**TABLA DE CONTENIDO**

[1. INTRODUCCIÓN 2](#_Toc531877767)

[2. OBJETIVO 2](#_Toc531877768)

[2.1. Objetivos Específicos 2](#_Toc531877769)

[3. ALCANCE 2](#_Toc531877770)

[4. PRODUCTOS ESPERADOS 2](#_Toc531877771)

[5. TÉRMINOS Y DEFINICIONES 3](#_Toc531877772)

[6. DESARROLLO TÉCNICO DEL DOCUMENTO 3](#_Toc531877773)

[6.1. Metodología del Modelo *Credit VaR* 3](#_Toc531877774)

[6.1.1. Definir la matriz de transición de probabilidades: 4](#_Toc531877775)

[6.1.2. Valoración del crédito: 4](#_Toc531877776)

[6.1.3. Medición del riesgo de crédito (*Credit VaR*): 5](#_Toc531877777)

[6.2. Ejemplo Metodología *Credit VaR* 6](#_Toc531877778)

[6.2.1. *Credit VaR Relativo:* 6](#_Toc531877779)

[6.2.2. *VaR Diversificado:* 7](#_Toc531877780)

[6.2.3. *VaR No Diversificado:* 7](#_Toc531877781)

[6.3. Valoración Crédito 7](#_Toc531877782)

[6.4. Cálculo de las volatilidades 10](#_Toc531877783)

[6.5. Aplicación de cálculo 10](#_Toc531877784)

[7. BIBLIOGRAFÍA 11](#_Toc531877785)

[8. ANEXOS 11](#_Toc531877786)

[9. HISTORIAL DE CAMBIOS 12](#_Toc531877787)

[10. APROBACIÓN 12](#_Toc531877788)

# INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Hacienda y Crédito Público - MHCP a través de la Dirección General de Crédito Público y Tesoro Nacional - DGCPTN se encarga de la administración y seguimiento de la cartera de operaciones garantizadas por la Nación con el fin de controlar el riesgo de crédito al que está expuesta la Nación.

De acuerdo al Decreto 4712 de 2008, la Subdirección de Riesgo - SR, tiene como función definir las directrices de riesgo de las operaciones de crédito público, las de manejo de la deuda pública, sus asimiladas y conexas de la Nación y de las entidades estatales. Con el fin de realizar una adecuada administración de los riesgos, es necesario establecer métodos de cálculo que permitan cuantificar la exposición al riesgo para crear alertas tempranas ante cambios en los mercados que podrían afectar negativamente a la Nación.

En virtud de responder con las funciones propias de la SR, a continuación, se expone la metodología que se implementa para cuantificar el riesgo de crédito, entendiéndose este como la posibilidad de que las finanzas de la Nación presenten pérdidas, como consecuencia de que las entidades garantizadas incumplan los términos acordados en los contratos de crédito, esta cuantificación permite establecer políticas de control y monitoreo que ayuden a mitigar este tipo de riesgo.

El presente documento consta de un marco legal con los antecedentes de la gestión de la administración del riesgo de crédito en la DGCPTN y un marco teórico donde se definirá la metodología de medición.

# OBJETIVO

Definir una metodología de evaluación sobre las operaciones de crédito público que autoriza la DCPTN mediante el otorgamiento de garantías de la Nación.

## Objetivos Específicos

* Desarrollar un índice de control y seguimiento que permita cuantificar la pérdida potencial del portafolio activo de las operaciones de crédito público.

# ALCANCE

Administrar el riesgo de crédito de una forma eficiente, dado que la metodología *Credit VaR* permite identificar la exposición que tiene la Nación en otorgamiento de garantías por operaciones de crédito público.

# PRODUCTOS ESPERADOS

Con la aplicación adecuada de la metodología descrita en este documento, se espera obtener el siguiente producto:

* Cuantificación del valor en riesgo del portafolio que está compuesto por las operaciones de crédito público garantizadas por la Nación.

# TÉRMINOS Y DEFINICIONES

* **Precio Limpio:** Valor final que se paga sin incluir los intereses acumulados.
* **Precio Sucio:** Valor real del costo de la inversión, incluyendo el valor de los intereses acumulados.
* **Tramo:** Corresponde a las segmentaciones que se pueden generar en un crédito debido a cambios en las condiciones financieras (plazo, moneda, tasas de interés, causación, etc.) o por operaciones de manejo que tenga el mismo.
* **VaR:** Técnica estadística que permite medir el riesgo financiero de una inversión. Se encarga de determinar la probabilidad de sufrir una pérdida durante un periodo de tiempo.
* **Volatilidad:** Medida de los cambios del precio de un activo; definido como la desviación estándar de dicho cambio en un horizonte de tiempo específico.

# DESARROLLO TÉCNICO DEL DOCUMENTO

El MHCP es la entidad que administra los recursos de la Nación y debe velar por mantener la sostenibilidad del presupuesto, de donde surge la necesidad de disponer de manera adecuada dichos recursos. Dentro de este esquema, la SR de la DGCPTN tiene a su cargo la generación, diseño, implementación y seguimiento de las metodologías que permitan el seguimiento de la valoración de los recursos a cargo de la Nación y de los compromisos derivados de la adquisición de obligaciones crediticias para el financiamiento del gasto público.

De acuerdo con el Decreto 4712 de 2008, la SR tiene dentro de sus objetivos el: “Diseñar, desarrollar y revisar las metodologías para portafolios de referencia, cálculo de proyecciones y sostenibilidad de la deuda pública, valoraciones de riesgos y pasivos contingentes; realizar su seguimiento y evaluar periódicamente el cumplimiento de los lineamientos definidos.”

## Metodología del Modelo *Credit VaR*

La metodología que se expone corresponde a la evaluación de operaciones de crédito público que autoriza la DGCPTN mediante el otorgamiento de garantías de la Nación. Las operaciones realizadas, en su gran mayoría, son contratadas con organizaciones multilaterales internacionales, aunque algunas están suscritas con entidades nacionales. Al analizar este tipo de operaciones, se evidencia que el valor de la cartera, vista como un portafolio de inversión, puede presentar una disminución en relación con el incumplimiento de las entidades deudoras, ocasionando la materialización del riesgo de crédito.

Teniendo en cuenta las responsabilidades de la SR, se hace necesario cuantificar la pérdida potencial del portafolio activo de las operaciones antes descritas. La Nación se encuentra expuesta a los siguientes riesgos: cambios de calificación, escenarios de incumplimiento y cambios externos que afecten a la entidad deudora (como el caso de una variación del mercado –tasas de interés o tasas de cambio- que pueda afectar de manera negativa a las entidades con respecto a sus finanzas).

“*Creditmetrics* es una herramienta propuesta por *JP Morgan* en 1997 para medir el riesgo de la cartera vista como un portafolio de inversión, a partir del valor en riesgo, cuyo resultado es la afectación del valor de la deuda por variaciones en la calificación crediticia de la contraparte […]. Es decir, no sólo considera el evento de incumplimiento, sino también los cambios (aumentos o disminuciones) en la calidad crediticia del emisor. Por este motivo se dice que este modelo es de valuación a mercado (*mark – to – market*).”[[1]](#footnote-1) Para este fin, la SR implementa la metodología del *Credit VaR* (por sus siglas en inglés *Credit Value at Risk*), con el fin de cuantificar la máxima pérdida probable del portafolio de las operaciones de crédito que puedan generar un impacto fiscal a la Nación, estableciendo un horizonte de tiempo y un nivel de confianza.

El objetivo principal de la implementación de la metodología es la estimación del valor en riesgo del portafolio, para esto se realiza el siguiente procedimiento:

### Definir la matriz de transición de probabilidades:

La probabilidad de transición es la probabilidad de que un emisor con x calidad crediticia hoy, pueda migrar o moverse a otra calidad crediticia y en un horizonte de tiempo definido.

Esta matriz se calcula con el historial de calificaciones de las entidades, de acuerdo con los cambios que han presentado sus calificaciones. También se puede tomar como benchmark la que calculan algunas empresas calificadoras.

Para el desarrollo de la metodología se tomó la matriz publicada por *S&P* en su informe *“2017 Annual Global Corporate Default Study and Rating transitions”* para países emergentes y la matriz a usar es la de tasa promedio de 1 año de transiciones corporativas entre 1981 y 2017.

Para actualizar el cálculo del Valor en Riesgo, se tomará como referencia la última matriz de *S&P* publicada para países emergentes.

### Valoración del crédito:

Para la valoración se requiere de la curva de tasas correspondientes a cada nivel de calificación, en la cual se adiciona la sobretasa o *spread* que refleje el riesgo de crédito (más adelante será utilizada como tasa de descuento), estas tasas se obtuvieron de la matriz de transición del punto anterior, mediante la metodología *Creditmetrics*, que calcula los diferenciales de crédito tomando como parámetros dicha matriz de transición y la Pérdida Dado el Incumplimiento (PDI); esta valoración tiene en cuenta que el margen de crédito es la prima de riesgo exigida por el mercado. Con esta información se realiza el cálculo del valor presente de los créditos (VP).

Para definir estas tasas, se calculan los diferenciales de crédito para cada calificación, de acuerdo a la matriz de transición que se usa como insumo. Así:

Donde:

Pérdida dada el incumplimiento

Probabilidad de incumplimiento (Matriz de Transición)

Tiempo, t=1, dada la ventana de tiempo de 1 año de la matriz de transición

*(Ver Anexo 2)*

### Medición del riesgo de crédito (*Credit VaR*):

A partir de los cambios en el valor presente de los créditos, es decir, las pérdidas y/o ganancias que se obtendrían en las diferentes calificaciones, se halla una máxima pérdida probable mediante una aproximación lineal.

Donde:

es la probabilidad de transición de calificación X a calificación Y,

es el valor presente de la obligación

percentil de distribución normal con un nivel de confianza

es la media del

es la desviación estándar

## Ejemplo Metodología *Credit VaR*

Se toma como *benchmark* un crédito con calificación BBB- y un monto de USD 27.800.000.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 541200104: Empopasto-BID: 27.800.000 USD | | | | | |
| CALIFICACIÓN |  | Tasa dcto | Precio Limpio (VP) | VP |  |
| AAA | 0.00% | 0.56% | 135.87 | 135.87 - 117.61 = 18.27 | 0.0000 |
| AA | 0.02% | 1.26% | 129.13 | 129.13 - 117.61 = 11.52 | 0.0397 |
| A | 2.42% | 1.04% | 131.19 | 131.19 - 117.61 = 13.58 | 6.3105 |
| BBB | 86.26% | 2.60% | **117.61** | 117.61 - 117.61 = 0.00 | 5.6727 |
| BB | 4.85% | 4.42% | 104.42 | 104.42 - 117.61 = -13.19 | 5.4762 |
| B | 0.41% | 6.77% | 90.69 | 90.69 - 117.61 = -26.92 | 2.4318 |
| CCC | 6.04% | 8.58% | 82.09 | 82.09 - 117.61 = -35.52 | 65.5956 |
|  |  | *media* | *115.04\** | *µ = 115.04 - 117.61 = -2.56* | =   |  | | --- | |  | |
|  |  |  |  |  | 9.248 |

\*Este valor es la suma producto de las probabilidades con los valores presentes.

*anexo 1*

Tasa de descuento *anexo 2*

### *Credit VaR Relativo:*

Después de hallar se realiza la aproximación normal calculando el

En este ejercicio para una operación de crédito público garantizada por la Nación, con un monto de USD 27.800.000; en el momento t (día de cálculo) con un saldo vigente de 3.633.375, si la entidad presenta cambios de calificación, escenarios de incumplimiento o choques externos, la Nación tendría una máxima pérdida probable con un nivel de confianza al 99% de USD 876.094.

### *VaR Diversificado:*

Como parte de la cuantificación, se realiza la valoración del riesgo de portafolio o *VaR Diversificado*, se construye el portafolio como una combinación de riesgos de los activos de la cartera ponderado por el saldo expuesto de cada crédito.

Con el cálculo del *Credit VaR*, se obtiene la varianza para cada crédito con esta variable y el saldo vigente de cada operación, se obtiene la volatilidad del portafolio o *VaR Diversificado* ().

A continuación, se expone la estructura matricial:

es el Saldo Vigente del crédito

es la Varianza del portafolio

Se calcula entonces el *VaR Diversificado* del portafolio de créditos mediante la siguiente función:

### *VaR No Diversificado:*

Los *VaR* *Individuales* fueron calculados bajo el supuesto de que los cambios en el perfil crediticio de las entidades deudoras son independientes, por tanto, no se toma en cuenta ningún tipo de correlación cuando son del mismo sector económico, ni la relación existente de los factores de riesgo que afectan la actividad productiva o comercial de estas.

El *VaR No Diversificado* (representa la suma de dichos *VaR Individuales* y asume el escenario más ácido que si alguna entidad presenta una pérdida, todas los demás lo harán, por lo tanto el cálculo del *VaR No Diversificado* será:

## Valoración Crédito

Se construye una base de datos con los flujos registrados en la hoja de vida de cada uno de los créditos garantizados por la Nación, que se encuentran vigentes a la fecha de corte. Para la valoración del crédito se incluyen los flujos futuros. Las hojas de vida pueden presentar varios tramos, los cuales se definen como operaciones de manejo sobre el crédito origen, que serán entendidas como créditos nuevos y cada uno tendrá su valoración, posteriormente se realiza una ponderación de los resultados de acuerdo a los saldos vigentes de cada tramo normalizando su moneda a pesos (COP).

Para el cálculo se tienen en cuenta los desembolsos, amortizaciones e intereses futuros y se toma de referencia el saldo a fecha de corte del análisis y los saldos futuros. El cálculo del valor presente del crédito sigue el procedimiento de valoración de un bono, para créditos *bullet* o créditos amortizables. Para estos créditos, los flujos serán la suma de amortizaciones e intereses, el principal es el saldo vigente, la tasa de descuento () viene dada por las tasas correspondientes a cada curva de nivel de calificación y el tiempo (m) es el número de días desde la fecha de corte a la fecha del flujo dividido en 360 días, es decir, tiempo en años.

Con cada flujo de la hoja de vida se obtendrá un valor presente para el cálculo del precio sucio del crédito:

A continuación, se realiza el cálculo del precio limpio:

Donde

* Los días transcurridos tienen 2 casos de cálculo:

1. Si hay desembolsos intermedios entre pagos de cupones y fecha de corte
2. Si no hay desembolsos intermedios entre pagos de cupones y fecha de corte

**CASO 1**:

Fecha de corte

Desembolso

Días 1

Días 2

Vencimiento crédito

Si hay desembolsos entre y la fecha de corte, los días transcurridos serán:

**CASO 2**:

Vencimiento crédito

Fecha de corte

Días

Si no hay desembolsos, los días serán:

Vencimiento crédito

Fecha de corte

Base días Cupón

Con base en la tasa de descuento calculada se obtiene un precio limpio para cada cambio de calificación, estos precios son usados como valor presente de acuerdo con la metodología descrita anteriormente. Este proceso permite cuantificar la máxima perdida probable a la que está expuesta el portafolio activo de la Nación, en un horizonte de tiempo determinado a un nivel de confianza establecido.

## Cálculo de las volatilidades

La volatilidad es la desviación estándar o el cambio de valor de los créditos del portafolio. La volatilidad es un indicador fundamental para la cuantificación de riesgos crediticios porque representa una medida de dispersión ante el cambio en la calificación crediticia o la probabilidad de impago, en un horizonte de tiempo definido.

Para obtener el cálculo de las volatilidades de los activos se requiere, en primer lugar, estimar los cambios en el valor presente del crédito y la probabilidad de transición. Para esto se define la varianza así:

Posteriormente, se define la volatilidad como la raíz cuadrada de la varianza:

## Aplicación de cálculo

Los resultados de la medición del *Credit VaR* se interpretan como la máxima pérdida esperada en el momento de realizar el análisis con un nivel de confianza del 99%.

Para la simulación de los flujos el modelo utiliza como insumo los valores proyectados de las hojas de vida de cada uno de los créditos, tanto para las operaciones denominadas en COP como en otra moneda, y a partir de esta información se procede a implementar el modelo *Credit VaR* para cada crédito.

Finalmente, con la simulación de los flujos se identifica el Valor en Riesgo del portafolio (*VaR* diversificado que tiene en cuenta el peso de cada inversión para su medición) y se hace el cálculo en conjunto.

# BIBLIOGRAFÍA

Jorion, P, (2001), *“Value at Risk”*, Estados Unidos New York, McGraw-Hill.

Elizondo et al. (2003), *“Medición Integral del Riesgo de Crédito”,* México, México D.F, Limusa Noriega Editores.

De Lara, A, (2011), *“Medición y control de riesgos financieros”,* México, México D.F, Limusa Noriega Editores.

S&P Global Ratings. (15 de Abril de 2018). *“2017 Annual Global Corporate Default Study And Rating Transitions”.* Recuperado el 14 de Noviembre de 2018, de: <https://www.spratings.com/documents/20184/774196/2017+Annual+Global+Corporate+Default+Study/a4cffa07-e7ca-4054-9e5d-b52a627d8639>

R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

# ANEXOS

**Anexo 1. Matriz de Transición: Ejemplo**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Calificación en t+1** | | | | | | | | | |
| **Calificación** | **AAA** | **AA** | **A** | **BBB** | **BB** | **B** | **CCC** | **D** | **NR** |
| AAA | 90.12% | 8.64% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.24% |
| AA | 1.27% | 86.84% | 8.86% | 0.25% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 2.78% |
| A | 0.00% | 1.90% | 90.14% | 4.93% | 0.35% | 0.35% | 0.00% | 0.04% | 2.29% |
| BBB | 0.00% | 0.02% | 2.42% | 86.26% | 4.85% | 0.41% | 0.20% | 0.14% | 5.71% |
| BB | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 4.39% | 79.88% | 4.75% | 0.74% | 0.63% | 9.61% |
| B | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.05% | 6.27% | 72.31% | 3.66% | 3.16% | 14.55% |
| CCC | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.48% | 18.76% | 44.52% | 17.97% | 18.28% |
| D | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 0.00% |
| NR | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| **Calificación en t** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Ejemplo: La probabilidad que una entidad que sea calificada como BBB pase a ser calificada como BB es 4.85%.

**Anexo 2. Tasas de descuento: Ejemplo**

|  |  |
| --- | --- |
| **Calificación** | **Curva de tasas** |
| AAA | 0.56% |
| AA | 1.26% |
| A | 1.04% |
| BBB | 2.60% |
| BB | 4.42% |
| B | 6.77% |
| CCC\* | 8.58% |

\* La matriz de transición presenta información hasta la calificación NR, pero para el cálculo de las tasas *spread* la metodología elimina las filas de las calificaciones D y NR (no hay información de tasas para estas calificaciones), por lo tanto, para mantener la suma de las probabilidades de transición en el 100%, las probabilidades de calificación D y NR se suman a la probabilidad CCC.

# HISTORIAL DE CAMBIOS

| **FECHA** | **VERSIÓN** | **DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO** | **ASESOR SUG** |
| --- | --- | --- | --- |
| 06-12-2018 | 1 | Creación del documento | Tatiana Santos Yate |

# APROBACIÓN

|  |  |
| --- | --- |
| **ELABORADO POR:** | **Nombre:** Paula Andrea Castiblanco Cárdenas  **Cargo:** Contratista de la Subdirección de Riesgo (DGCPTN)  **Fecha:** 06-12-2018 |
| **REVISADO POR:** | **Nombre:** Cindy Zulima Alzate Román / Jesús David Rincón Coral  **Cargo:** Profesional Especializado / Coordinador Gestión Integral de Riesgos  Subdirección de Riesgo (DGCPTN)  **Fecha:** 06-12-2018 |
| **APROBADO POR:** | **Nombre:** Javier Andrés Cuéllar Sánchez  **Cargo:** Subdirector de Riesgo (DGCPTN)  **Fecha:** 06-12-2018 |

1. De Lara, A, (2011), *“Medición y control de riesgos financieros*”, México, México D.F, Limusa Noriega Editores. [↑](#footnote-ref-1)