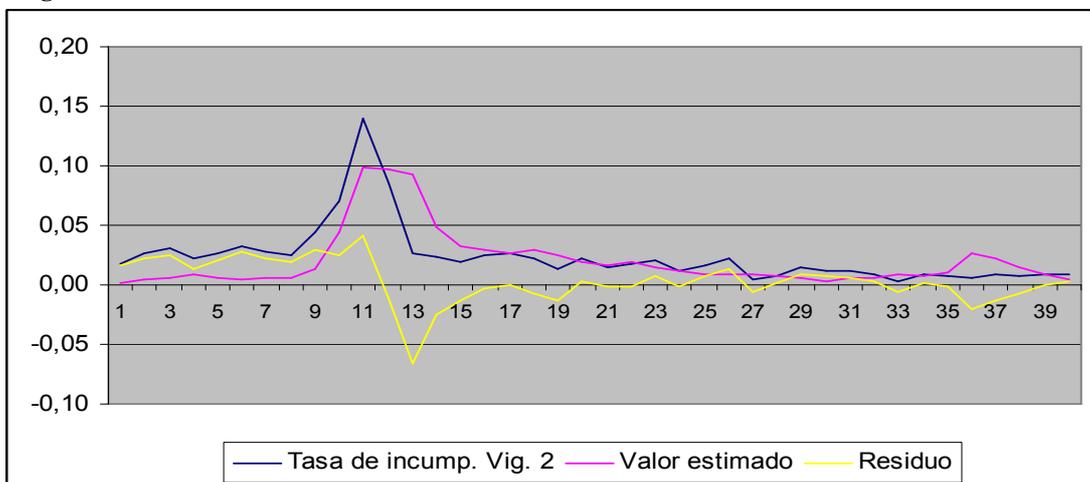
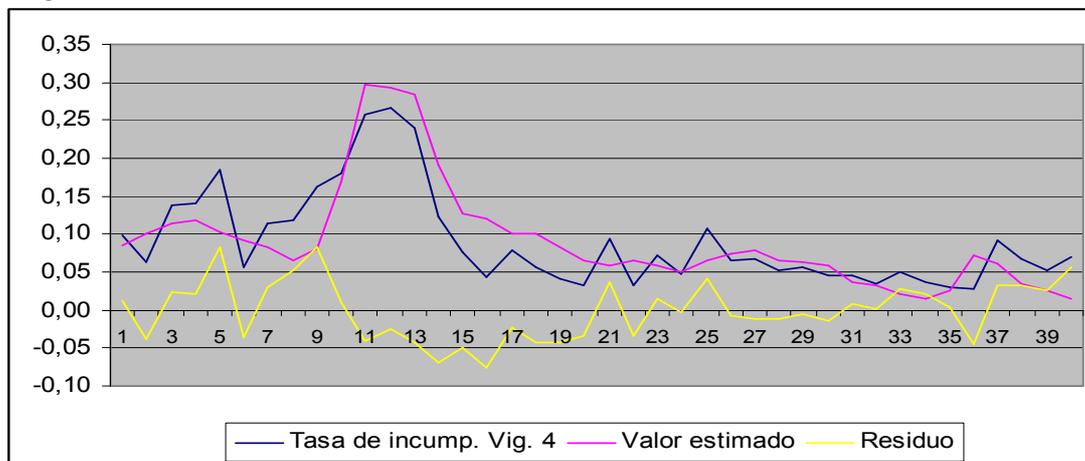


Gráfico 10. Tasas de incumplimiento, valores estimados y residuos para la calificación de riesgo crediticio 4



2. Resultados

2.1. Versión más simple de Creditrisk+

Los resultados hallados fueron analizados evaluándose el objetivo propuesto de concluir sobre si el capital regulatorio y las provisiones de cada banco son suficientes para soportar volúmenes de pérdidas por incobrabilidad extraordinarias a los que pudiera estar expuesto.

En la Tabla 13 se presentan las distribuciones de probabilidad acumuladas de pérdidas por incobrabilidad resultantes de la aplicación de la metodología más sencilla de Creditrisk+, abiertas por banco junto con los porcentajes de provisiones constituidas y de capitales regulatorios⁶ medidos sobre los totales de los niveles de exposición de cada banco. De su análisis se observa que los bancos presentan adecuados niveles de provisiones y de capital regulatorio. En ese sentido cinco bancos tienen un VaR calculado al 99,90 % menor a la suma de las provisiones y del capital regulatorio; cuatro bancos igual relación pero en comparación con un VaR calculado al 99%: un banco que con sus provisiones y capital regulatorio podría superar hasta pérdidas estimadas con un intervalo de confianza del 98% y por último dos bancos que sólo podrían absorber pérdidas estimadas que acumulan hasta un 97% de probabilidad.

⁶ El capital regulatorio para los créditos al sector no financiero se calcula como el 8% del importe de créditos brutos menos provisiones, valores que previamente deben ser ponderados por el 125%. Los porcentajes de capital regulatorio varían por banco, porque el importe calculado de la forma descrita fue proporcionado al importe de exposiciones de los bancos que es diferente a la base de cálculo del capital regulatorio.

Cartera de préstamos bancarios al sector industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad de Pérdidas por Incobrabilidad

A la misma conclusión se arriba cuando se comparan VaRes promedio⁷ calculados para distintos intervalos de confianza con las sumas de provisiones y capitales regulatorios promedio del sistema bancario⁸ como se desprende de la Tabla 14. En promedio el sistema bancario acredita provisiones y capital regulatorio suficientes para soportar pérdidas por incobrabilidad derivadas de sus exposiciones al sector industrial que acumulan hasta un 99% de probabilidad de ocurrencia.

Tabla 13. Distribución de probabilidad acumulada de pérdidas por incobrabilidad⁹ en la versión más simple de Creditrisk+

Prob. Acumulada	Banco 1	Banco 2	Banco 3	Banco 4	Banco 5	Banco 6	Banco 7	Banco 8	Banco 9	Banco 10	Banco 11	Banco 12
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
15,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,43%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
20,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,43%	0,00%	0,40%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
25,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,87%	0,00%	0,40%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
30,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,87%	0,00%	0,40%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
35,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,30%	0,00%	0,80%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
40,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,30%	0,00%	0,80%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
45,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,30%	0,00%	1,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
50,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,74%	0,00%	1,60%	0,50%	0,00%	0,80%	0,00%	0,00%
55,00%	0,00%	0,56%	0,00%	0,00%	1,74%	0,00%	1,60%	0,50%	0,71%	0,80%	0,00%	0,00%
60,00%	0,00%	0,56%	0,00%	0,50%	2,17%	0,67%	2,00%	1,00%	0,71%	0,80%	0,00%	0,00%
65,00%	0,00%	1,11%	0,53%	0,50%	2,17%	0,67%	2,40%	1,00%	0,71%	0,80%	0,91%	0,00%
70,00%	0,00%	1,11%	0,53%	1,00%	2,61%	1,33%	2,80%	1,50%	1,43%	1,60%	0,91%	0,00%
75,00%	0,53%	1,67%	1,05%	2,00%	3,04%	1,33%	3,60%	2,00%	1,43%	1,60%	0,91%	0,00%
80,00%	0,53%	2,22%	2,11%	3,00%	3,91%	2,00%	4,40%	2,50%	2,14%	1,60%	1,82%	0,00%
85,00%	1,58%	2,78%	3,68%	3,50%	4,78%	2,67%	5,20%	3,50%	2,86%	2,40%	2,73%	0,00%
90,00%	3,68%	3,89%	4,74%	6,00%	6,09%	3,33%	6,80%	5,50%	3,57%	3,20%	4,55%	0,00%
95,00%	4,74%	6,11%	6,84%	8,50%	7,39%	5,33%	8,80%	8,50%	6,43%	4,80%	8,18%	3,33%
96,00%	6,32%	6,67%	7,37%	9,00%	7,83%	6,00%	9,20%	9,00%	7,14%	6,40%	9,09%	8,33%
97,00%	7,37%	8,33%	8,42%	10,00%	8,70%	7,33%	10,00%	9,50%	7,86%	16,00%	10,91%	8,33%
98,00%	7,89%	8,89%	9,47%	10,50%	9,57%	13,33%	10,80%	10,50%	14,29%	16,80%	18,18%	13,33%
99,00%	10,53%	11,11%	11,05%	12,50%	10,87%	14,00%	12,40%	12,00%	15,00%	17,60%	19,09%	25,00%
99,90%	14,74%	16,11%	16,84%	16,00%	13,91%	18,67%	12,80%	16,00%	20,71%	22,40%	26,36%	30,00%
% de provisiones	5,05%	2,46%	2,62%	5,26%	4,93%	1,98%	7,42%	3,97%	3,52%	2,63%	2,97%	1,06%
% de Capital Regul. sobre total de exposiciones	11,64%	11,80%	11,25%	10,65%	14,63%	11,75%	14,48%	12,84%	12,15%	32,09%	11,54%	9,99%
% de prev. + % de Cap. Regul.	16,70%	14,25%	13,87%	15,91%	19,57%	13,73%	21,90%	16,80%	15,67%	34,72%	14,51%	11,05%

Tabla 14. Comparativo entre el VaR promedio del sistema con la suma del Capital regulatorio y Provisiones del sistema

Intervalo de confianza	VaR promedio	Cap. Regul. y provis. Promedio
91,00%	5,30%	16,47%
92,00%	5,53%	16,47%
93,00%	6,07%	16,47%
94,00%	6,42%	16,47%
95,00%	7,06%	16,47%
96,00%	7,68%	16,47%
97,00%	8,82%	16,47%
98,00%	12,10%	16,47%
99,00%	13,44%	16,47%
99,90%	17,35%	16,47%

⁷ Los VaRes promedio se calcularon ponderando los VaRes de cada banco por el peso relativo que su cartera de exposiciones al sector industrial presenta respecto al total de exposiciones del sistema bancario.

⁸ El promedio de provisiones y capitales regulatorios se calculó de la misma forma que el VaR promedio del sistema.

⁹ Las pérdidas están medidas en porcentaje de la cartera.

**Cartera de préstamos bancarios al sector industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad de Pérdidas por Incobrabilidad**

Gráfico 11. Distribución acumulada de las pérdidas por incobrabilidad – Versión más simple de Creditrisk+

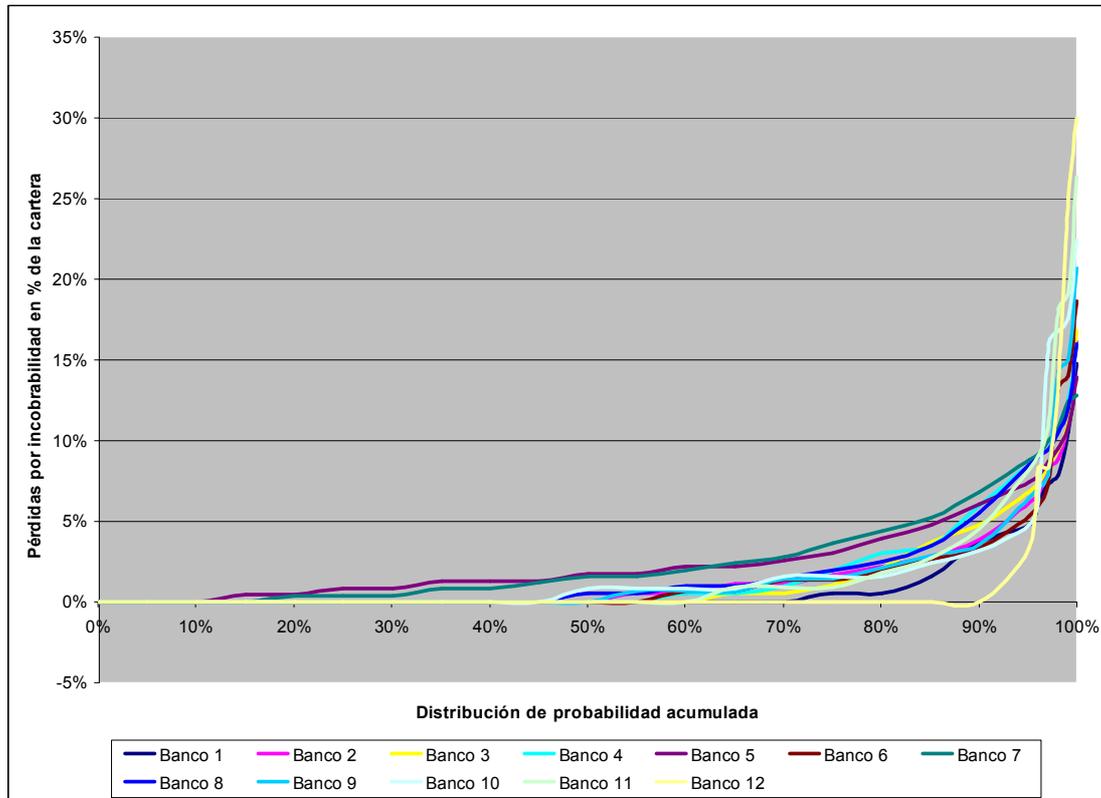


Gráfico 12. Valores en riesgo (VaRes) medidos como porcentaje de la cartera de exposiciones para distintos intervalos de confianza en la versión más simple de Creditrisk+

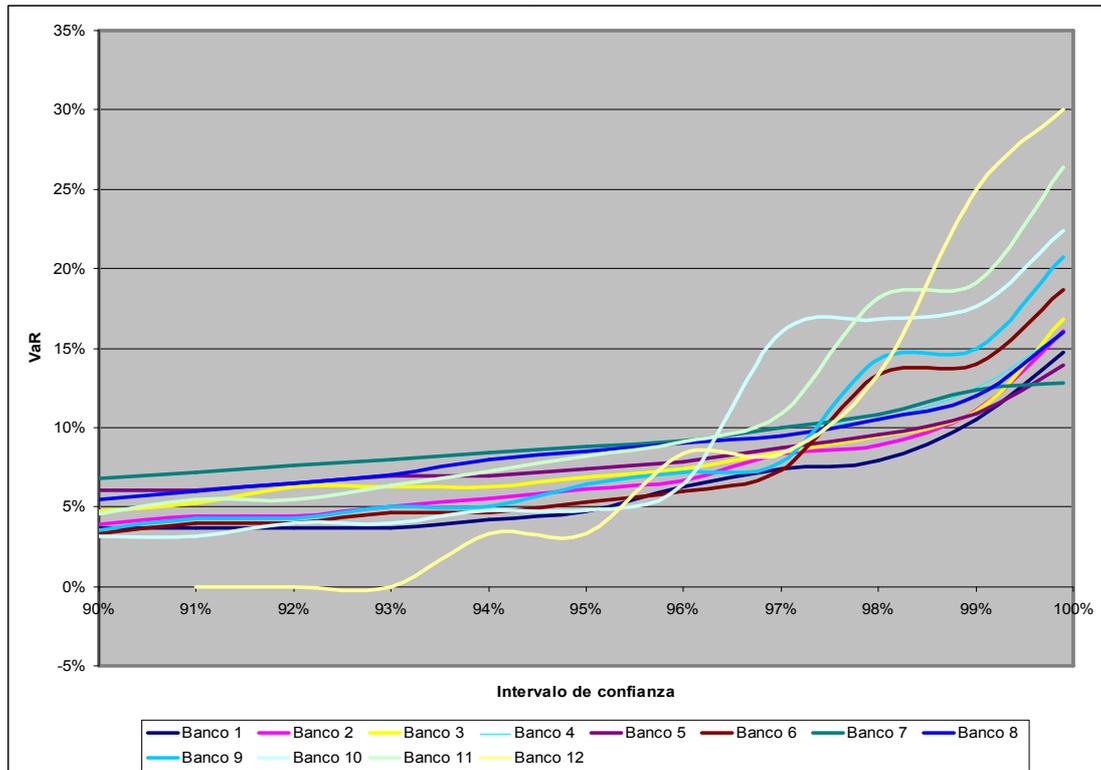
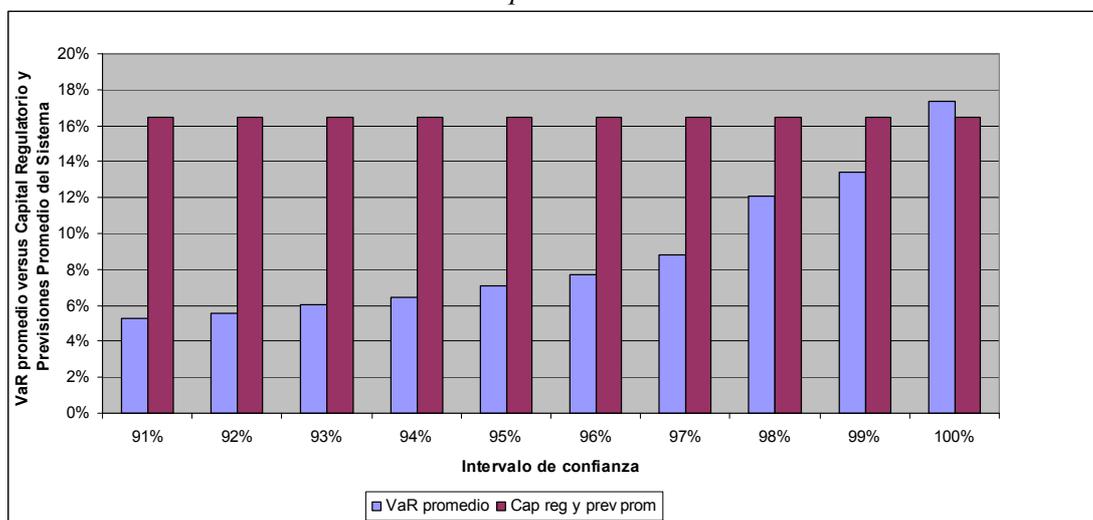


Gráfico 13. Comparación del VaR promedio con previsiones y capital regulatorio promedio del sistema bancario en la versión más simple de Creditrisk+



2.2. Versión más completa de Creditrisk+

En la sección 1.6.3. de este capítulo se determinaron cuatro factores de riesgo, así como sus ponderadores, necesarios para la aplicación de la versión más completa de Creditrisk+. Los mismos son un promedio trimestral de depósitos totales del sector no financiero en el sistema bancario, el promedio trimestral del índice medio de salarios real, un índice de riesgo país (UBI) calculado por la Bolsa Electrónica de Valores del Uruguay S.A. y la tasa de interés activa promedio en dólares para colocaciones al sector no financiero. Los ponderadores para obtener las probabilidades condicionales al valor de dichos factores se expusieron en la Tabla 12.

Como se señalara la consideración de estos factores permite levantar el supuesto de que los eventos de pérdidas por incobrabilidad son independientes entre sí, como se asume en la versión más simple de la metodología, lo que se daría de bruces con la evidencia empírica. Esas correlaciones entre incumplimientos que se verifican en la realidad en esta versión más completa están implícitas en las variaciones de los factores de riesgo, de forma que los cambios que estos experimenten impactarán en las probabilidades de incumplimiento, poniéndose de manifiesto en incrementos o disminuciones de las distintas probabilidades en el mismo sentido.

La aplicación de la versión más completa de Creditrisk+ nos permite obtener las distribuciones de probabilidad de pérdidas por incobrabilidad incondicionales al ciclo económico, consecuencia del paso de integrar respecto de los factores de riesgo a la expresión del numeral 10 del diagrama ilustrativo de la metodología de la sección 2.2., cuya expresión resultante se transcribe en el numeral 11. Resultado de esta operación se obtiene una distribución incondicional de las distribuciones de probabilidades de incumplimiento como en la versión más simple de la metodología pero como se señalara en el párrafo anterior, ahora con la mejora de incorporar, en

forma indirecta, las correlaciones de incumplimiento entre los créditos de las carteras de préstamos por estar sus probabilidades de incumplimientos determinadas por factores comunes. Los resultados obtenidos se transcriben en la Tabla 15. De su análisis, y en comparación con los resultados obtenidos en la versión más simple, se observa que los bancos siguen presentando adecuados niveles de provisiones y de capital regulatorio, pero los niveles de suficiencia son menores. En ese sentido solo un banco tiene un VaR calculado al 99,90 % menor a la suma de las provisiones y del capital regulatorio; de los once restante, solo seis, con sus provisiones y capital regulatorio, podrían superar hasta pérdidas estimadas con un intervalo de confianza del 99% y por último los dos mismos bancos que sólo podrían absorber pérdidas estimadas que acumulan hasta un 97% de probabilidad en la versión simple, vuelven a verificar el mismo extremo en la versión más completa.

A la misma conclusión se arriba cuando se comparan VaRes promedio¹⁰ calculados para distintos intervalos de confianza con las sumas de provisiones y capitales regulatorios promedio del sistema bancario¹¹ como se desprende de la Tabla 16. En promedio, el sistema bancario acredita provisiones y capital regulatorio suficientes para soportar pérdidas por incobrabilidad derivadas de sus exposiciones al sector industrial que acumulan hasta un 99% de probabilidad de ocurrencia, pero el VaR calculado al 99,90% de probabilidad en la versión más completa es notoriamente más grande que el mismo VaR de la versión más sencilla.

Los resultados encontrados en su comparación con la versión más sencilla de Creditrisk+ son consistentes con los supuestos de esta versión. Probabilidades de incumplimiento de las calificaciones de riesgo determinadas por factores de riesgo comunes explican, como se señalara, las correlaciones positivas que suele constatarse entre los incumplimientos de deudores de una cartera. Variaciones de esos factores de riesgo provocan variaciones en las probabilidades de incumplimiento de igual signo entre las distintas calificaciones de riesgo. Si las carteras se conforman con créditos cuyas probabilidades de incumplimiento se encuentran correlacionadas positivamente las distribuciones de probabilidad de pérdidas por incobrabilidad de dichas carteras necesariamente deben presentar mayores dispersiones en comparación con el caso de suponer que tales correlaciones no existen, como asume la versión más simple de la metodología. En otras palabras, los VaRes a hallar para cada portafolio de créditos, en teoría, debían ser mayores y los resultados encontrados así lo confirmaron.

¹⁰ Los VaRes promedio se calcularon ponderando los VaRes de cada banco por el peso relativo que su cartera de exposiciones al sector industrial presenta respecto al total de exposiciones del sistema bancario.

¹¹ El promedio de provisiones y capitales regulatorios se calculó de la misma forma que el VaR promedio del sistema.

Cartera de préstamos bancarios al sector industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad de Pérdidas por Incobrabilidad

Tabla 15. Distribución de probabilidad acumulada de pérdidas por incobrabilidad¹² en la versión más completa de Creditrisk+

	Banco 1	Banco 2	Banco 3	Banco 4	Banco 5	Banco 6	Banco 7	Banco 8	Banco 9	Banco 10	Banco 11	Banco 12
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
15,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
20,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
25,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
30,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,43%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
35,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,43%	0,00%	0,40%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
40,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,87%	0,00%	0,40%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
45,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,87%	0,00%	0,80%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
50,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,30%	0,00%	0,80%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
55,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,30%	0,00%	1,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
60,00%	0,00%	0,56%	0,00%	0,00%	1,74%	0,00%	1,60%	0,50%	0,00%	0,80%	0,00%	0,00%
65,00%	0,00%	0,56%	0,00%	0,50%	2,17%	0,00%	2,40%	0,50%	0,71%	0,80%	0,00%	0,00%
70,00%	0,00%	1,11%	0,00%	0,50%	2,61%	0,67%	2,80%	1,00%	0,71%	0,80%	0,91%	0,00%
75,00%	0,53%	1,11%	0,53%	1,50%	3,04%	1,33%	3,60%	1,50%	1,43%	1,60%	0,91%	0,00%
80,00%	0,53%	2,22%	1,58%	2,50%	3,91%	2,00%	4,40%	2,50%	2,14%	2,40%	1,82%	0,00%
85,00%	1,58%	2,78%	3,68%	3,50%	5,22%	2,67%	5,60%	3,50%	2,86%	3,20%	2,73%	0,00%
90,00%	3,68%	4,44%	4,74%	6,00%	6,96%	4,00%	7,60%	6,00%	4,29%	4,00%	5,45%	0,00%
95,00%	5,26%	7,22%	7,89%	9,00%	9,57%	6,67%	10,00%	9,50%	7,14%	7,20%	9,09%	3,33%
96,00%	6,32%	8,33%	8,95%	10,00%	10,43%	8,00%	11,20%	10,00%	8,57%	9,60%	10,91%	8,33%
97,00%	7,37%	9,44%	10,00%	11,00%	11,74%	10,00%	12,40%	11,00%	10,00%	16,00%	13,64%	8,33%
98,00%	8,42%	11,11%	11,58%	12,50%	13,48%	13,33%	14,00%	13,00%	14,29%	16,80%	18,18%	13,33%
99,00%	10,53%	13,33%	14,21%	15,50%	16,52%	16,00%	16,80%	16,00%	16,43%	18,40%	20,91%	25,00%
99,90%	17,37%	22,78%	24,21%	26,00%	26,52%	26,67%	26,80%	27,00%	27,86%	28,00%	35,45%	38,33%
% de provisiones	5,05%	2,46%	2,62%	5,26%	4,93%	1,98%	7,42%	3,97%	3,52%	2,63%	2,97%	1,06%
% de Capital Regul. sobre total de exposiciones	11,64%	11,80%	11,25%	10,65%	14,63%	11,75%	14,48%	12,84%	12,15%	32,09%	11,54%	9,99%
% de prev. + % de Cap. Regul.	16,70%	14,25%	13,87%	15,91%	19,57%	13,73%	21,90%	16,80%	15,67%	34,72%	14,51%	11,05%

Tabla 16. Comparativo entre el VaR promedio del sistema con la suma del capital regulatorio y provisiones del sistema

Intervalo de confianza	VaR promedio	Cap. Regul. y previs. Promedio
92,00%	6,17%	16,47%
93,00%	6,77%	16,47%
94,00%	7,51%	16,47%
95,00%	8,19%	16,47%
96,00%	9,45%	16,47%
97,00%	10,99%	16,47%
98,00%	13,58%	16,47%
99,00%	16,29%	16,47%
99,90%	27,01%	16,47%

¹² Las pérdidas están medidas en porcentaje de la cartera.

Cartera de préstamos bancarios al sector industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad de Pérdidas por Incobrabilidad

Gráfico 14. Distribución acumulada de las pérdidas por incobrabilidad – Versión más completa de Creditrisk+

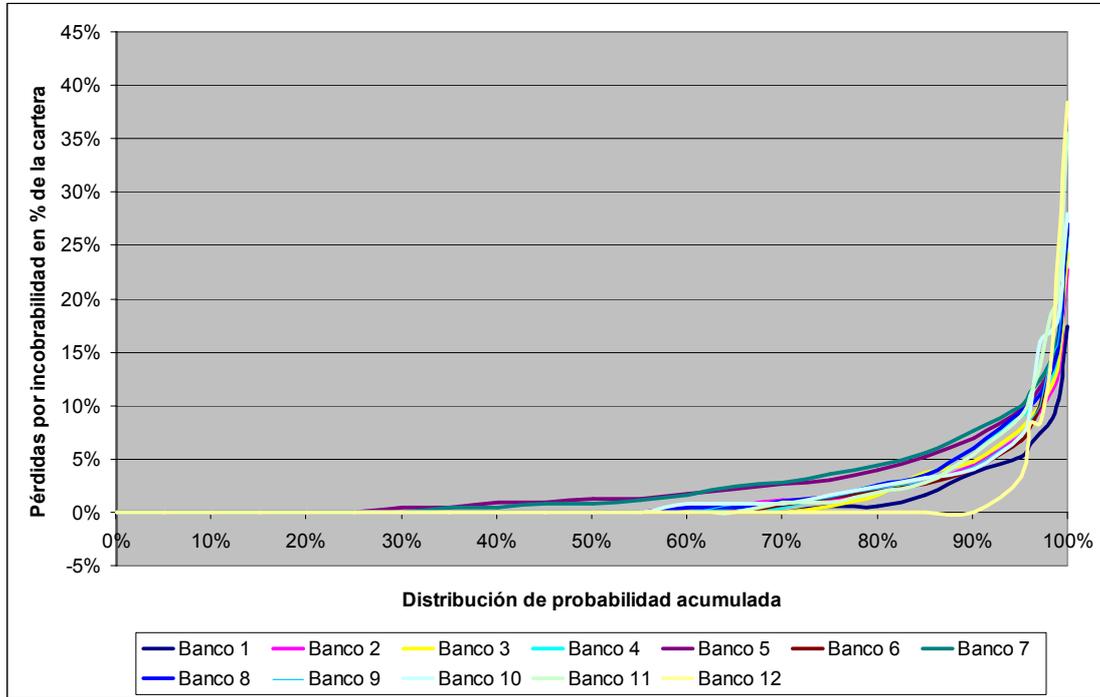


Gráfico 15. Valores en riesgo (VaR) medidos como porcentaje de la cartera de exposiciones para distintos intervalos de confianza en la versión más completa de Creditrisk+

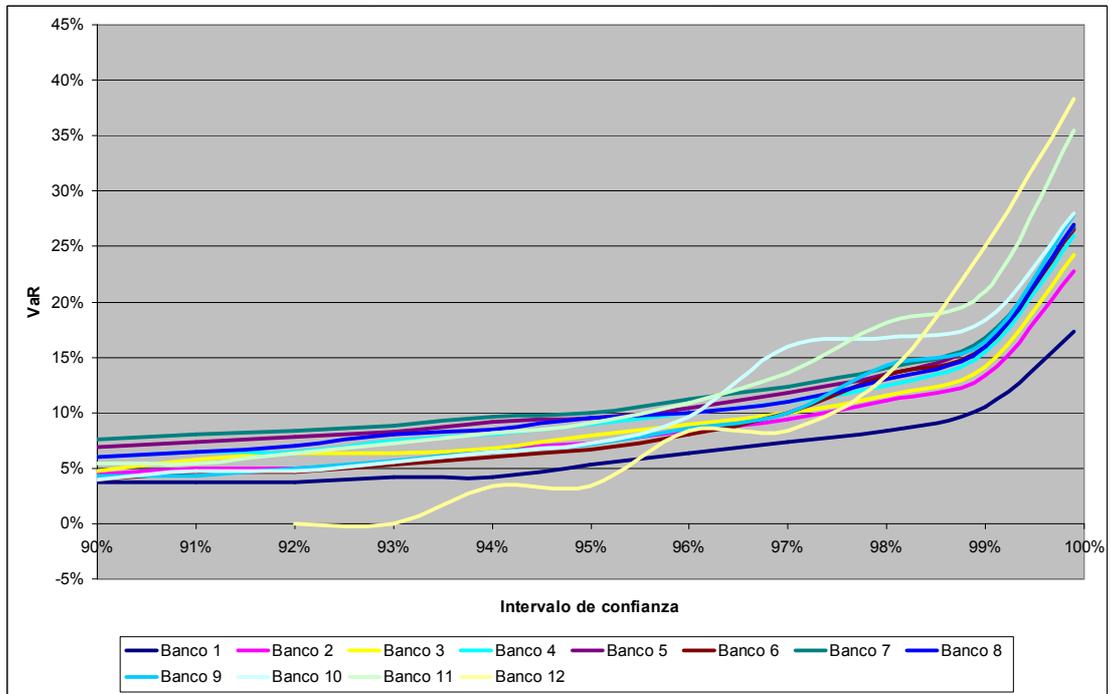
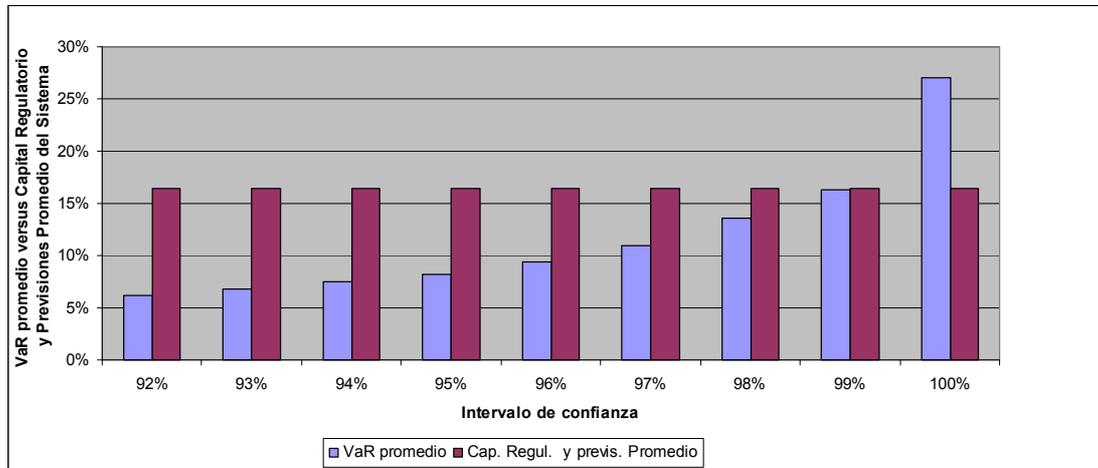


Gráfico 16. Comparación del VaR promedio con previsiones y capital regulatorio promedio del sistema bancario en la versión más simple de Creditrisk+



2.3. Simulación histórica

Como surge del numeral 9 del diagrama ilustrativo de la metodología, a partir de valores verificados en los factores de riesgo se podrían obtener probabilidades de pérdidas de cada calificación de riesgo crediticio condicionadas al ciclo económico. A efectos ilustrativos se vuelve a transcribir el desarrollo:

$$P_i(x) = \bar{P}_{c(i)} \sum_{k=1}^K x_k w_{c(i),k} \quad ; \quad \sum w_{c(i),k} = 1 \quad ; \quad w_{c(i),k} \geq 0 \quad \forall i,k$$

Como forma de evaluar la sensibilidad de las pérdidas por incobrabilidad respecto a la fase del ciclo económico se realizó un ejercicio de simulación histórica. A tales efectos se obtuvieron las distribuciones de probabilidades de pérdidas de las carteras de préstamos del sistema bancario al sector industrial al 30 de junio del 2010 bajo los supuestos de verificarse los mismos escenarios para los factores de riesgo considerados en los cuarenta trimestres comprendidos entre el año 2000 y el año 2009.

En el Anexo VI se presentan los valores transformados de los factores de riesgo¹³, así como los valores de las probabilidades de incumplimiento para las calificaciones de riesgo crediticio condicionadas a cada uno de los escenarios considerados.

En el Anexo XIII se presentan las distribuciones de probabilidad acumulada de las pérdidas de cada uno de los bancos para los cuarenta escenarios considerados, así como los promedios de los VaRes para intervalos de confianza de 90%, 95%, 99% y 99,90% y los superávits o déficits promedios resultantes de la comparación con los capitales regulatorios y previsiones promedio.

¹³ Ver sección 1.5. de este capítulo.

En los Gráficos 17 a 20 se presentan los valores promedio del VaR del sistema para cada escenario trimestral simulado, los que se comparan con el promedio de las sumas de previsiones y capital regulatorio con las que cuentan los bancos al 30 de junio de 2010.

De su análisis se observa que solo para un VaR promedio trimestral¹⁴ calculado para un intervalo de confianza del 90%, las sumas promedio de previsiones y capitales regulatorios de los bancos fueron superiores a esos importes, en los 40 escenarios trimestrales.

Gráfico 17. Simulación Histórica del VaR (90%) promedio del sistema versus suma de capital regulatorio y previsiones promedio del sistema (1er. Trim 2000 – 4rto. Trim 2009)

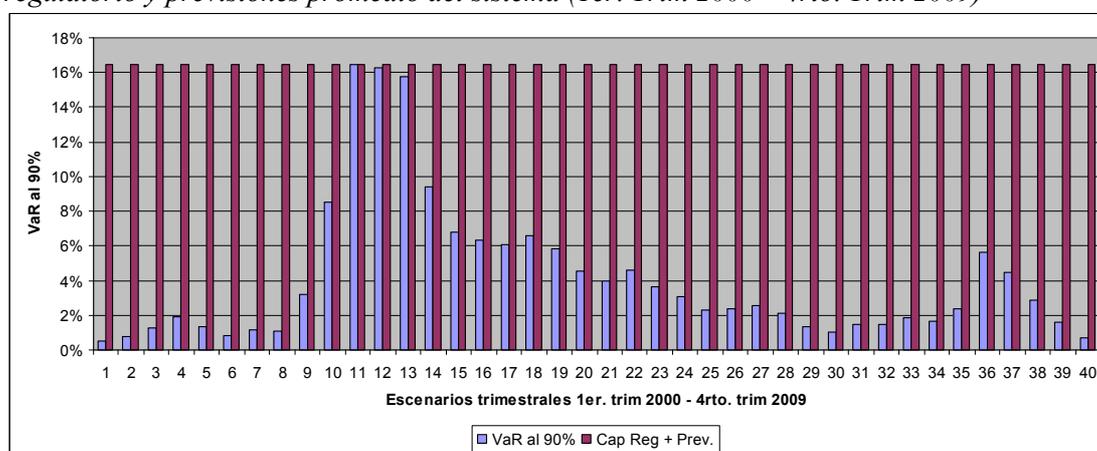
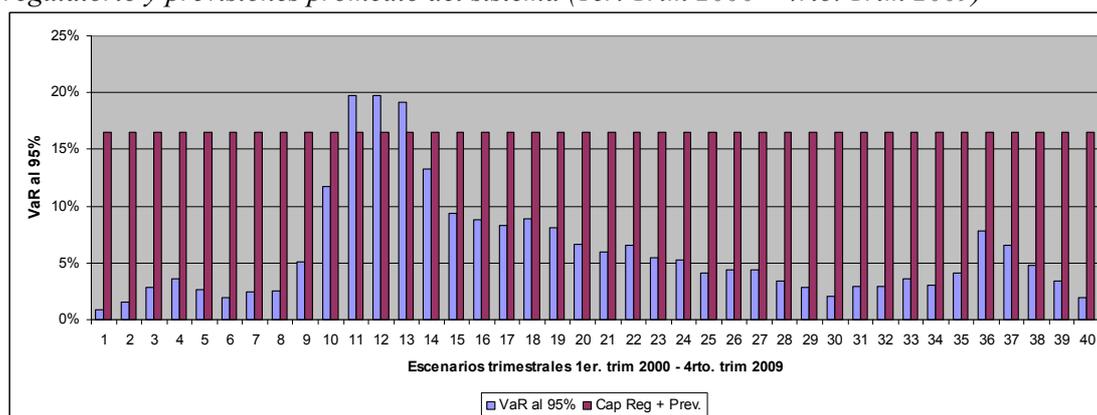


Gráfico 18. Simulación Histórica del VaR (95%) promedio del sistema versus suma de capital regulatorio y previsiones promedio del sistema (1er. Trim 2000 – 4rto. Trim 2009)



¹⁴ El promedio calculado se obtuvo ponderando los VaRes de cada banco por el peso relativo de su cartera de exposiciones en el total.

Gráfico 19. Simulación Histórica del VaR (99%) promedio del sistema versus suma de capital regulatorio y provisiones promedio del sistema (1er. Trim 2000 – 4rto. Trim 2009)

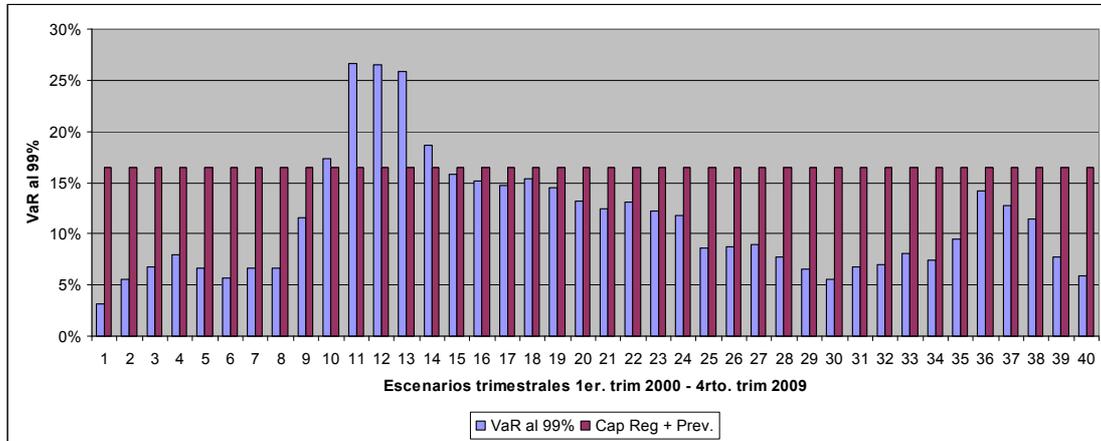
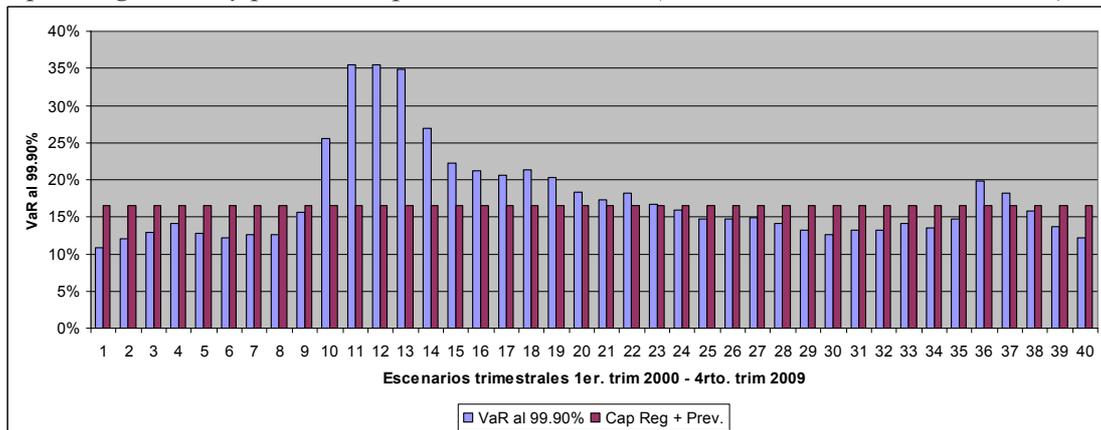


Gráfico 20. Simulación Histórica del VaR (99,90%) promedio del sistema versus suma de capital regulatorio y provisiones promedio del sistema (1er. Trim 2000 – 4rto. Trim 2009)



Para un VaR promedio trimestral, calculado para un intervalo de confianza del 95% hubo tres escenarios trimestrales (del 3ero del 2002 al 1ero del 2003) en donde se detectó una insuficiencia de la suma promedio de provisiones y capitales regulatorios.

Para un VaR promedio trimestral, calculado para un intervalo de confianza del 99%, los escenarios de déficit fueron cinco (del 2ndo. trimestre del 2002 al 2ndo. del 2003).

Para un VaR promedio trimestral, calculado para un intervalo de confianza del 99,90%, los escenarios de déficit fueron dieciséis agrupados en dos períodos (el primero desde el 2ndo. trimestre del 2002 al 3ro. del 2005 y el segundo desde el 4rto. trimestre del 2008 al 1ero. del 2009).

Tabla 17. Estadísticos del ejercicio de simulación histórica

	Promedio	D. Estándar	Coef var.	Máximo	Trim Max	Mínimo	Trim Mín
VaR al 90%	4,14%						
Cap. Reg + Prev.	16,47%						
Superávit	12,33%	4,12%	0,3343	15,96%	I -2000	0,03%	III -2002
VaR al 95%	6,06%						
Cap. Reg + Prev.	16,47%						
Superávit	10,42%	4,78%	0,4593	15,64%	I -2000	-3,24%	III -2002
VaR al 99%	11,28%						
Cap. Reg + Prev.	16,47%						
Superávit	5,20%	5,75%	1,1065	13,32%	I -2000	-10,18%	III -2002
VaR al 99,90%	17,49%						
Cap. Reg + Prev.	16,47%						
Superávit (Deficit)	-1,01%	6,37%	6,3050	5,70%	I -2000	-19,05%	IV -2002

En la Tabla 17 se presentan los importes de los VaRes promedio de los 40 escenarios considerados calculados para intervalos de confianza del 90%, 95%, 99% y 99,90%.

Se observa que el promedio de los cuarenta escenarios arroja un superávit en todos los VaRes, excepto cuando el mismo se calcula para un intervalo de confianza del 99,90%, en donde el promedio del déficit asciende al 1,01%. La dispersión relativa de los superávit – déficit de los cuarenta escenarios, medida a través del coeficiente de variación, aumenta a medida que crece el intervalo de confianza. En ese sentido, pasa del 0,33 para un intervalo del 90% al 6,30 para un intervalo del 99,90%. Los máximos superávits se verifican en el escenario correspondiente a los valores de los factores de riesgo del primer trimestre del 2000 y los peores valores se registran en el tercer trimestre del 2002 para los tres primeros intervalos de confianza elegidos y en el cuarto trimestre del mismo año para el intervalo de confianza del 99,90%. Del análisis de estos últimos escenarios se puede concluir que los bancos hoy, en promedio, de repetirse estos escenarios tendrían una insuficiencia promedio de capital regulatorio y provisiones con relación a su VaR promedio para intervalos de confianza del 99% y 99,90%, del 10,18% y del 19,05% respectivamente. La insuficiencia promedio para un intervalo de confianza del 95% no se considera significativa (3,24%).

El ejercicio de simulación nos permite concluir que la sensibilidad de las pérdidas por incobrabilidad de las carteras de préstamos al sector industrial de los bancos al ciclo económico es significativa. Movimientos a la baja del ciclo económico provocan desplazamientos de las distribuciones de probabilidad por incobrabilidad hacia la derecha que aumentan sensiblemente las probabilidades de ocurrencia de valores extremos, que impactan negativamente en los superávits de capital regulatorio y provisiones que los bancos pudieran tener. En ese sentido, y a título ilustrativo, para una probabilidad acumulada del 99%, el sistema bancario, en promedio, pasa de registrar un máximo de superávit de capital regulatorio y provisiones por encima de pérdidas por incobrabilidad del 13,32% (1er. trim. del 2000) a un déficit del 10,18% (3er. trim. del 2002), guarismos expresados como proporciones de los montos totales de exposiciones.

Los valores altos de VaRes, como era de esperar, comienzan a verificarse en torno a los trimestres que precedieron a la crisis del 2002, alcanzan su máximo durante la crisis, y mantienen valores altos, con una tendencia decreciente, en los trimestres

posteriores. La tendencia decreciente, desde máximos, comienza a observarse promediando el año 2003 y se mantiene hasta mediados del 2007 cuando comienza a experimentar un nuevo repunte que llega a un nuevo máximo en el último trimestre del 2008, coincidiendo con la crisis financiera internacional. Esta tendencia alcista rápidamente se revierte comenzado el año 2009, año en que se constata que el efecto contagio termina siendo más leve de lo que se temía en un principio.

Los trimestres de VaRes altos coinciden con valores extremos de los factores de riesgo, determinantes de importantes incrementos en las probabilidades de incumplimiento. En ese sentido se señala:

- un notorio aumento del UBI que llegó a alcanzar un valor máximo de 2.047,67 en el tercer trimestre del 2002 (el mínimo del período fue de 139,33 en el segundo trimestre del 2007);
- una importante caída de los depósitos que llegaron a un mínimo de 6.635,67 millones de USD en el primer trimestre del 2003 cuando su máximo fue de 15.086,09 millones en el cuarto trimestre del 2009;
- un significativo incremento en la tasas de interés con un máximo de 12,18% para el tercer trimestre del 2002 (el mínimo fue de 5,39% y se registró en el segundo trimestre del 2008) y
- una caída brusca en el índice medio de salarios real a partir del tercer trimestre del 2002 (más de diez puntos porcentuales respecto al trimestre anterior) que inicia un proceso decreciente del indicador hasta un mínimo de 84,85, verificado en el segundo trimestre del 2004. Desde ese mínimo, la tendencia ha sido creciente hasta llegar a un valor de 109,08 en el cuarto trimestre del 2009 (el máximo corresponde al primer trimestre del 2000 con un valor de 111,46).

Los corrimientos de las distribuciones de probabilidad de pérdidas hacia la derecha, con sus consecuentes aumentos de VaRes de fines del año 2008 se explican básicamente por dos factores:

- un aumento significativo del UBI (riesgo país) que en el último trimestre de dicho año se duplicó respecto al trimestre anterior (pasó de 304,67 a 661,00), como consecuencia de que muchos inversores extranjeros liquidaron sus posiciones en bonos soberanos de Uruguay, no tanto porque percibirían debilidades en los “fundamentals” de la economía uruguaya, o por temor a un efecto contagio, que siempre está presente, sino más bien en busca de liquidez que les permitiera atender sus necesidades más urgentes y
- en una suba de la tasa de interés de casi cien puntos básicos (pasó de 5,66% a 6,63%).

Con relación a los comportamientos de los factores de riesgo, varios elementos diferencian los dos períodos identificados de aumento de las probabilidades de pérdidas por incumplimiento. Los incrementos de dichas probabilidades son notoriamente más significativos durante la crisis del 2002 que durante la caída en el nivel de actividad constatado a fines del 2008.

Durante la crisis del 2002 todos los factores determinantes de las probabilidades de incumplimiento obraron en el mismo sentido. Uruguay desde el año 1999 venía

sufriendo una recesión. La crisis de Argentina que desembocó en el fin del plan de “convertibilidad” y en la declaratoria de default de su deuda soberana a finales del 2001 y comienzos del 2002 generó un efecto contagio en nuestro país, quien ya padecía algunos de los problemas del país hermano, en cuanto a incremento de su deuda y aumento del déficit fiscal. El contagio se operó a través del sistema bancario y se catalizó por el descubrimiento de un enorme fraude con valores argentinos de parte del banco privado más grande de ese entonces. En ese sentido, temiéndose que en Uruguay se aplicara una medida similar a la del “corralito” de los depósitos decretado por el gobierno argentino, los depositantes argentinos en nuestro sistema comenzaron a retirar sus depósitos, sobre todo cuando, a diferencia de lo ocurrido en otras crisis bancarias puntuales, un banco de capitales argentinos no fue rescatado por el estado uruguayo en febrero del 2002. Concomitantemente los rendimientos de la deuda soberana uruguaya comenzaron a subir (riesgo país) determinando incrementos en el resto de las tasas de interés de nuestra economía. La corrida de depósitos le infligió importantes pérdidas de reservas al Banco Central, como consecuencia del retiro de encajes en moneda extranjera de bancos para cubrir sus retiros y de la asistencia financiera otorgada a los bancos con dificultades. El tipo de cambio fijo fue abandonado el 19 de junio del 2002 lo que produjo en menos de un mes y medio una depreciación de la moneda local de más del cincuenta por ciento. A la caída inmediata en el salario real de los trabajadores, se le sumó las dificultades de pago de parte de las empresas endeudadas en dólares con generación de ingresos en moneda local. Los bancos sufrieron importantes crisis de liquidez, consecuencia de los retiros y del aumento de la mora de sus deudores. Luego del feriado bancario de fines de julio del 2002, en el que se obtuvo la asistencia financiera del Gobierno de los Estados Unidos y luego del Fondo Monetario Internacional y en el que también se resolvió mantener cerrados a aquellos bancos inviables, la corrida se logró contener. Sin embargo, el alto riesgo de default de estado uruguayo se mantuvo hasta entrado el año 2003, año en el cual se operó el canje de la deuda soberana uruguaya, lo que permitió abatir el riesgo país.

La crisis financiera mundial del 2008 tomó a Uruguay mejor preparado que otras crisis del pasado, disponiendo de mayores fortalezas que en el 2002, con varios años de sostenido crecimiento de su PIB, con un sistema financiero ya saneado que contaba con mayores niveles de capital y más liquidez y con una mora muy baja. Al mismo tiempo, el régimen de tipo de cambio fluctuante, vigente desde la crisis del 2002 permitió una rápida adecuación del tipo de cambio nominal que mitigó el impacto que la caída de los precios internacionales tuvo en los ingresos de nuestro sector externo. La rápida recuperación de los precios de los commodities, explicada por el aparente desacople de varios países demandantes de materias primas, que, a pesar de la crisis, siguieron creciendo, permitió que la caída de actividad se revirtiera a lo largo del año 2009, determinando incluso, que el año cerrara con un crecimiento del PIB del 2,9%. A diferencia del 2002 los depósitos totales no cayeron, sino que por el contrario mantuvieron su tendencia creciente y el salario real también mantuvo su tendencia de recupero. Como se señalara, el impacto de la crisis se materializó por una suba del riesgo país y de las tasas activas de los bancos en el último trimestre del 2008, principales determinantes del incremento de las probabilidades de pérdidas por incobrabilidad.

El ejercicio de simulación también nos permite observar el impacto en las distribuciones de probabilidad de las pérdidas por incobrabilidad, evaluando en el presente la suficiencia del capital regulatorio y provisiones frente a escenarios con valores más favorables de los factores de riesgo. En ese sentido, se observan distribuciones de pérdidas con menores probabilidades de ocurrencia de valores extremos (menores VaRes) en el período previo a la crisis (primer trimestre del 2000 hasta el último trimestre del 2001) y entre el primer trimestre del 2007 hasta el segundo trimestre del 2008. El crecimiento de los VaRes como consecuencia de la crisis internacional del 2008 se diluyó en el último trimestre del 2009. El primer período identificado se caracterizó por valores del UBI (riesgo país) bajos, altos volúmenes de depósitos, índice medios de salarios reales en valores máximos del período. La tasa de interés era la única variable que desentonaba con valores por encima del 10%. El segundo período reseñado se caracterizó por valores bajos del UBI, un volumen de depósitos en franca recuperación, salarios reales que mejoran sin llegar a los niveles previos a la crisis del 2002 y tasas de interés bajas. En el último trimestre del 2009 nos encontramos con un riesgo país en niveles previos a la crisis internacional del 2008, depósitos en el máximo del período, un salario real que prácticamente se encuentra en niveles similares a los del comienzo del decenio y tasas de interés en mínimos del período.

IV. Resumen y Conclusiones

El objetivo del presente trabajo fue el de evaluar la suficiencia del capital regulatorio y de las provisiones de las carteras de préstamos al sector industrial de los bancos al 30 de junio del 2010 y de concluir sobre la sensibilidad de las pérdidas por incobrabilidad respecto al ciclo económico.

A tales efectos se aplicó la metodología Creditrisk+ para estimar las distribuciones de probabilidad de pérdidas por incobrabilidad en el escenario actual y en escenarios simulados. La empresa requirió, entre sus tareas más importantes, estimar probabilidades de incumplimiento por calificación de riesgo crediticio a partir de incumplimientos trimestrales efectivamente verificados durante el primer decenio del siglo, correlaciones de incumplimientos entre deudores que compartían la misma calificación y aquellos que presentaban distinta calificación e identificar aquellos factores de riesgo del entorno macroeconómico, cuya variabilidad pudiera estar explicando mejor las variaciones de las tasas de incumplimiento.

1. En su versión más simple, Creditrisk+ asume que las probabilidades de incumplimiento de los deudores son pequeñas, constantes e independientes. Las probabilidades de incumplimiento se estimaron por máxima verosimilitud. Del análisis de las distribuciones de probabilidad estimadas, de las provisiones por incobrabilidad constituidas y de los capitales regulatorios de cada banco se puede concluir que los bancos presentan, con relación a sus carteras de préstamos al sector industrial, adecuados niveles de provisiones y capital regulatorio. Asimismo, en promedio y a la fecha del análisis, el sistema bancario acredita provisiones y capital regulatorio suficientes para soportar pérdidas por incobrabilidad derivadas de sus exposiciones al sector industrial que acumulan hasta un 99% de probabilidad de ocurrencia.
2. La versión más completa de Creditrisk+ asume que las probabilidades de impago son variables en el tiempo y se pueden explicar por una suma ponderada de “K factores de riesgo”, los que se distribuyen de acuerdo a distribuciones Gamma independientes con media unitaria y varianza σ_K . Las correlaciones de probabilidades de impago entre deudores, que en general son positivas, están implícitas en las variaciones de los factores de riesgo, lo que provoca que las distribuciones de probabilidad de pérdidas en esta versión tengan colas más anchas que en la versión más simple de la metodología. Los factores de riesgo que se identificaron para la aplicación de esta versión más completa de la metodología fueron el promedio trimestral de depósitos totales del sector no financiero en el sistema bancario, el promedio trimestral del índice medio de salarios real, un índice de riesgo país (UBI) calculado por la Bolsa Electrónica de Valores del Uruguay S.A. y la tasa de interés activa promedio trimestral en dólares por colocaciones al sector no financiero.
3. Del análisis de la aplicación de la versión más completa de Creditrisk+ y en comparación con los resultados de la versión más simple se concluye que, pese a los peores resultados obtenidos, en concordancia con lo expresado en el numeral anterior, los bancos siguen presentando adecuados niveles de provisiones y de

capital regulatorio, pero los niveles de suficiencia son menores. A la misma conclusión se arriba cuando el análisis se realiza sobre promedios del sistema bancario. El sistema bancario acredita al 30 de junio de 2010, en promedio, provisiones y capital regulatorio suficientes para soportar pérdidas por incobrabilidad derivadas de sus exposiciones al sector industrial que acumulan hasta un 99% de probabilidad de ocurrencia.

4. Asimismo, se evaluó la sensibilidad de las pérdidas por incobrabilidad respecto al ciclo económico mediante un ejercicio de simulación histórica. En ese sentido se estimaron distribuciones de probabilidad de pérdidas por incobrabilidad para cuarenta escenarios, definidos, a partir de los valores asumidos por los factores de riesgo considerados en cada uno de los cuarenta trimestres comprendidos entre el año 2000 y el año 2009, período que se corresponde con un ciclo económico. El análisis de suficiencia de las provisiones y del capital regulatorio se realizó mediante la comparación de VaRes promedio del sistema bancario para distintos intervalos de confianza con capitales regulatorios y provisiones promedio de cada escenario trimestral. En ese sentido, se observa que para una probabilidad acumulada del 99%, el sistema bancario, en promedio, pasa de registrar un máximo de superávit de capital regulatorio y provisiones por encima de pérdidas por incobrabilidad del 13,32% (1er. trim. del 2000) a un déficit del 10,18% (3er. trim. del 2002), guarismos expresados como proporciones de los montos totales de exposiciones. Los valores altos de VaRes, como era de esperar, comienzan a verificarse en torno a los trimestres que precedieron a la crisis del 2002, alcanzan su máximo durante la crisis, y mantienen valores altos, con una tendencia decreciente, en los trimestres posteriores. La tendencia decreciente, desde máximos, comienza a observarse promediando el año 2003 y se mantiene hasta mediados del 2007 cuando comienza a experimentar un nuevo repunte que llega a un nuevo máximo en el último trimestre del 2008, coincidiendo con la crisis financiera internacional. Esta tendencia alcista rápidamente se revierte comenzado el año 2009. Los valores que asumen los factores de riesgo en los distintos escenarios permiten claramente diferenciar buenos de malos escenarios y explicar los incrementos en las probabilidades de pérdidas, que se traducen en desplazamientos de sus distribuciones de probabilidad hacia la derecha con los consecuentes incrementos de los VaRes. En síntesis, el ejercicio de simulación histórica permitió concluir que la sensibilidad de las pérdidas por incobrabilidad de las carteras de préstamos al sector industrial de los bancos al ciclo económico es significativa y que de repetirse escenarios como los vividos durante la crisis del 2002 el sistema bancario tendría inconvenientes de suficiencia del capital regulatorio y de provisiones.

Consideraciones finales

El presente trabajo, a partir del empleo de una metodología que no tiene antecedentes de aplicación conocidos en nuestro país, permitió estimar distribuciones de probabilidad de pérdidas por incobrabilidad de las carteras de préstamos de los bancos concedidos al sector industrial, permitiendo evaluar a partir de la consideración de valores extremos de dichas distribuciones (VaRes) la suficiencia del capital

regulatorio y previsiones de los bancos al 30 de junio del 2010. Como se recoge en el estudio de los antecedentes, se destacan dos trabajos que, con otras metodologías y para fechas anteriores llegan a estimar distribuciones de probabilidad, pero a diferencia del presente no logran vincular los valores de las probabilidades con factores de riesgo como sí se identifican en el presente trabajo, mérito que permitió evaluar la sensibilidad de las pérdidas por incobrabilidad frente a cambios en el ciclo económico, provocados por variaciones en los valores asumidos por esos factores de riesgo.

Un aspecto que no aborda el presente trabajo y que podría ser objeto de ulteriores estudios son los efectos de las características específicas o idiosincrásicas de los tomadores de crédito que pudieran estar impactando en las probabilidades de incumplimiento. Contar con estas variables para conjugarlas con las del entorno económico de las empresas supondría una ganancia en la precisión de las distribuciones de probabilidad de pérdidas estimadas.

Anexo I. Presentación de la metodología Creditrisk+ en su versión más simple

Si se considera un portafolio de n deudores y bajo el supuesto de que cada riesgo crediticio (forma en que en los bancos se define a cada crédito) tiene una probabilidad de incumplimiento conocida para un horizonte anual.

P_A = probabilidad anual de incumplimiento del deudor A

Para obtener la distribución del número de incumplimientos de toda la cartera se recurre a la Función Generadora de Probabilidades (FGP):

$$F(s) = \sum_{n=0}^{\infty} \text{Prob. ("n" incumplimientos)} \times s^n$$
 en donde S es una variable auxiliar, sin significado alguno, excepto el de que su exponente en cada sumando indica el número de incumplimientos de deudores, cuya probabilidad está dada por el factor que la precede.

Para el deudor i de la cartera, la FGP solo tendría dos sumandos, ya que se tiene que sólo puede haber dos valores posibles para el número de incumplimientos (0 o 1). Entonces la FGP sería:

$$F_i(s) = (1 - p_i) s^0 + p_i s^1 = 1 + p_i(s - 1)$$
, siendo p_i la probabilidad de incumplimiento del deudor i

La metodología considera que los eventos de pérdida son independientes por lo que la FGP del número de incumplimientos de toda la cartera es el producto de la FGP individuales, es decir:

$$F(s) = \prod_{i=1}^N F_i(s) = \prod_{i=1}^N [1 + p_i(s - 1)]$$

Si se toman logaritmos de ambos lados de la expresión, se obtiene:

$$\ln F(s) = \sum_{i=1}^N \ln [1 + p_i(s - 1)]$$

Para valores pequeños de p_i se puede hacer el siguiente supuesto que es básico dentro de la Metodología de Creditrisk+:

$$\ln [1 + p_i(s - 1)] \approx p_i(s - 1)$$

Sustituyendo:

$$\ln F(s) = \sum_{i=1}^N p_i (s-1)$$

Por lo que:

$$F(s) = e^{\sum_{i=1}^N p_i (s-1)} = e^{\mu(s-1)}, \text{ donde } \mu = \sum_{i=1}^N p_i$$

La expresión anterior se corresponde con la FGP de la distribución Poisson con parámetro μ , lo que se logra visualizar más claramente cuando se expande la FGP obtenida mediante la serie de Taylor:

$$F(s) = e^{\mu(s-1)} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!} \frac{d^n (e^{\mu(s-1)})}{ds^n} s^n = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!} \mu^n e^{-\mu} s^n$$

Los coeficientes de s^n en la sumatoria son probabilidades Poisson, es decir:

$$\text{Prob}(n^\circ \text{ de incumplimientos} = n) = \frac{1}{n!} \mu^n e^{-\mu}$$

Distribución de probabilidades de pérdidas de una cartera

Creditrisk+ agrupa a los deudores en bandas de niveles de exposición iguales que se definen como múltiplos de una unidad de pérdida fija "L". Los deudores se consideran no por el volumen de su crédito sino por su monto de pérdida esperada (después de eventuales recuperos) en caso de verificarse el incumplimiento. Si con relación a un deudor i , λ_i es la proporción del monto de su deuda D_i que se perdería la banda a la que se asignaría dicho deudor se calcularía de la siguiente forma:

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

La pérdida v_i del deudor i en caso de incumplimiento se mide en términos de múltiplos de L .

La probabilidad de incumplimiento de cada banda es la suma de las probabilidades individuales de incumplimiento de los deudores de cada banda:

$\mu_j = \sum_{\{i/v_i=v_j\}} p_i$ Además la pérdida esperada asociada a cada banda es " $\mathcal{E}_j = \mu_j \times v_j$ " y la probabilidad de pérdida de un deudor que pertenece a la banda j es " $\mathcal{E}_i = p_i \times v_j$ ". Al mismo tiempo deben cumplirse las relaciones siguientes:

$$\mu_j = \frac{\mathcal{E}_j}{v_j} = \sum_{\{i/v_i=v_j\}} \frac{\mathcal{E}_i}{v_j} = \frac{1}{v_j} \sum_{\{i/v_i=v_j\}} \mathcal{E}_i \Rightarrow \mu = \sum_{j=1}^m \mu_j = \sum_{j=1}^m \frac{\mathcal{E}_j}{v_j}$$

Considerando que las pérdidas se medirán como múltiplos de L tenemos la siguiente FGP de las pérdidas como:

$$G(S) = \sum_n \text{Prob}(\text{Pérdidas acumuladas} = n \times L) S^n$$

Si se define " G_j " como la FGP de las pérdidas de la banda j la probabilidad de que se pierdan $n \times v_j$ de unidades L es igual a la probabilidad de que incumplan " n " deudores de esta banda, con una probabilidad del número de incumplimiento que se distribuye Poisson como se viera. En consecuencia:

$$G_j(S) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!} \mu_j^n e^{-\mu_j} s^{nv_j} = e^{-\mu_j} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!} (\mu_j s^{v_j})^n = e^{-\mu_j} e^{\mu_j s^{v_j}} = e^{\mu_j (s^{v_j} - 1)}$$

Si hay independencia entre los eventos de pérdida también la habrá entre las pérdidas asociadas a cada banda, por lo que la FGP de las pérdidas de la cartera se obtiene como el producto de las FGP de las bandas:

$$G(S) = \prod_j G_j(S) = \prod_j e^{\mu_j (s^{v_j} - 1)} = e^{\sum_{j=1}^m \mu_j (s^{v_j} - 1)}$$

Los coeficientes de cada S^n de la expansión de Taylor son las probabilidades de que se pierdan " n " unidades de " L ", los que surgen de la siguiente expresión:

$$P_n(L) = \frac{1}{n!} \left. \frac{d^n G(S)}{dS^n} \right|_{S=0} \quad \text{Existe una fórmula recursiva sencilla para obtener estas probabilidades:}$$

$$P_n(L) = \sum_{\{j / v_j \leq n\}} \frac{\varepsilon_j}{n} P_{n - v_j}(L) = \frac{1}{n} \sum_{\{j / v_j \leq n\}} \varepsilon_j P_{n - v_j}(L) \quad ; \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

donde $P_0(L) = e^{-\mu}$; $\mu = \sum_{j=1}^m \mu_j$

Anexo II. Presentación de la metodología Creditrisk+ en su versión más completa

A continuación se presenta el modelo completo suponiendo probabilidades de incumplimiento variables, determinadas por k factores de riesgo

$$P_i(x) = \bar{P}_{c(i)} \sum_{k=1}^K x_k w_{c(i),k} \quad ; \quad \sum w_{c(i),k} = 1 \quad ; \quad w_{c(i),k} \geq 0 \quad \forall i,k \quad (1)$$

Se asume que los factores de riesgo están idéntica e independientemente distribuidos, según distribuciones “Gamma” con media uno y varianza σ_k^2 . La función de densidad de cada factor sería la siguiente:

$$f(x/\alpha, \beta) = \frac{x^{\alpha-1}}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} e^{-\frac{x}{\beta}} \quad ; \quad \mu(x_k) = \alpha_k \beta_k = 1 \quad \forall k \Rightarrow \alpha_k = \frac{1}{\beta_k} \quad \forall k \quad (2)$$

$$\sigma_k^2 = \alpha_k \beta_k^2 = \beta_k \quad \Rightarrow \quad \alpha_k = \frac{1}{\sigma_k} \quad (3)$$

$$f(x/\alpha) = \frac{\alpha^\alpha x^{\alpha-1}}{\Gamma(\alpha)} e^{-\alpha x} \quad ; \quad \alpha = \frac{1}{\sigma_k}$$

La FGP condicional de un solo deudor sería:

$$F_i(s / x) = [1 - p_i(x)]s^0 + p_i(x)s^1 = 1 + p_i(x)[s - 1]$$

Usando la misma aproximación que para el caso de probabilidades constantes

$$F_i(s / x) = e^{\ln[1+p_i(x)[s-1]]} \approx e^{[p_i(x)[s-1]]}$$

Por ser independientes los eventos de pago entre si, la FGP del número de incumplimientos surge del producto de las FGP individuales.

$$F(s / x) = \prod_i F_i(s / x) = \prod_i e^{[p_i(x)[s-1]]} = e^{\mu(x)[s-1]} \quad ,$$

donde $\mu(x) = \sum_i p_i(x)$

Para obtener la FGP incondicional es necesario integrar la expresión anterior respecto a los factores X

$$F(s) = \int_x F(s/x) dH(x) = \int_x e^{\mu(x)[s-1]} \prod_k \frac{\alpha_k^{\alpha_k} x_k^{\alpha_k-1}}{\Gamma(\alpha_k)} e^{-\alpha_k x_k} dx_k =$$

$$\int_x e^{\sum_i \bar{P}_{c(i)} \sum_{k=1}^K x_k w_{c(i),k} [s-1]} \prod_k \frac{\alpha_k^{\alpha_k} x_k^{\alpha_k-1}}{\Gamma(\alpha_k)} e^{-\alpha_k x_k} dx_k$$

Definiendo que:

$$\mu_k = \sum_i w_{c(i),k} \bar{P}_{c(i)} \text{ se tiene que } F(s) = \prod_k \int_{x_k} e^{\mu_k x_k [s-1]} \frac{\alpha_k^{\alpha_k} x_k^{\alpha_k-1}}{\Gamma(\alpha_k)} e^{-\alpha_k x_k} dx_k =$$

$$\prod_k \int_{x_k} \frac{\alpha_k^{\alpha_k} x_k^{\alpha_k-1}}{\Gamma(\alpha_k)} e^{-x_k(\alpha_k - \mu_k [s-1])} dx_k$$

Haciendo el siguiente cambio de variable:

$$u_k = x_k [\alpha_k - \mu_k (s-1)] \quad ; \quad dx_k = \frac{du_k}{[\alpha_k - \mu_k (s-1)]}$$

$$F(s) = \prod_k \int_{u_k} \frac{\alpha_k^{\alpha_k}}{\Gamma(\alpha_k) [\alpha_k - \mu_k (s-1)]^{\alpha_k-1}} u_k^{\alpha_k-1} e^{-u} \frac{du_k}{[\alpha_k - \mu_k (s-1)]}$$

$$= \prod_k \frac{\alpha_k^{\alpha_k}}{[\alpha_k - \mu_k (s-1)]^{\alpha_k}} \frac{1}{\Gamma(\alpha_k)} \int_{u_k} u_k^{\alpha_k-1} e^{-u} du_k = \prod_k \frac{\alpha_k^{\alpha_k}}{[\alpha_k - \mu_k (s-1)]^{\alpha_k}}$$

Si se recuerda que $\alpha=1/\sigma^2$:

$$\frac{\alpha^\alpha}{[\alpha - \mu(s-1)]^\alpha} = \frac{1}{(1 - \sigma^2 \mu s + \sigma^2 \mu)^{\frac{1}{\sigma^2}}} = \left[\frac{1 + \sigma^2 \mu - \sigma^2 \mu}{(1 + \sigma^2 \mu) \left(\frac{1 - \sigma^2 \mu s + \sigma^2 \mu}{(1 + \sigma^2 \mu)} \right)} \right]^{\frac{1}{\sigma^2}}$$

$$\left[\frac{1 + \sigma^2 \mu - \sigma^2 \mu}{(1 + \sigma^2 \mu)} \right]^{\frac{1}{\sigma^2}} = \left[\frac{1 - \frac{\sigma^2 \mu}{(1 + \sigma^2 \mu)}}{1 - \frac{\sigma^2 \mu s}{(1 + \sigma^2 \mu)}} \right]^{\frac{1}{\sigma^2}} = \left[\frac{1 - \theta}{1 - \theta s} \right]^{\frac{1}{\sigma^2}} \text{ donde } \theta = \frac{\sigma^2 \mu}{(1 + \sigma^2 \mu)}$$

$$F(s) = \prod_k \left[\frac{1 - \theta_k}{1 - \theta_k s} \right]^{\frac{1}{\sigma_k^2}} \text{ donde } \theta_k = \frac{\sigma_k^2 \mu_k}{(1 + \sigma_k^2 \mu_k)} \text{ y } \mu_k = \sum_i w_{c(i)k} \overline{p_{c(i)}}$$

Entonces la FGP es un producto de FGP's binomiales negativas.

La FGP de las pérdidas se obtiene a partir del siguiente desarrollo, en donde ahora consideramos las distintas bandas, las que como se recordarán eran múltiplos de la unidad de pérdida L:

$$G_i(s/x) = F_i(s^{v_i} / x)$$

$$G(s/x) = \prod_i G_i(s/x) = e^{\left[\sum_i p_i(x) [s^{v_i} - 1] \right]} = e^{\left[\sum_i \overline{p_{c(i)}} \sum_{k=1}^K x^k w_{c(i)k} [s^{v_i} - 1] \right]} =$$

$$e^{\left[\sum_{k=1}^K x^k \sum_i \overline{p_{c(i)}} w_{c(i)k} [s^{v_i} - 1] \right]}$$

Integrando sobre x y haciendo un poco álgebra se obtiene la FGP incondicional de la distribución de pérdidas por incumplimiento.

$$G(s) = \prod_{k=1}^K \left[\frac{1 - \theta_k}{1 - \theta_k \pi_k(s)} \right]^{\frac{1}{\sigma_k^2}}$$

$$\text{donde } \pi_k(s) = \frac{1}{\mu_k} \sum_i w_{c(i),k} \overline{p_{c(i)}} s^{v_i}; \theta_k = \frac{\sigma_k^2 \mu_k}{(1 + \sigma_k^2 \mu_k)} \mu_k = \sum_i w_{c(i)k} \overline{p_{c(i)}}$$

Para obtener la distribución de pérdidas es necesario obtener la expansión de potencias siguiente:

$$G(s) = \sum_{n=0}^{\infty} R_n s^n$$

Si se hace la derivada logarítmica de la expansión anterior.

$$\frac{d}{ds} \log G(s) = \frac{1}{G(s)} \frac{dG(s)}{ds} = \frac{A(s)}{B(s)} = \frac{a_0 + a_1 s + a_2 s^2 + \dots + a_r s^r}{b_0 + b_1 s + b_2 s^2 + \dots + b_t s^t}$$

Entonces, los coeficientes de la serie de potencia R_n , que son las probabilidades de perder n unidades L , se pueden calcular de acuerdo a la siguiente forma recursiva:

$$R_{n+1} = \frac{1}{b_0(n+1)} \left(\sum_{i=0}^{\min(r,n)} a_i R_{n-i} - \sum_{j=0}^{\min(t-1,n-1)} b_{j+1} (n-j) R_{n-j} \right)$$

Forma recursiva que requirió para su obtención el siguiente desarrollo:

$$\begin{aligned} \frac{d}{ds} \log G(s) &= \frac{d}{ds} \log \prod_{k=1}^K \left[\frac{1-\theta_k}{1 - \frac{\theta_k}{\mu_k} \sum_i w_{c(i),k} \bar{p}_{c(i)} s^{v_i}} \right]^{\frac{1}{\sigma_k^2}} = \frac{d}{ds} \sum_{k=1}^K \frac{1}{\sigma_k^2} \log \left(\frac{1-\theta_k}{1 - \frac{\theta_k}{\mu_k} \sum_i w_{c(i),k} \bar{p}_{c(i)} s^{v_i}} \right) = \\ &= \sum_{k=1}^K \frac{d}{ds} \frac{1}{\sigma_k^2} \left(\log(1-\theta_k) - \log \left(1 - \frac{\theta_k}{\mu_k} \sum_i w_{c(i),k} \bar{p}_{c(i)} s^{v_i} \right) \right) = - \sum_{k=1}^K \frac{1}{\sigma_k^2} \frac{\frac{d}{ds} \left(1 - \frac{\theta_k}{\mu_k} \sum_i w_{c(i),k} \bar{p}_{c(i)} s^{v_i} \right)}{\left(1 - \frac{\theta_k}{\mu_k} \sum_i w_{c(i),k} \bar{p}_{c(i)} s^{v_i} \right)} = \\ &= \sum_{k=1}^K \frac{\frac{\theta_k}{\mu_k \sigma_k^2} \sum_i v_i w_{c(i),k} \bar{p}_{c(i)} s^{v_i-1}}{1 - \frac{\theta_k}{\mu_k} \sum_i w_{c(i),k} \bar{p}_{c(i)} s^{v_i}} \Rightarrow \frac{A(s)}{B(s)} = \sum_{k=1}^K \frac{\frac{\theta_k}{\mu_k \sigma_k^2} \sum_i v_i w_{c(i),k} \bar{p}_{c(i)} s^{v_i-1}}{1 - \frac{\theta_k}{\mu_k} \sum_i w_{c(i),k} \bar{p}_{c(i)} s^{v_i}} \\ &= \frac{\sum_{k=1}^K \left[\left(\frac{\theta_k}{\mu_k \sigma_k^2} \sum_i v_i w_{c(i),k} \bar{p}_{c(i)} s^{v_i-1} \right) \left(\prod_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^K \left(1 - \frac{\theta_j}{\mu_j} \sum_i w_{c(i),j} \bar{p}_{c(i)} s^{v_i} \right) \right) \right]}{\prod_{k=1}^K \left(1 - \frac{\theta_k}{\mu_k} \sum_i w_{c(i),k} \bar{p}_{c(i)} s^{v_i} \right)} \end{aligned}$$

Para la recursión el valor R_0 está dado por:

$$R_0 = \prod_{k=1}^K (1 - \theta_k)^{\frac{1}{\sigma_k^2}}$$

Cartera de préstamos bancarios al sector industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad de Pérdidas por Incobrabilidad

Anexo III. Incumplimientos y tasas de incumplimiento por calificación de riesgo crediticio

	Calificación 1			Calificación 2			Calificación 3			Calificación 4		
	Nº de créditos vigentes al comienzo de cada trimestre	Nº de créditos que incumplieron ajustados por recuperos	Tasa trimestral de incumplimiento	Nº de créditos vigentes al comienzo de cada trimestre	Nº de créditos que incumplieron ajustados por recuperos	Tasa trimestral de incumplimiento	Nº de créditos vigentes al comienzo de cada trimestre	Nº de créditos que incumplieron ajustados por recuperos	Tasa trimestral de incumplimiento	Nº de créditos vigentes al comienzo de cada trimestre	Nº de créditos que incumplieron ajustados por recuperos	Tasa trimestral de incumplimiento
Trimestre I 2000	2.196	10	0,4434%	261	5	1,7961%	105	4	3,4343%	82	8	9,7561%
Trimestre II 2000	2.018	9	0,4467%	307	8	2,5841%	151	3	1,6717%	110	7	6,3636%
Trimestre III 2000	2.177	7	0,3147%	308	10	3,1612%	159	5	2,9483%	116	16	13,7931%
Trimestre IV 2000	2.355	14	0,5972%	348	8	2,1761%	163	3	1,9911%	136	19	13,9706%
Trimestre I 2001	2.376	12	0,5008%	333	9	2,5990%	147	5	3,4343%	135	25	18,5185%
Trimestre II 2001	2.176	8	0,3480%	363	12	3,1789%	138	3	2,3518%	196	11	5,6122%
Trimestre III 2001	2.189	8	0,3789%	312	9	2,7739%	131	2	1,3764%	157	18	11,4650%
Trimestre IV 2001	2.215	9	0,4233%	348	9	2,4869%	186	10	5,4285%	185	22	11,8919%
Trimestre I 2002	2.333	39	1,6848%	370	16	4,3857%	146	9	6,4217%	178	29	16,2921%
Trimestre II 2002	1.929	27	1,3833%	391	27	7,0092%	145	12	8,4556%	189	34	17,9894%
Trimestre III 2002	1.736	91	5,2554%	411	58	14,0382%	124	14	11,6324%	152	39	25,6579%
Trimestre IV 2002	1.267	32	2,5615%	464	40	8,5488%	109	7	6,2858%	165	44	26,6667%
Trimestre I 2003	1.040	9	0,9015%	400	10	2,6144%	119	5	4,2424%	133	32	24,0602%
Trimestre II 2003	928	5	0,5440%	405	10	2,4040%	136	4	2,9167%	138	17	12,3188%
Trimestre III 2003	738	5	0,7219%	333	6	1,9492%	106	5	4,3453%	104	8	7,6923%
Trimestre IV 2003	692	6	0,8338%	312	8	2,5427%	137	4	2,8954%	113	5	4,4248%
Trimestre I 2004	683	2	0,2640%	311	8	2,6669%	151	3	2,1493%	116	9	7,7586%
Trimestre II 2004	741	5	0,6326%	317	7	2,1614%	162	4	2,1755%	140	8	5,7143%
Trimestre III 2004	701	2	0,3086%	367	5	1,2773%	217	6	2,9912%	144	6	4,1667%
Trimestre IV 2004	679	3	0,4659%	317	7	2,1614%	228	5	2,2142%	150	5	3,3333%
Trimestre I 2005	780	5	0,6935%	251	4	1,4367%	221	5	2,1212%	137	13	9,4891%
Trimestre II 2005	970	5	0,4833%	339	6	1,7020%	245	5	2,2078%	157	5	3,1847%
Trimestre III 2005	1.290	11	0,8666%	361	8	2,0977%	271	3	1,0645%	151	11	7,2848%
Trimestre IV 2005	1.358	9	0,6373%	339	4	1,1460%	335	9	2,7987%	145	7	4,8276%
Trimestre I 2006	1.412	7	0,5050%	347	6	1,6627%	342	10	3,0338%	158	17	10,7595%
Trimestre II 2006	1.163	3	0,2791%	322	7	2,2398%	366	10	2,7587%	151	10	6,6225%
Trimestre III 2006	1.150	2	0,1568%	465	2	0,3877%	379	11	2,8112%	150	10	6,6667%
Trimestre IV 2006	1.131	3	0,2232%	493	4	0,8046%	365	37	10,2615%	152	8	5,2632%
Trimestre I 2007	1.173	6	0,5534%	526	8	1,4927%	257	6	2,4938%	139	8	5,7554%
Trimestre II 2007	1.142	4	0,3402%	545	6	1,1098%	345	5	1,5679%	152	7	4,6053%
Trimestre III 2007	1.141	3	0,2457%	568	7	1,1918%	302	8	2,8116%	199	9	4,5226%
Trimestre IV 2007	1.143	4	0,3714%	629	6	0,9043%	331	5	1,5005%	173	6	3,4682%
Trimestre I 2008	1.253	3	0,2302%	687	3	0,3674%	336	7	2,0734%	157	8	5,0955%
Trimestre II 2008	1.275	4	0,2828%	696	6	0,8290%	327	9	2,8774%	165	6	3,6364%
Trimestre III 2008	1.258	2	0,1720%	794	6	0,7618%	299	8	2,5712%	134	4	2,9851%
Trimestre IV 2008	1.341	2	0,1613%	790	5	0,5934%	290	9	3,2163%	140	4	2,8571%
Trimestre I 2009	1.325	2	0,1633%	865	7	0,8338%	283	7	2,5195%	162	15	9,2593%
Trimestre II 2009	1.299	3	0,2498%	893	6	0,6865%	266	8	2,8469%	146	10	6,8493%
Trimestre III 2009	1.279	4	0,3383%	918	8	0,8249%	267	7	2,6705%	115	6	5,2174%
Trimestre IV 2009	1.266	5	0,3638%	960	8	0,8179%	256	11	4,3797%	129	9	6,9767%
Totales	55.318	391		18.766	383		9.043	296		5.851	535	
Estimadores		0,70690%			2,04344%			3,27013%			9,14374%	

Cartera de préstamos bancarios al sector industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad de Pérdidas por Incobrabilidad

Anexo IV. Comportamiento de los factores de riesgo

	IVF4T		1DLNIVF4T	1DLNIVF4T2	IVF2T		1DLNIVF2T	1DLNIVF2T2	IVF		
	IVF Retraso de 4 trimestres	Log natural del IVF Retraso de 4 trimestres	1era. diferencia de un trimestre respecto al anterior de LN IVF con retraso de 4 trim	1era. diferencia de un trimestre respecto al mismo trim del año anterior de LN IVF con retraso de 4 trim.	IVF Retraso de 2 trimestres	Log natural del IVF Retraso de 2 trimestres	1era. diferencia de un trimestre respecto al anterior de LN IVF con retraso de 2 trim	1era. diferencia de un trimestre respecto al mismo trim del año anterior de LN IVF con retraso de 2 trim.	IVF sin Retraso	Log natural del IVF sin Retraso	
1	Trimestre I 2000	113,6	4,7331	-0,1722	-0,0726	114,7	4,7420	-0,0325	-0,1513	114,1	4,7371
2	Trimestre II 2000	118,4	4,7745	0,0414	-0,0538	125,6	4,8327	0,0907	-0,0725	111,9	4,7176
3	Trimestre III 2000	114,7	4,7420	-0,0325	-0,1513	114,1	4,7371	-0,0957	0,0040	116,7	4,7596
4	Trimestre IV 2000	125,6	4,8327	0,0907	-0,0725	111,9	4,7176	-0,0195	-0,0569	119,8	4,7858
5	Trimestre I 2001	114,1	4,7371	-0,0957	0,0040	116,7	4,7596	0,0420	0,0176	111,1	4,7104
6	Trimestre II 2001	111,9	4,7176	-0,0195	-0,0569	119,8	4,7858	0,0262	-0,0469	105,6	4,6597
7	Trimestre III 2001	116,7	4,7596	0,0420	0,0176	111,1	4,7104	-0,0754	-0,0266	103,9	4,6434
8	Trimestre IV 2001	119,8	4,7858	0,0262	-0,0469	105,6	4,6597	-0,0508	-0,0579	107,0	4,6728
9	Trimestre I 2002	111,1	4,7104	-0,0754	-0,0266	103,9	4,6434	-0,0162	-0,1162	92,3	4,5250
10	Trimestre II 2002	105,6	4,6597	-0,0508	-0,0579	107,0	4,6728	0,0294	-0,1130	99,2	4,5971
11	Trimestre III 2002	103,9	4,6434	-0,0162	-0,1162	92,3	4,5250	-0,1478	-0,1854	90,2	4,5020
12	Trimestre IV 2002	107,0	4,6728	0,0294	-0,1130	99,2	4,5971	0,0721	-0,0625	86,2	4,4567
13	Trimestre I 2003	92,3	4,5250	-0,1478	-0,1854	90,2	4,5020	-0,0951	-0,1414	77,8	4,3541
14	Trimestre II 2003	99,2	4,5971	0,0721	-0,0625	86,2	4,4567	-0,0454	-0,2162	96,6	4,5706
15	Trimestre III 2003	90,2	4,5020	-0,0951	-0,1414	77,8	4,3541	-0,1025	-0,1709	98,1	4,5860
16	Trimestre IV 2003	86,2	4,4567	-0,0454	-0,2162	96,6	4,5706	0,2164	-0,0266	112,6	4,7238
17	Trimestre I 2004	77,8	4,3541	-0,1025	-0,1709	98,1	4,5860	0,0154	0,0840	105,3	4,6568
18	Trimestre II 2004	96,6	4,5706	0,2164	-0,0266	112,6	4,7238	0,1379	0,2672	116,1	4,7545
19	Trimestre III 2004	98,1	4,5860	0,0154	0,0840	105,3	4,6568	-0,0670	0,3027	117,0	4,7622
20	Trimestre IV 2004	112,6	4,7238	0,1379	0,2672	116,1	4,7545	0,0976	0,1839	127	4,8442
21	Trimestre I 2005	105,3	4,6568	-0,0670	0,3027	117,0	4,7622	0,0077	0,1762	111,1	4,7104
22	Trimestre II 2005	116,1	4,7545	0,0976	0,1839	127	4,8442	0,0820	0,1203	122,3	4,8065
23	Trimestre III 2005	117,0	4,7622	0,0077	0,1762	111,1	4,7104	-0,1338	0,0536	127,6	4,8489
24	Trimestre IV 2005	127	4,8442	0,0820	0,1203	122,3	4,8065	0,0960	0,0520	151,1	5,0179
25	Trimestre I 2006	111,1	4,7104	-0,1338	0,0536	127,6	4,8489	0,0424	0,0867	127,1	4,8450
26	Trimestre II 2006	122,3	4,8065	0,0960	0,0520	151,1	5,0179	0,1690	0,1738	141,0	4,9488
27	Trimestre III 2006	127,6	4,8489	0,0424	0,0867	127,1	4,8450	-0,1730	0,1345	138,3	4,9294
28	Trimestre IV 2006	151,1	5,0179	0,1690	0,1738	141,0	4,9488	0,1038	0,1423	149,0	5,0039
29	Trimestre I 2007	127,1	4,8450	-0,1730	0,1345	138,3	4,9294	-0,0193	0,0805	140,0	4,9416
30	Trimestre II 2007	141,0	4,9488	0,1038	0,1423	149,0	5,0039	0,0745	-0,0140	141,5	4,9523
31	Trimestre III 2007	138,3	4,9294	-0,0193	0,0805	140,0	4,9416	-0,0623	0,0967	153,1	5,0311
32	Trimestre IV 2007	149,0	5,0039	0,0745	-0,0140	141,5	4,9523	0,0107	0,0035	164,9	5,1053
33	Trimestre I 2008	140,0	4,9416	-0,0623	0,0967	153,1	5,0311	0,0788	0,1017	158,8	5,0676
34	Trimestre II 2008	141,5	4,9523	0,0107	0,0035	164,9	5,1053	0,0742	0,1014	180,3	5,1946
35	Trimestre III 2008	153,1	5,0311	0,0788	0,1017	158,8	5,0676	-0,0377	0,1260	179,4	5,1896
36	Trimestre IV 2008	164,9	5,1053	0,0742	0,1014	180,3	5,1946	0,1270	0,2423	177,9	5,1812
37	Trimestre I 2009	158,8	5,0676	-0,0377	0,1260	179,4	5,1896	-0,0050	0,1585	162,1	5,0883
38	Trimestre II 2009	180,3	5,1946	0,1270	0,2423	177,9	5,1812	-0,0084	0,0759	166,3	5,1140
39	Trimestre III 2009	179,4	5,1896	-0,0050	0,1585	162,1	5,0883	-0,0929	0,0207	171,1	5,1423
40	Trimestre IV 2009	177,9	5,1812	-0,0084	0,0759	166,3	5,1140	0,0257	-0,0806	172,4	5,1496
	Media	123,6	4,7969	0,0069	0,0300	126,0	4,8143	0,0085	0,0317	128,6	4,8322
	Mediana	116,9	4,7609	0,0092	0,0348	118,4	4,7740	0,0092	0,0364	121,1	4,7962
	Varianza	655,4799	0,0410	0,0085	0,0165	731,1643	0,0453	0,0080	0,0164	828,2626	0,0505
	Desviación Estándar	25,6	0,2024	0,0924	0,1285	27,0	0,2128	0,0892	0,1280	28,8	0,2246
	Máximo	180,3	5,1946	0,2164	0,3027	180,3	5,1946	0,2164	0,3027	180,3	5,1946
	Mínimo	77,8	4,3541	-0,1730	-0,2162	77,8	4,3541	-0,1730	-0,2162	77,8	4,3541

Cartera de préstamos bancarios al sector industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad de Pérdidas por Incobrabilidad

Comportamiento de los factores de riesgo

	1DLNIVF	1DLNIVF2	TCR	TASA	DETTOT	UBI	IMSREAL	IPE	DESEMP	
	1era. diferencia de un trimestre respecto al anterior de LN IVF sin retraso	1era. diferencia de un trimestre respecto al mismo trim del año anterior de LN IVF sin retraso	Tipo de cambio real promedio trimestral	Tasa de interes activa en dólares promedio trimestral de créditos concedidos al Sector no Financiero residente por el Sistema	Promedio trimestral de Depósitos en el Sistema Bancario del Sector no Financiero en millones de dólares	Promedio trimestral del Indice UBI de BEVSA	Promedio trimestral del Indice Medio de Salarios Real	Promedio trimestral del Indice de Precios de Exportacion	Tasa de desempleo trimestral	
1	Trimestre I 2000	-0,0957	0,0040	100,33	10,43	12.529,67	146,61	111,46	98,23	12,00
2	Trimestre II 2000	-0,0195	-0,0569	99,51	11,20	12.656,67	188,17	110,77	99,71	14,30
3	Trimestre III 2000	0,0420	0,0176	101,29	11,74	12.804,00	232,32	109,81	100,54	13,80
4	Trimestre IV 2000	0,0262	-0,0469	99,04	11,64	13.161,00	292,16	109,23	97,74	14,20
5	Trimestre I 2001	-0,0754	-0,0266	100,26	10,96	13.668,33	246,40	110,44	97,21	14,90
6	Trimestre II 2001	-0,0508	-0,0579	99,44	10,46	13.991,00	211,21	110,24	97,38	15,90
7	Trimestre III 2001	-0,0162	-0,1162	99,86	9,83	14.514,00	240,16	109,84	94,44	15,40
8	Trimestre IV 2001	0,0294	-0,1130	103,05	8,68	14.831,00	251,10	109,46	93,36	14,90
9	Trimestre I 2002	-0,1478	-0,1854	94,37	8,67	13.383,67	400,34	108,33	89,51	14,80
10	Trimestre II 2002	0,0721	-0,0625	93,52	10,62	9.681,00	986,67	103,17	86,21	15,60
11	Trimestre III 2002	-0,0951	-0,1414	122,01	12,18	6.649,00	2.047,67	92,52	86,09	19,00
12	Trimestre IV 2002	-0,0454	-0,2162	118,49	11,83	6.644,67	2.027,27	88,70	86,21	18,60
13	Trimestre I 2003	-0,1025	-0,1709	133,47	11,79	6.635,67	1.931,67	86,85	86,74	18,60
14	Trimestre II 2003	0,2164	-0,0266	141,09	11,21	6.887,33	1.024,00	85,97	90,40	17,50
15	Trimestre III 2003	0,0154	0,0840	136,05	9,02	7.290,33	710,00	85,70	94,16	16,00
16	Trimestre IV 2003	0,1379	0,2672	143,46	9,00	7.568,33	634,33	85,36	98,01	15,40
17	Trimestre I 2004	-0,0670	0,3027	147,01	8,08	7.984,00	586,33	85,17	97,91	13,90
18	Trimestre II 2004	0,0976	0,1839	142,39	7,72	8.182,67	650,67	84,85	99,41	13,10
19	Trimestre III 2004	0,0077	0,1762	136,84	7,20	8.242,00	576,67	86,16	100,45	13,30
20	Trimestre IV 2004	0,0820	0,1203	133,19	6,95	8.198,00	435,00	87,40	102,22	12,10
21	Trimestre I 2005	-0,1338	0,0536	128,88	6,86	8.353,00	378,67	89,05	102,77	12,10
22	Trimestre II 2005	0,0960	0,0520	127,44	6,92	8.277,67	437,67	88,56	103,77	12,30
23	Trimestre III 2005	0,0424	0,0867	126,43	7,02	8.422,33	347,67	90,26	103,76	12,30
24	Trimestre IV 2005	0,1690	0,1738	123,07	6,81	8.609,67	310,00	91,46	105,13	12,10
25	Trimestre I 2006	-0,1730	0,1345	125,88	8,21	8.950,00	238,33	93,85	105,95	13,10
26	Trimestre II 2006	0,1038	0,1423	124,84	8,65	9.094,67	246,67	93,28	109,98	11,30
27	Trimestre III 2006	-0,0193	0,0805	123,73	8,86	9.133,67	250,33	93,24	111,71	11,20
28	Trimestre IV 2006	0,0745	-0,0140	125,63	8,38	9.322,67	208,33	94,72	113,34	10,00
29	Trimestre I 2007	-0,0623	0,0967	125,07	8,48	9.641,00	180,67	98,63	114,81	10,40
30	Trimestre II 2007	0,0107	0,0035	124,99	8,46	9.747,33	139,33	96,91	118,90	10,10
31	Trimestre III 2007	0,0788	0,1017	123,12	6,85	9.857,33	196,67	98,57	124,18	9,40
32	Trimestre IV 2007	0,0742	0,1014	120,14	6,52	10.384,40	210,33	98,88	131,40	8,60
33	Trimestre I 2008	-0,0377	0,1260	116,39	5,70	11.138,89	273,33	102,82	145,01	8,90
34	Trimestre II 2008	0,1270	0,2423	112,45	5,39	11.913,05	244,67	100,68	164,22	7,80
35	Trimestre III 2008	-0,0050	0,1585	110,14	5,66	12.421,52	304,67	100,37	172,40	8,00
36	Trimestre IV 2008	-0,0084	0,0759	109,50	6,63	12.608,45	661,00	102,81	151,48	6,90
37	Trimestre I 2009	-0,0929	0,0207	106,22	6,63	13.307,54	560,00	109,20	137,43	7,90
38	Trimestre II 2009	0,0257	-0,0806	111,70	5,94	13.777,86	415,33	109,24	134,55	8,30
39	Trimestre III 2009	0,0283	-0,0473	110,47	6,01	14.416,03	305,00	108,88	133,73	7,50
40	Trimestre IV 2009	0,0073	-0,0316	102,63	5,64	15.086,09	235,67	109,08	139,22	6,90
	Media	0,0079	0,0353	118,08	8,47	10.499,14	499,08	98,30	110,49	12,46
	Mediana	0,0092	0,0364	121,07	8,42	9.714,17	304,83	98,60	102,50	12,30
	Varianza	0,0077	0,0155	223,5774	4,2661	7.134,640	232,837	89,7961	478,6435	11,4563
	Desviación Estándar	0,0880	0,1245	14,95	2,07	2.671,07	482,53	9,48	21,88	3,38
	Máximo	0,2164	0,3027	147,01	12,18	15.086,09	2.047,67	111,46	172,40	19,00
	Mínimo	-0,1730	-0,2162	93,52	5,39	6.635,67	139,33	84,85	86,09	6,90

Cartera de préstamos bancarios al sector industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad de Pérdidas por Incobrabilidad

Anexo V. Comportamiento de los factores de riesgo transformados

	IVF4T	1DLNIVF4T	1DLNIVF4T2	IVF2T	1DLNIVF2T	1DLNIVF2T2	IVF	
	IVF Retraso de 4 trimestres	1era. diferencia de un trimestre respecto al anterior de LN IVF con retraso de 4 trim	1era. diferencia de un trimestre respecto al mismo trim del año anterior de LN IVF con retraso de 4 trim.	IVF Retraso de 2 trimestres	1era. diferencia de un trimestre respecto al anterior de LN IVF con retraso de 2 trim	1era. diferencia de un trimestre respecto al mismo trim del año anterior de LN IVF con retraso de 2 trim.	IVF sin Retraso	
1	Trimestre I 2000	1,1757	1,8546	1,3762	1,2091	1,1969	1,6754	1,2804
2	Trimestre II 2000	1,0910	0,8355	1,3075	1,0085	0,6045	1,3845	1,3229
3	Trimestre III 2000	1,1577	1,1878	1,6651	1,2195	1,5009	1,1022	1,2301
4	Trimestre IV 2000	0,9656	0,5999	1,3761	1,2600	1,1345	1,3267	1,1701
5	Trimestre I 2001	1,1677	1,4895	1,0955	1,1716	0,8388	1,0519	1,3384
6	Trimestre II 2001	1,2065	1,1258	1,3186	1,1145	0,9147	1,2900	1,4448
7	Trimestre III 2001	1,1218	0,8325	1,0455	1,2747	1,4034	1,2152	1,4776
8	Trimestre IV 2001	1,0671	0,9078	1,2822	1,3761	1,2850	1,3307	1,4177
9	Trimestre I 2002	1,2206	1,3927	1,2078	1,4074	1,1189	1,5456	1,7020
10	Trimestre II 2002	1,3176	1,2752	1,3226	1,3503	0,8994	1,5338	1,5685
11	Trimestre III 2002	1,3476	1,1104	1,5362	1,6211	1,7515	1,8010	1,7426
12	Trimestre IV 2002	1,2929	0,8926	1,5245	1,4940	0,6941	1,3476	1,8200
13	Trimestre I 2003	1,5522	1,7382	1,7900	1,6597	1,4982	1,6387	1,9824
14	Trimestre II 2003	1,4305	0,6889	1,3394	1,7334	1,2590	1,9145	1,6188
15	Trimestre III 2003	1,5892	1,4868	1,6287	1,8882	1,5339	1,7475	1,5898
16	Trimestre IV 2003	1,6598	1,2494	1,9029	1,5418	0,0000	1,2149	1,3094
17	Trimestre I 2004	1,8079	1,5222	1,7369	1,5142	0,9667	0,8071	1,4506
18	Trimestre II 2004	1,4763	0,0000	1,2075	1,2471	0,3779	0,1310	1,2417
19	Trimestre III 2004	1,4499	0,9594	0,8022	1,3816	1,3632	0,0000	1,2243
20	Trimestre IV 2004	1,1941	0,3750	0,1302	1,1826	0,5713	0,4384	1,0309
21	Trimestre I 2005	1,3229	1,3528	0,0000	1,1661	1,0037	0,4667	1,3384
22	Trimestre II 2005	1,1324	0,5670	0,4357	0,9818	0,6464	0,6728	1,1218
23	Trimestre III 2005	1,1165	0,9961	0,4639	1,2747	1,6840	0,9190	1,0193
24	Trimestre IV 2005	0,9401	0,6415	0,6687	1,0684	0,5789	0,9249	0,5648
25	Trimestre I 2006	1,2206	1,6713	0,9134	0,9708	0,8368	0,7969	1,0289
26	Trimestre II 2006	1,0230	0,5746	0,9193	0,5379	0,2279	0,4757	0,7601
27	Trimestre III 2006	0,9295	0,8305	0,7920	0,9800	1,8726	0,6204	0,8123
28	Trimestre IV 2006	0,5150	0,2262	0,4728	0,7240	0,5417	0,5918	0,6054
29	Trimestre I 2007	0,9384	1,8584	0,6166	0,7737	1,1338	0,8197	0,7794
30	Trimestre II 2007	0,6932	0,5376	0,5882	0,5766	0,6825	1,1685	0,7504
31	Trimestre III 2007	0,7408	1,1252	0,8147	0,7424	1,3404	0,7602	0,5261
32	Trimestre IV 2007	0,5521	0,6773	1,1614	0,7147	0,9896	1,1038	0,2978
33	Trimestre I 2008	0,7108	1,3303	0,7555	0,5011	0,6619	0,7417	0,4158
34	Trimestre II 2008	0,6844	0,9821	1,0971	0,2837	0,6838	0,7427	0,0000
35	Trimestre III 2008	0,4798	0,6569	0,7372	0,3961	1,2221	0,6519	0,0174
36	Trimestre IV 2008	0,2716	0,6786	0,7382	0,0000	0,4302	0,2227	0,0464
37	Trimestre I 2009	0,3792	1,2128	0,6479	0,0166	1,0649	0,5319	0,3516
38	Trimestre II 2009	0,0000	0,4269	0,2213	0,0442	1,0812	0,8369	0,2700
39	Trimestre III 2009	0,0159	1,0568	0,5287	0,3349	1,4875	1,0405	0,1777
40	Trimestre IV 2009	0,0423	1,0730	0,8318	0,2572	0,9172	1,4143	0,1534
	Media	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	Mediana	1,1192	0,9891	0,9824	1,1403	0,9966	0,9827	1,1459
	Varianza	0,2039	0,1945	0,2223	0,2481	0,1839	0,2231	0,3098
	Desviación Estándar	0,4516	0,4411	0,4715	0,4981	0,4288	0,4724	0,5566
	Máximo	1,8079	1,8584	1,9029	1,8882	1,8726	1,9145	1,9824
	Mínimo	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Cartera de préstamos bancarios al sector industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad de Pérdidas por Incobrabilidad

Comportamiento de los factores de riesgo transformados

	1DLNIVF	1DLNIVF2	TCR	TASA	DETTOT	UBI	IMSREAL	IPE	DESEMP	
	1era. diferencia de un trimestre respecto al anterior de LN IVF sin retraso	1era. diferencia de un trimestre respecto al mismo trimestre del año anterior de LN IVF sin retraso	Tipo de cambio real promedio trimestral	Tasa de interés activa en dólares promedio trimestral de créditos concedidos al Sector no Financiero residente por el Sistema	Promedio trimestral de Depósitos en el Sistema Bancario del Sector no Financiero en millones de dólares	Promedio trimestral del Índice UBI de BEVSA	Promedio trimestral del Índice Medio de Salarios Real	Promedio trimestral del Índice de Precios de Exportación	Tasa de desempleo trimestral	
1	Trimestre I 2000	1,4968	1,1171	1,6138	1,6371	0,5573	0,0202	0,0000	1,1980	0,9173
2	Trimestre II 2000	1,1314	1,3447	1,6422	1,8876	0,5296	0,1357	0,0520	1,1742	1,3309
3	Trimestre III 2000	0,8366	1,0662	1,5804	2,0613	0,4975	0,2585	0,1255	1,1608	1,2410
4	Trimestre IV 2000	0,9123	1,3075	1,6582	2,0301	0,4197	0,4248	0,1696	1,2061	1,3129
5	Trimestre I 2001	1,3996	1,2317	1,6161	1,8096	0,3091	0,2976	0,0773	1,2145	1,4388
6	Trimestre II 2001	1,2815	1,3488	1,6446	1,6473	0,2387	0,1998	0,0929	1,2117	1,6187
7	Trimestre III 2001	1,1158	1,5665	1,6298	1,4423	0,1247	0,2803	0,1228	1,2592	1,5288
8	Trimestre IV 2001	0,8970	1,5546	1,5198	1,0663	0,0556	0,3107	0,1519	1,2767	1,4388
9	Trimestre I 2002	1,7467	1,8254	1,8197	1,0643	0,3711	0,7255	0,2375	1,3390	1,4209
10	Trimestre II 2002	0,6922	1,3659	1,8492	1,6984	1,1784	2,3554	0,6296	1,3923	1,5647
11	Trimestre III 2002	1,4941	1,6609	0,8644	2,2043	1,8394	5,3047	1,4390	1,3941	2,1763
12	Trimestre IV 2002	1,2555	1,9405	0,9861	2,0923	1,8403	5,2480	1,7290	1,3922	2,1043
13	Trimestre I 2003	1,5297	1,7712	0,4681	2,0784	1,8423	4,9823	1,8699	1,3836	2,1043
14	Trimestre II 2003	0,0000	1,2314	0,2048	1,8912	1,7874	2,4592	1,9365	1,3246	1,9065
15	Trimestre III 2003	0,9641	0,8180	0,3792	1,1789	1,6996	1,5863	1,9573	1,2639	1,6367
16	Trimestre IV 2003	0,3769	0,1328	0,1227	1,1729	1,6389	1,3760	1,9831	1,2016	1,5288
17	Trimestre I 2004	1,3595	0,0000	0,0000	0,8720	1,5483	1,2426	1,9976	1,2032	1,2590
18	Trimestre II 2004	0,5697	0,4443	0,1599	0,7550	1,5050	1,4214	2,0219	1,1789	1,1151
19	Trimestre III 2004	1,0010	0,4731	0,3518	0,5880	1,4921	1,2157	1,9222	1,1622	1,1511
20	Trimestre IV 2004	0,6447	0,6819	0,4779	0,5070	1,5017	0,8219	1,8283	1,1336	0,9353
21	Trimestre I 2005	1,6795	0,9315	0,6267	0,4777	1,4679	0,6653	1,7027	1,1247	0,9353
22	Trimestre II 2005	0,5774	0,9374	0,6767	0,4956	1,4843	0,8293	1,7400	1,1085	0,9712
23	Trimestre III 2005	0,8345	0,8077	0,7116	0,5284	1,4528	0,5791	1,6111	1,1088	0,9712
24	Trimestre IV 2005	0,2273	0,4822	0,8277	0,4586	1,4119	0,4744	1,5198	1,0866	0,9353
25	Trimestre I 2006	1,8675	0,6288	0,7306	0,9143	1,3377	0,2752	1,3380	1,0734	1,1151
26	Trimestre II 2006	0,5403	0,5999	0,7665	1,0586	1,3062	0,2984	1,3813	1,0082	0,7914
27	Trimestre III 2006	1,1307	0,8309	0,8048	1,1277	1,2977	0,3086	1,3846	0,9803	0,7734
28	Trimestre IV 2006	0,6806	1,1844	0,7392	0,9719	1,2565	0,1918	1,2716	0,9540	0,5576
29	Trimestre I 2007	1,3368	0,7705	0,7585	1,0033	1,1871	0,1149	0,9744	0,9303	0,6295
30	Trimestre II 2007	0,9869	1,1188	0,7613	0,9979	1,1639	0,0000	1,1056	0,8643	0,5755
31	Trimestre III 2007	0,6601	0,7518	0,8261	0,4729	1,1399	0,1594	0,9793	0,7789	0,4496
32	Trimestre IV 2007	0,6819	0,7528	0,9291	0,3647	1,0250	0,1974	0,9559	0,6623	0,3058
33	Trimestre I 2008	1,2188	0,6608	1,0585	0,0995	0,8605	0,3725	0,6561	0,4425	0,3597
34	Trimestre II 2008	0,4290	0,2257	1,1949	0,0000	0,6918	0,2928	0,8190	0,1321	0,1619
35	Trimestre III 2008	1,0620	0,5391	1,2745	0,0864	0,5809	0,4596	0,8428	0,0000	0,1978
36	Trimestre IV 2008	1,0783	0,8482	1,2966	0,4011	0,5401	1,4501	0,6569	0,3378	0,0000
37	Trimestre I 2009	1,4835	1,0546	1,4100	0,4014	0,3877	1,1694	0,1716	0,5648	0,1799
38	Trimestre II 2009	0,9148	1,4334	1,2208	0,1769	0,2852	0,7672	0,1688	0,6113	0,2518
39	Trimestre III 2009	0,9024	1,3090	1,2632	0,1999	0,1461	0,4605	0,1957	0,6246	0,1079
40	Trimestre IV 2009	1,0028	1,2501	1,5341	0,0790	0,0000	0,2678	0,1807	0,5360	0,0000
	Media	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	Mediana	0,9939	0,9960	0,8967	0,9849	1,1711	0,4601	0,9769	1,1292	0,9712
	Varianza	0,1781	0,2168	0,2671	0,4508	0,3391	1,7991	0,5185	0,1249	0,3706
	Desviación Estándar	0,4220	0,4656	0,5168	0,6714	0,5823	1,3413	0,7201	0,3534	0,6088
	Máximo	1,8675	1,9405	1,8492	2,2043	1,8423	5,3047	2,0219	1,3941	2,1763
	Mínimo	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Cartera de préstamos bancarios al sector industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad de Pérdidas por Incobrabilidad

Anexo VI. Valores de los factores de riesgo transformados y probabilidades de incumplimiento de cada calificación de riesgo crediticio condicionadas a los valores de dichos factores de riesgo.

	Valores transformados de los factores de riesgo				Probabilidad de incumplimiento c(i) condicionada a los valores de cada trimestre			
	DETTOT	IMSREAL	UBI	TASA	Calificaciones de riesgo			
					1	2	3	4
Trimestre I 2000	0,55732	0,00000	0,02022	1,63705	0,0124%	0,1950%	0,4441%	8,4491%
Trimestre II 2000	0,52964	0,05197	0,13575	1,88764	0,0883%	0,3901%	0,7159%	10,1505%
Trimestre III 2000	0,49752	0,12548	0,25849	2,06133	0,1705%	0,5966%	1,0212%	11,4977%
Trimestre IV 2000	0,41969	0,16964	0,42481	2,03013	0,2769%	0,8666%	1,2417%	11,9177%
Trimestre I 2001	0,30908	0,07728	0,29763	1,80963	0,1901%	0,6115%	0,8789%	10,3025%
Trimestre II 2001	0,23874	0,09290	0,19979	1,64727	0,1314%	0,4194%	0,7943%	9,1605%
Trimestre III 2001	0,12472	0,12279	0,28029	1,44233	0,1837%	0,5282%	0,8703%	8,3979%
Trimestre IV 2001	0,05551	0,15187	0,31069	1,06628	0,2050%	0,5619%	0,8605%	6,5937%
Trimestre I 2002	0,37114	0,23750	0,72553	1,06426	0,4680%	1,3812%	1,3760%	8,0115%
Trimestre II 2002	1,17836	0,62956	2,35538	1,69841	1,5064%	4,4764%	3,6928%	16,9105%
Trimestre III 2002	1,83937	1,43899	5,30471	2,20426	3,3947%	9,8485%	7,9398%	29,8013%
Trimestre IV 2002	1,84031	1,72899	5,24802	2,09230	3,3865%	9,7491%	8,5109%	29,2535%
Trimestre I 2003	1,84227	1,86989	4,98225	2,07838	3,2360%	9,2827%	8,6120%	28,4105%
Trimestre II 2003	1,78741	1,93651	2,45916	1,89121	1,6904%	4,8330%	6,7310%	19,1954%
Trimestre III 2003	1,69955	1,95725	1,58632	1,17888	1,1555%	3,2739%	5,9057%	12,6899%
Trimestre IV 2003	1,63894	1,98313	1,37598	1,17291	1,0285%	2,8870%	5,7966%	11,9859%
Trimestre I 2004	1,54832	1,99763	1,24255	0,87203	0,9478%	2,6266%	5,6454%	10,0167%
Trimestre II 2004	1,50501	2,02194	1,42138	0,75503	1,0600%	2,9284%	5,8092%	10,0240%
Trimestre III 2004	1,49208	1,92223	1,21568	0,58799	0,9243%	2,5632%	5,3824%	8,4186%
Trimestre IV 2004	1,50167	1,82832	0,82188	0,50701	0,6735%	1,8739%	4,8433%	6,6390%
Trimestre I 2005	1,46788	1,70274	0,66529	0,47765	0,5656%	1,5891%	4,4335%	5,8813%
Trimestre II 2005	1,48430	1,73999	0,82929	0,49562	0,6699%	1,8820%	4,6497%	6,5404%
Trimestre III 2005	1,45276	1,61106	0,57912	0,52845	0,5042%	1,4333%	4,1752%	5,7907%
Trimestre IV 2005	1,41192	1,51982	0,47441	0,45859	0,4314%	1,2376%	3,8719%	5,0216%
Trimestre I 2006	1,33773	1,33803	0,27520	0,91425	0,2922%	0,8663%	3,4305%	6,5661%
Trimestre II 2006	1,30619	1,38130	0,29836	1,05859	0,3104%	0,8980%	3,5827%	7,4131%
Trimestre III 2006	1,29769	1,38465	0,30855	1,12773	0,3170%	0,9135%	3,6162%	7,8031%
Trimestre IV 2006	1,25648	1,27155	0,19180	0,97187	0,2348%	0,6965%	3,2323%	6,5380%
Trimestre I 2007	1,18708	0,97443	0,11490	1,00333	0,1602%	0,5415%	2,5195%	6,2286%
Trimestre II 2007	1,16390	1,10559	0,00000	0,99792	0,1016%	0,3330%	2,7196%	5,9186%
Trimestre III 2007	1,13992	0,97934	0,15937	0,47289	0,1880%	0,6062%	2,4265%	3,6624%
Trimestre IV 2007	1,02501	0,95592	0,19736	0,36468	0,2092%	0,6401%	2,3760%	3,2163%
Trimestre I 2008	0,86053	0,65612	0,37249	0,09947	0,2894%	0,9008%	1,7774%	2,2154%
Trimestre II 2008	0,69175	0,81895	0,29280	0,00000	0,2553%	0,7125%	2,0509%	1,5629%
Trimestre III 2008	0,58090	0,84284	0,45959	0,08640	0,3601%	0,9738%	2,2575%	2,5718%
Trimestre IV 2008	0,54015	0,65693	1,45011	0,40106	0,9522%	2,7029%	2,7038%	7,3076%
Trimestre I 2009	0,38774	0,17162	1,16935	0,40138	0,7349%	2,1659%	1,4044%	6,0300%
Trimestre II 2009	0,28521	0,16884	0,76721	0,17687	0,4874%	1,4299%	1,0238%	3,5546%
Trimestre III 2009	0,14608	0,19558	0,46051	0,19986	0,3012%	0,8511%	0,8489%	2,6824%
Trimestre IV 2009	0,00000	0,18074	0,26778	0,07904	0,1813%	0,4706%	0,6328%	1,4184%

Anexo VII. Estimación de la correlación de incumplimientos entre créditos que comparten la misma calificación crediticia

Si se llama K_t al vector de incumplimientos simultáneos en el tiempo t de créditos que comparten la misma calificación, cuyos componentes son:

$$= k_t \begin{cases} 1 \text{ con prob. } p \\ 0 \text{ con prob. } 1-p \end{cases}$$

El valor esperado del número total de incumplimientos está dado por:

$$E(\mathbf{1}_t^T K_t) = \mathbf{1}_t^T E(K_t) = \mathbf{1}_t^T p * \mathbf{1}_t = p * \mathbf{1}_t^T \mathbf{1}_t = p * N_{t-1}$$

La varianza del número total de incumplimientos está dada por:

$$\begin{aligned} \sigma_t^2 &= Var(\mathbf{1}_t^T K_t) = \mathbf{1}_t^T Var(K_t) * \mathbf{1}_t = \mathbf{1}_t^T p(1-p) * [\rho \mathbf{1}_t \mathbf{1}_t^T + (1-\rho)I_t] * \mathbf{1}_t \\ &= N_{t-1} p(1-p) * [1 + \rho(N_{t-1}-1)] \end{aligned}$$

Si se define la tasa de incumplimiento como:

$\pi_t = \frac{k_t}{N_{t-1}}$ con k_t como el número de incumplimientos en el período t y N_{t-1} como el número de créditos existentes al comienzo del período. Si p es la probabilidad de incumplimiento de un crédito se tiene que:

$$E(\pi_t) = E\left(\frac{k_t}{N_{t-1}}\right) = \frac{1}{N_{t-1}} E(k_t) = \frac{1}{N_{t-1}} * N_{t-1} * p = p$$

Si se asume que todos los créditos que comparten la misma calificación tienen la misma probabilidad de incumplimiento “ p ” y que son independientes se puede obtener el siguiente estimador de p :

$$\hat{p} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{k_t}{N_{t-1}} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \pi_t \text{ y transcribiendo nuevamente que } Var(k_t) = N_{t-1} p(1-p) * [1 + \rho(N_{t-1}-1)]$$

de donde se tiene que:

$$Var(\pi_t) = Var\left(\frac{k_t}{N_{t-1}}\right) = \frac{1}{N_{t-1}^2} * Var(k_t) = \frac{p(1-p) * [1 + \rho(N_{t-1}-1)]}{N_{t-1}}$$

Por otro lado se sabe que:

$$S_{\pi}^2 = \frac{1}{T-1} \sum_{i=1}^T \left(\hat{\pi}^{t-i+1} - \bar{\pi} \right)^2 = \frac{1}{T-1} \sum_{i=1}^T \left(\hat{\pi}^{t-i+1} - \hat{p} \right)^2$$

Y aplicando el método de los momentos:

$$S_{\pi}^2 = Var(\pi_t) \Rightarrow S_{\pi}^2 = \frac{\hat{p} \left(1 - \hat{p} \right)^* \left[1 + \rho \left(N_{t-1} - 1 \right) \right]}{N_{t-1}} \text{ y despejando :}$$

$$\hat{\rho} = \frac{1}{\left(N_{t-1} - 1 \right)} \left[\frac{N_{t-1} * S_{\pi}^2}{\hat{p}^* \left(1 - \hat{p} \right)} - 1 \right]$$

Con el fin de eliminar el efecto de la observación del último período se utilizará

$\bar{N} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T N_{t-i}$ en lugar de N_{t-1} , con lo cual el estimador de ρ queda como:

$$\hat{\rho} = \frac{1}{\left(\bar{N} - 1 \right)} \left[\frac{\bar{N} * S_{\pi}^2}{\hat{p}^* \left(1 - \hat{p} \right)} - 1 \right]$$

Anexo VIII. Estimación de la correlación de incumplimientos entre créditos con distinta calificación crediticia.

Sea :

$$I_{\kappa}^{(j)} = \begin{cases} 0 & \text{con prob. } 1-p^{(j)} \\ 1 & \text{con prob. } p^{(j)} \end{cases}$$

La variable aleatoria que identifica el incumplimiento del k –ésimo crédito calificado con la calificación j –ésima. Retomándose el supuesto de que todos los créditos que comparten la misma calificación tienen la misma probabilidad de incumplir, el número de incumplimientos observados $k_t^{(j)}$ queda expresado como:

$$k_t^{(j)} = \sum_{\kappa} I_{\kappa}^{(j)}$$

Adicionalmente se asume que la correlación ρ_{ij} entre dos créditos cualesquiera calificados diferentes (i,j) es la misma.

Obsérvese que la covarianza entre tasas de incumplimiento es igual a la covarianza entre incumplimientos:

$$\begin{aligned} \text{cov}\left(\pi_t^{(i)}, \pi_t^{(j)}\right) &= \text{cov}\left(\frac{k_t^{(i)}}{N_{t-1}}, \frac{k_t^{(j)}}{N_{t-1}}\right) = \frac{1}{N_{t-1} N_{t-1}} \text{cov}\left(\sum_{\kappa} I_{\kappa}^{(i)}, \sum_{q} I_{q}^{(j)}\right) = \\ &= \frac{1}{N_{t-1} N_{t-1}} \sum_{\kappa=1}^{N_{t-1}^{(i)}} \sum_{q=1}^{N_{t-1}^{(j)}} \text{cov}\left(I_{\kappa}^{(i)}, I_q^{(j)}\right) = \text{cov}\left(I^{(i)}, I^{(j)}\right) \end{aligned}$$

Sin embargo, las correlaciones entre tasas de incumplimientos e incumplimientos no tienen porque ser iguales. Recuérdese del anexo anterior que la varianza de las tasas de incumplimiento es:

$$S_{\pi}^2 = \frac{\hat{p} \left(1 - \hat{p}\right) * \left[1 + \rho \left(N_{t-1} - 1\right)\right]}{N_{t-1}}$$

La correlación entre tasas de incumplimientos de créditos con distinta calificación de riesgo crediticio quedará dada por:

$$\begin{aligned}
 corr(\pi_t^{(i)}, \pi_t^{(j)}) &= \frac{\text{cov}(\pi_t^{(i)}, \pi_t^{(j)})}{\sqrt{\text{var}(\pi_t^{(i)}) \text{var}(\pi_t^{(j)})}} \\
 &= \frac{\text{cov}(I^{(i)}, I^{(j)})}{\sqrt{\frac{p^{(i)}(1-p^{(i)}) * [1 + \rho^{(i)}(N_{t-1}^{(i)} - 1)]}{N_{t-1}^{(i)}} * \frac{p^{(j)}(1-p^{(j)}) * [1 + \rho^{(j)}(N_{t-1}^{(j)} - 1)]}{N_{t-1}^{(j)}}}} \\
 &= \frac{\text{cov}(I^{(i)}, I^{(j)})}{\sqrt{p^{(i)}(1-p^{(i)}) * p^{(j)}(1-p^{(j)})} \sqrt{\frac{[1 + \rho^{(i)}(N_{t-1}^{(i)} - 1)]}{N_{t-1}^{(i)}} * \frac{[1 + \rho^{(j)}(N_{t-1}^{(j)} - 1)]}{N_{t-1}^{(j)}}}} \\
 &= \frac{\rho_{ij}}{\sqrt{\frac{[1 + \rho^{(i)}(N_{t-1}^{(i)} - 1)]}{N_{t-1}^{(i)}} * \frac{[1 + \rho^{(j)}(N_{t-1}^{(j)} - 1)]}{N_{t-1}^{(j)}}}}
 \end{aligned}$$

Es decir mientras las covarianzas entre tasas de incumplimientos e incumplimientos de pares de créditos con distinta calificación de riesgo crediticio son iguales, las correlaciones entre las mismas variables son diferentes, despejándose de la expresión anterior la correlación entre incumplimientos de créditos con distinta calificación de riesgo crediticio como:

$$\rho_{ij} = corr(\pi_t^{(i)}, \pi_t^{(j)}) \sqrt{\frac{[1 + \rho^{(i)}(N_{t-1}^{(i)} - 1)]}{N_{t-1}^{(i)}} * \frac{[1 + \rho^{(j)}(N_{t-1}^{(j)} - 1)]}{N_{t-1}^{(j)}}}$$

Al igual que en el desarrollo del anexo anterior, con el fin de eliminar el efecto de la observación del último período se utilizará

$\bar{N} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T N_{t-i}$ en lugar de N_{t-1} , con lo cual el estimador de ρ_{ij} queda como:

$$\rho_{ij} = corr(\pi_t^{(i)}, \pi_t^{(j)}) \sqrt{\frac{[1 + \rho^{(i)}(\bar{N}^{(i)} - 1)]}{\bar{N}^{(i)}} * \frac{[1 + \rho^{(j)}(\bar{N}^{(j)} - 1)]}{\bar{N}^{(j)}}}$$

Anexo IX. Estimación de la correlación de tasas de incumplimientos entre créditos con distinta calificación crediticia.

El coeficiente de correlación proporciona una medida de interdependencia adecuada para variables que tengan distribución normal. Como las tasas de incumplimientos están circunscriptas al intervalo (0,1) es conveniente realizar una transformación de forma que las variables que resulten tengan por dominio la línea real, facilitando la aproximación de las observaciones a la distribución normal. Una transformación es la distribución normal estandarizada, es decir:

$$\pi = \Phi(x)$$

donde π es la tasa de incumplimiento y x es la variable transformada, la que se obtiene de.

$$x = \Phi^{-1}(\pi)$$

De esta forma la variable x queda definida en el intervalo $[-\infty, +\infty]$. La correlación entre los de pares tasas de incumplimientos transformadas se calcula siguiendo la siguiente fórmula:

$$\hat{\rho}_{ij} = \frac{Cov(X_i, X_j)}{\sqrt{Var(X_i)Var(X_j)}} = \frac{\sum X_i Y_j - T \bar{X} \bar{Y}}{\sqrt{(\sum X_i^2 - T \bar{X}^2)(\sum Y_i^2 - T \bar{Y}^2)}}$$

Por ultimo sera necesario aplicar una transformación a los coeficientes de correlación así obtenidos para que se correspondan con las series de las tasas de incumplimiento, que se transcribe a continuación:

$$\rho(\pi^{(i)}, \pi^{(j)}) = \frac{6}{\pi} \arcsen\left(\frac{\rho}{2}\right)$$

Anexo X. Deducción de la correlación de incumplimientos entre créditos con distinta calificación a partir de la covarianza de pérdidas en la versión más completa de Creditrisk+

Por definición la covarianza es:

$$Cov(Y_l^{c(i)}, Y_m^{c(j)}) = E(Y_l^{c(i)}, Y_m^{c(j)}) - E(Y_l^{c(i)})E(Y_m^{c(j)})$$

Tomando el primer sumando del segundo miembro de la igualdad.

$$E(Y_l^{c(i)}, Y_m^{c(j)}) = E(E(Y_l^{c(i)}, Y_m^{c(j)} / X)) = E(E(Y_l^{c(i)} / X)E(Y_m^{c(j)} / X)) = E(L_l p_{c(i)}(x) L_m p_{c(j)}(x))$$

con lo que se llega a :

$$E(Y_l^{c(i)}, Y_m^{c(j)}) = L_l L_m E(p_{c(i)}(x) p_{c(j)}(x))$$

Ahora tomando el segundo sumando del segundo miembro de la igualdad.

$$E(Y_l^{c(i)})E(Y_m^{c(j)}) = E(E(Y_l^{c(i)} / X))E(E(Y_m^{c(j)} / X)) = E(L_l p_{c(i)}(x))E(L_m p_{c(j)}(x))$$

con lo que se llega a :

$$E(Y_l^{c(i)})E(Y_m^{c(j)}) = L_l L_m \bar{p}_{c(i)} \bar{p}_{c(j)}$$

De forma que la expresión original queda reexpresada de la siguiente forma :

$$Cov(Y_l^{c(i)}, Y_m^{c(j)}) = L_l L_m \left(E(p_{c(i)}(x) p_{c(j)}(x)) - \bar{p}_{c(i)} \bar{p}_{c(j)} \right)$$

Para concluir:

$$\begin{aligned} E(p_{c(i)}(x) p_{c(j)}(x) - \bar{p}_{c(i)} \bar{p}_{c(j)}) &= E\left(p_{c(i)} p_{c(j)} \sum_k x_k w_{c(i)k} \sum_k x_k w_{c(j)k} - \bar{p}_{c(i)} \bar{p}_{c(j)} \right) = \\ \bar{p}_{c(i)} \bar{p}_{c(j)} E\left(\sum_k x_k w_{c(i)k} \sum_k x_k w_{c(j)k} - 1 \right) &= \bar{p}_{c(i)} \bar{p}_{c(j)} E\left(\sum_k x_k^2 w_{c(i)k} w_{c(j)k} + \sum_{k, g, g \neq k} x_k x_g w_{c(i)k} w_{c(j)g} - 1 \right) = \\ \bar{p}_{c(i)} \bar{p}_{c(j)} \left(\sum_k w_{c(i)k} w_{c(j)k} E(x_k^2) + \sum_{k, g, g \neq k} w_{c(i)k} w_{c(j)g} E(x_k x_g) - 1 \right) &= \\ \bar{p}_{c(i)} \bar{p}_{c(j)} \left(\sum_k w_{c(i)k} w_{c(j)k} (1 + \beta_k) + \sum_{k, g, g \neq k} w_{c(i)k} w_{c(j)g} - 1 \right) &= \bar{p}_{c(i)} \bar{p}_{c(j)} \sum_k w_{c(i)k} w_{c(j)k} \beta_k \end{aligned}$$

Con esto llegamos a:

$$Cov(Y_l^{c(i)}, Y_m^{c(j)}) = L_l L_m \bar{p}_{c(i)} \bar{p}_{c(j)} \sum_k w_{c(i)k} w_{c(j)k} \beta_k$$

Pero por definición también sabemos que:

$$Cov(Y_l^{c(i)}, Y_m^{c(j)}) = \sqrt{Var(Y_l^{c(i)})} \sqrt{Var(Y_m^{c(j)})} * \rho_{ij} = L_l L_m \sqrt{\bar{p}_{c(i)} (1 - \bar{p}_{c(i)})} \sqrt{\bar{p}_{c(j)} (1 - \bar{p}_{c(j)})} * \rho_{ij}$$

Igualando los segundos miembros de las dos expresiones anteriores y despejando ρ_{ij}

$$\rho_{ij} = \frac{\bar{p}_{c(i)} \bar{p}_{c(j)} \sum_k w_{c(i)k} w_{c(j)k} \beta_k}{\sqrt{\bar{p}_{c(i)} (1 - \bar{p}_{c(i)})} \sqrt{\bar{p}_{c(j)} (1 - \bar{p}_{c(j)})}}$$

Anexo XI. Deducción de la correlación de incumplimientos entre pares de créditos con misma calificación a partir de la covarianza de pérdidas en la versión más completa de Creditrisk+

$$Cov(Y_l^{c(i)}, Y_m^{c(i)}) = L_l L_m \bar{p}_{c(i)} \bar{p}_{c(i)} \sum_k w_{c(i)k} w_{c(i)k} \beta_k = L_l L_m \bar{p}_{c(i)}^{-2} \sum_k w_{c(i)k}^2 \beta_k$$

Es decir :

$$Cov(Y_l^{c(i)}, Y_m^{c(i)}) = L_l L_m \bar{p}_{c(i)}^{-2} \sum_k w_{c(i)k}^2 \beta_k$$

Y siguiendo los mismos pasos del anexo anterior el coeficiente de correlación es igual a :

$$\rho_{ii} = \frac{\bar{p}_{c(i)} \sum_k w_{c(i)k}^2 \beta_k}{(1 - \bar{p}_{c(i)})}$$

Cartera de préstamos bancarios al sector industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad de Pérdidas por Incobrabilidad

Anexo XII. Tasas de incumplimiento, valores estimados y residuos

	Tasa de incump. Vig. 1	Valor estimado	Residuo
Trimestre I 2000	0,00443367	0,00012433	0,00430935
Trimestre II 2000	0,00446736	0,00088262	0,00358474
Trimestre III 2000	0,00314722	0,00170505	0,00144217
Trimestre IV 2000	0,00597181	0,00276851	0,00320331
Trimestre I 2001	0,00500841	0,00190144	0,00310697
Trimestre II 2001	0,00348011	0,00131412	0,00216599
Trimestre III 2001	0,00378891	0,00183661	0,00195230
Trimestre IV 2001	0,00423284	0,00205030	0,00218254
Trimestre I 2002	0,01684784	0,00468028	0,01216756
Trimestre II 2002	0,01383349	0,01506430	-0,00123081
Trimestre III 2002	0,05255369	0,03394668	0,01860701
Trimestre IV 2002	0,02561523	0,03386455	-0,00824932
Trimestre I 2003	0,00901514	0,03235957	-0,02334443
Trimestre II 2003	0,00544017	0,01690360	-0,01146343
Trimestre III 2003	0,00721852	0,01155461	-0,00433609
Trimestre IV 2003	0,00833770	0,01028482	-0,00194712
Trimestre I 2004	0,00263986	0,00947755	-0,00683768
Trimestre II 2004	0,00632641	0,01059971	-0,00427330
Trimestre III 2004	0,00308650	0,00924300	-0,00615651
Trimestre IV 2004	0,00465925	0,00673481	-0,00207556
Trimestre I 2005	0,00693472	0,00565634	0,00127838
Trimestre II 2005	0,00483286	0,00669922	-0,00186636
Trimestre III 2005	0,00866571	0,00504212	0,00362359
Trimestre IV 2005	0,00637300	0,00431435	0,00205865
Trimestre I 2006	0,00504978	0,00292209	0,00212770
Trimestre II 2006	0,00279058	0,00310432	-0,00031373
Trimestre III 2006	0,00156785	0,00317008	-0,00160223
Trimestre IV 2006	0,00223186	0,00234813	-0,00011626
Trimestre I 2007	0,00553359	0,00160210	0,00393149
Trimestre II 2007	0,00340179	0,00101601	0,00238578
Trimestre III 2007	0,00245664	0,00188014	0,00057650
Trimestre IV 2007	0,00371430	0,00209226	0,00162205
Trimestre I 2008	0,00230235	0,00289378	-0,00059143
Trimestre II 2008	0,00282828	0,00255334	0,00027493
Trimestre III 2008	0,00171990	0,00360104	-0,00188114
Trimestre IV 2008	0,00161345	0,00952195	-0,00790851
Trimestre I 2009	0,00163293	0,00734931	-0,00571637
Trimestre II 2009	0,00249842	0,00487357	-0,00237515
Trimestre III 2009	0,00338332	0,00301202	0,00037130
Trimestre IV 2009	0,00363827	0,00181298	0,00182529

Cartera de préstamos bancarios al sector industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad de Pérdidas por Incobrabilidad

	Tasa de incump. Vig. 2	Valor estimado	Residuo
Trimestre I 2000	0,01796119	0,00194967	0,01601153
Trimestre II 2000	0,02584144	0,00390078	0,02194066
Trimestre III 2000	0,03161152	0,00596593	0,02564560
Trimestre IV 2000	0,02176068	0,00866609	0,01309459
Trimestre I 2001	0,02598959	0,00611459	0,01987500
Trimestre II 2001	0,03178892	0,00419410	0,02759482
Trimestre III 2001	0,02773889	0,00528243	0,02245646
Trimestre IV 2001	0,02486935	0,00561896	0,01925038
Trimestre I 2002	0,04385743	0,01381186	0,03004557
Trimestre II 2002	0,07009212	0,04476361	0,02532852
Trimestre III 2002	0,14038171	0,09848484	0,04189688
Trimestre IV 2002	0,08548838	0,09749133	-0,01200295
Trimestre I 2003	0,02614390	0,09282651	-0,06668261
Trimestre II 2003	0,02404037	0,04832972	-0,02428935
Trimestre III 2003	0,01949219	0,03273937	-0,01324718
Trimestre IV 2003	0,02542731	0,02886964	-0,00344233
Trimestre I 2004	0,02666858	0,02626558	0,00040300
Trimestre II 2004	0,02161358	0,02928438	-0,00767080
Trimestre III 2004	0,01277349	0,02563245	-0,01285896
Trimestre IV 2004	0,02161358	0,01873942	0,00287416
Trimestre I 2005	0,01436675	0,01589085	-0,00152410
Trimestre II 2005	0,01701973	0,01882001	-0,00180028
Trimestre III 2005	0,02097705	0,01433325	0,00664381
Trimestre IV 2005	0,01145972	0,01237638	-0,00091666
Trimestre I 2006	0,01662734	0,00866318	0,00796417
Trimestre II 2006	0,02239786	0,00898004	0,01341782
Trimestre III 2006	0,00387748	0,00913483	-0,00525735
Trimestre IV 2006	0,00804597	0,00696524	0,00108072
Trimestre I 2007	0,01492682	0,00541517	0,00951164
Trimestre II 2007	0,01109812	0,00332971	0,00776842
Trimestre III 2007	0,01191847	0,00606186	0,00585661
Trimestre IV 2007	0,00904272	0,00640076	0,00264197
Trimestre I 2008	0,00367429	0,00900776	-0,00533346
Trimestre II 2008	0,00828978	0,00712455	0,00116523
Trimestre III 2008	0,00761773	0,00973844	-0,00212071
Trimestre IV 2008	0,00593402	0,02702886	-0,02109485
Trimestre I 2009	0,00833770	0,02165897	-0,01332127
Trimestre II 2009	0,00686483	0,01429862	-0,00743379
Trimestre III 2009	0,00824915	0,00851078	-0,00026163
Trimestre IV 2009	0,00817865	0,00470592	0,00347273

Cartera de préstamos bancarios al sector industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad de Pérdidas por Incobrabilidad

	Tasa de incump. Vig. 3	Valor estimado	Residuo
Trimestre I 2000	0,03434338	0,00444136	0,02990202
Trimestre II 2000	0,01671681	0,00715929	0,00955752
Trimestre III 2000	0,02948347	0,01021166	0,01927181
Trimestre IV 2000	0,01991073	0,01241736	0,00749337
Trimestre I 2001	0,03434338	0,00878854	0,02555484
Trimestre II 2001	0,02351775	0,00794327	0,01557449
Trimestre III 2001	0,01376357	0,00870346	0,00506011
Trimestre IV 2001	0,05428470	0,00860496	0,04567974
Trimestre I 2002	0,06421742	0,01375956	0,05045787
Trimestre II 2002	0,08455578	0,03692838	0,04762740
Trimestre III 2002	0,11632436	0,07939816	0,03692621
Trimestre IV 2002	0,06285784	0,08510917	-0,02225133
Trimestre I 2003	0,04242418	0,08612016	-0,04369598
Trimestre II 2003	0,02916662	0,06730974	-0,03814312
Trimestre III 2003	0,04345335	0,05905718	-0,01560383
Trimestre IV 2003	0,02895373	0,05796617	-0,02901244
Trimestre I 2004	0,02149304	0,05645427	-0,03496122
Trimestre II 2004	0,02175456	0,05809238	-0,03633782
Trimestre III 2004	0,02991198	0,05382372	-0,02391174
Trimestre IV 2004	0,02214244	0,04843294	-0,02629049
Trimestre I 2005	0,02121209	0,04433452	-0,02312243
Trimestre II 2005	0,02207789	0,04649706	-0,02441917
Trimestre III 2005	0,01064518	0,04175244	-0,03110726
Trimestre IV 2005	0,02798729	0,03871917	-0,01073188
Trimestre I 2006	0,03033843	0,03430512	-0,00396668
Trimestre II 2006	0,02758731	0,03582682	-0,00823951
Trimestre III 2006	0,02811222	0,03616209	-0,00804987
Trimestre IV 2006	0,10261506	0,03232321	0,07029185
Trimestre I 2007	0,02493807	0,02519485	-0,00025678
Trimestre II 2007	0,01567850	0,02719559	-0,01151709
Trimestre III 2007	0,02811556	0,02426535	0,00385021
Trimestre IV 2007	0,01500502	0,02375958	-0,00875456
Trimestre I 2008	0,02073411	0,01777361	0,00296050
Trimestre II 2008	0,02877395	0,02050897	0,00826498
Trimestre III 2008	0,02571195	0,02257517	0,00313678
Trimestre IV 2008	0,03216299	0,02703808	0,00512491
Trimestre I 2009	0,02519539	0,01404380	0,01115158
Trimestre II 2009	0,02846886	0,01023841	0,01823045
Trimestre III 2009	0,02670522	0,00848852	0,01821670
Trimestre IV 2009	0,04379731	0,00632751	0,03746980

Cartera de préstamos bancarios al sector industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad de Pérdidas por Incobrabilidad

	Tasa de incump. Vig. 4	Valor estimado	Residuo
Trimestre I 2000	0,09756098	0,08449068	0,01307029
Trimestre II 2000	0,06363636	0,10150502	-0,03786866
Trimestre III 2000	0,13793103	0,11497681	0,02295423
Trimestre IV 2000	0,13970588	0,11917721	0,02052867
Trimestre I 2001	0,18518519	0,10302459	0,08216060
Trimestre II 2001	0,05612245	0,09160479	-0,03548234
Trimestre III 2001	0,11464968	0,08397868	0,03067100
Trimestre IV 2001	0,11891892	0,06593672	0,05298219
Trimestre I 2002	0,16292135	0,08011488	0,08280647
Trimestre II 2002	0,17989418	0,16910529	0,01078889
Trimestre III 2002	0,25657895	0,29801252	-0,04143357
Trimestre IV 2002	0,26666667	0,29253493	-0,02586826
Trimestre I 2003	0,24060150	0,28410489	-0,04350339
Trimestre II 2003	0,12318841	0,19195400	-0,06876559
Trimestre III 2003	0,07692308	0,12689940	-0,04997633
Trimestre IV 2003	0,04424779	0,11985915	-0,07561136
Trimestre I 2004	0,07758621	0,10016653	-0,02258032
Trimestre II 2004	0,05714286	0,10024026	-0,04309740
Trimestre III 2004	0,04166667	0,08418612	-0,04251945
Trimestre IV 2004	0,03333333	0,06638959	-0,03305626
Trimestre I 2005	0,09489051	0,05881315	0,03607736
Trimestre II 2005	0,03184713	0,06540434	-0,03355721
Trimestre III 2005	0,07284768	0,05790712	0,01494056
Trimestre IV 2005	0,04827586	0,05021585	-0,00193999
Trimestre I 2006	0,10759494	0,06566066	0,04193428
Trimestre II 2006	0,06622517	0,07413061	-0,00790545
Trimestre III 2006	0,06666667	0,07803086	-0,01136419
Trimestre IV 2006	0,05263158	0,06537981	-0,01274823
Trimestre I 2007	0,05755396	0,06228567	-0,00473171
Trimestre II 2007	0,04605263	0,05918605	-0,01313341
Trimestre III 2007	0,04522613	0,03662437	0,00860176
Trimestre IV 2007	0,03468208	0,03216255	0,00251953
Trimestre I 2008	0,05095541	0,02215427	0,02880114
Trimestre II 2008	0,03636364	0,01562891	0,02073473
Trimestre III 2008	0,02985075	0,02571790	0,00413285
Trimestre IV 2008	0,02857143	0,07307559	-0,04450416
Trimestre I 2009	0,09259259	0,06029995	0,03229265
Trimestre II 2009	0,06849315	0,03554629	0,03294686
Trimestre III 2009	0,05217391	0,02682440	0,02534952
Trimestre IV 2009	0,06976744	0,01418400	0,05558345

Cartera de préstamos bancarios al sector industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad de Pérdidas por Incobrabilidad

Anexos XIII. VaRes de la Simulación Histórica por banco, por trimestre y promedio del sistema bancario

VaR al 90%	Banco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	1	0,53%	3,68%	3,68%	3,68%	3,68%	1,05%	1,05%	0,53%	3,68%	5,79%	10,00%	10,00%	9,47%	6,84%
	2	0,56%	0,56%	1,11%	1,67%	1,11%	0,56%	1,11%	1,11%	2,78%	7,78%	14,44%	14,44%	13,89%	8,33%
	3	0,00%	0,00%	0,53%	1,05%	0,53%	0,00%	0,53%	0,53%	3,68%	8,42%	14,74%	14,74%	14,21%	8,95%
	4	1,50%	2,50%	2,50%	3,00%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	3,50%	10,00%	16,50%	16,50%	16,00%	10,50%
	5	1,30%	1,74%	2,17%	3,04%	2,17%	1,74%	1,74%	1,74%	4,35%	10,00%	18,70%	18,70%	17,83%	11,30%
	6	0,00%	0,00%	0,67%	1,33%	0,67%	0,00%	0,67%	0,67%	2,67%	7,33%	16,00%	16,00%	15,33%	8,00%
	7	1,20%	1,60%	2,40%	3,20%	2,40%	2,00%	2,00%	2,00%	4,40%	10,40%	18,80%	18,80%	18,00%	12,00%
	8	0,44%	0,45%	0,46%	0,47%	0,46%	0,45%	0,45%	0,45%	0,48%	0,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,50%
	9	0,00%	0,00%	0,71%	1,43%	0,71%	0,71%	0,71%	0,71%	2,14%	7,86%	16,43%	16,43%	15,71%	8,57%
	10	0,00%	0,80%	0,80%	1,60%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	1,60%	5,60%	12,80%	13,60%	13,60%	8,00%
	11	0,00%	0,00%	0,00%	0,91%	0,91%	0,00%	0,00%	0,00%	2,73%	10,00%	20,91%	20,91%	20,00%	10,91%
	12	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	8,33%	13,33%	13,33%	13,33%	8,33%
Prom POND		0,51%	0,75%	1,27%	1,94%	1,36%	0,85%	1,12%	1,11%	3,17%	8,50%	16,44%	16,25%	15,77%	9,39%
VaR al 95%	Banco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	1	3,68%	3,68%	3,68%	3,68%	3,68%	3,68%	3,68%	3,68%	3,68%	7,89%	12,63%	12,63%	12,11%	8,42%
	2	0,56%	1,11%	2,22%	2,78%	2,22%	1,67%	1,67%	2,22%	4,44%	10,56%	17,22%	17,22%	16,67%	11,11%
	3	0,00%	1,05%	3,16%	4,74%	3,68%	1,05%	3,16%	6,32%	11,05%	18,42%	17,89%	17,37%	17,37%	11,58%
	4	2,50%	3,00%	4,00%	5,50%	3,50%	3,00%	3,50%	6,50%	12,00%	20,00%	20,00%	20,00%	19,50%	13,00%
	5	1,74%	2,61%	3,91%	4,78%	3,48%	2,61%	3,04%	6,09%	12,17%	21,30%	21,30%	20,43%	13,48%	13,48%
	6	0,00%	0,67%	2,00%	2,67%	2,00%	1,33%	2,00%	4,00%	11,33%	19,33%	19,33%	18,67%	13,33%	13,33%
	7	2,00%	2,80%	4,40%	5,20%	4,00%	3,20%	3,60%	6,40%	12,40%	21,60%	21,60%	21,20%	14,40%	14,40%
	8	0,45%	0,46%	0,48%	0,49%	0,48%	0,47%	0,48%	0,48%	0,49%	0,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,50%
	9	0,00%	0,71%	1,43%	2,14%	1,43%	1,43%	1,43%	4,29%	12,14%	20,71%	20,71%	20,00%	14,29%	14,29%
	10	0,80%	0,80%	1,60%	2,40%	1,60%	0,80%	1,60%	3,20%	8,00%	20,80%	21,60%	20,80%	17,60%	17,60%
	11	0,00%	0,91%	1,82%	2,73%	1,82%	0,91%	1,82%	5,45%	16,36%	25,45%	25,45%	24,55%	18,18%	18,18%
	12	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	11,67%	25,00%	25,00%	25,00%	13,33%	13,33%
Prom POND		0,84%	1,54%	2,78%	3,59%	2,67%	1,92%	2,41%	2,52%	5,03%	11,69%	19,71%	19,68%	19,10%	13,29%
VaR al 99%	Banco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	1	7,89%	7,37%	7,37%	7,89%	7,37%	7,37%	7,37%	7,89%	12,63%	18,42%	18,42%	18,42%	18,42%	13,16%
	2	2,22%	5,00%	6,11%	8,33%	6,11%	5,00%	6,11%	9,44%	15,00%	23,89%	23,33%	22,78%	16,11%	16,11%
	3	4,21%	6,32%	6,32%	7,89%	6,32%	6,32%	6,84%	10,00%	16,32%	25,26%	24,74%	24,21%	17,37%	17,37%
	4	5,50%	7,00%	9,00%	10,00%	9,00%	8,00%	9,00%	10,50%	18,00%	27,50%	27,50%	26,50%	19,50%	19,50%
	5	4,35%	5,65%	6,52%	7,83%	6,52%	6,09%	6,52%	9,13%	16,52%	26,96%	26,52%	26,09%	17,83%	17,83%
	6	2,00%	4,00%	5,33%	6,67%	5,33%	4,00%	5,33%	13,33%	18,00%	26,67%	26,67%	26,00%	18,67%	18,67%
	7	4,80%	7,60%	8,00%	8,80%	8,00%	7,60%	8,00%	9,60%	17,20%	27,60%	28,00%	27,20%	19,60%	19,60%
	8	0,49%	0,49%	0,50%	0,50%	0,50%	0,49%	0,50%	0,50%	0,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	9	1,43%	4,29%	6,43%	7,86%	6,43%	4,29%	6,43%	14,29%	19,29%	27,86%	27,86%	27,14%	20,00%	20,00%
	10	1,60%	4,00%	16,00%	16,00%	4,80%	4,00%	4,80%	16,00%	20,00%	27,20%	27,20%	27,20%	22,40%	22,40%
	11	2,73%	6,36%	9,09%	10,91%	9,09%	7,27%	8,18%	9,09%	23,64%	36,36%	35,45%	34,55%	25,45%	25,45%
	12	0,00%	3,33%	8,33%	11,67%	8,33%	3,33%	8,33%	13,33%	30,00%	36,67%	36,67%	35,00%	24,00%	24,00%
Prom POND		3,16%	5,53%	6,72%	8,00%	6,71%	5,70%	6,62%	6,65%	11,55%	17,38%	26,65%	26,56%	25,67%	18,69%
VaR al 99,9%	Banco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	1	7,89%	10,53%	11,58%	11,58%	11,58%	10,53%	10,53%	12,11%	18,95%	25,79%	25,79%	25,26%	20,00%	20,00%
	2	8,33%	11,11%	11,11%	12,22%	11,11%	11,11%	11,11%	13,89%	22,22%	31,67%	31,67%	31,11%	22,78%	22,78%
	3	6,32%	10,53%	10,53%	12,11%	10,53%	10,53%	10,53%	14,74%	23,16%	33,68%	33,68%	32,63%	24,21%	24,21%
	4	10,00%	11,50%	13,00%	14,50%	13,00%	12,00%	12,50%	16,50%	25,50%	36,50%	36,50%	36,00%	27,00%	27,00%
	5	6,96%	9,13%	10,43%	11,30%	10,43%	9,57%	10,00%	13,04%	22,17%	33,91%	33,48%	33,04%	23,48%	23,48%
	6	13,33%	13,33%	14,00%	15,33%	14,00%	13,33%	14,00%	16,67%	27,33%	37,33%	37,33%	36,67%	28,00%	28,00%
	7	8,40%	10,00%	11,60%	12,80%	11,20%	10,40%	10,80%	14,40%	23,60%	35,20%	35,60%	34,80%	26,40%	26,40%
	8	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	9	14,29%	14,29%	15,00%	16,43%	15,00%	15,00%	15,00%	17,86%	29,29%	39,29%	39,29%	38,57%	30,71%	30,71%
	10	16,00%	16,80%	17,60%	18,40%	17,60%	17,60%	17,60%	19,20%	25,60%	40,80%	40,80%	40,80%	36,00%	36,00%
	11	18,18%	18,18%	19,09%	20,00%	19,09%	18,18%	19,09%	22,73%	37,27%	45,45%	45,45%	45,45%	38,18%	38,18%
	12	8,33%	25,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	41,67%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	43,33%	43,33%
Prom POND		10,78%	11,98%	12,88%	14,07%	12,79%	12,21%	12,63%	12,63%	15,70%	25,50%	35,45%	35,53%	34,92%	26,84%
Trimestres		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
VaR al 90%		0,51%	0,75%	1,27%	1,94%	1,36%	0,85%	1,12%	1,11%	3,17%	8,50%	16,44%	16,25%	15,77%	9,39%
Cap. Reg + Prev.		16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%
Superávit		15,96%	15,73%	15,20%	14,54%	15,12%	15,62%	15,35%	15,36%	13,30%	7,97%	0,03%	0,22%	0,71%	7,08%
VaR al 95%		0,84%	1,54%	2,78%	3,59%	2,67%	1,92%	2,41%	2,52%	5,03%	11,69%	19,71%	19,68%	19,10%	13,29%
Cap. Reg + Prev.		16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%
Superávit		15,64%	14,94%	13,69%	12,88%	13,81%	14,56%	14,07%	13,95%	11,44%	4,78%	-3,24%	-3,21%	-2,62%	3,19%
VaR al 99%		3,16%	5,53%	6,72%	8,00%	6,71%	5,70%	6,62%	6,65%	11,55%	17,38%	26,65%	26,56%	25,67%	18,69%
Cap. Reg + Prev.		16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%
Superávit		13,32%	10,95%	9,75%	8,48%	9,77%	10,77%	9,85%	9,82%	4,93%	-0,91%	-10,18%	-10,09%	-9,40%	-2,21%
VaR al 99,90%		10,78%	11,98%	12,88%	14,07%	12,79%	12,21%	12,63%	12,63%	15,70%	25,50%	35,45%	35,53%	34,92%	26,84%
Cap. Reg + Prev.		16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%
Superávit		5,70%	4,50%	3,59%	2,41%	3,68%	4,27%	3,85%	3,85%	0,78%	-9,02%	-18,98%	-19,05%	-18,45%	-10,37%

Cartera de préstamos bancarios al sector industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad de Pérdidas por Incobrabilidad

VaR al 90%	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	4,74%	4,21%	3,68%	4,21%	3,68%	3,68%	3,16%	3,68%	2,11%	1,05%	1,05%	2,11%	3,16%	1,05%
2	6,11%	5,56%	5,00%	5,56%	5,00%	3,33%	3,33%	3,33%	2,78%	2,22%	1,67%	1,67%	1,67%	1,11%
3	6,32%	6,32%	6,32%	6,32%	6,32%	4,74%	4,21%	4,74%	3,68%	3,68%	1,05%	1,58%	1,58%	1,05%
4	8,00%	7,50%	7,00%	7,50%	6,50%	5,50%	5,50%	5,50%	4,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	2,50%
5	8,26%	7,83%	7,39%	7,83%	6,96%	5,65%	5,22%	5,65%	4,78%	4,35%	3,48%	3,48%	3,48%	3,04%
6	5,33%	4,67%	4,67%	5,33%	4,67%	3,33%	2,67%	3,33%	2,67%	2,00%	1,33%	1,33%	2,00%	1,33%
7	9,60%	9,20%	8,80%	9,20%	8,40%	7,20%	6,40%	7,20%	6,00%	5,60%	4,80%	4,80%	4,80%	4,40%
8	0,50%	0,49%	0,49%	0,49%	0,49%	0,49%	0,49%	0,49%	0,48%	0,48%	0,47%	0,47%	0,47%	0,46%
9	5,71%	5,71%	5,00%	5,71%	5,00%	3,57%	2,86%	3,57%	2,86%	2,14%	1,43%	1,43%	1,43%	1,43%
10	5,60%	5,60%	4,80%	5,60%	4,80%	4,00%	3,20%	4,00%	3,20%	2,40%	1,60%	2,40%	2,40%	1,60%
11	7,27%	6,36%	6,36%	7,27%	5,45%	3,64%	2,73%	4,55%	2,73%	1,82%	0,91%	0,91%	0,91%	0,91%
12	3,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Prom POND	6,80%	6,31%	6,06%	6,58%	5,82%	4,52%	3,95%	4,61%	3,63%	3,06%	2,29%	2,34%	2,54%	2,10%
VaR al 95%	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	7,37%	7,37%	6,32%	7,37%	6,32%	4,21%	4,21%	4,21%	3,68%	3,68%	3,68%	3,68%	3,68%	3,68%
2	8,33%	8,33%	7,78%	8,33%	7,22%	5,56%	5,56%	5,56%	4,44%	3,89%	3,33%	3,33%	3,33%	2,22%
3	9,47%	8,42%	7,89%	8,95%	7,89%	6,32%	6,32%	6,32%	5,26%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	3,68%
4	10,50%	10,00%	9,50%	10,00%	9,50%	8,00%	7,00%	8,00%	6,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%	4,00%
5	10,43%	9,57%	9,13%	9,57%	8,70%	7,39%	6,52%	7,39%	6,52%	5,65%	4,78%	5,22%	5,22%	4,35%
6	8,00%	7,33%	6,67%	7,33%	6,67%	5,33%	4,67%	5,33%	4,00%	4,00%	2,67%	2,67%	2,67%	2,00%
7	11,60%	11,20%	10,80%	11,20%	10,40%	9,20%	8,40%	9,20%	8,00%	8,00%	7,20%	7,60%	7,60%	6,80%
8	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,49%	0,49%	0,49%	0,49%	0,49%	0,49%	0,49%	0,49%	0,48%
9	8,57%	7,86%	7,14%	7,86%	7,14%	5,71%	5,71%	5,71%	4,29%	4,29%	2,86%	2,86%	2,86%	2,14%
10	16,80%	16,00%	16,00%	16,00%	16,00%	7,20%	5,60%	6,40%	5,60%	4,80%	4,00%	4,00%	4,00%	3,20%
11	11,82%	10,00%	10,00%	10,91%	10,00%	7,27%	6,36%	7,27%	5,45%	5,45%	2,73%	3,64%	3,64%	1,82%
12	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	3,33%	3,33%	3,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Prom POND	9,40%	8,75%	8,26%	8,87%	8,10%	6,62%	5,95%	6,52%	5,42%	5,23%	4,11%	4,35%	4,35%	3,45%
VaR al 99%	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	11,58%	11,05%	10,53%	11,05%	10,53%	9,47%	8,42%	8,95%	7,89%	7,37%	7,37%	7,37%	7,37%	7,37%
2	13,33%	12,78%	12,22%	12,78%	12,22%	11,11%	10,00%	11,11%	9,44%	8,89%	8,33%	8,33%	8,33%	7,78%
3	14,21%	13,16%	12,63%	13,16%	12,63%	10,53%	10,53%	10,53%	9,47%	7,89%	7,89%	7,89%	7,89%	7,37%
4	16,00%	15,00%	14,00%	15,00%	14,00%	12,00%	11,00%	12,00%	11,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	9,50%
5	14,35%	13,48%	13,04%	13,48%	12,61%	10,87%	10,00%	10,87%	9,57%	9,13%	7,83%	7,83%	8,26%	7,39%
6	16,00%	15,33%	15,33%	16,00%	15,33%	14,00%	13,33%	14,00%	13,33%	13,33%	7,33%	7,33%	8,00%	6,00%
7	16,80%	16,00%	15,20%	16,00%	14,80%	13,20%	12,40%	13,20%	12,00%	11,20%	10,40%	10,40%	10,40%	9,60%
8	0,00%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%
9	17,14%	16,43%	16,43%	17,14%	16,43%	15,00%	15,00%	15,00%	14,29%	14,29%	8,57%	8,57%	9,29%	7,14%
10	20,80%	20,00%	20,00%	20,00%	19,20%	18,40%	18,40%	18,40%	17,60%	17,60%	17,60%	17,60%	17,60%	16,80%
11	20,91%	20,91%	20,00%	20,91%	20,00%	19,09%	18,18%	19,09%	18,18%	18,18%	10,91%	11,82%	11,82%	10,00%
12	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	26,67%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	13,33%	11,67%	11,67%	11,67%	8,33%
Prom POND	15,78%	15,14%	14,69%	15,38%	14,56%	13,15%	12,47%	13,14%	12,25%	11,79%	8,60%	8,69%	8,95%	7,70%
VaR al 99,9%	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	17,37%	16,32%	15,79%	16,32%	15,26%	14,74%	12,63%	14,21%	12,11%	11,58%	11,58%	11,58%	11,58%	11,05%
2	19,44%	18,33%	17,78%	18,89%	17,78%	15,56%	14,44%	15,56%	13,89%	13,33%	12,22%	12,22%	12,22%	11,67%
3	20,53%	19,47%	18,95%	20,00%	18,95%	16,84%	15,79%	16,84%	15,26%	14,74%	12,11%	12,63%	12,63%	11,58%
4	23,00%	22,00%	21,00%	22,00%	20,50%	18,50%	17,50%	18,50%	17,00%	16,00%	14,00%	14,50%	14,50%	13,50%
5	19,57%	18,70%	17,83%	18,70%	17,39%	15,65%	14,35%	15,22%	13,91%	13,04%	11,74%	11,74%	12,17%	10,87%
6	22,67%	21,33%	20,67%	21,33%	20,67%	18,67%	18,00%	18,67%	17,33%	16,67%	15,33%	15,33%	15,33%	14,67%
7	22,80%	22,00%	21,20%	22,00%	20,80%	18,80%	18,00%	18,80%	17,20%	16,40%	15,60%	15,60%	16,00%	15,20%
8	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%
9	24,29%	22,86%	22,14%	23,57%	22,14%	20,00%	19,29%	20,00%	18,57%	17,86%	16,43%	16,43%	16,43%	15,71%
10	34,40%	34,40%	33,60%	34,40%	33,60%	32,80%	24,80%	32,80%	23,20%	21,60%	20,80%	20,80%	20,80%	20,00%
11	30,91%	30,00%	29,09%	30,00%	28,18%	25,45%	23,64%	25,45%	22,73%	21,82%	20,00%	20,00%	20,00%	19,09%
12	40,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%
Prom POND	22,31%	21,25%	20,54%	21,39%	20,30%	18,28%	17,36%	18,26%	16,70%	15,99%	14,70%	14,77%	14,89%	14,12%
Promedios														
Trimestres	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
VaR al 90%	6,80%	6,31%	6,06%	6,58%	5,82%	4,52%	3,95%	4,61%	3,63%	3,06%	2,29%	2,34%	2,54%	2,10%
Cap. Reg + P	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%
Superávit	9,67%	10,16%	10,42%	9,89%	10,65%	11,95%	12,53%	11,87%	12,84%	13,41%	14,18%	14,13%	13,93%	14,38%
VaR al 95%	9,40%	8,75%	8,26%	8,87%	8,10%	6,62%	5,95%	6,52%	5,42%	5,23%	4,11%	4,35%	4,35%	3,45%
Cap. Reg + P	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%
Superávit	7,08%	7,73%	8,21%	7,61%	8,37%	9,96%	10,53%	9,95%	11,05%	11,24%	12,37%	12,12%	12,12%	13,03%
VaR al 99%	15,78%	15,14%	14,69%	15,38%	14,56%	13,15%	12,47%	13,14%	12,25%	11,79%	8,60%	8,69%	8,95%	7,70%
Cap. Reg + P	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%
Superávit	0,69%	1,34%	1,79%	1,10%	1,92%	3,33%	4,00%	3,34%	4,22%	4,68%	7,87%	7,79%	7,53%	8,77%
VaR al 99,9%	22,31%	21,25%	20,54%	21,39%	20,30%	18,28%	17,36%	18,26%	16,70%	15,99%	14,70%	14,77%	14,89%	14,12%
Cap. Reg + P	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%
Superávit	-5,84%	-4,78%	-4,07%	-4,91%	-3,83%	-1,81%	-0,88%	-1,78%	-0,23%	0,48%	1,77%	1,70%	1,59%	2,35%

Cartera de préstamos bancarios al sector industrial
Estimación de la Distribución de Probabilidad de Pérdidas por Incobrabilidad

VaR al 90%	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1	1,05%	0,53%	0,53%	0,53%	0,53%	0,53%	0,53%	3,68%	3,68%	1,08%	0,53%	0,00%
2	0,56%	0,56%	1,11%	1,11%	1,67%	1,11%	1,67%	5,00%	3,89%	2,78%	1,67%	0,56%
3	0,53%	0,00%	0,53%	0,53%	1,58%	1,05%	2,11%	6,32%	4,74%	3,68%	1,05%	0,53%
4	2,50%	2,50%	2,00%	2,00%	2,50%	1,00%	2,50%	6,50%	6,00%	3,00%	2,00%	0,50%
5	2,17%	1,74%	2,17%	2,17%	2,61%	2,17%	3,04%	6,96%	5,65%	3,91%	2,17%	0,87%
6	0,67%	0,00%	0,67%	0,67%	1,33%	1,33%	2,00%	4,67%	4,00%	2,67%	1,33%	0,67%
7	3,20%	2,80%	3,20%	3,20%	3,20%	3,20%	4,00%	7,20%	5,60%	3,60%	2,40%	1,20%
8	0,45%	0,45%	0,45%	0,46%	0,47%	0,46%	0,47%	0,49%	0,49%	0,48%	0,46%	0,44%
9	0,71%	0,71%	0,71%	0,71%	1,43%	1,43%	1,43%	5,00%	3,57%	2,14%	1,43%	0,71%
10	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	1,60%	0,80%	1,60%	4,00%	2,40%	1,60%	0,80%	0,80%
11	0,00%	0,00%	0,91%	0,91%	0,91%	0,91%	1,82%	6,36%	4,55%	2,73%	0,91%	0,00%
12	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Prom POND	1,37%	1,03%	1,46%	1,46%	1,87%	1,66%	2,38%	5,63%	4,50%	2,89%	1,60%	0,69%

VaR al 95%	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1	3,68%	3,68%	3,16%	3,16%	1,58%	1,05%	3,16%	6,32%	4,21%	3,68%	3,16%	0,53%
2	1,67%	1,11%	2,22%	2,22%	2,78%	2,22%	3,33%	7,78%	6,11%	4,44%	2,78%	1,67%
3	2,11%	0,53%	3,68%	3,68%	4,74%	3,68%	4,74%	7,89%	6,84%	6,32%	4,74%	2,11%
4	3,50%	3,00%	3,00%	3,00%	5,50%	3,50%	5,50%	9,50%	8,00%	6,00%	5,50%	2,50%
5	3,48%	3,04%	3,48%	3,91%	4,35%	3,91%	4,78%	8,26%	6,96%	5,65%	4,35%	2,17%
6	2,00%	0,67%	2,00%	2,00%	2,67%	2,00%	3,33%	6,67%	5,33%	4,00%	2,67%	2,00%
7	5,20%	4,80%	5,20%	5,20%	5,20%	5,20%	6,00%	9,20%	8,00%	5,60%	4,40%	2,80%
8	0,48%	0,46%	0,48%	0,48%	0,49%	0,48%	0,49%	0,50%	0,50%	0,49%	0,49%	0,47%
9	1,43%	1,43%	2,14%	2,14%	2,86%	2,14%	2,86%	7,14%	6,43%	4,29%	2,14%	1,43%
10	2,40%	1,60%	2,40%	2,40%	2,40%	2,40%	3,20%	5,60%	4,00%	3,20%	1,60%	0,80%
11	1,82%	0,91%	1,82%	1,82%	2,73%	2,73%	3,64%	10,00%	8,18%	5,45%	2,73%	0,91%
12	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	8,33%	6,67%	0,00%	0,00%	0,00%
Prom POND	2,80%	2,04%	2,96%	2,98%	3,60%	3,07%	4,14%	7,84%	6,55%	4,79%	3,38%	1,98%

VaR al 99%	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1	6,32%	4,74%	6,32%	6,32%	7,37%	7,37%	7,37%	10,53%	10,53%	7,37%	7,37%	4,21%
2	5,56%	4,44%	6,11%	6,11%	8,33%	8,33%	8,33%	12,22%	11,11%	9,44%	8,33%	5,00%
3	6,32%	6,32%	6,32%	6,84%	7,89%	7,89%	8,95%	12,63%	11,58%	10,53%	7,89%	6,32%
4	8,50%	6,50%	9,00%	9,00%	10,00%	9,00%	10,00%	14,00%	12,00%	10,00%	10,00%	8,00%
5	6,52%	5,65%	6,52%	6,52%	6,96%	6,52%	7,83%	12,17%	10,87%	8,70%	6,96%	5,65%
6	4,67%	4,00%	5,33%	6,00%	7,33%	6,00%	9,33%	15,33%	14,00%	13,33%	6,67%	4,67%
7	8,80%	8,40%	8,40%	8,40%	8,40%	8,40%	9,20%	13,20%	11,20%	9,20%	8,00%	7,20%
8	0,50%	0,49%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,49%
9	6,43%	4,29%	6,43%	6,43%	8,57%	7,14%	10,71%	16,43%	15,00%	14,29%	7,86%	6,43%
10	16,80%	16,00%	16,00%	16,00%	16,00%	16,00%	16,80%	17,60%	16,00%	16,00%	16,00%	4,00%
11	8,18%	5,45%	9,09%	9,09%	10,91%	10,00%	14,55%	20,00%	19,09%	18,18%	10,91%	7,27%
12	8,33%	3,33%	8,33%	8,33%	11,67%	11,67%	13,33%	30,00%	25,00%	18,33%	11,67%	8,33%
Prom POND	6,54%	5,52%	6,80%	7,02%	8,10%	7,44%	9,46%	14,18%	12,76%	11,45%	7,75%	5,92%

VaR al 99,9%	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1	10,53%	10,53%	10,53%	10,53%	10,53%	10,53%	11,05%	15,26%	14,74%	11,58%	10,53%	10,53%
2	11,11%	11,11%	11,11%	11,11%	12,22%	11,67%	12,22%	17,78%	16,67%	13,89%	12,22%	11,11%
3	10,53%	10,53%	10,53%	11,05%	12,11%	11,58%	13,16%	18,95%	17,37%	14,74%	12,11%	10,53%
4	12,50%	11,00%	12,50%	12,50%	14,00%	13,00%	14,50%	20,50%	19,00%	16,50%	13,50%	10,50%
5	10,00%	9,13%	10,00%	10,43%	10,87%	10,43%	11,74%	17,39%	15,65%	13,04%	10,87%	9,13%
6	14,00%	13,33%	14,00%	14,00%	15,33%	14,67%	16,00%	20,67%	19,33%	17,33%	15,33%	14,00%
7	13,20%	12,80%	13,20%	13,20%	13,20%	13,20%	14,40%	18,80%	16,40%	14,00%	12,00%	10,00%
8	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,50%	0,50%
9	15,00%	15,00%	15,71%	15,71%	16,43%	15,71%	16,43%	22,14%	20,71%	17,86%	15,71%	15,00%
10	19,20%	18,40%	19,20%	19,20%	18,40%	18,40%	19,20%	22,40%	20,00%	18,40%	17,60%	16,80%
11	19,09%	18,18%	19,09%	19,09%	20,00%	19,09%	20,91%	29,09%	26,36%	22,73%	20,00%	18,18%
12	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	35,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%
Prom POND	13,18%	12,67%	13,24%	13,29%	14,09%	13,59%	14,79%	19,91%	18,20%	15,79%	13,72%	12,17%

Promedios

Trimestres	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Promedio
VaR al 90%	1,37%	1,03%	1,46%	1,46%	1,87%	1,66%	2,38%	5,63%	4,50%	2,89%	1,60%	0,69%	4,14%
Cap. Reg + P	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%
Superávit	15,10%	15,44%	15,02%	15,02%	14,60%	14,81%	14,09%	10,85%	11,97%	13,58%	14,88%	15,78%	12,33%
VaR al 95%	2,80%	2,04%	2,96%	2,98%	3,60%	3,07%	4,14%	7,84%	6,55%	4,79%	3,38%	1,98%	6,06%
Cap. Reg + P	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%
Superávit	13,68%	14,43%	13,52%	13,50%	12,88%	13,41%	12,33%	8,63%	9,92%	11,68%	13,10%	14,49%	10,42%
VaR al 99%	6,54%	5,52%	6,80%	7,02%	8,10%	7,44%	9,46%	14,18%	12,76%	11,45%	7,75%	5,92%	11,28%
Cap. Reg + P	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%
Superávit	9,94%	10,95%	9,68%	9,45%	8,37%	9,03%	7,01%	2,29%	3,71%	5,03%	8,72%	10,56%	5,20%
VaR al 99,90%	13,18%	12,67%	13,24%	13,29%	14,09%	13,59%	14,79%	19,91%	18,20%	15,79%	13,72%	12,17%	17,49%
Cap. Reg + P	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%	16,47%
Superávit	3,29%	3,81%	3,24%	3,18%	2,38%	2,88%	1,68%	-3,44%	-1,73%	0,69%	2,75%	4,30%	-1,01%

Referencias bibliográficas

- Avila, Fernando, Javier Márquez Diez Canedo y Alberto Romero Aranda. *Implantación del Modelo CyRCE. Simplificaciones por estructura y estimación de parámetros*, Banco de México. (Abril 2002).
- Credit Risk +: *Credit Suisse Financial Products, New York, N.Y. 1997*
- CreditMetrics TM: Technical document (Abril 1997)
- Elizondo Alan: *Medición Integral del Riesgo de Crédito*. Edición Limusa, México (2004).
- Fernández y Sosares Netto. *Valor en riesgo de las carteras de créditos a la Industria del sector bancario en el período 2000 – 2006*. Tesis de Maestría en Finanzas de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de la República (2007).
- Gordy, Michael. *A comparative Anatomy of Credit Risk Models*. Journal of Banking and Finance, vol.24, (2000), pp 119-149.
- Márquez Diez Canedo, Javier. *Suficiencia de Capital y Riesgo de Crédito en Carteras de Préstamos Bancarios*. Banco de México. (Abril 2002).
- Márquez Diez Canedo, Javier. *El impacto de la correlación entre impagos en la concentración de riesgo en portafolios de préstamos bancarios. Concentración de un índice de concentración de riesgo y adecuación del modelo CyRCE para medir el riesgo de crédito*. Banco de México (Junio 2002).
- Márquez Diez Canedo, Javier y Fabricio López-Gallo. *Un modelo de Análisis del Riesgo de Crédito y su aplicación para realizar una prueba de estrés del sistema financiero mexicano*. Banco de España. Reporte de Estabilidad Financiera. Número 10.
- Márquez Diez Canedo, Javier. *Una nueva visión del riesgo de crédito*. Editorial Limusa-Wiley (2007)
- Marrison, Chris. *The Fundamentals of Risk Measurement*. Mc.Graw Hill (2002)
- Rodríguez Analía. *Distribución de pérdidas de la cartera de créditos: el método unifactorial de Basilea II vs. estimaciones no paramétricas*. Tesis de Maestría en Economía Internacional de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de la República (2007).

- Vallcorba y Delgado. *Determinantes de la morosidad bancaria en una economía dolarizada*. Documento de Trabajo N° 0722. Banco de España. (2007)