CIRCULAR Modificatoria 12/21 de la Única de Seguros y Fianzas.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- HACIENDA.- Secretaría de Hacienda y Crédito Público.- Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.

CIRCULAR MODIFICATORIA 12/21 DE LA ÚNICA DE SEGUROS Y FIANZAS

(Anexos 6.3.3., 6.3.7. y 6.3.9.)

La Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 366, fracción II, 367, fracción II, 372, fracciones VI y XLII, 373 y 381 de la Ley de Instituciones de Seguros y de Fianzas, y

CONSIDERANDO

Que en términos de lo establecido en los artículos 232, 233, 234 y 236 de la Ley de Instituciones de Seguros y de Fianzas, las Instituciones de Seguros deben calcular mensualmente su requerimiento de capital de solvencia de conformidad con la fórmula general que al efecto determine la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.

Que el artículo 235, fracciones IV y VI, de la citada Ley, establece que el requerimiento de capital de solvencia debe considerar, entre otros, el riesgo de suscripción de los seguros de vida, seguros de accidentes y enfermedades y seguros de daños, además del riesgo de mercado.

Que resulta necesario precisar el tratamiento aplicable para la determinación del cálculo de las variables de pérdida de los seguros de vida, seguros de accidentes y enfermedades y seguros de daños, previstas en los Capítulos 6.2 y 6.3 de la Circular Única de Seguros y Fianzas y cuya metodología de cálculo se especifica en los Anexos 6.3.7 y 6.3.9, además del tratamiento aplicable para la determinación del cálculo de la variable de pérdida de los activos sujetos a riesgo de mercado cuya metodología se especifica en el Anexo 6.3.3.

Por lo anteriormente expuesto, la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas ha resuelto expedir la siguiente modificación a la Circular Única de Seguros y Fianzas, en los siguientes términos:

CIRCULAR MODIFICATORIA 12/21 DE LA ÚNICA DE SEGUROS Y FIANZAS

(Anexos 6.3.3., 6.3.7. y 6.3.9.)

PRIMERA.- Se modifican los Anexos 6.3.3., 6.3.7. y 6.3.9. de la Circular Única de Seguros y Fianzas.

TRANSITORIA

ÚNICA.- La presente Circular Modificatoria entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Lo anterior se hace de su conocimiento, con fundamento en los artículos 366, fracción II, 367, fracción II, 372, fracciones VI y XLII, 373 y 381 de la Ley de Instituciones de Seguros y de Fianzas.

Atentamente

Ciudad de México, a 31 de diciembre de 2021.- El Presidente de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, **Ricardo Ernesto Ochoa Rodríguez**.- Rúbrica.

ANEXO 6.3.3.

MODELO Y BASES TÉCNICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA VARIABLE DE PÉRDIDAS DE LOS ACTIVOS SUJETOS A RIESGO DE MERCADO L_A, PARA EFECTOS DEL CÁLCULO DEL RCS CONFORME A LA FÓRMULA GENERAL.

Para efectos de lo establecido en los Capítulos 6.2, 6.3, 6.5 y 6.6 de las presentes Disposiciones, en particular, respecto a lo referido en las Disposiciones 6.3.2 a 6.3.6, 6.5.2, 6.5.18, 6.6.2 y 6.6.9, las instituciones de seguros, incluyendo Seguros de Pensiones, y de fianzas deberán calcular las variables aleatorias de pérdida de los activos, L_A y L_{Anc} (en adelante, L_A), según sea el caso. La L_A constituye uno de los elementos para el cálculo de los Requerimientos de Capital por Riesgos Técnicos y Financieros de Seguros, Seguros de Pensiones y Fianzas, R_{CTyFS}, R_{CTyFP} y R_{CTyFF}, de la Fórmula General a que se refiere el artículo 236 de la Ley de Instituciones de Seguros y de Fianzas para el cálculo del RCS. La variable de pérdida, L_A, se calculará conforme a la metodología e información que se detalla en el presente anexo.

I. Introducción.

La variable aleatoria de pérdidas, L_A, relacionada con los Activos Financieros de una institución, se calculará como

$$L_A = \sum_{IF \epsilon CIF_A} L_{A,IF},$$

donde *IF* puede tomar valores de acuerdo con el catálogo CIF_A definido por la siguiente lista:

Lista de Instrumentos Financieros.

a) $DeuG$ para instrumentos de deuda emitidos o avalados por el Gobierno Federal, o emitidos por el Banco de México;

b) $DeuC$ para instrumentos de deuda que no se consideren el inciso a);

c) $RV\ AccD$ para acciones cotizadas en mercados nacionales;

d) $RV\ AccF$ para acciones cotizadas en mercados extranjeros;

e) $RV\ Soc$ para fondos de inversión de instrumentos de deuda y de renta variable;

f) $RV\ TrD$ para certificados bursátiles fiduciarios indizados o vehículos que confieren derechos sobre instrumentos de deuda, de renta variable o mercancías, en moneda nacional;

g) $RV\ TrF$ para certificados bursátiles fiduciarios indizados o vehículos que confieren derechos sobre instrumentos de deuda, de renta variable o mercancías, en moneda extranjera;

h) $RV\ SocPr$ para fondos de inversión de capitales, fondos de capital privado o fideicomisos que tengan como propósito capitalizar empresas mexicanas;

i) $RV\ Estr$ para instrumentos estructurados;

j) $N\ ECapP$ para títulos estructurados de capital protegido;

k) $N\ ECapNP$ para títulos estructurados de capital no protegido;

l) PV para operaciones de préstamos de valores;

m) Der para operaciones financieras derivadas, y

n) Inm para inmuebles urbanos de productos regulares.

Los instrumentos por considerar serán aquéllos que fueron adquiridos en directo.

Considerando lo establecido en las Disposiciones 6.3.3. y 6.3.4, la variable $L_{A,IF}$, para cada uno de los tipos de instrumento mencionados en la Lista de Instrumentos Financieros, se calculará como:

$$L_{A,IF} = \sum_{ic=1}^{M_{IF}} L_{IF,ic}$$

donde M_{IF} se refiere al número total de instrumentos del tipo *IF* que se encuentran en el total de activos de la institución y $L_{IF,ic}$ representa la variable de pérdida del *ic* instrumento del tipo *IF*, la cual se calculará conforme a lo siguiente:

1. Para los instrumentos a los que se refieren los incisos a), b), j), m) y los instrumentos de deuda del inciso l) de la Lista de Instrumentos Financieros como

$$L_{IF,ic} = -S_{IF,ic}(1) - C_{IF,ic}(0,1) + S_{IF,ic}(0),$$

donde:

- $S_{IF,ic}(0)$ es el valor de mercado al tiempo 0 para el instrumento *ic* del tipo *IF*;
- $C_{IF,ic}(0{,}1)$ es el valor presente del valor de mercado del pago de los cupones durante el periodo (0, 1) para el instrumento *ic* del tipo *IF*. Se calcula considerando todos los flujos cuya fecha de pago ocurrirá antes de un año tomado a partir de la fecha de cálculo del RCS. En caso de que el vencimiento del instrumento sea anterior al tiempo 1, el principal se añadirá a esta variable, y

- $S_{IF,ic}(1)$ es el valor presente del valor de mercado al tiempo 1 para el instrumento *ic* del tipo *IF*. Se calcula utilizando los resultados presentados en las secciones II.2, II.3 y II.5 según corresponda de acuerdo con las características de cada instrumento.

El valor presente se calcula utilizando los resultados presentados en la Sección II.6.

2. Para los instrumentos a los que se refieren los incisos c), d), e), f), g), h), i), k), n) y los instrumentos de renta variable del inciso l) de la Lista de Instrumentos Financieros, como

$$L_{IF,ic} = -S_{IF,ic}(1) + S_{IF,ic}(0)$$

donde, de manera análoga, las variables de la fórmula anterior se definen como:

- $S_{IF,ic}(0)$ es el valor de mercado al tiempo 0 para el instrumento *ic* del tipo *IF*, y
- $S_{IF,ic}(1)$ es el valor presente del valor de mercado al tiempo 1 para el instrumento *ic* del tipo *IF*. Se calcula utilizando los resultados presentados en la Sección II.4 y el valor presente con los resultados de la Sección II.6.

II. Resultados para el cálculo de $L_{A,IF}$

Los resultados que se obtienen se derivan de modelar una serie de instrumentos base, los cuales se especifican en la lista presentada a continuación. Los índices utilizados en esta sección, para cada uno de los instrumentos descritos, se refieren a dicha lista.

II.1. Instrumentos de referencia.

Se tienen los siguientes instrumentos primarios a partir de los cuales se modela el riesgo financiero. Se dividen en tres grandes grupos: tasas de interés, tipos de cambio e índices financieros.

a) Curvas de Tasas de Interés.

1) Bonos-M;

2) UMS;

3) UDIBONOS; y

4) T-Bills.

b) Tipos de Cambio.

1) Dólar, y

2) UDI.

c) Índices Financieros.

1) Mercado de Capitales Nacional:

i) S&P/BMV Sector Servicios y Bienes de Consumo Básico;

ii) S&P/BMV Sector Materiales;

iii) S&P/BMV Sector Industrial;

iv) S&P/BMV Sector Servicios Financieros;

v) S&P/BMV Sector Servicios de Telecomunicaciones;

vi) S&P/BMV Sector Servicios y Bienes de Consumo Frecuente;

vii) S&P/BMV Índice de Precios y Cotizaciones;

viii) S&P/BMV FIBRAS;

ix) Índice de bonos soberanos de México (S&P/BMV Mexico Sovereign Bond Index), e

x) Índice de Vivienda de Sociedad Hipotecaria Federal.

2) Mercado de Capitales Extranjero:

i) S&P Global 1200.

II.2. Instrumentos de deuda emitidos o respaldados por el Gobierno Federal.

A continuación, se enumeran los resultados utilizados para calcular la distribución de pérdidas de los instrumentos a los que se refiere el inciso a) y los instrumentos de deuda a los que se refiere el inciso l) de la Lista de Instrumentos Financieros de la Sección I.

Por simplicidad de notación, se omiten los subíndices *IF* del total de instrumentos (en los casos que no genere confusión).

En todos los resultados se considera el mismo vector $W_1, \ldots, W_N$ formado por variables aleatorias normales estándar independientes.

1. Bonos cupón cero expresados en su moneda de origen. El precio de un bono cupón cero referente a la curva *l* expresado en su moneda m_l al tiempo *t*, con fecha de maduración *T* se calcula como

$$P_l(t,T) = \exp\Bigg\{ -(T-t)\Bigg[Y_l(0,T-t) + \sum_{i=1}^{Nf_l} u_{l;i}(t) v_{l;i}(T-t)\left(\beta_{l;i} - \eta_{l;i}(0)\right) + \sum_{i=1}^{Nf_l} r_{l;i}(t) v_{l;i}(T-t) \sum_{j=1}^{N} a_{l_i,j} W_j \Bigg]\Bigg\}, \quad (1)$$

donde:

- $\eta_l(t)$ es el proceso vectorial del modelo de Vasicek multifactor. Cada factor *i=1, …, Nfl*, está dado

$$\eta_{l;i}(t) = \eta_{l;i}(0)e^{-\alpha_{l;i}t} + \beta_{l;i}(1-e^{-\alpha_{l;i}t}) + \sigma_{l;i}\sqrt{\frac{1-e^{-2\alpha_{l;i}t}}{2\alpha_{l;i}}}\sum_{j=1}^{N} a_{l_i,j}W_j,$$

  con

- $\alpha_{l;i}$ la velocidad de regresión a la media para la *i*-ésima coordenada;
- $\beta_{l;i}$ la media de largo plazo para la *i*-ésima coordenada;
- $\sigma_{l;i}$ la volatilidad para la *i*-ésima coordenada, y
- $A = \{a_{i,j}\}_{i,j=1,\ldots,N}$ la matriz de dependencia entre los diferentes instrumentos base.
- $Y_l(0,x)$ es el rendimiento al tiempo cero de un bono cupón cero con vencimiento en *x*, el cual está dado por el rendimiento observado en el mercado. En caso de que para el vencimiento *x* no se tenga un dato de mercado, se interpolará con base en los datos de mercado adyacentes al mismo, y
- $u_{l;i}$, $v_{l;i}$, y $r_{l;i}$ están dados por las siguientes expresiones

$$u_{l;i}(t) = (1-e^{-\alpha_{l;i}t});$$

$$v_{l;i}(x) = \frac{1-e^{-\alpha_{l;i}x}}{\alpha_{l;i}x}; \quad (2)$$

$$r_{l;i}(t) = \sigma_{l;i}\sqrt{\frac{1-e^{-2\alpha_{l;i}t}}{2\alpha_{l;i}}},$$

2. Tipos de cambio. El tipo de cambio de la moneda *m* a la moneda doméstica (pesos) se calcula de la siguiente manera

$$Z_m(t) = Z_m(0)\exp\left\{\left(\mu_{Z_m} - \frac{\sigma_{Z_m}^2}{2}\right)t + \sigma_{Z_m}\sqrt{t}\sum_{j=1}^{N} a_{ib_m,j}W_j\right\}, \quad (3)$$

donde:

- $Z_m(0)$ representa el tipo de cambio de la moneda *m* a la moneda doméstica al tiempo de valuación (tiempo $t = 0$);

- μ_{Z_m} representa la deriva instantánea del tipo de cambio;
- σ_{Z_m} representa la volatilidad del tipo de cambio, y
- $A = \{a_{i,j}\}_{i,j=1,\ldots,N}$ la matriz de dependencia entre los diferentes instrumentos base.

3. Bonos cupón cero expresados en moneda doméstica. El precio de un bono cupón cero referente a la curva *l* expresado en moneda doméstica, al tiempo *t*, con fecha de maduración *T* se calcula como

$$P_l^{Z_{ml}}(t,T) = Z_{ml}(t)P_l(t,T) \qquad (4)$$

donde:

- $P_l(t,T)$ está dado por la ecuación (1), y
- $Z_{m_l}(t)$ representa el tipo de cambio de la moneda m_l a la moneda doméstica, dada por la ecuación (3).

4. Bonos cupón cero con tasa variable expresados en moneda doméstica. El precio al tiempo *t* de un bono cupón cero referente a la curva *l* con moneda m_l, expresado en moneda doméstica, con fecha de revisión de tasa *S* y fecha de vencimiento *T*, tiene la siguiente expresión

$$P_l^{Z_{m_l},Y_l}(t,S,T) = (T-S)L_l(t,S,T)P_l^{Z_{m_l}}(t,T), \qquad (5)$$

donde:

- $P_l^{Z_{m_l}}(t,T)$ está dado por la ecuación (4), y
- $L_l(t,S,T)$ representa la tasa futura anualizada para el periodo [*S,T*] observada al tiempo *t*, dada por la siguiente expresión

$$L_l(t,S,T) = \frac{P_l(t,S) - P_l(t,T)}{(T-S)P_l(t,T)} \qquad (6)$$

con $P_l(t,T)$ dado por la ecuación (1).

5. Bonos con cupones. Los siguientes resultados se construyen a partir de las distintas modalidades de bonos cupón cero. Las expresiones que se presentan a continuación se pueden combinar en caso de que las características del instrumento a modelar así lo requieran.

a) Cupones con tasa fija. Se considera un bono que paga cupones a tasa fija a lo largo de su vigencia con las siguientes características:

- *l* es la curva de referencia;
- m_l es la moneda origen y se encuentra expresado en moneda doméstica;
- *T* es la fecha de vencimiento;
- *c* representa la tasa anualizada de los cupones fijos;
- $T_0 \leq t < T_1 < \ldots < T_{n-1} < T_n = T$ fechas de pago de cupón, y
- *M* representa el nominal o principal.

El precio de dicho bono al tiempo *t* está dado por

$$P_l^{Z_{m_l},c,\{T_j\}}(t,T) = M\left\{\sum_{j=1}^{n} c(T_j - T_{j-1})P_l^{Z_{m_l}}(t,T_j) + P_l^{Z_{m_l}}(t,T)\right\},$$

donde $P_l^{Z_{m_l}}$ está dado por la ecuación (4).

b) Cupones con tasa variable. Se considera un bono que paga cupones con tasa variable a lo largo de su vigencia con las siguientes características:

- *l* es la curva de referencia;
- m_l es la moneda origen y se encuentra expresado en moneda doméstica;
- *T* es la fecha de vencimiento;
- $T_0 \leq t < T_1 < \ldots < T_{n-1}$ fechas de revisión de la tasa;
- $T_1 < \ldots < T_{n-1} < T_n = T$ fechas de pago de cupón, y
- *M* representa el nominal o principal.

El precio de dicho bono al tiempo *t* está dado por

$$P_l^{Z_{m_l},Y_l,\{T_j\}}(t,T) = M\left\{(T_1 - T_0)L_l(T_0,T_0,T_1)P_l^{Z_{m_l}}(t,T_1) + \sum_{j=2}^{n} P_l^{Z_{m_l},Y_l}(t,T_{j-1},T_j) + P_l^{Z_{m_l}}(t,T)\right\},$$

donde $P_l^{Z_{m_l}}$, $P_l^{Z_{m_l},Y_l}$ y L_l están dados por las ecuaciones (4), (5) y (6), respectivamente.

c) Cupones con amortización del principal. Se considera un bono que amortiza el principal a lo largo de su vigencia con las siguientes características:

- *l* es la curva de referencia;
- m_l es la moneda origen y se encuentra expresado en moneda doméstica;
- $A = \{a_{i,j}\}_{i,j=1,\ldots,N}$ la matriz de dependencia entre los diferentes instrumentos base;
- *T* es la fecha de vencimiento;
- δ representa el periodo entre el pago de las amortizaciones del principal, y
- *M* representa el nominal o principal no amortizado a la fecha de valuación.

El precio de dicho bono al tiempo t está dado por

$$P_l^{Z_{m_l},A,\delta}(t,T) = \left\{\frac{M}{n}\sum_{j=1}^{n} P_l^{Z_{m_l}}(t,T_j)\right\},$$

donde:

- $P_l^{Z_{m_l}}$ está dado por la ecuación (4);
- *n* representa el número total de pagos que se dan en el periodo $(t,T]$, y se calcula como $n = \left\lceil\frac{T-t}{\delta}\right\rceil - 1$, y
- $\{T_j\}_{j=1}^{n}$ denotan los tiempos de pago y se calculan como $T_n = T$, $T_{n-1} = T - \delta, T_{n-2} = T - 2\delta$ y así sucesivamente.

Cuando la amortización del principal es facultad del emisor, se considera que el valor no amortizado del principal a la fecha de valuación será pagado a la fecha de vencimiento.

II.3. Instrumentos de deuda de empresas privadas.

A continuación, se enumeran los resultados utilizados para calcular la distribución de los instrumentos a los que se refieren los incisos b) y j) y los instrumentos de deuda a los que se refiere el inciso l) de la Lista de Instrumentos Financieros de la Sección I.

1. Bonos corporativos cupón cero expresados en moneda doméstica. El precio, al tiempo *t*, de un bono corporativo cupón cero referente a la curva *l*, expresado en moneda doméstica, con calificación *d* al tiempo *t* y fecha de vencimiento *T* es

$$D_{l,d}^{Z_{m_l}}(t,T) = \exp\left\{ -(T-t)\left[Y_l(0,T-t) + Sp_{l,d}(0,T-t) + \sum_{i=1}^{Nf_l}(1+\kappa_{d,l;i})u_{l;i}(t)v_{l;i}(T-t)\left(\beta_{l;i}-\eta_{l;i}(0)\right) + \sum_{i=1}^{Nf_l}(1+\kappa_{d,l;i})r_{l;i}(t)v_{l;i}(T-t)\sum_{j=1}^{N} a_{l_i,j}W_j \right]\right\}, \quad (7)$$

donde:

- $Y_l(0,x)$ es el rendimiento al tiempo cero de un bono cupón cero con vencimiento en *x*, definido de acuerdo con la ecuación (1).
- $Sp_{l,d}(0,x)$ representa el spread al tiempo cero de un bono cupón cero con vencimiento en *x* y calificación *d*, con respecto a un bono cupón cero libre de riesgo con vencimiento en *x*, el cual está dado por el spread observado en el mercado. En caso de que para el vencimiento *x* no se tenga un dato de mercado, se interpolará con base en los datos de mercado adyacentes al mismo;
- $u_{l;i}$, $v_{l;i}$, y $r_{l;i}$ están definidos de acuerdo con la ecuación (2);
- $\kappa_{d,l} = \{\kappa_{d,l;i}\}_{i=1}^{Nf_l}$ es un vector constante;
- $\beta_{l;i}$ la media de largo plazo para la *i*-ésima coordenada del proceso vectorial del modelo Vasicek multifactor definido en el numeral II.2.1, y
- $A = \{a_{i,j}\}_{i,j=1,\dots,N}$ la matriz de dependencia entre los diferentes instrumentos base.

2. Bonos corporativos cupón cero con tasa variable expresados en moneda doméstica.

   El precio al tiempo *t*, de un bono corporativo cupón cero referente a la curva *l,* expresado en moneda doméstica, con calificación *d* al tiempo *t*, con fecha de revisión de tasa *S* y fecha de vencimiento *T*, tiene la siguiente expresión

$$D_{l,d}^{Z_{m_l},Y_l}(t,S,T) = (T-S)L_l(t,S,T)D_{l,d}^{Z_{m_l}}(t,T), \quad (8)$$

donde:

- $D_{l,d}^{Z_{ml}}(t,T)$ está dado por la ecuación (7), y
- $L_l(t,S,T)$ se define de acuerdo con la ecuación (6).

3. Bonos corporativos con cupones. Los siguientes resultados se construyen a partir de las distintas modalidades de bonos corporativos cupón cero. Las expresiones que se presentan a continuación se pueden combinar en caso de que las características del instrumento a modelar así lo requieran.

   a) Cupones con tasa fija. Se considera un bono corporativo que paga cupones a tasa fija a lo largo de su vigencia con las siguientes características:

   - *l* es la curva de referencia;
   - m_l es la moneda origen y se encuentra expresado en moneda doméstica;

- *T* es la fecha de vencimiento;
- d_0 es la calificación al tiempo 0;
- *c* representa la tasa anualizada de los cupones fijos;
- $T_0 \leq t < T_1 < \ldots < T_{n-1} < T_n = T$ fechas de pago de cupón, y
- *M* representa el nominal o principal.

El precio de dicho bono al tiempo t está dado por

$$D_{l,d_0}^{Z_{m_l},c,\{T_j\}}(t,T) = M \sum_{d=1}^{K-1} \mathbb{1}_{\{\xi(t)=d\}} \left\{ \sum_{j=1}^{n} c(T_j - T_{j-1}) D_{l,d}^{Z_{m_l}}(t,T_j) + D_{l,d}^{Z_{m_l}}(t,T) \right\},$$

donde:

- $D_{l,d}^{Z_{m_l}}$ está dado por la ecuación (7), y
- $\xi = \{\xi(t)\}$ es el proceso que denota la calificación del bono al tiempo *t*.

b) Cupones con tasa variable. Se considera un bono corporativo que paga cupones con tasa variable a lo largo de su vigencia con las siguientes características:

- *l* es la curva de referencia;
- m_l es la moneda origen y se encuentra expresado en moneda doméstica;
- *T* es la fecha de vencimiento;
- d_0 es la calificación al tiempo 0;
- $T_0 \leq t < T_1 < \ldots < T_{n-1}$ fechas de revisión de la tasa;
- $T_1 < \ldots < T_{n-1} < T_n = T$ fechas de pago de cupón, y
- *M* representa el nominal o principal.

El precio de dicho bono al tiempo *t* está dado por

$$\begin{aligned} & D_{l,d_0}^{Z_{m_l},Y_l,\{T_j\}}(t,T) \\ & = M \sum_{d=1}^{K-1} \mathbb{1}_{\{\xi(t)=d\}} \Bigg\{ (T_1 - T_0) L_l(T_0,T_0,T_1) D_{l,d}^{Z_{m_l}}(t,T_1) \\ & \qquad + \sum_{j=2}^{n} D_{l,d}^{Z_{m_l},Y_l}(t,T_{j-1},T_j) + D_{l,d}^{Z_{m_l}}(t,T) \Bigg\}, \end{aligned}$$

donde:

- $D_{l,d}^{Z_{m_l}}$, $D_{l,d}^{Z_{m_l},Y_l}$ y L_l están dados por las ecuaciones (7), (8) y (6), respectivamente, y
- $\xi = \{\xi(t)\}$ es el proceso que denota la calificación del bono al tiempo *t*.

c) Cupones con amortización del principal. Se considera un bono corporativo que amortiza el principal a lo largo de su vigencia con las siguientes características:

- *l* es la curva de referencia;
- m_l es la moneda origen y se encuentra expresado en moneda doméstica;
- *T* es la fecha de vencimiento;
- d_0 es la calificación al tiempo 0;

- δ : representa el periodo entre el pago de las amortizaciones del principal, y
- *M* representa el nominal o principal no amortizado a la fecha de valuación.

El precio de dicho bono al tiempo t está dado por

$$D_{l,d_0}^{Z_{m_l},A,\delta}(t,T) = \sum_{d=1}^{K-1} \mathbb{1}_{\{\xi(t)=d\}} \left\{ \frac{M}{n} \sum_{j=1}^{n} D_{l,d}^{Z_{m_l}}(t,T_j) \right\},$$

donde:

- $D_{l,d}^{Z_{m_l}}$ está dado por la ecuación (7);
- $\xi = \{\xi(t)\}$ es el proceso que denota la calificación del bono al tiempo *t*;
- *n* representa el número total de pagos que se dan en el periodo $(t,T]$, y se calcula como $n = \left\lceil \frac{T-t}{\delta} \right\rceil - 1$, y
- $\{T_j\}_{j=1}^{n}$ denotan los tiempos de pago y se calculan como $T_n = T$, $T_{n-1} = T - \delta, T_{n-2} = T - 2\delta$ y así sucesivamente.

Cuando la amortización del principal es facultad del emisor, se considera que el valor no amortizado del principal a la fecha de valuación será pagado a la fecha de vencimiento.

II.4. Instrumentos de renta variable.

En esta subsección se presentan los resultados utilizados para calcular la distribución de los instrumentos a los que se refieren los incisos c), d), e), f), g), h), i), k), n) y los instrumentos de renta variable a los que se refiere el inciso l) de la Lista de Instrumentos Financieros de la Sección I.

Sea S_v (t) el precio de alguno de los instrumentos referidos al tiempo t, donde el subíndice v indica el número de instrumento. El precio tiene la siguiente expresión:

$$S_v(t) = S_v(0)\exp\left\{ \left(\mu_{S_v} - \frac{\sigma_{S_v}}{2}\right) t + \sigma_{S_v}\sqrt{t} \sum_{j=1}^{N} a_{ib_v,j} W_j \right\},$$

donde:

- μ_{S_v} representa el coeficiente de deriva instantáneo;
- $A = \{a_{i,j}\}_{i,j=1,\ldots,N}$ la matriz de dependencia entre los diferentes instrumentos base, y
- σ_{S_v} representa la volatilidad.

II.5. Operaciones financieras derivadas

A continuación, se enumeran los resultados utilizados para calcular la distribución de los instrumentos a los que se refiere el inciso m) de la Lista de Instrumentos Financieros de la Sección I.

1. Contratos adelantados o a futuro de tipo de cambio. Se considera un instrumento derivado que consiste en el intercambio de flujos en una fecha determinada. Tiene las siguientes características:

   a) Generales.

   - *T* es la fecha de vencimiento;
   - d_0 es la calificación de la contraparte al tiempo 0;
   - M representa el valor nocional del instrumento;
   - $\xi = \{\xi(t)\}$ es el proceso que denota la calificación del bono al tiempo *t*;

b) Parte Activa.

- m_{l_A} es la moneda de origen de la parte activa;
- S_A representa el monto de pago o strike de la parte activa;

c) Parte Pasiva.

- m_{l_P} es la moneda de origen de la parte pasiva, y
- S_P representa el monto de pago o strike de la parte pasiva.

El precio de dicho instrumento al tiempo *t* está dado por

$$F_{l_A,l_P,d_0}^{Z_{m_{l_A}},Z_{m_{l_P}}}(t,T)=M\sum_{d=1}^{K-1}\mathbb{1}_{\{\xi(t)=d\}}\left\{S_A D_{l_A,d}^{Z_{m_{l_A}}}(t,T)-S_P D_{l_P,d}^{Z_{m_{l_P}}}(t,T)\right\},$$

donde $D_{l,d}^{Z_m}$ se define como en la ecuación (7).

2. Contratos adelantados o a futuro de tasa. Contrato de recibo. Se considera un instrumento derivado que consiste en el intercambio de flujos en una fecha o fechas determinadas. Tiene las siguientes características:

a) Generales.

- *T* es la fecha de vencimiento;
- d_0 es la calificación de la contraparte al tiempo 0;
- M representa el valor nocional del instrumento;
- $T_0\leq t<T_1<\ldots<T_{n-1}$ fechas de revisión de la tasa;
- $T_1<\ldots<T_{n-1}<T_n=T$ fechas de intercambio de la tasa;
- $\xi=\{\xi(t)\}$ es el proceso que denota la calificación del bono al tiempo *t*.

b) Parte Activa.

- m_{l_A} es la moneda de origen de la parte activa;
- S_A representa el monto de tasa o strike de la parte activa;

c) Parte Pasiva.

- m_{l_P} es la moneda de origen de la parte pasiva, y
- S_P representa el monto de pago o strike de la parte pasiva.

El precio de dicho instrumento al tiempo *t* está dado por

$$\begin{aligned}F_{l_A,l_P,d_0}^{Z_{m_{l_A}},Z_{m_{l_P}},Y_{l_P}}(t,T)&=M\sum_{d=1}^{K-1}\mathbb{1}_{\{\xi(t)=d\}}\\&\times\Bigg\{(T_1-T_0)\left[S_A D_{l_A,d}^{Z_{m_{l_A}}}(t,T_1)-S_P L_{l_P}(T_0,T_0,T_1)D_{l_P,d}^{Z_{m_{l_P}}}(t,T_1)\right]\\&\quad+\sum_{j=2}^{n}(T_j-T_{j-1})\left\{S_A D_{l_A,d}^{Z_{m_{l_A}}}(t,T_j)-S_P D_{l_P,d}^{Z_{m_{l_P}},Y_{l_P}}(t,T_{j-1},T_j)\right\}\Bigg\},\end{aligned}$$

donde $D_{l,d}^{Z_{m_l}}$, $D_{l,d}^{Z_{m_l},Y_l}$ y L_l están dados por las ecuaciones (7), (8) y (6), respectivamente.

3. Contratos adelantados o a futuro de tasa. Contrato de pago. Se considera un instrumento derivado que consiste en el intercambio de flujos en una fecha o fechas determinadas. Tiene las siguientes características:

   a) Generales.

   - *T* es la fecha de vencimiento;
   - d_0 es la calificación de la contraparte al tiempo 0;
   - M representa el valor nocional del instrumento;
   - $T_0 \leq t < T_1 < \ldots < T_{n-1}$ fechas de revisión de la tasa;
   - $T_1 < \ldots < T_{n-1} < T_n = T$ fechas de intercambio de la tasa;
   - $\xi = \{\xi(t)\}$ es el proceso que denota la calificación del bono al tiempo *t*;

   b) Parte Activa.

   - m_{l_A} es la moneda de origen de la parte activa;
   - S_A representa el monto de tasa o strike de la parte activa;

   c) Parte Pasiva.

   - m_{l_P} es la moneda de origen de la parte pasiva, y
   - S_P representa el monto de pago o strike de la parte pasiva.

   El precio de dicho instrumento al tiempo *t* está dado por

$$F_{l_A,l_P,d_0}^{Z_{m_{l_A}},Y_{l_A},Z_{m_{l_P}}}(t,T) = M\sum_{d=1}^{K-1}\mathbb{1}_{\{\xi(t)=d\}}$$
$$\times\Bigg\{(T_1-T_0)\left[S_A L_{l_A}(T_0,T_0,T_1)D_{l_A,d}^{Z_{m_{l_A}}}(t,T_1) - S_P D_{l_P,d}^{Z_{m_{l_P}}}(t,T_1)\right]$$
$$+\sum_{j=2}^{n}(T_j-T_{j-1})\left\{S_A D_{l_A,d}^{Z_{m_{l_A}},Y_{l_A}}(t,T_{j-1},T_j) - S_P D_{l_P,d}^{Z_{m_{l_P}}}(t,T_j)\right\}\Bigg\},$$

   donde $D_{l,d}^{Z_{m_l}}$, $D_{l,d}^{Z_{m_l},Y_l}$ y L_l están dados por las ecuaciones (7), (8) y (6), respectivamente.

4. Las expresiones mostradas en la presente sección, así como las secciones II.2, II.3, II.4 y II.6 del presente anexo, al ser expresiones que corresponden a instrumentos financieros genéricos, se pueden considerar en combinación para calcular la distribución de pérdidas de otros instrumentos a los que se refiere el inciso m) de la Lista de Instrumentos Financieros de la Sección I, en caso de que un instrumento, por sus características específicas, así lo requiera.

II.6. Descuento Financiero.

Consideremos un flujo en moneda m_l, al tiempo *t* con vencimiento en la fecha *T*, denotado por $f_l(t,T)$ Dicho flujo descontado al tiempo 0 y expresado en moneda doméstica, lo denotamos por $\bar{f}_l^{Z_{m_l}}(t,T)$. Sean $P_{l_d}(t,T)$ y $P_l(t,T)$ el precio al tiempo *t* de un bono cupón cero con vencimiento en *T* del mercado doméstico y del mercado *l*, respectivamente. Entonces proponemos para el caso *t=1*

$$\bar{f}_l^{Z_{m_l}}(1,T) = \begin{cases} P_{l_d}(0,1)f_l(1,T)Z_{m_l}(1), & \text{si } T \geq 1, \\ P_{l_d}(0,1)f_l(T,T)\frac{1}{P_l(T,1)}Z_{m_l}(1), & \text{si } T < 1. \end{cases}$$

Es decir, para los flujos con vencimiento mayor a un año se considera la tasa de un año como el factor de descuento, mientras que para los flujos con vencimiento menor a un año se considera el riesgo de reinversión en un instrumento libre de riesgo en moneda original, a la fecha de vencimiento.

ANEXO 6.3.7.

MODELO Y BASES TÉCNICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA VARIABLE DE PÉRDIDAS DE LOS SEGUROS DE VIDA DE CORTO PLAZO ($L_{P,VCP}$), PARA EFECTOS DEL CÁLCULO DEL RCS CONFORME A LA FÓRMULA GENERAL.

Para efectos de lo establecido en los Capítulos 6.2 y 6.3 de las presentes Disposiciones, en particular, respecto a lo referido en las Disposiciones 6.3.2 y 6.3.7, las instituciones de seguros deberán calcular la variable aleatoria de pérdida de los pasivos técnicos correspondiente a los seguros de vida de corto plazo, $L_{P,VCP}$. La $L_{P,VCP}$ constituye uno de los elementos para el cálculo del Requerimiento de Capital por Riesgos Técnicos y Financieros de Seguros, RC_{TyFS} de la Fórmula General a que se refiere el artículo 236 de la Ley de Instituciones de Seguros y de Fianzas para el cálculo del RCS. La variable de pérdida, $L_{P,VCP}$ se calculará conforme a la metodología e información que se detalla en el presente anexo.

I. Introducción.

En este documento se describirá la metodología requerida para calcular la distribución de la variable aleatoria de pérdida $L_{P,VCP}$, relacionada con los seguros de vida de corto plazo, que se requiere para el cálculo del RCS. Se considerarán como seguros de corto plazo, todos aquéllos cuya vigencia de contratación sea menor a un año. La variable aleatoria de pérdida para los seguros de vida de corto plazo, $L_{P,VCP}$, se calculará como

$$L_{P,VCP} = \sum_{g \in CVCP} L_{P,VCP,g},$$

donde *CVCP* corresponde al catálogo de clasificaciones para los seguros de vida de corto plazo que se detalla en el “Manual de datos para el cálculo del RCS de los seguros de vida de corto Plazo”, el “Manual de datos para el cálculo del RCS de la operación de reaseguro tomado” , el “Manual de datos para el cálculo del RCS de la operación de reaseguro tomado para reaseguradoras” y el “Manual de datos para el cálculo del RCS de los esquemas de reaseguro”, mismos que se darán a conocer a través de la Página Web de la Comisión, que consideran como mínimo, los siguientes criterios de clasificación.

Cuadro 1: Tabla de criterios de clasificación.

	Criterio de clasificación
1	Edad
2	Moneda o unidad de cuenta
3	Tipo de seguro
4	Beneficios contratados
5	Rango de beneficios contratados
6	Cobertura beneficio básico
7	Cobertura pérdidas orgánicas
8	Cobertura muerte accidental
9	Cobertura muerte colectiva
10	Cobertura incapacidad o invalidez
11	Cobertura otros
12	Cobertura supervivencia

Cada grupo $g=g(e,s,m,ts,b,r,c1,c2)$ está formado por aquellos siniestros que pagaron la cobertura $c1$ y $c2$ en el periodo de simulación (el caso donde $c1=c2$ corresponde a los siniestros que pagaron una sola cobertura) provenientes de asegurados/certificados que coinciden en edad, sexo, moneda, tipo de seguro, beneficios contratados y rango de los beneficios. La variable $L_{P,VCP}$ se calculará de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$L_{P,VCP,g} = P_{VCP,g}(1) + G_{VCP,g}(0,1) - P_{VCP,g}(0) \qquad (1)$$

donde:

- $P_{VCP,g}(0)$ es el valor del pasivo técnico al tiempo de cálculo del RCS, *t=0* para el grupo *g*, el cual se determina de acuerdo con los resultados presentados en la sección II.
- $P_{VCP,g}(1)$ es el valor del pasivo técnico al tiempo de cálculo del RCS, *t=1* para el grupo *g*. El cual se determina de acuerdo con los resultados presentados en la sección II.3.
- $G_{VCP,g}(0,1)$ es el valor presente total de las reclamaciones provenientes del grupo *g* durante el periodo $(0,1)$. Se determina de acuerdo con los resultados presentados en la sección II.

La variable $P_{VCP,g}(1)$ definida en la Disposición 6.3.7 será idénticamente 0 (cero) para todo grupo *g,* con excepción de la operación de Reaseguro Tomado de Reaseguradoras.

$$P_{VCP,g}(0)=\sum_{p\in Op}P_{VCP,g,p}(0)$$

$$G_{VCP,g}(0,1)=\sum_{p\in Op}G_{VCP,g,p}(0,1)$$

Donde:

$Op=\{Dir,RT,RTR\}$ corresponde al seguro directo, reaseguro tomado de aseguradoras y reaseguro tomado de reaseguradoras, conforme a las secciones II.1, II.2 Y II.3 respectivamente.

En caso de existir contratos de reaseguro que amparen el total de los siniestros del grupo *g*, se utilizarán los resultados de la sección II.4.

El valor presente se calcula de acuerdo con lo establecido en el Anexo 6.3.3.

II. Resultados para el cálculo de $L_{P,VCP,g}$.

En esta sección se resumen los principales resultados para el cálculo de la variable aleatoria de pérdida de los pasivos técnicos, $L_{P,VCP,g}$.

II.1. Seguro directo.

Para los contratos del seguro directo, se cumplen las siguientes relaciones para cada grupo *g.*

1. Gasto en [0,1). Se calculará utilizando la siguiente expresión:

$$G_{VCP,g,Dir}(0,1)=P_{l_d}(0,1)\frac{Z_m(1)}{P_m(\delta,1)}Y_{g,Dir}SA_{g,Dir}; \tag{2}$$

donde:

- $Z_m(1)$ es una variable aleatoria que representa el tipo de cambio de la moneda *m* a pesos al tiempo *1* y;
- $P_{ld}(\cdot)$ representa el precio de un bono cupón cero del mercado doméstico y $P_m(\cdot)$ representa el precio de un bono cupón cero del mercado *m*;
- δ es la fracción del año donde se pagan los siniestros ocurridos, en general se considerará que δ = ½;
- $Y_{g,Dir}$ es una variable aleatoria Poisson mixta de parámetro aleatorio η_g que representa el número de pagos que la institución realizará debido a reclamaciones del grupo *g* del seguro directo, en el periodo (0,1);
- η_g es una variable aleatoria con media λ_g que representa la frecuencia de siniestralidad del grupo *g*, y
- $SA_{g,Dir}$ corresponde al monto de las coberturas consideradas en el grupo *g* del seguro directo expresadas en moneda *m*.

2. Pasivo en 0. Se calculará utilizando la siguiente expresión:

$$P_{VCP,g,Dir}(0) = Z_m(0)P_m(0,\delta)\lambda_{g,Dir}SA_{g,Dir}$$

donde:

- $Z_m(0)$ representa el tipo de cambio de la moneda m a pesos al tiempo 0 y $P_m(\cdot)$ representa el precio de un bono cupón cero del mercado m;
- $P_m(0,\ \delta)$ representa el precio de un bono cupón cero del mercado m a tiempo 0 con vencimiento en δ;
- δ es la fracción del año donde se pagan los siniestros ocurridos, en general se considerará que δ = ½;
- $\lambda_{g,Dir}$ es la frecuencia media del número de pagos del grupo g del seguro directo, en el periodo [0,1), y
- $SA_{g,Dir}$ corresponde al monto de las coberturas consideradas en el grupo g del seguro directo expresadas en moneda m.

II.2. Reaseguro Tomado de Aseguradoras.

En el caso que la institución opere contratos de reaseguro tomado para los seguros de vida de corto plazo, se genera la variable

$$L_{P,VCP,RT} = G_{VCP,RT}(0,1) - P_{VCP,RT}(0)$$

Dicha variable se adiciona a la variable de pérdidas definida en la ecuación (1) como parte del catálogo *CVCP.*

Se considera lo siguiente.

- $PND_{VCP,RT}$ representa la prima no devengada de los contratos de reaseguro tomado;
- I_{VCP} es una variable aleatoria uniforme discreta sobre el conjunto $\{i_{VCP,0,j}\}_{j=1}^{n_{I,VCP,0}}$;
- $\{i_{VCP,0,j}\}_{j=1}^{n_{I,VCP,0}}$ es el conjunto formado por los índices de siniestralidad (monto total entre prima emitida) correspondientes al año cero de retraso de los triángulos de siniestralidad de los seguros de vida de corto plazo. Se agregan los índices de cada una de las instituciones que operan el ramo para obtener la información de mercado, y
- $\bar{I}_{VCP}$ corresponde a la esperanza del valor medio de la variable I_{VCP}.

Con base en las consideraciones anteriores, se satisface lo siguiente.

1. Gasto en (0,1). Se calcula con la siguiente expresión:

$$G_{VCP,RT}(0,1) = PND_{VCP,RT}I_{VCP}\ ,$$

2. Pasivo en 0. Se obtiene de la siguiente forma:

$$P_{VCP,RT}(0) = PND_{VCP,RT}\bar{I}_{VCP}$$

II.3. Reaseguro Tomado de Reaseguradoras

En el caso de una institución reaseguradora que opere contratos de reaseguro tomado de reaseguradoras para el ramo VCP, grupo g. Se genera la siguiente variable:

$$L_{P,VCP,g,RTR} = P_{VCP,g,RTR}(1) + G_{VCP,g,RTR}(0,1) - P_{VCP,g,RTR}(0)$$

Dicha variable se adiciona a la variable de pérdidas definida en la ecuación (1) como parte del catálogo $CVCP$ Se satisface lo siguiente:

1. Gasto en (0,1). La variable $G_{VCP,g,RTR}(0,1)$ se define como

$$G_{VCP,g,RTR}(0,1) = P_{l_d}(0,1)\frac{Z_m(1)}{P_m(\delta,1)}\left(PND_{VCP,g,RTR}I_{VCP,g,k} + PD_{VCP,g,RTR}I_{VCP,g,k-1}\right)$$

donde:

- $Z_m(1)$ es una variable aleatoria que representa el tipo de cambio de la moneda *m* a pesos al tiempo *1* y;
- $P_{ld}(\cdot)$ representa el precio de un bono cupón cero del mercado doméstico y $P_m(\cdot)$ representa el precio de un bono cupón cero del mercado *m*;
- δ es la fracción del año donde se pagan los siniestros ocurridos, en general se considerará que δ=½;
- $PND_{VCP,g,RTR}$ es la prima no devengada de los contratos de reaseguro tomado de vida corto plazo y sus clasificaciones.
- $PD_{VCP,g,RTR}$ es la prima devengada de los contratos de reaseguro tomado de vida corto plazo y sus clasificaciones.
- $I_{VCP,g,k}$ es la mezcla de variables aleatorias discretas dada por la siguiente expresión:

$$I_{VCP,g,k} = I_{VCP,g,k}^{Cia} * B + I_{VCP,k}^{mer} * (1 - B)$$

donde:

- $I_{VCP,g,k}^{Cia}$ es una variable aleatoria uniforme discreta sobre el conjunto $\{i_{VCP,g,k}^{Cia}\}$
- $I_{VCP,g,k}^{mer}$ es una variable aleatoria uniforme discreta sobre el conjunto $\{i_{VCP,k}^{mer}\}$
- $\{i_{VCP,g,k}^{Cia}\}$es el conjunto formado por los índices de siniestralidad de la institución del ramo de vida grupo *g*, correspondientes al año de desarrollo *k* del triángulo de siniestralidad.
- $\{i_{VCP,g,k}^{mer}\}$es el conjunto formado por los índices de siniestralidad de mercado del ramo de vida, correspondientes al año de desarrollo *k* del triángulo de siniestralidad.
- B es una variable aleatoria discreta con distribución Bernoulli de parámetro α, y
- α representa la proporción de índices de la institución respecto al número de años de desarrollo considerados para la siniestralidad.

2. Pasivo en 1. Se determina el pasivo al tiempo 1 correspondiente al reaseguro tomado de reaseguradoras, mediante la siguiente expresión:

$$P_{VCP,g,RTR}(1) = \sum_{k=1}^{n_g} PT_{VCP,g,RTR}(\bar{I}_{VCP,g,k})\tilde{P}_m^{Z_m}(1, k + \delta)$$

Donde:

- n_g es el número de años donde se presentan obligaciones del grupo *g*;
- $PT_{VCP,g,RTR}$ es la prima tomada del año para reaseguro tomado, para el ramo de vida grupo *g*.
- $\bar{I}_{VCP,g,k}$ corresponde a la esperanza del valor medio de la variable $I_{VCP,g,k}$.
- $\tilde{P}_m^{Z_m}(1,T)$es el precio de un bono cupón cero en moneda *m,* expresado en pesos, traído a valor presente, valuado al tiempo 1 con vencimiento al tiempo *T*, y

3. Pasivo en 0. Se determina el pasivo al tiempo 0 correspondiente al reaseguro tomado de reaseguradoras, mediante la siguiente expresión:

$$P_{VCP,g,RTR}(0) = \sum_{k=0}^{n_g} PT_{VCP,g,RTR}(\bar{I}_{VCP,g,k})\ \tilde{P}_m^{Z_m}(0, k + \delta) + \bar{G}_{VCP,g,RTR}(0,1)$$

donde:

- $PT_{VCP,g,RTR}$ es la prima tomada del año para reaseguro tomado, para el ramo de vida grupo *g*.

- $\bar{I}_{VCP,g,k}$ corresponde a la esperanza del valor medio de la variable $I_{VCP,g,k}$.
- $\tilde{P}_m^{Z_m}(0,k+\delta)$ es el precio de un bono cupón cero en moneda m, expresado en pesos, traído a valor presente, valuado al tiempo 0 con vencimiento al tiempo $k+\delta$,
- $\bar{G}_{VCP,g,RTR}(0,1)$ corresponde a la esperanza del valor medio de la variable $G_{VCP,g,RTR}(0,1)$.

II.4. Participación de reaseguro.

En esta sección se presenta la forma general de operación de reaseguro para las variables definidas en las secciones anteriores.

En caso de que existan contratos de reaseguro que protejan la totalidad de los riesgos comprendidos en el grupo *g* se considerarán los siguientes formatos de protección. Por simplicidad se omite el subíndice *g* de la notación.

1. Reaseguro proporcional. Se considera que se tienen m_{RP} contratos de reaseguro proporcional que amparan los siniestros del grupo *g.* Sea *X* el monto correspondiente a un siniestro pagado por la institución y sea X_{RP} el monto de la participación por reaseguro proporcional de dicho pago. Entonces se cumple que

$$X_{RP}=\sum_{h=1}^{m_{RP}}\beta_h X\sum_{c=1}^{C_h}\alpha_{h,c}\ \mathbb{1}_{\{\pi_{b_{h,c}}\neq D\}}$$

donde:

- β_h corresponde a la proporción de participación del contrato *h,* para $h=1,\dots,m_{RP}$;
- $0\leq\beta_h\leq 1$ para $h=1,\dots,m_{RP}$;
- $0\leq\sum_{h=1}^{m_{RP}}\beta_h\leq 1$;;
- el contrato *h* está hecho con las compañías $b_{h,c}$, para $c=1,\dots,C_h$;
- $\alpha_{h,c}$ representa la proporción de participación de la reaseguradora $b_{h,c}$ en el contrato *h*, y
- $\pi_{b_{h,c}}$ es una variable que indica si la reaseguradora $b_{h,c}$ no se encuentra en un estado de insolvencia al tiempo 1.
- $\mathbb{1}_{\{\pi_{b_{h,c}}\neq D\}}$ representa una función indicadora la cual toma el valor de 1 si la reaseguradora $b_{h,c}$ no se encuentra en un estado de insolvencia y 0 en otro caso.

2. Reaseguro no proporcional riesgo por riesgo. Se considera que se tienen m_{XL} contratos de reaseguro no proporcional riesgo por riesgo que amparan los siniestros del grupo *g.* Sea *X* el monto correspondiente a un siniestro pagado por la institución y sea X_{XL} el monto de la participación por reaseguro no proporcional de dicho pago. Entonces se cumple que

$$X_{XL}=\sum_{h=1}^{m_{XL}}\text{máx}\left\{\text{mín}\left\{X-\gamma_{h,inf},\gamma_{h,sup}-\gamma_{h,inf}\right\},0\right\}\sum_{c=1}^{C_h}\alpha_{h,c}\ \mathbb{1}_{\{\pi_{b_{h,c}}\neq D\}}$$

donde:

- $(\gamma_{h,inf},\gamma_{h,sup})$ corresponde al tramo del riesgo a cargo del contrato *h,* para $h=1,\dots,m_{XL}$;

$$0\leq\gamma_{1,\text{inf}}<\gamma_{1,\text{sup}}\leq\gamma_{2,inf}<\gamma_{2,sup}\leq\cdots\leq\gamma_{m_{XL},inf}<\gamma_{m_{XL},sup}$$

- el contrato *h* está hecho con las compañías $b_{h,c}$, para $c=1,\dots,C_h$;
- $\alpha_{h,c}$ representa la proporción de participación de la reaseguradora $b_{h,c}$ en el contrato *h*, y

- $\pi_{b_{h,c}}$ es una variable que indica si la reaseguradora $b_{h,c}$ no se encuentra en un estado de insolvencia al tiempo 1.
- $\mathbb{1}_{\{\pi_{b_{h,c}} \neq D\}}$ representa una función indicadora la cual toma el valor de 1 si la reaseguradora $b_{h,c}$ no se encuentra en un estado de insolvencia y 0 en otro caso.

3. Reaseguro exceso de pérdida por cartera. La participación por reaseguro de este tipo de contratos se da por la siniestralidad agregada de un grupo de riesgos a lo largo del periodo de proyección. Se considera que se tienen m_{SL} contratos de reaseguro de exceso de pérdida por cartera que amparan la siniestralidad agregada de un grupo de riesgos. Sea G el monto correspondiente a la siniestralidad agregada en la que participan los contratos de exceso de pérdida por cartera y sea G_{SL} el monto de la participación por reaseguro para dicha siniestralidad. Entonces se cumple que

$$G_{SL} = \sum_{h=1}^{m_{SL}} máx\{mín\{G - \epsilon_{h,inf}, \epsilon_{h,sup} - \epsilon_{h,inf}\}, 0\} \sum_{c=1}^{C_h} \alpha_{h,c} \ \mathbb{1}_{\{\pi_{b_{h,c}} \neq D\}}$$

donde:

- $(\epsilon_{h,inf}, \ \epsilon_{h,sup})$ corresponde al tramo del riesgo a cargo del contrato h, para $h=1,\dots,m_{SL}$;

$$0 \leq \epsilon_{1,\text{inf}} < \epsilon_{1,\text{sup}} \leq \epsilon_{2,inf} < \epsilon_{2,sup} \leq \cdots \leq \ \epsilon_{m_{SL},inf} < \epsilon_{m_{SL},sup}$$

- el contrato h está hecho con las compañías $b_{h,c}$, para $c=1,\dots,C_h$;
- $\alpha_{h,c}$ representa la proporción de participación de la reaseguradora $b_{h,c}$ en el contrato h, y
- $\pi_{b_{h,c}}$ es una variable que indica si la reaseguradora $b_{h,c}$ no se encuentra en un estado de insolvencia al tiempo 1.
- $\mathbb{1}_{\{\pi_{b_{h,c}} \neq D\}}$ representa una función indicadora la cual toma el valor de 1 si la reaseguradora $b_{h,c}$ no se encuentra en un estado de insolvencia y 0 en otro caso.

II.5. Distribución conjunta.

Por su parte, en relación a la distribución conjunta de las variables de pérdida $L_{NV,Rm}$, $Rm \epsilon CC_{NV}$, se tiene el siguiente resultado:

1. Distribución conjunta entre ramos. La distribución conjunta de las variables $L_{P,V}$ y $L_{NV,Rm}$, $Rm \epsilon CC_{NV}$ donde CC_{NV} representa el catálogo de ramos descritos en el Cuadro 1 del Anexo 6.3.9, se calculará de acuerdo con:

$$F_{L_{NV,Rm_1},\dots,L_{NV,Rm_{n_{NV}}},L_{P,V}}(x_1,\dots,x_{n_{NV}},x_V) = C_{NV}\left(F_{L_{NV,Rm_1}}(x_1),\dots,F_{L_{NV,Rm_{n_{NV}}}}(x_{n_{NV}}),F_{L_{P,V}}(x_V)\right),$$

donde

- $L_{P,V} = L_{P,VCP} + L_{P,VLP}$ representa la variable de pérdidas del ramo de vida, formada como la suma de las variables de pérdidas de vida de corto plazo y vida de largo plazo de acuerdo con el presente anexo y al Anexo 6.3.8;
- $F_{L_{NV,Rm_1},\dots,L_{NV,Rm_{n_{NV}}},L_{P,V}}$ es la función de distribución conjunta de $L_{P,V}$ y $L_{NV,Rm}$, con $Rm \epsilon CC_{NV}$;
- C_{NV} es una cópula multidimensional;
- $F_{L_{P,V}}$ y $F_{L_{NV,Rm}}$, $Rm \epsilon CC_{NV}$ representan las funciones de distribución marginales de cada ramo, descritas en el Anexo 6.3.9, y
- n_{NV} es el número de ramos de los seguros de no-vida.

ANEXO 6.3.9.

MODELO Y BASES TÉCNICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA VARIABLE DE PÉRDIDAS DE LOS SEGUROS DE DAÑOS EN LOS RAMOS DE RESPONSABILIDAD CIVIL Y RIESGOS PROFESIONALES, MARÍTIMO Y TRANSPORTES, INCENDIO, AUTOMÓVILES, CRÉDITO, CAUCIÓN Y DIVERSOS, Y DE LOS SEGUROS DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES, PARA EFECTOS DEL CÁLCULO DEL RCS CONFORME A LA FÓRMULA GENERAL

Para efectos de lo establecido en los Capítulos 6.2 y 6.3 de las presentes Disposiciones, en particular, respecto a lo referido en las Disposiciones 6.3.2 y 6.3.9 a 6.3.16, las instituciones de seguros deberán calcular las variables aleatorias de pérdida de los pasivos técnicos correspondientes a los Seguros de Daños y Accidentes y Enfermedades, (en adelante, “Seguros de No-Vida”), $L_{P,D,Rm}$ y $L_{P,AyE,Rm}$ (en adelante, $L_{P,NV,Rm}$). La $L_{P,NV,Rm}$ constituye uno de los elementos para el cálculo del Requerimiento de Capital por Riesgos Técnicos y Financieros de Seguros, RC_{TyFS} de la fórmula general a que se refiere el artículo 236 de la Ley de Instituciones de Seguros y de Fianzas para el cálculo del RCS. La variable de pérdida $L_{P,NV,Rm}$ se calculará conforme a la metodología e información que se detalla en el presente anexo.

I. Introducción.

La variable aleatoria de pérdida de los Seguros de No-Vida $L_{P,NV,Rm}$ para cada uno de los ramos de seguro se calculará como:

$$L_{P,NV,R_m} = P_{NV,R_m}(1) + G_{NV,R_m}(0,1) - P_{NV,R_m}(0),$$

donde:

- $P_{NV,Rm}(0)$ es el valor del pasivo técnico a retención al tiempo 0 para el ramo *Rm,* que es presentado en el reporte regulatorio sobre reservas técnicas (RR-3);
- $G_{NV,Rm}(0,1)$ es el valor total a retención de las reclamaciones pagadas durante el periodo (0,1). Se determina conforme a la ecuación (3);
- $P_{NV,Rm}(1)$ es el valor presente del pasivo técnico a retención al tiempo 1. Se determina conforme a la ecuación (2), y
- *NV* y *Rm* se definen conforme al Cuadro 1.

Cuadro 1: Subíndices por ramo o tipo de seguro.

Índice NV, R_m	Ramo o Tipo de Seguro	Disposición
D, RC	Responsabilidad civil y riesgos profesionales.	6.3.9
D, MyT	Marítimo y Transporte.	6.3.10
D, I	Incendio.	6.3.11
D, A	Automóviles.	6.3.12
D, C	Crédito.	6.3.13
D, CA	Caución.	6.3.14
D, D	Diversos.	6.3.15
AyE, AP	Accidentes Personales.	6.3.16
AyE, GM	Gastos Médicos.	6.3.16
AyE, H	Salud.	6.3.16

Para cada ramo *NV,Rm*, la variable de pérdidas se desagregará de la siguiente manera

$$L_{P,NV,Rm} = \sum_{r \in CC_{Rm}} L_{NV,Rm,r}, \qquad (1)$$

donde CC_{Rm} es el catálogo formado por los diferentes criterios de clasificación (en adelante “protecciones”) que se detallan en el “Manual de datos para el cálculo del RCS de los seguros de daños”, el “Manual de datos para el cálculo del RCS de los seguros de accidentes y enfermedades”, el “Manual de datos para el cálculo del RCS de la operación de reaseguro tomado”, el “Manual de datos para el cálculo del RCS de la operación de reaseguro tomado para reaseguradoras” y el “Manual de datos para el cálculo del RCS de los esquemas de reaseguro”, mismos que se darán a conocer a través de la Página Web de la Comisión.

La pérdida $L_{NV,Rm,r}$ se calculará entonces de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$L_{NV,Rm,r} = P_{NV,Rm,r}(1) + G_{NV,Rm,r}(0,1) - P_{NV,Rm,r}(0),$$

donde:

- $P_{NV,Rm,r}(0)$ es el valor del pasivo técnico a retención al tiempo 0 para la protección r;
- $G_{NV,Rm,r}(0,1)$ es el valor total a retención de las reclamaciones pagadas de la protección r durante el periodo (0,1). Se determina conforme a lo propuesto en las secciones II.1.1, II.2.1 y II.3.1;
- $P_{NV,Rm}(1)$ es el valor presente del pasivo técnico a retención al tiempo 1 para la protección r. Se determina conforme a lo propuesto en las secciones II.1.2, II.2.2 y II.3.2.

Cabe mencionar que se cumplen las siguientes relaciones:

$$P_{NV,R_m}(1) = f_{NV,R_m} \sum_{r \in CC_{Rm}; p \in Op} P_{NV,R_m,r,p}(1), \quad t = 0,1 \qquad (2)$$

Y

$$G_{NV,R_m}(0,1) = f_{NV,R_m} \sum_{r \in CC_{Rm}, p \in Op} G_{NV,R_m,r,p}(0,1) \qquad (3)$$

donde:

- $P_{NV,Rm,r,p}(1)$ es el valor del pasivo técnico a retención al tiempo 1 para la protección r, operación p;
- $G_{NV,Rm,r,p}(0,1)$ es el valor total a retención de las reclamaciones pagadas de la protección r, operación p durante el periodo (0,1). Se determina conforme a lo propuesto en las secciones II.1.1, II.2.1 y II.3.1;
- $Op = \{Dir, RT, RTR\}$ que corresponde a seguro directo, reaseguro tomado de aseguradoras y reaseguro tomado de reaseguradoras, conforme a las secciones II.1, II.2 y II.3, respectivamente.
- $f_{NV,Rm}$ es el factor de ajuste del ramo NV,Rm definido en la ecuación (7) de la sección II.4.

En caso de existir contratos de reaseguro que amparen el total de los siniestros de la protección r, se utilizarán los resultados de la sección II.5.

El valor presente se calcula de acuerdo con lo establecido en el Anexo 6.3.3.

II. Resultados para el cálculo de $L_{NV,Rm,r}$.

En esta sección se resumen los principales resultados para el cálculo de la variable aleatoria $L_{NV,Rm,r}$.

II.1. Seguro directo.

Para los contratos del seguro directo, se cumplen las siguientes relaciones para cada ramo NV,Rm.

1. Gasto en [0,1). Se calculará utilizando la siguiente expresión:

$$G_{NV,Rm,r,Dir}(0,1) = P_{ld}(0,1)\frac{Z_m(1)}{P_m(\delta,1)}\sum_{n=1}^{K_{r,0}} pm_{r,m,Dir}X_{r,n}; \qquad (4)$$

donde:

- $Z_m(1)$ es una variable aleatoria que representa el tipo de cambio de la moneda m a pesos al tiempo 1;
- $Pl_d(\cdot)$ representa el precio de un bono cupón cero del mercado doméstico y $P_m(\cdot)$ representa el precio de un bono cupón cero en el mercado m.
- δ es la fracción del año donde se pagan los siniestros ocurridos, en general se considerará que $\delta = ½$;
- $K_{r,0}$ es una variable aleatoria Poisson mixta de parámetro aleatorio η_r que representa el número de pagos que la institución realizará para la protección r, en el periodo (0,1);

- η_r es una variable aleatoria con media κ_r que representa la frecuencia de siniestralidad de la protección *r*;
- $pm_{r.m,Dir}$ es la prima promedio de la institución para la protección *r*, del seguro directo, expresada en moneda *m*;
- $X_{r,n}$ es una variable aleatoria que representa el índice de siniestralidad del *n*-ésimo monto pagado para la protección *r* en el periodo (0,1), y Poisson mixta de parámetro aleatorio η_r que representa el número de pagos que la institución realizará para la protección *r*, en el periodo (0,1);
- $pm_{r,m,Dir}X_{r,n}$ toma valores en el conjunto $(0,SA_{r,Dir,m}]$, donde $SA_{r,Dir,,m}$ representa la suma asegurada o límite máximo de responsabilidad del seguro directo de la protección *r* expresado en moneda *m.*

2. Pasivo en 1. Se calculará mediante la siguiente expresión:

$$P_{NV,Rm,r,Dir}(1) = \sum_{k=1}^{a_r} \left(\eta_r \theta_{r,k} pm_{r,m,Dir} \mu_r\right) \tilde{P}_m^{Z_m}(1, k+\delta) \qquad (5)$$

donde:

- a_r es el número de años que transcurren para que se extinga la obligación de la protección *r*;
- η_r es una variable aleatoria con media κ_r que representa la frecuencia de siniestralidad de la protección *r;*
- $\theta_{r,k}$ representa la tasa de caída de la frecuencia de pagos para la protección *r* que se pagarán en el año *k*, con $k = 1, \ldots, a_r$;
- $pm_{r.m,Dir}$ es la prima promedio de la institución para la protección *r,* del seguro directo, expresada en moneda *m*;
- μ_r es el valor medio del índice de siniestralidad de la protección *r.* Se considera que el índice medio de siniestralidad es una variable aleatoria;
- $\tilde{P}_m^{Z_m}(1, k+\delta)$ es el precio de un bono cupón cero en moneda *m,* expresado en pesos, traído a valor presente, valuado al tiempo 1 con vencimiento al tiempo k más δ, y
- δ es la fracción del año donde se pagan los siniestros ocurridos, en general se considerará que δ = ½.

3. Pasivo en 0 auxiliar. Se calculará mediante la siguiente expresión:

$$P^*_{NV,R_m,r,Dir}(0) = \sum_{k=0}^{a_r} \left(\kappa_r \theta_{r,k} pm_{r,m,Dir} \bar{\mu}_r\right) P_m^{Z_m}(0, k+\delta) \qquad (6)$$

donde:

- a_r es el número de años que transcurren para que se extinga la obligación de la protección *r*;
- κ_r es la frecuencia del número de pagos que se realizan para la protección *r* en el periodo (0,1);
- $\theta_{r,k}$ representa la tasa de caída de la frecuencia de pagos para la protección *r* que se pagarán en el año *k*, con $k = 1, \ldots, a_r$;
- $pm_{r.m,Dir}$ es la prima promedio de la institución para la protección *r, del seguro directo,* expresada en moneda *m*;
- $\bar{\mu}_r$ es la esperanza del valor medio del índice de siniestralidad μ_r;
- $P^{zm}_m(0,k+\delta)$ es el precio de un bono cupón cero en moneda *m,* expresado en pesos, valuado al tiempo 0 con vencimiento al tiempo $k+\delta$, y
- δ es la fracción del año donde se pagan los siniestros ocurridos, en general se considerará que δ = ½.

II.2. Reaseguro tomado de aseguradoras.

En el caso que la institución opere contratos de reaseguro tomado para el ramo *NV,Rm*, se genera la siguiente variable:

$$L_{P,NV,Rm,RT} = P_{NV,Rm,RT}(1) + G_{NV,Rm,RT}(0,1) - P_{NV,Rm,RT}(0).$$

Dicha variable se adiciona a la variable de pérdidas definida en la ecuación (1) como parte del catálogo CC_{Rm}. Se satisface lo siguiente.

1. Gasto en (0,1). La variable $G_{NV,Rm,RT}(0,1)$ se define de acuerdo a los siguientes casos.

   a) Con seguro directo. Cuando existen contratos de seguro directo para el ramo *Rm* como:

$$G_{NV,R_m,RT}(0,1) = \left(\theta_{r,k} I_r^{RRC} PND_{NV,R_m,RT} + \theta_{r,k-1} I_r^{SONR} PD_{NV,R_m,RT}\right) \sum\nolimits_{r \in CCR_m} \frac{G_{NV,R_m,r,Dir}(0,1)}{\bar{G}_{NV,R_m,r,Dir}(0,1)}$$

donde

- $G_{NV,Rm,r,Dir}(0,1)$ se define como en la ecuación (4) y representa el gasto en (0,1) del seguro directo;
- $PND_{NV,Rm,RT}$ representa la prima no devengada de los contratos de reaseguro tomado del ramo *Rm,* y
- $PD_{NV,Rm,RT}$ representa la prima devengada de los contratos de reaseguro tomado del ramo *Rm.*
- $\bar{G}_{NV,R_m,r,Dir}(0,1)$ es la esperanza del valor medio de $G_{NV,Rm,r,Dir}(0,1)$
- $I^{RRC}{}_r$ representa el índice de siniestralidad de la reserva de riesgos en curso para la protección r.
- $I^{SONR}{}_r$ representa el índice de siniestralidad de siniestros ocurridos y no reportados para la protección r.
- $\theta_{r,k}$ representa la tasa de caída de la frecuencia de pagos para la protección *r* que se pagarán en el año *k*, con $k = 1, \ldots, a_r$;

b) Sin seguro directo. Cuando no existen contratos de seguro directo para el ramo *Rm* y se trate de instituciones autorizadas para operar el seguro directo, como:

$$G_{NV,Rm,RT}(0,1) = P_{l_d}(0,1) \frac{Z_m(1)}{P_m(\delta,1)} PND_{NV,Rm,RT} I_{Rm}$$

donde:

- $Z_m(1)$ es una variable aleatoria que representa el tipo de cambio de la moneda *m* a pesos al tiempo *1* ;
- $P_{ld}(\cdot)$ representa el precio de un bono cupón cero del mercado doméstico y $P_m(\cdot)$ representa el precio de un bono cupón cero en el mercado *m*.
- δ es la fracción del año donde se pagan los siniestros ocurridos, en general se considerará que δ=½;
- $PND_{NV,Rm,RT}$ representa la prima no devengada de los contratos de reaseguro tomado del ramo *Rm*;
- I_{Rm} es una variable aleatoria uniforme discreta sobre el conjunto $\{i_{R_m,0,j}\}_{j=1}^{n_I,R_m,0}$, y
- $\{i_{R_m,0,j}\}_{j=1}^{n_I,R_m,0}$, es el conjunto que está formado por los índices de siniestralidad (monto total entre prima emitida) correspondientes al año cero de retraso de los triángulos de siniestralidad del ramo *Rm*. Se agregan los índices de cada una de las instituciones que operan el ramo *Rm* para obtener la información de mercado.

2. Pasivo en 1. La variable $P_{NV,Rm,RT}(1)$ se define de acuerdo a los siguientes casos.

a) Con seguro directo. Cuando existen contratos de seguro directo para el ramo *Rm* como:

$$P_{NV,Rm,RT}(1) = \sum_{r\in CC_{Rm}} P_{NV,Rm,r,RT}(1)$$
$$= \sum_{r\in CC_{Rm}} PEA_{NV,Rm,RT}\, PPE_r \sum_{k=1}^{a_r} (\eta_r \theta_{r,k} \mu_r)\, \tilde{P}_m^{Z_m}(1, k+\delta).$$

donde:

- $PEA_{NV,Rm,RT}$ representa la prima emitida anualizada de los contratos de reaseguro tomado del ramo *NV,Rm*;
- PPE_r representa la proporción de prima emitida de la protección *r* con respecto a la prima emitida en el ramo *Rm* para el seguro directo dada por

$$PPE_r = \frac{PE_r}{\sum_{j\in CC_{Rm}} PE_j}$$

donde :

- PE_j, $j \in CC_{Rm}$ representa la prima emitida en el seguro directo para la protección *j*.
- a_r es el número de años que transcurren para que se extinga la obligación de la protección *r*;
- η_r es una variable aleatoria con media κ_r que representa la frecuencia de siniestralidad de la protección *r;*
- $\theta_{r,k}$ representa la tasa de caída de la frecuencia de pagos para la protección *r* que se pagarán en el año *k*, con $k = 1, \ldots, a_r$;
- μ_r es el valor medio del índice de siniestralidad de la protección *r.* Se considera que el índice medio de siniestralidad es una variable aleatoria;
- $\tilde{P}_m^{Z_m}(1, k+\delta)$ es el precio de un bono cupón cero en moneda *m,* expresado en pesos, traído a valor presente, valuado al tiempo 1 con vencimiento al tiempo k más δ, y
- δ es la fracción del año donde se pagan los siniestros ocurridos, en general se considerará que δ=½.

b) Sin seguro directo. Cuando no existen contratos de seguro directo para el ramo *Rm* y se trate de instituciones autorizadas para operar el seguro directo, como:

$$P_{NV,Rm,RT}(1) = PE_{Nv,Rm,RT} \sum_{k=1}^{a_r} (\bar{I}_{Rm,k}) \tilde{P}_m^{Z_m}(1, k+\delta)$$

donde:

- $PE_{NV,Rm,RT}$ representa la prima emitida de los contratos de reaseguro tomado del ramo *Rm*;
- $\bar{I}_{Rm,k}$ corresponde a la esperanza del valor medio de $I_{Rm,r,k}$, variable aleatoria uniforme discreta sobre el conjunto $\{i_{R_m,k,j}\}_{j=1}^{n_I,R_m,k}$, y
- $\{i_{R_m,k,j}\}_{j=1}^{n_I,R_m,k}$ es el conjunto formado por los índices de siniestralidad (monto total entre prima emitida) correspondientes al año *k* de retraso de los triángulos de siniestralidad del ramo *Rm*. Se agregan los índices de cada una de las instituciones que operan el ramo *Rm* para obtener la información de mercado.

3. Pasivo en 0 auxiliar. La variable $P^{*}_{NV,Rm,RT}(0)$ se define de acuerdo a los siguientes casos.

a) Con seguro directo. Cuando existen contratos de seguro directo para el ramo *Rm* como:

$$P^{*}_{NV,Rm,RT}(0)=\sum_{r\in CC_{Rm}} P_{NV,Rm,r,RT}(0)$$
$$=\sum_{r\in CC_{Rm}} PEA_{NV,Rm,RT}PPE_r\sum_{k=0}^{a_r}\left(\kappa_r\theta_{r,k}\bar{\mu}_r\right)P_m^{Z_m}(0,k+\delta)$$

donde las variables se definen de acuerdo con el inciso 2 de la presente subsección y el inciso 3 de la sección II.1;

b) Sin seguro directo. Cuando no existen contratos de seguro directo para el ramo *Rm* y se trate de instituciones autorizadas para operar el seguro directo, como:

$$P^{*}_{NV,Rm,RT}(0)=PE_{NV,Rm,RT}\sum_{k=0}^{a_r}\left(\bar{I}_{Rm,k}\right)P_m^{Z_m}(0,k+\delta)$$

donde las variables se definen de acuerdo con el inciso 2 de la presente subsección.

II.3. Reaseguro Tomado de Reaseguradoras

En caso de una institución reaseguradora que opere contratos de reaseguro tomado para el ramo *NV*,*Rm*. Se genera la siguiente variable:

$$L_{P,NV,RTR}=P_{NV,Rm,RTR}(1)+G_{NV,Rm,RTR}(0,1)-P_{NV,Rm,RTR}(0)$$

Dicha variable se adiciona a la variable de pérdidas definida en la ecuación (1) como parte del catálogo CC_{Rm}. Se satisface lo siguiente:

1. Gasto en (0,1). La variable $G_{NV.Rm.RTR}(0,1)$ se define como:

$$G_{NV,Rm,RTR}(0,1)=P_{l_d}(0,1)\frac{Z_m(1)}{P_m(\delta,1)}\sum_{r\in CCR_m}\left(PND_{NV,Rm,r,RTR}I_{Rm,r,k}+PD_{NV,Rm,r,RTR}I_{Rm,r,k-1}\right)$$

donde:

- $Z_m(1)$ es una variable aleatoria que representa el tipo de cambio de la moneda *m* a pesos al tiempo *1* ;
- $P_{ld}(\cdot)$ representa el precio de un bono cupón cero del mercado doméstico y $P_m(\cdot)$ representa el precio de un bono cupón cero en el mercado *m*.
- δ es la fracción del año donde se pagan los siniestros ocurridos, en general se considerará que δ=½;
- $PND_{NV,Rm,r,RTR}$ es la prima no devengada de los contratos de reaseguro tomado de reaseguradoras de la protección *r,* del ramo *Rm*.
- $PD_{NV,Rm,r,RTR}$ es la prima devengada de los contratos de reaseguro tomado de reaseguradoras de la protección *r,* del ramo *Rm*.
- $I_{Rm,r,k}$es la mezcla de variables aleatorias discretas dada por la siguiente expresión:

$$I_{Rm,r,k}=I^{Cía}_{Rm,r,k}*\mathrm{B}+I^{mer}_{Rm,k}*(1-\mathrm{B})$$

donde:

- $I^{Cía}_{Rm,r,k}$es una variable aleatoria uniforme discreta sobre el conjunto $\left\{i^{Cía}_{Rm,r,k}\right\}$,
- $I^{mer}_{Rm,k}$ es una variable aleatoria uniforme discreta sobre el conjunto $\left\{i^{mer}_{Rm,k}\right\}$,

- $\left\{i_{Rm,r,k}^{Cía}\right\}$es el conjunto formado por los índices de siniestralidad de la institución, correspondientes al año de desarrollo *k* del triángulo de siniestralidad de la protección r, del ramo R_m,
- $\left\{i_{Rm,k}^{mer}\right\}$ es el conjunto formado por los índices de siniestralidad de mercado, correspondientes al año de desarrollo *k* del triángulo de siniestralidad del ramo R_m,
- B es una variable aleatoria discreta con distribución Bernoulli de parámetro α, y
- αrepresenta la proporción de índices de la institución respecto al número de años de desarrollo considerados para la siniestralidad.

2. Pasivo en 1.

Se determina el pasivo al tiempo 1 correspondiente al reaseguro tomado de reaseguradoras, mediante la siguiente expresión:

$$P_{NV,Rm,RTR}(1) = \sum_{r \in CCRm} \sum_{k=1}^{n_r} PT_{NV,Rm,r,RTR}(\bar{I}_{Rm,r,k}) \tilde{P}_m^{Z_m}(1, k+\delta)$$

donde:

- n_r es el número de años donde se presentan obligaciones de la protección r;
- $\bar{I}_{Rm,r,k}$ corresponde a la esperanza del valor medio de la variable $I_{Rm,r,k}$.
- $PT_{NV,Rm,r,RTR}$ es la prima del año de los contratos suscritos de reaseguro tomado de la protección *r,* del ramo *Rm*.
- $\tilde{P}_m^{Z_m}(1, k+\delta)$ es el precio de un bono cupón cero en moneda m, expresado en pesos, traído a valor presente, valuado al tiempo 1 con vencimiento al tiempo k más δ, y
- δ es la fracción del año donde se pagan los siniestros ocurridos, en general se considerará que δ=½.

3. Pasivo en 0 auxiliar.

Se determina el pasivo auxiliar al tiempo 0 correspondiente al reaseguro tomado de reaseguradoras, mediante la siguiente expresión:

$$P_{NV,Rm,RTR}^{*}(0) = \sum_{r \in CCRm} \sum_{k=0}^{n_r} PT_{NV,Rm,r,RTR}(\bar{I}_{Rm,r,k}) P_m^{Zm}(0, k+\delta)$$

- n_r es el número de años donde se presentan obligaciones de la protección r;
- $\bar{I}_{Rm,r,k}$ corresponde a la esperanza del valor medio de la variable $I_{Rm,r,k}$.
- $PT_{NV,Rm,r,RTR}$ es la prima del año de los contratos suscritos de reaseguro tomado de la protección *r,* del ramo *Rm*.
- $P_m^{Zm}(0, k+\delta)$ es el precio de un bono cupón cero en moneda m, expresado en pesos, valuado al tiempo 0 con vencimiento al tiempo *k*+δ, y
- δ es la fracción del año donde se pagan los siniestros ocurridos, en general se considerará que δ =½.

II.4 Factor de ajuste por ramo.

Para cada ramo *Rm* se determina el factor de ajuste $f_{NV,Rm}$ de acuerdo la siguiente expresión:

$$f_{NV,Rm} = \frac{\sum_{r \in CC_{Rm}: p \in Op} P_{NV,Rm,r,p}(0)}{\sum_{r \in CC_{Rm}: p \in Op} P_{NV,Rm,r,p}^{*}(0)} \quad (7)$$

$P^*_{NV,Rm,r,p}(0)$ el pasivo en cero auxiliar correspondiente al tipo p, definido en las secciones II.1, II.2 y II.3, y

$P_{NV,Rm,r,p}(0)$ el valor del pasivo técnico al tiempo 0 para la protección r, correspondiente al tipo $p=\{Dir,RT,RTR\}$.

En caso de existir componentes negativos del $P_{NV,Rm,r,p}(0)$, los riesgos asociados serán excluidos del cálculo del factor de ajuste, tanto en el numerador como en el denominador de la expresión (7).

II.5. Participación de reaseguro.

En esta sección se presenta la forma general de operación de reaseguro para las variables definidas en las secciones anteriores.

En caso de que existan contratos de reaseguro que protejan la totalidad de los riesgos comprendidos en la protección r se considerarán los siguientes formatos de protección. Por simplicidad se omite el subíndice r de la notación.

1. Reaseguro proporcional. Se considera que se tienen m_{RP} contratos de reaseguro proporcional que amparan los siniestros de la protección r. Sea X el monto correspondiente a un siniestro pagado por la institución y sea X_{RP} el monto de la participación por reaseguro proporcional de dicho pago. Entonces se cumple que

$$X_{RP} = \sum_{h=1}^{m_{RP}} \beta_h X \sum_{c=1}^{C_h} \alpha_{h,c} \ \mathbb{1}_{\{\pi_{b_{h,c}} \neq D\}}$$

donde:

- β_h corresponde a la proporción de participación del contrato h, para $h = 1, \ldots, m_{RP}$;
- $0 \leq \beta_h \leq 1$ para $h = 1, \ldots, m_{RP}$;
- $0 \leq \sum_{h=1}^{m_{RP}} \beta_h \leq 1$; ;
- el contrato h está hecho con las compañías $b_{h,c}$, para $c = 1, \ldots, C_h$;
- $\alpha_{h,c}$ representa la proporción de participación de la reaseguradora $b_{h,c}$ en el contrato h, y
- $\pi_{b_{h,c}}$ es una variable que indica si la reaseguradora $b_{h,c}$ no se encuentra en un estado de insolvencia al tiempo 1.
- $\mathbb{1}_{\{\pi_{b_{h,c}} \neq D\}}$ representa una función indicadora la cual toma el valor de 1 si la reaseguradora $b_{h,c}$ no se encuentra en un estado de insolvencia y 0 en otro caso.

2. Reaseguro no proporcional riesgo por riesgo. Se considera que se tienen m_{XL} contratos de reaseguro no proporcional riesgo por riesgo que amparan los siniestros de la protección r. Sea X el monto correspondiente a un siniestro pagado por la institución y sea X_{XL} el monto de la participación por reaseguro no proporcional de dicho pago. Entonces se cumple que

$$X_{XL} = \sum_{h=1}^{m_{XL}} \text{máx}\left\{\text{mín}\left\{X - \gamma_{h,inf}, \gamma_{h,sup} - \gamma_{h,inf}\right\}, 0\right\} \sum_{c=1}^{C_h} \alpha_{h,c} \ \mathbb{1}_{\{\pi_{b_{h,c}} \neq D\}}$$

donde:

- $(\gamma_{h,inf}, \gamma_{h,sup})$ corresponde al tramo del riesgo a cargo del contrato h, para $h = 1, \ldots, m_{XL}$;
- $0 \leq \gamma_{1,\text{inf}} < \gamma_{1,\text{sup}} \leq \gamma_{2,inf} < \gamma_{2,sup} \leq \cdots \leq \gamma_{m_{XL},inf} < \gamma_{m_{XL},sup}$
- el contrato h está hecho con las compañías $b_{h,c}$, para $c = 1, \ldots, C_h$;
- $\alpha_{h,c}$ representa la proporción de participación de la reaseguradora $b_{h,c}$ en el contrato h, y

- $\pi_{b_{h,c}}$ es una variable que indica si la reaseguradora $b_{h,c}$ no se encuentra en un estado de insolvencia al tiempo 1.
- $\mathbb{1}_{\{\pi_{b_{h,c}} \neq D\}}$ representa una función indicadora la cual toma el valor de 1 si la reaseguradora $b_{h,c}$ no se encuentra en un estado de insolvencia y 0 en otro caso.

3. Reaseguro exceso de pérdida por cartera. La participación por reaseguro de este tipo de contratos se da por la siniestralidad agregada de un grupo de riesgos a lo largo del periodo de proyección. Se considera que se tienen m_{SL} contratos de reaseguro de exceso de pérdida por cartera que amparan la siniestralidad agregada de un grupo de riesgos. Sea G el monto correspondiente a la siniestralidad agregada en la que participan los contratos de exceso de pérdida por cartera y sea G_{SL} el monto de la participación por reaseguro para dicha siniestralidad. Entonces se cumple que

$$G_{SL} = \sum_{h=1}^{m_{SL}} \text{máx}\left\{ \text{mín}\{G - \epsilon_{h,inf}, \epsilon_{h,sup} - \epsilon_{h,inf}\}, 0\right\} \sum_{c=1}^{C_h} \alpha_{h,c} \mathbb{1}_{\{\pi_{b_{h,c}} \neq D\}}$$

donde:

- $(\varepsilon_{h,inf}, \varepsilon_{h,sup})$ corresponde al tramo del riesgo a cargo del contrato h, para $h = 1, \ldots, m_{SL}$;
- el contrato h está hecho con las compañías $b_{h,c}$, para $c=1,\ldots,C_h$;
- $\alpha_{h,c}$ representa la proporción de participación de la reaseguradora $b_{h,c}$ en el contrato h, y
- $\pi_{b_{h,c}}$ es una variable que indica si la reaseguradora $b_{h,c}$ no se encuentra en un estado de insolvencia al tiempo 1.
- $\mathbb{1}_{\{\pi_{b_{h,c}} \neq D\}}$ representa una función indicadora la cual toma el valor de 1 si la reaseguradora $b_{h,c}$ no se encuentra en un estado de insolvencia y 0 en otro caso.

Además, se cumple que $0 \leq \epsilon_{1,\text{inf}} < \epsilon_{1,\text{sup}} \leq \epsilon_{2,inf} < \epsilon_{2,sup} \leq \cdots \leq \epsilon_{m_{SL},inf} < \epsilon_{m_{SL},sup}$.

II.6. Distribución conjunta.

Por su parte, en relación a la distribución conjunta de las variables de pérdida $L_{NV,Rm}$, $Rm \epsilon CC_{NV}$, se tiene el siguiente resultado:

1. Distribución conjunta entre ramos. La distribución conjunta de las variables $L_{P,V}$ y $L_{NV,Rm}$, $Rm \epsilon CC_{NV}$ donde CC_{NV} representa el catálogo de ramos descritos en el Cuadro 1 del Anexo 6.3.9, se calculará de acuerdo a:

$$F_{L_{NV,Rm_1},\ldots,L_{NV,Rm_{n_{NV}}},L_{P,V}}(x_1,\ldots,x_{n_{NV}},x_V) = C_{NV}\left(F_{L_{NV,Rm_1}}(x_1),\ldots,F_{L_{NV,Rm_{n_{NV}}}}(x_{n_{NV}}),F_{L_{P,V}}(x_V)\right),$$

donde:

- $L_{P,V} = L_{P,VCP} + L_{P,VLP}$ representa la variable de pérdidas del ramo de vida, formada como la suma de las variables de pérdidas de vida de corto plazo y vida de largo plazo de acuerdo al presente anexo y al Anexo 6.3.7;
- $F_{L_{NV,Rm_1},\ldots,L_{NV,Rm_{n_{NV}}},L_{P,V}}$ es la función de distribución conjunta de $L_{P,V}$ y $L_{NV,Rm}$, con $Rm \in CC_{NV}$;
- C_{NV} es una cópula multidimensional;
- $F_{LP,V}$ y $F_{LNV,Rm}$, $Rm \in CC_{NV}$ representan las funciones de distribución marginales de cada ramo, descritas en el Anexo 6.3.9, y
- n_{NV} es el número de ramos de los seguros de no-vida.

____