



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

FACULTAD DE CIENCIAS

**RIESGO OPERATIVO BANCARIO EN EL MARCO
REGULADOR Y NORMATIVO
DE BASILEA III**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

A C T U A R I O

P R E S E N T A

ANTONIO EMMANUEL PÉREZ NÚÑEZ



Tutor

M. en F. Beatríz Valadez Bautista.

2017

I

Ciudad Universitaria, CDMX



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

1. Datos del alumno

Antonio Emmanuel

Pérez

Núñez

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

303127718

2.- Datos del Tutor

Maestro en Finanzas.

Beatriz

Valadez

Bautista.

3.- Sinodal 1

Maestro en Finanzas

Fernando

Pérez

Márquez

4.- Sinodal 2

Actuario

Daniel

Cid

Padilla.

5.- Sinodal 3

Maestro en Ciencias

Jesús David

Gómez

Téllez

6.- Sinodal 4

Maestro en Economía

Marco Antonio

García

Fernández

Titulo

Riesgo operativo bancario en el marco regulador y normativo de Basilea III

146 páginas

2017

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo está dedicado a todas las personas que me brindaron su apoyo para la conclusión del mismo.

A la UNAM

Gracias por brindarme el entorno ideal para mi desarrollo académico, profesional y personal.

Gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México, y en especial a la Facultad de Ciencias por enseñar me a crecer como ser humano en todos los ámbitos.

A mis maestros.

Quiero agradecer infinitamente a todos mis maestros de la facultad de ciencias por brindarme las herramientas necesarias para seguir aprendiendo y enseñarme la importancia de ser actuario.

Agradezco en especial a Ester López Hernández, Julio Martín Espinoza Casares, Hortensia Cano Granado, Bibiana Obregón, Hugo Delgado Alonso y Roberto Cánovas Theriot, por ser un ejemplo y enseñarme que el trabajo y la constancia son el camino al éxito.

Gracias Fabián González Flores, por el tiempo brindado en apoyo a investigación de tesis. Además de decirle que se convirtió en uno de mis mejores maestros durante mi carrera y un gran ejemplo, de quien admiro apoyo incondicional hacia los estudiantes para lograr nuestras metas.

A mi director de tesis.

Gracias Beatriz Valadez Bautista por el apoyo brindado para concluir mi tesis. Por apoyarme y orientarme en cada momento de mi tesis. Un ejemplo a seguir y de quien admiro su humildad, disposición y apoyo incondicional hacia los estudiantes para lograr nuestras metas.

A mis sinodales.

Beatriz Valadez Bautista, Fernando Pérez Márquez, Daniel Cid Padilla, Jesús David Gómez Téllez y Marco Antonio García Fernández por brindarme su tiempo en el presente trabajo y su disposición conmigo.

A mis padres y hermano.

Agradezco infinitamente a mis padres Martha Macrina Núñez Cervantes y Francisco Pérez Téllez quienes han sido los pilares más fuertes de mi camino. Ustedes son mi base, son mis cimientos, ya que me enseñaron lo esencial de la vida, a distinguir entre lo bueno y lo malo y a poner en práctica los valores.

Gracias papá por enseñarme a amar a mi prójimo, gracias por enseñarme a ser fuerte y no doblegarme ante una derrota. Gracias también por hacer de mi un hombre que desea triunfar y forjar la templanza en todo mi ser; porque deseo realizarme, por ser mi héroe. Gracias por tu afecto, tus palabras y tus abrazos.

Gracias a ti mamá, por inculcarme la ternura, el amor y el deseo inmenso de verme un triunfador que sepa dar afecto, y en ti tengo el ejemplo. Gracias por el amor, abrazos, y sobre todo enseñarme a apreciar las cosas que nos da la vida.

Gracias a mi hermano Alexis Daniel Pérez Núñez, por enseñarme que cada día es una oportunidad de amar, de sonreír, de mejorar, de disfrutar, de soñar despierto y luchar por cada sueño , porque todo es alcanzable con trabajo mientras Dios nos de el regalo de la vida.

Gracias en especial a ti hermanito por ser mi mayor maestro en tan poco tiempo. Siempre seguiré tus sabios concejos
"La vida sigue. Tú puedes".

A mi familia.

Agradezco infinitamente a mi familia y en especial a Enrique Pérez Téllez, Ariadna Bernal Romero y Jesús Pérez Téllez por ser tan importantes en mi vida y siempre brindarme su apoyo incondicional.

Índice general

Índice general.....	VI
Índice de Esquemas	VIII
Índice de Tablas.....	IX
Índice de Gráficas	X
Índice de Anexos.	XI
Introducción.....	1
Capítulo 1. La regulación internacional de supervisión bancaria	3
1.1 Antecedentes y acuerdos.....	3
1.2 Comité de supervisión bancaria de Basilea	5
1.3 Principios Básicos para una Supervisión Bancaria Efectiva (BCP).....	6
1.4 Basilea.....	11
1.4.1 Modificación de 1996.....	12
1.5 Basilea II	13
1.5.1 Pilar I. Requerimientos mínimos de capital	15
1.5.2 Pilar II. Procesos de supervisión.....	20
1.5.3 Pilar III. Disciplina de mercado.....	21
1.5.4 Principios de Basilea II	22
Capítulo 2. La evolución e instrumentación en el riesgo operacional	23
2.1 Introducción	23
2.2 Basilea III	24
2.2.1 Principios Básicos....	27
2.3 Lineamientos normativos.....	30
2.4 Circular CNBV	34
2.5 Acciones de implementación.....	35
2.6 Objetivos de regulación	38
2.7 Riesgo operativo	40
2.7.1 Concepto y efecto	41
2.7.2 Clasificación y medición.....	41
2.7.3 Proceso de administración de riesgo operativo.	46
Capítulo 3. Evaluación de riesgo operativo	48
3.1 Introducción	48
3.2 Componentes metodológicos en la evaluación de riesgos.	48
3.2.1 Métodos cualitativos.	49
3.2.2 Matriz de riesgo.....	52
3.2.3 Modelo de distribución de pérdida agregada.....	57
3.3 Fuentes de información	60
3.3.1 Análisis Exploratorio de Frecuencia	65
3.3.2 Análisis Exploratorio de Severidad.	74
3.4 Simulación de Montecarlo.....	87
3.5 Contraste de Metodología Avanzada LDA y Metodología No avanzadas..	95

Conclusiones	99
Anexos	101
Bibliografía.....	140

Índice de Esquemas

Esquema 1.3.A. Principios Básicos para una Supervisión Bancaria Eficaz.....	7
Esquema1.5.A. Estructura de Basilea II	13
Esquema1.5.B. Cálculo de Capital Mínimo.....	14
Esquema 1.5.C. Cuadro comparativo de Basilea I y Basilea II.....	15
Esquema 1.5.1.A. Riesgo de Crédito.....	16
Esquema1.5.1.B. Método IBR.....	17
Esquema.1.5.1.C. Modelos de valuación en el riesgo operativo.....	18
Esquema.1.5.1.D. Método de Indicador Básico.....	19
Esquema1.5.1.E. Factores Beta.....	19
Esquema 1.5.1.F. Método Estándar	20
Esquema 2.2.A. Cronología de Basilea III.....	26
Esquema 2.2.C.2. Modificación de los Principios Básicos (PB). Basilea II y Basilea III.	29
Esquema 2.2.D. Medidas de Solvencia, Basilea III.....	30
Esquema 2.3.A. Nivel de Capital. Basilea III.....	31
Esquema 2.3.B. Capital Regulatorio. Basilea III.....	32
Esquema 2.5.A. Definición e integración del capital. CNBV.....	35
Esquema 2.5.B. Definición e integración del capital. CNBV.....	36
Esquema 2.5.C. Ejemplo de ICAP.	37
Esquema 2.7.A. Método de Indicador Básico.....	44
Esquema 2.7.B. Factores Beta	45
Esquema 2.7.C. Método Estándar	45
Esquema 2.7.D. Etapas en la Administración de Riesgo Operativo	47
Esquema 3.1.A. Metodologías de medición de riesgo operacional.....	49
Esquema 3.2.1.A. Medición cualitativa	50
Esquema 3.2.1.B. Mapa de asignación de riesgo.....	51
Esquema 3.2.1.C. Financiamiento.....	51

Índice de Tablas.

Tabla 2.2.C.1. Cuadro comparativo de Basilea II y Basilea III	27
Tabla 2.2.C.2. Cuadro comparativo de Basilea II y Basilea III	28
Tabla 2.6.A. CNBV. Capital Regulatorio conforme Basilea III	39
Tabla 2.7.A. Riesgos Bancarios.	40
Tabla 2.7. A. 1. Clasificación de riesgos Operativos	42
Tabla 2.7. A. 2. Clasificación de riesgos Operativos	42
Tabla 2.7. A. 3. Clasificación de riesgos Operativos	43
Tabla 3.2.1.A. Métodos cuantitativos	52
Tabla 3.2.2.A. Matriz de riesgo.....	52
Tabla 3.2.2.B. Definición matemática de riesgo.....	54
Tabla 3.2.2.C. Matriz cuantitativa de riesgo.....	55
Tabla 3.2.2.D. Umbral de riesgo.....	56
Tabla 3.2.3.A. Modelación de la severidad.	59
Tabla 3.3.B. Fuente de información.	62
Tabla 3.3.C. Asignación de Frecuencia	63
Tabla 3.3.D. Asignación de Severidad	64
Tabla 3.3.1.A. Medidas de frecuencia	68
Tabla 3.3.1.B. Barreras superiores.	69
Tabla 3.3.1.C. Ajuste de frecuencia.....	72
Tabla 3.3.1.D. Parámetros de frecuencia.	74
Tabla 3.3.2.A. Rango intercuartílico de severidad por riesgo.	80
Tabla 3.3.2.B. Estimación de parámetros para riesgo: Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo	81
Tabla 3.3.2.C. Resultados de Test de bondad de ajuste: Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo	81
Tabla 3.3.2.D. Estimación de parámetros para riesgo: Clientes, productos y prácticas empresariales.	82
Tabla 3.3.2.E. Resultados de Test de bondad de ajuste: Clientes, productos y prácticas empresariales.	82
Tabla 4.1.A Pérdida esperada por riesgo	88
Tabla 4.1.B Pérdida esperada por riesgo con CAR 99.9%	90
Tabla 4.1.C Ingresos relevantes.....	92
Tabla 4.1.D CAR 99.9%	93
Tabla 5.1.A Capital Regulatorio	97

Índice de Gráficas

Gráfica 3.2.1.A. Mapas de riesgo.	50
Gráfica 3.2.2.A. Multiplicación de ambas variables.	54
Gráfica 3.2.2.B. Suma de ambas variables.	55
Gráfica 3.2.3.A. Medición de OpVar.....	57
Gráfica 3.2.3.B. Simulación de Montecarlo.....	60
Gráfica 3.3.1.A. Datos simulados de Frecuencia.....	65
Gráfica 3.3.1.B. Histogramas de Frecuencia por línea de Riesgo.....	66
Gráfica 3.3.1.C. Caja de Frecuencias por línea de Riesgo.....	67
Gráfica 3.3.1.D. Histograma de frecuencias (Binomial Negativa – Poisson).....	73
Gráfica 3.3.2.A. Histograma de Severidad	75
Gráfica 3.3.2.B. Severidad de las pérdidas y función teórica de distribución.....	76
Gráfica 3.3.2.C. Caja de Severidad por línea de Riesgo.....	78
Gráfica 3.3.2.D. Q-Q-Plotm Lognormal. A1.3. Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo	83
Gráfica 3.3.2.E. Q-Q-Plot Log-Logística. A1.3. Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo	84
Gráfica 3.3.2.F. Q-Q-Plot Log-Logística y Lognormal. A1.3. Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo	84
Gráfica 3.3.2.G. Q-Q-Plot Lognormal. A2.1 Clientes, productos y prácticas empresariales.	85
Gráfica 3.3.2.H. Q-Q-Plot Log-logística. A2.1 Clientes, productos y prácticas empresariales.	85
Gráfica 3.3.2.I. Q-Q-Plot Log-logística y Lognormal. A2.1 Clientes, productos y prácticas empresariales.	86
Gráfica 4.1.A Riesgo A1.4. Comparativo CAR 99.9%. Poisson vs Binomial Negativa..	89
Gráfica 4.1.B Riesgo A2.1. Comparativo CAR 99.9%. Poisson vs Binomial Negativa.	89
Gráfica 4.1.C Riesgo A2.2. Comparativo CAR 99.9%. Poisson vs Binomial Negativa.	89
Gráfica 4.1.D Proporción de capital regulatorio por riesgo.	91
Gráfica 4.1.E Proporción de pérdida esperada (EL) y pérdida no esperada (UL) respecto a CAR 99.9%	91
Gráfica 4.1.G Capital regulatorio por riesgo	94
Gráfica 4.1.H Porcentaje (EL) y (UL) respecto a CAR 99.9%.....	94
Gráfica 5.1.A Capital regulatorio en proporción a Indicador básico BIA.....	98

Índice de Anexos.

Anexo 1.1	101
Anexo 1.2	104
Anexo 1.3	106
Anexo 1.4	108
Anexo 1.5	109
Anexo 1.6	113
Anexo 1.7	117
Anexo 1.8	119
Anexo 1.9	125

Introducción

El objetivo de esta tesis es analizar el marco regulatorio internacional en materia de supervisión bancaria, su evolución y principios; así como la implementación de la regulación en el Sistema Bancario Mexicano, a partir de la evolución de los acuerdos de Basilea y proporcionar un método de valuación de riesgo que permita identificar y establecer medidas preventivas en el tratamiento de factores de operación que causan mayor pérdida en las entidades bancarias.

Las recurrentes crisis a lo largo de la historia han provocado muchos quebrantos en las instituciones bancarias alrededor del mundo, lo cual ha dado una importante advertencia a los participantes de mercado (ahorradores, inversionistas e intermediarios) y supervisores para impulsar acuerdos de cooperación internacional. Por esta razón, surgió en 1988 el primero de los acuerdos de Basilea (Basilea I), con el propósito de regular los requerimientos mínimos de capital de los bancos para cubrir su exposición al riesgo, principalmente el crediticio. En 1996 se ampliaron los acuerdos para incluir el riesgo de mercado y en 2004 se presentaron a la opinión pública los Acuerdos de Basilea II para revisar y ampliar el esquema previo de capital regulatorio. Basilea II incorporó el Riesgo Operacional a los ya considerados Riesgos de Crédito y de Mercado.

Aunque dichos acuerdos se han estado ampliando con el fin de adecuarse a las condiciones de mercado y su objetivo ha sido promover seguridad y solidez en los bancos e instituciones financieras, incrementar la competitividad bancaria y constituir una aproximación más completa hacia el cálculo del riesgo, el reto es que ante la necesidad de contar con más capital y de mejor calidad no se vean limitados la rentabilidad y los dividendos de las entidades; es decir, que no se vea reducido su nivel de beneficios. Por lo tanto, no todo está dicho en materia de regulación y supervisión bancaria y ya se habla de un nuevo proyecto: Basilea III que intentará llenar las lagunas que dejaron sus antecesores. La importancia del estudio de los Acuerdos de Basilea radica en su impacto en la regulación y supervisión bancaria y, desde luego, en su aportación a una mayor conciencia de la importancia del manejo y control de riesgos asociados con la intermediación financiera. En la medida en que México cuente con instituciones de crédito solventes y adecuadamente capitalizadas, será mayor su contribución a la protección de los intereses del público ahorrador e inversionista.

En este sentido, las instituciones de crédito agrupadas en la Asociación de Bancos de México (ABM) y las autoridades financieras, han coincidido en la importancia de adoptar los nuevos Acuerdos de Capital. Es por ello que el 1 de noviembre de 2007 se emitió la resolución por la que se expiden las reglas para los requerimientos de capitalización de las Instituciones de Banca Múltiple y las Sociedades Nacionales de Crédito; y el 26 de febrero de 2008, se emitieron algunas modificaciones de carácter general aplicables a dichos requerimientos.

Hoy en día, un gran número de entidades bancarias se han enfocado en la medición del riesgo financiero, de crédito, mercado y liquidez; sin embargo, recientemente se han dado cuenta que la administración de riesgo operativo tiene un papel muy importante dentro de las empresas, bancos e instituciones financieras, debido a que el riesgo operativo está conformado por diversas variables en las que la institución puede incurrir en pérdidas por factores como fallas en los procesos, errores humanos, tecnológicos o en su caso eventos externos. Así, el riesgo operativo se contextualiza como

el evento que genera pérdidas debido a errores humanos, a errores en el procesamiento de la información, a fallas en la tecnología utilizada, al uso de información poco confiable, a la mala aplicación de metodologías en los procesos y al fraude.

El reto en la medición del riesgo operativo es la manera de cuantificar esas pérdidas, y definir que sistemas de medición y metodologías utilizar. Por ello, Basilea¹ estableció diversos acuerdos en la gestión e implementación de métodos analíticos para la cuantificación del riesgo operacional. Cronológicamente, Basilea I se enfocó en aspectos contables y, posteriormente, Basilea II propició un manejo dinámico de los riesgos y también incorporó la necesidad de contar con buenas prácticas de gestión y supervisión de riesgo operativo, proponiendo tres métodos diferentes para el cálculo del capital mínimo requerido para el riesgo operacional, ellos son:

- i) Método del indicador básico.
- ii) Método estándar.
- iii) Método de medición avanzado.

Existen algunas metodologías para la medición del riesgo operativo, la tarea es saber cuál es la que más conveniente de acuerdo a los insumos con los que se cuenta, ya que como en la administración de riesgo financiero, crediticio y de mercado, la historia desempeña un papel muy importante.

Los eventos de pérdida que se pueden presentar debido a la exposición al riesgo operativo pueden tener un alto impacto en el funcionamiento de las instituciones. Por esta razón, existen variables que están vinculadas a la severidad y frecuencia de las pérdidas.

El objetivo del primer capítulo es exponer los antecedentes que propiciaron la creación del Comité de supervisión bancaria de Basilea, analizar los principios y pilares que rigen y sustentan los acuerdos de Basilea I y Basilea II, así como los factores que han dado lugar a la constante evolución del marco regulatorio internacional en materia de supervisión bancaria y se analizarán las condiciones nacionales en cuanto a regulación y supervisión bancaria se refiere.

Por su parte, el propósito del capítulo 2 es presentar aspectos fundamentales del riesgo operativo, como es establecer características, medición, clasificación, así como su marco normativo y regulatorio en Basilea III y sus acciones de implementación.

Finalmente en el tercer capítulo, se busca identificar, clasificar y cuantificar la frecuencia y severidad del riesgo operativo y a partir de modelos causales² construir el modelo de medición avanzada que arroje escenarios deterministas de los resultados más probables para diversas decisiones y, así identificar las áreas de oportunidad en las que se pueda instrumentar acciones, medidas correctivas para la mejora continua de procesos internos y rutas estratégicas que permitan a las instituciones bancarias diversas alternativas de solución para enfrentar a los riesgos en su operación.

¹ El Comité de Basilea, establecido a finales de 1974, es un comité formado por bancos centrales y supervisores o reguladores bancarios de los principales países industrializados, que se reúne cada tres meses en el Banco de Convenios Internacionales en Basilea.

² Los modelos causales permiten determinar el origen de los eventos de riesgo.

Capítulo 1.

La regulación internacional de supervisión bancaria.

1.1 Antecedentes y acuerdos

Desde los años setentas y hasta la fecha muchos países desarrollados y en vías de desarrollo han experimentado el efecto de las crisis bancarias, pues estas han contribuido de forma directa en el debilitamiento de la economía mundial, provocando devaluaciones, caídas en las remesas familiares, desconfianza de los inversionistas, disminución en las exportaciones³ y disminución del presupuesto gubernamental, mediante préstamos rescate emitidos por los Bancos Centrales⁴.

Sin embargo en las últimas dos décadas, las crisis bancarias han afectado de forma severa y en mayor proporción a los países que se encuentran en vías de desarrollo⁵, lo cual ha hecho que la estabilización de las economías se vuelva una tarea más compleja y difícil de resolver, debido a los diferentes esquemas de conformación y operación en los sistemas bancarios, en los diferentes países y en la variedad de riesgos adoptados a lo largo del tiempo.

Generalmente se piensa que cuando los bancos no tienen capacidad de absorción ante posibles pérdidas o se encuentran en situación de quiebra, es porque han experimentado los riesgos de mercado, crédito o de liquidez. La realidad es diferente, estas circunstancias se deben a una amplia gama de factores microeconómicos y macroeconómicos. Por lo cual es importante distinguir estas dos categorías.

“La causas de las crisis bancarias pueden dividirse en macroeconómicas y microeconómicas. Dentro de los factores macroeconómicos se encuentran, por una parte, choques que afectan la calidad de los activos bancarios, la expansión excesiva de los agregados monetarios, el fondeo de recursos y la dinámica crediticia y, por otra parte, también influyen las expectativas y la volatilidad externa e interna (Hausmann y Rojas-Suárez, 1996). Con respecto a las causas microeconómicas, éstas se caracterizan por la debilidad en la regulación y supervisión bancarias, la precipitación en los esquemas de liberalización financiera, los aspectos contables inadecuados, el aumento en los márgenes de intermediación financiera y en la cartera

³ Paulina Lomelí G. Diciembre 2008. México frente a la crisis financiera a nivel mundial. Bien común. No. 168. Fundación Rafael Preciado Hernández A.C. Editorial Centrales. P. 24-27.

⁴ Juan Amieva Huerta y Bernardo Urriza González. Enero 2000. Crisis Bancarias: Causas, costos, duración, efectos y opciones de política. Serie política fiscal. Naciones Unidas, CEPAL. Santiago de Chile, División de desarrollo Económico. Pág. 8.

⁵ Juan Amieva Huerta y Bernardo Urriza González. Enero 2000. Crisis Bancarias: Causas, costos, duración, efectos y opciones de política. Serie política fiscal. Naciones Unidas, CEPAL. Santiago de Chile, División de desarrollo Económico. Pág. 7.

vencida, la participación estatal en la propiedad de los bancos, el otorgamiento de créditos a partes relacionadas y los problemas de información asimétrica.”⁶

En 1994 explota la crisis bancaria de México, la cual ocasionó repercusiones económicas a nivel mundial. Esta crisis fue provocada principalmente por la falta de reservas internacionales, causando la devaluación constante del peso Mexicano. Sin embargo uno de los factores más importantes fue la privatización de la banca nacional⁷, la cual estaba en manos del estado y había sido intervenida apenas doce años antes por el presidente José López Portillo.

La privatización de la banca trajo consigo la pérdida de capital humano, la renovación de personal poco capacitado, la difícil estructuración de nuevos procesos y un manejo ineficiente de sistemas de información⁸. Estos factores de riesgo microeconómicos se les conoce como riesgos de operación.

Hoy en día, un gran número de entidades bancarias se han enfocado en la medición de los riesgos financieros, de crédito, mercado y liquidez; sin embargo, recientemente se han dado cuenta que la administración de riesgo operativo tiene un papel muy importante dentro de las empresas, bancos e instituciones financieras, debido a que el riesgo operativo no contempla las variables en que la institución puede incurrir en pérdidas por otros aspectos como son fallas en los procesos, errores humanos, tecnológicos o en su caso eventos externos.

Es por esto que los sistemas bancarios buscan identificar los diversos factores que desencadenan pérdidas en los diferentes tipos de riesgo en sus operaciones; así como la implementación de normas y acuerdos que posibiliten la pronta y efectiva continuidad del negocio.

Para dar una buena continuidad bancaria, en México se han adoptado diferentes medidas que han contribuido a un sistema más seguro y eficiente de intermediación financiera. Entre las cuales se encuentran la capitalización y solidez financiera de los bancos, estableciendo un monto mínimo de provisión para cartera vencida y mantener un nivel razonable de reservas internacionales, aún bajo regímenes de tipo de cambio flexible.

Uno de estos acuerdos fue realizado en 1990 durante el gobierno de Carlos Salinas de Gortari, Fondo Bancario de Protección al Ahorro (FOBAPROA). Dicho instrumentación funge como un fondo de contingencia para enfrentar problemas financieros extraordinarios, ante posibles crisis económicas que propiciaran la insolvencia de los bancos por el incumplimiento de los deudores con la banca y el retiro masivo de depósitos, ayudando así a asumir las carteras vencidas y capitalización de los bancos.

⁶ Texto extraído de Juan Amieva Huerta y Bernardo Urriza González. Enero 2000. Crisis Bancarias: Causas, costos, duración, efectos y opciones de política. Serie política fiscal. Naciones Unidas, CEPAL. Santiago de Chile, División de desarrollo Económico. Pág. 10.

⁷ Henio Millán Valenzuela. 1999. Las causas de la crisis financiera en México. Toluca, México. El colegio Mexiquense, A.C. Economía, Sociedad y Territorio, vol. II, núm. 5, enero-junio. Pag42.

⁸ Juan Amieva Huerta y Bernardo Urriza González. Enero 2000. Crisis Bancarias: Causas, costos, duración, efectos y opciones de política. Serie política fiscal. Naciones Unidas, CEPAL. Santiago de Chile. División de desarrollo Económico. Pág. 38.

Además, otro aspecto fundamental ha sido fomentar la elevación de los niveles de capital en los bancos, tanto de origen nacional como de origen extranjero, para contribuir a reducir la vulnerabilidad bancaria.

En Enero 1995 durante el gobierno de Ernesto Zedillo, mientras culminaban las operaciones para que el FOBAPROA absorbiera la cartera vencida a los bancos, el gobierno federal recurrió a la creación del Programa de Capitalización Temporal (PROCAPTE), instrumento alternativo para sanear el sistema financiero con el acceso rápido y en mayor volumen de capital extranjero y recuperar la solvencia de los bancos.⁹

Es importante señalar que en la medida en que México cuente con instituciones de crédito solventes y adecuadamente capitalizadas, será mayor su contribución a la protección de los intereses del público ahorrador e inversionista y al desarrollo del país. Es por esto que las instituciones de crédito agrupadas en la Asociación de Bancos de México (ABM) y las autoridades financieras, han coincidido en la importancia de adoptar los nuevos Acuerdos de Capital, con lo cual el 1 de noviembre de 2007 se emitió la resolución por la que se expiden las reglas para los requerimientos de capitalización de las Instituciones de Banca Múltiple y las Sociedades Nacionales de Crédito.

Sin embargo, los bancos no sólo se han apegado a los requerimientos de tipo nacional, sino también a los acuerdos y estándares internacionales, como lo ha sido Basilea, uno de los acuerdos con mayor importancia a nivel mundial, considerándose como un punto de partida para la regulación y supervisión bancaria y, desde luego, en su aportación a una mayor conciencia de la importancia del manejo y control de riesgos asociados con la intermediación financiera.

Por tanto, el objetivo del presente trabajo es analizar el marco regulatorio internacional en materia de supervisión bancaria, su evolución y principios; así como la implementación de éste en el Sistema Bancario Mexicano, a partir de la evolución de los acuerdos de Basilea y construir una matriz de riesgo operacional que permita identificar y establecer medidas preventivas en el tratamiento de factores de operación que causan mayor pérdida en las entidades bancarias.

1.2 Comité de supervisión bancaria de Basilea

El comité de supervisión bancaria de Basilea surge en 1974 a partir de la decadencia financiera provocada por la clausura del banco Alemán Bankhaus Herstatt, debido a sus significativas pérdidas con relación a sus operaciones en moneda extranjera.

Dicho acontecimiento trajo consigo un bloqueo internacional, pues al cerrarse de forma intempestiva Bankhaus Herstatt y dejar un gran número de operaciones sin realizarse, el banco Chase Manhattan, corresponsal de Herstatt en EEUU, se negó a cumplir con órdenes de pago y cheques girados contra la cuenta de dicho banco, ocasionando un colapso en el sistema de pagos estadounidense y el sistema bancario internacional.

⁹Juan Amieva Huerta y Bernardo Urriza González. Enero 2000. Crisis Bancarias: Causas, costos, duración, efectos y opciones de política. Serie política fiscal. Naciones Unidas, CEPAL. Santiago de Chile, División de desarrollo Económico. Pág.51.

Ante las circunstancias expuestas y con el objetivo de restaurar y estabilizar el sistema financiero internacional, los gobernadores y presidentes de los bancos centrales de los países miembros del G10, establecen en 1974 el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, el cual a la fecha, se encarga de desarrollar normas y reglas apropiadas para la regulación y supervisión de los mercados bancarios internacionales, y así evitar la posible ocurrencia de crisis similares en un futuro.

Actualmente el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea se encuentra en el Banco de Pagos Internacionales (BIS, por sus siglas en inglés), en Basilea (Suiza) y está integrado por altos representantes de autoridades de supervisión bancaria y bancos centrales de Alemania, Arabia Saudita, Argentina, Australia, Bélgica, Brasil, Canadá, China, Corea, España, Estados Unidos, Francia, Hong Kong RAE, India, Indonesia, Italia, Japón, Luxemburgo, México, los Países Bajos, el Reino Unido, Rusia, Singapur, Sudáfrica, Suecia, Suiza y Turquía.¹¹

1.3 Principios Básicos para una Supervisión Bancaria Efectiva (BCP)

Los principios Básicos para una Supervisión Bancaria Efectiva (BCP, Core Principles for Effective Banking Supervision) conforman un marco de normas mínimas para la adecuada supervisión que se considera de aplicación universal,¹² pues estas normas están enfocadas a fortalecer el sistema financiero internacional, ya sea para países desarrollados y países que se encuentran en vías de desarrollo. Además, las normas para la Supervisión Bancaria Efectiva propuestas por el comité, también han servido como punto de apoyo y referencia, para contrastar y fortalecer la calidad de los sistemas de supervisión en los diferentes organismos de regulación, como en su caso lo es el FMI, PESF (En contexto del Programa de Evaluación del Sector Financiero), Banco Mundial y para evaluar la eficacia de los sistemas y prácticas de supervisión Bancaria Nacionales.¹²

La metodología de evaluación para los Principios Básicos de una Supervisión Bancaria Efectiva, establece en la práctica, incluir tanto criterios esenciales como criterios adicionales.

¹⁰ Comité de Basilea, organización nacida a en 1975 formada por los bancos centrales más importantes del mundo, el entonces «G10».

El Grupo de los Diez o G10 se refiere al grupo de países que accedieron participar en el *Acuerdo General de Préstamos* (GAB). El GAB fue establecido en 1962, cuando los gobiernos de ocho países miembros del Fondo Monetario Internacional (FMI) —Bélgica, Canadá, Francia, Italia, Japón, los Países Bajos, el Reino Unido y los Estados Unidos— y los bancos centrales de otros dos, Alemania y Suecia, accedieron a aportar más recursos

¹¹ Información extraída de página Oficial de Bank for International Settlements.

¹² Banco de Pagos Internacionales. Octubre 2006. Principios Básicos para una supervisión bancaria eficaz. Basilea (Suiza). Press & Communications. ISBN 92-9197-558-3. Pág.1.

Los criterios esenciales son aquellos que establecen los requisitos mínimos de referencia en las prácticas de supervisión y de aplicación universal en todos los países. Y los criterios adicionales, son aquellos que refuerzan las prácticas de supervisión, superando las expectativas actuales y contribuyendo a robustecer los posibles marcos futuros de supervisión.

Sin embargo, las prácticas de Supervisión Bancaria no son estáticas, pues a medida en que evoluciona el negocio bancario y la experiencia se pone a prueba, el Comité de Basilea establece nuevas normas de supervisión, conforme a la revisión de los Principios Básicos, incorporando criterios adicionales a los criterios esenciales para una mejor práctica en la supervisión.

Actualmente en la última revisión emitida por el Comité de Basilea, se establecen 29 preceptos Básicos, los cuales han sido organizados en dos grupos con el fin de resaltar la diferencia entre lo que hacen los supervisores y lo que se espera que los bancos realicen.

El siguiente esquema muestra de mejor manera la división de los Principios Básicos, emitidos por el Comité de Basilea.

Esquema 1.3.A.
Principios Básicos para una Supervisión Bancaria Eficaz.



Esquema de elaboración propia. Información extraída de la página oficial de Banco De pagos Internacionales. Octubre 2006. Principios Básicos para una supervisión bancaria eficaz. Basilea (Suiza). Press & Communications. ISBN 92-9197-558-3.

Cabe mencionar que en esta última revisión el Comité de Basilea incluye un nuevo principio Básico, el cual abarca los requerimientos en gestión de gobierno corporativo, pues éste desempeña un papel clave en la confianza del público, tanto en los bancos individuales, como en el sistema bancario. Estableciéndose así una gestión eficaz del riesgo y reduciéndose la probabilidad e impacto de una quiebra bancaria, ante posibles crisis futuras.

Los Principios Básicos para una Supervisión Bancaria Eficaz, se establecen de la siguiente manera;

Potestades, atribuciones y funciones de los supervisores.

- ***Principio 1 –Atribuciones, objetivos y potestades.*** Son los elementos con los que cuenta un sistema de supervisión eficaz, utilizando claramente atribuciones y objetivos para una correcta supervisión de bancos y grupos bancarios. Además de contar con un marco jurídico apropiado que confiere a cada autoridad las potestades legales necesarias para autorizar a los bancos y aplicar responsablemente una supervisión continua, cumplimiento de la ley y oportunas medidas de seguridad y solvencia bancaria.
- ***Principio 2 – Independencia, rendición de cuentas, recursos y protección legal de los supervisores.*** Se refiere a la independencia operativa, procesos transparentes, un buen gobierno corporativo y recursos adecuados en la supervisión, rindiendo cuentas del desempeño de sus funciones. Estableciendo la protección legal del supervisor, en el marco jurídico de la supervisión bancaria.
- ***Principio 3 – Cooperación y colaboración.*** Este principio se refiere a las leyes, procedimientos y regulaciones, que proporcionan un marco de cooperación y colaboración entre las autoridades pertinentes locales y supervisores extranjeros.
- ***Principio 4 –Actividades permitidas.*** Son las actividades que pueden desarrollar las entidades autorizadas a operar como bancos, que se encuentran sujetas a supervisión, donde también se establece el control del uso de la palabra “Banco” como razón social.
- ***Principio 5 – Criterios para la concesión de licencias.*** Este principio establece a las autoridades encargadas de conceder licencias, la potestad de establecer criterios para el otorgamiento o rechazo de solicitudes de establecimientos que no cumplan los criterios establecidos. Además, el procesos de autorización contempla la evaluación de la estructura de propiedad, buen gobierno del banco, el grupo al que pertenece, plan estratégico, plan operativo, controles internos, gestión de riesgo y evolución prevista de la situación financiera.
- ***Principio 6 – Cambio de titularidad de participaciones significativas.*** Este principio se refiere a la potestad que tiene el supervisor para examinar, rechazar y establecer condiciones prudenciales respecto a propuestas de cambio de titularidad en participaciones significativas o de control. Estableciéndose para posesiones de forma directa o indirecta, en los bancos preexistentes.
- ***Principio 7 – Adquisiciones sustanciales.*** En éste principio se establece la potestad que tiene el supervisor para aprobar, rechazar o establecer condiciones prudenciales respecto a la adquisición o inversiones sustanciales que realice un banco, así como dar una recomendación a las autoridades responsables de dichas operaciones. Tomando en cuenta que la entidad (Incluyendo operaciones transfronterizas), no ponga en riesgo al banco y la supervisión eficaz.

- **Principio 8 – Enfoque supervisor.** Para lograr un sistema eficaz de supervisión bancaria, el supervisor debe desarrollar y mantener los siguientes puntos:
 - Mantener una evaluación prospectiva del perfil de riesgo en los bancos individuales y grupos bancarios.
 - Identificar, evaluar y atajar riesgos procedentes de los bancos.
 - Contar con un marco de intervención y planes, poniéndose en conjunta colaboración con las autoridades pertinentes, para tomar medidas de liquidación en caso de que los bancos dejen de ser viables.
- **Principio 9 – Técnicas y herramientas de Supervisión.**
Se refiere a la técnica y herramientas adecuadas con las que un supervisor debe de contar, para una supervisión eficaz.
- **Principio 10 – Informes de supervisión.** El supervisor recaba, revisa y analiza los informes prudenciales y estadísticos de los bancos, a través de inspecciones in situ o con la ayuda de expertos externos.
- **Principio 11 – Potestades correctivas y sancionadoras del supervisor.** El supervisor actúa con prontitud para atajar los riesgos y prácticas contrarias a la seguridad y solidez de los bancos, aplicando medidas correctivas
- **Principio 12 – Supervisión consolidada.** Se establece una supervisión consolidada para todo el banco, dando seguimiento y cuando corresponda aplicando normas a todos los aspectos de las actividades que el grupo realiza a escala mundial.
- **Principio 13 – Relaciones entre el supervisor de origen y el de destino.** Este principio se refiere al intercambio de información y cooperación entre los supervisores de origen y de destino de los grupos bancarios transfronterizos. Exigiendo que las operaciones locales de los bancos extranjeros se lleven a cabo en virtud de las mismas normas que se aplican a las entidades locales.

Regulaciones y requisitos prudenciales.

- **Principio 14 –Gobierno corporativo.** El supervisor verifica que los bancos y grupos bancarios cuenten con sólidas políticas y procesos en materia de gobierno corporativo que abarcan, por ejemplo, el entorno de control, las atribuciones de los Consejos, la dirección estratégica, la estructura de grupo, la estructura de organización y la alta dirección, así como las retribuciones. Teniendo anteriormente en las políticas y procesos expuestos, una consonancia con el perfil de riesgo y la importancia sistémica del banco.
- **Principio 15 –Proceso de gestión del riesgo.** El supervisor verifica que los bancos cuenten con un proceso integral de gestión de riesgo para identificar, cuantificar, evaluar, vigilar, informar y controlar o mitigar todos los riesgos significativos en el momento oportuno y para evaluar la suficiencia de su capital y liquidez en relación con su perfil de riesgo y la situación macroeconómica y de los mercados.

- **Principio 16 – Suficiencia de capital.** Este principio establece al supervisor definir los componentes del capital, exigiendo a los bancos requerimientos de capital prudentes y adecuados, teniendo en cuenta su capacidad para absorber pérdidas y riesgos.
- **Principio 17 – Riesgo de crédito.** El supervisor verifica en los bancos su apetito por el riesgo en gestión de riesgo de crédito, su perfil de riesgo, la situación macroeconómica y de los mercados, para establecer un adecuado proceso en gestión de riesgo, para identificar, cuantificar, evaluar, vigilar, informar y controlar o mitigar el riesgo de crédito, oportunamente.
- **Principio 18 – Activos dudosos, provisiones y reservas.** Este principio establece la pronta identificación y gestión de los activos dudosos, para el mantenimiento de suficientes provisiones y reservas, por medio de la supervisión en las adecuadas políticas y procesos que realizan los bancos.
- **Principio 19 – Concentración de riesgos y límites de exposición a grandes riesgos.** El supervisor verifica que los bancos cuenten con políticas y procesos adecuados para identificar, cuantificar, evaluar, vigilar, informar y controlar o mitigar Principios Básicos para una supervisión bancaria eficaz.
- **Principio 20 – Transacciones con partes vinculadas.** Este principio busca evitar abusos en las transacciones con partes vinculadas, así como reducir el riesgo ante un conflicto de intereses, utilizando una supervisión que exige total imparcialidad en las transacciones bancarias con partes vinculadas y adoptando medidas adecuadas para controlar o mitigar los riesgos.
- **Principio 21 – Riesgo país y riesgo de transferencia.** El supervisor verifica que los bancos cuenten con políticas y procesos adecuados para identificar, cuantificar, evaluar, informar y controlar o mitigar el riesgo país y el riesgo de transferencia en sus préstamos e inversiones internacionales en el momento oportuno.
- **Principio 22 – Riesgo de mercado.** El supervisor verifica que los bancos cuenten con un adecuado proceso de gestión de riesgo, políticas y procesos prudentes, para identificar, cuantificar, evaluar, vigilar, informar y controlar o mitigar los riesgos de mercado en un momento oportuno.
- **Principio 23 – Riesgo de tasa de interés en la cartera de inversión.** El supervisor verifica que los bancos cuenten con un adecuado sistema que permita identificar, cuantificar, evaluar, vigilar, informar y controlar o mitigar los riesgos de tasa de interés, de forma oportuna en cartera de inversión.
- **Principio 24 – Riesgo de liquidez.** El supervisor exige a los bancos requerimientos de liquidez prudentes y adecuados, dependiendo del perfil del riesgo del banco, así como la situación macroeconómica y de los mercados. Todo lo anterior, ante la necesidad de controlar el riesgo de liquidez a lo largo de un conjunto relevante de horizontes temporales.

- **Principio 25 – Riesgo operacional.** Este principio establece la verificación por parte del supervisor, que los bancos cuenten con un marco adecuado de gestión de riesgo operacional, que contemple su apetito por el riesgo, su perfil de riesgo y la situación macro económica y de los mercados. Esto incluye políticas y procesos prudentes para identificar, cuantificar, evaluar, vigilar, informar y controlar o mitigar el riesgo operacional en un momento oportuno.
- **Principio 26 – Control y auditoría internos.** El supervisor verifica que los bancos cuenten con adecuados controles internos, los cuales incluyan procedimientos claros sobre delegación de autoridad y atribuciones; separación de las funciones que implican compromisos del banco, desembolso de sus fondos, contabilidad de sus activos y el cumplimiento de los Principios Básicos, para lograr una supervisión bancaria eficaz y mantener un entorno operativo correctamente controlado.
- **Principio 27 – Información financiera y auditoría externa.** Este principio establece que los bancos y grupos bancarios se encuentran sujetos a revisión por parte de los supervisores y auditoría externa, en cuanto a sus sistemas de buen gobierno y funciones, mostrando registros adecuados y fiables en los estados financieros, conforme a las políticas y prácticas contables ampliamente aceptadas a escala internacional.
- **Principio 28 – Divulgación y transparencia.** El supervisor verifica que los bancos publiquen información regularmente, en base consolidada y cuando corresponda, de fácil acceso y que refleje razonablemente su situación financiera, resultados, exposiciones al riesgo, estrategias de gestión de riesgo, políticas y procesos de gobierno corporativo.
- **Principio 29 – Utilización abusiva de servicios financieros.** El supervisor verifica que los bancos cuenten con políticas y procesos adecuados, incluidas estrictas reglas de diligencia debida con la clientela, para promover normas éticas y profesionales de alto nivel en el sector financiero e impedir que el banco sea utilizado, intencionalmente o no, con fines lucrativos.

1.4 Basilea

Como se abordó con anterioridad, el comité de supervisión bancaria de Basilea surge en 1974, creado por los gobernadores del G-10, con la finalidad de establecer acuerdos y recomendaciones que permitieran fijar el capital básico que deben de tener los bancos, y así hacer frente a los riesgos que estas entidades asumen.

Los bancos centrales y supervisores desde 1988 han hecho recomendaciones de capital mínimo para establecer la solvencia en los bancos, con los acuerdos de Basilea I (1988), Basilea II (2004) Y Basilea III (que se pondrá en vigor, a partir de 2013).

Por las características del negocio a lo largo de la historia, en 1988 se fijó el primer acuerdo de Basilea; Basilea I, el cual estableció una definición para el capital regulatorio y un sistema de

ponderación que permitió fijar la cantidad mínima de capital, para hacer frente a los posibles riesgos relacionados con los activos ponderados¹³.

Dicho sistema de ponderación establecía como principal riesgo, el riesgo de crédito y se calculaba agrupando las exposiciones de riesgo en 5 categorías, asignándole una ponderación a cada categoría (0%, 10%, 20%, 50% y 100%), en donde la suma de riesgos ponderados formaba los activos de riesgo. Por lo cual en el primer acuerdo de Basilea se establece que el capital mínimo requerido para las instituciones bancarias fuera del 8% del total de los activos de riesgo (crédito, mercado y tipo de cambio sumados), entrando en vigor en más de 130 países y fortaleciendo considerablemente al sistema bancario.

Sin embargo, dado que el primer acuerdo de Basilea contenía limitaciones, en 1996 se establece una enmienda, la cual sirve para incorporar la medición del riesgo de mercado en los tratados de Basilea.

1.4.1 Modificación de 1996

En 1988 el primer tratado de Basilea establecía como principal factor de riesgo, el riesgo de crédito, por lo cual en su implementación se fijó un requerimiento mínimo de capital que pudiera hacer frente y cubrir en medida este factor. Ante dicha limitación, en 1996 el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea elaboró un paquete de propuestas llamado enmienda de 1996, la cual sugiere una modificación al primer acuerdo de Basilea, que permitiera la aplicación de cargos al capital y de esta manera hacer frente a los riesgos de mercado, en la que los bancos se encontraban expuestos.

La enmienda de 1996, estableció una medida que permitiera a los bancos fijar o proporcionar un colchón explícito de capital para los riesgos de mercado, originados principalmente por las tasas de interés, tipo de cambio y por las fluctuaciones en los precios, ya sea dentro y fuera del balance que resulta por el movimiento de los precios de mercado, particularmente a aquellos que surgen de sus actividades de la cartera de valores. Los riesgos cubiertos por la enmienda de 1996, fueron:

- Los riesgos en la cartera de valores de deuda e instrumentos de acciones
- Contratos relativos fuera de balance
- Riesgo de cambio extranjero y de mercancías.

Esta nueva modificación sirvió como base para el nuevo acuerdo de Basilea y además, para establecer un sistema de Supervisión Bancario más Eficaz, en el que se implementaron mejores sistemas de evaluación como lo fue *“backtesting” (prueba de respaldo), la cual es una nota técnica que de manera conjunta trabaja con los modelos internos, para así testear los modelos utilizados por los bancos y medir sus riesgos de mercado.*

“El Nuevo Marco de Capital contempla enfoques simples o estandarizados y enfoques y modelos internos más complejos de medición y gestión de los riesgos de crédito, de mercado y operacional.”¹⁴

¹³ Los activos ponderados son operaciones activas que están relacionadas al tipo de cambio, crédito y de mercado.

¹⁴ Günther Held . Noviembre de 2007. Nuevo marco de capital para la banca: alcances a su implantación en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. Serie política fiscal. Naciones Unidas, CEPAL. División de desarrollo Económico. Pág. 6.

Para fortalecer lo anterior, en Junio de 1999 se comenzó a hablar de un nuevo acuerdo y reemplazar así, el de 1988. Este nuevo acuerdo se basaría en 3 pilares: a) nuevos requisitos de capital mínimo, b) la revisión del supervisor, del proceso de evaluación interno de las instituciones y del cumplimiento de los requisitos de capital mínimo y c) la regulación en el mercado.

1.5 Basilea II

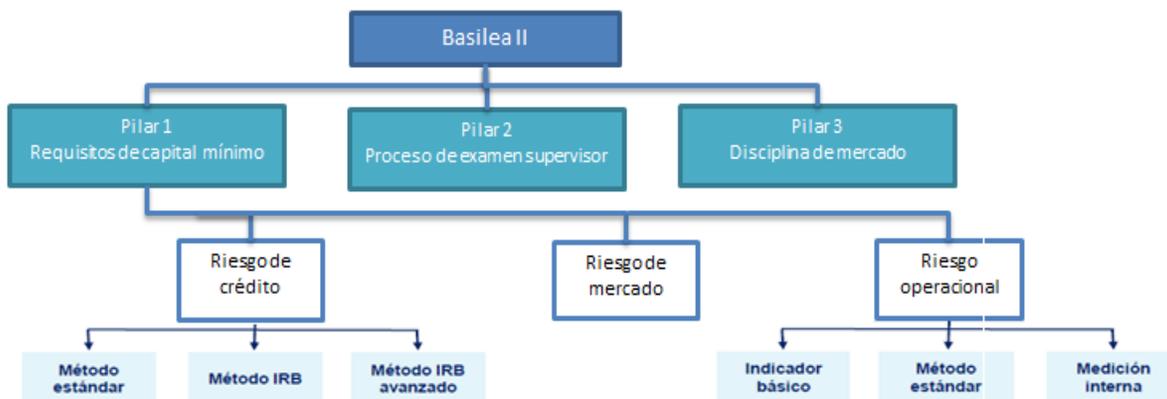
Basilea II nace a partir del acuerdo: “Convergencia internacional de medidas y normas de capital-Marco Revisado”¹⁵, pues al ser compilado con la enmienda de 1996 (Base de la exigencia de capital mínimo por riesgo de mercado), se establecen los nuevos requerimientos de capital mínimo, reemplazándose así los acuerdos de 1988 y las modificaciones en la exigencia de capital mínimo por riesgo de crédito, los cuales conformaban Basilea I.

En 2004 es aprobado el acuerdo de Basilea II por el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, en el cual se expande de manera más concisa la medición de los activos ponderados por riesgo, permitiendo a las entidades bancarias establecer calificaciones de riesgos basadas en sus modelos internos, siempre y cuando estuviesen aprobadas por el comité de supervisión

El acuerdo de Basilea II se caracteriza por tomar vínculos más precisos al conformar los requisitos de capital mínimo, pues identifica riesgos que no fueron considerados en Basilea I, además de contar con enfoques más sensibles a los riesgos de distintas categorías que integran el capital. Estos enfoques se encuentran dentro de los tres pilares, brindando una mayor flexibilidad que permite acomodar mejoras en innovaciones financieras y un mayor margen de protección ante las crisis bancarias.

El nuevo enfoque propuesto por **Basilea II** se presenta de la siguiente forma:

Esquema1.5.A.
Estructura de Basilea II



Esquema de elaboración propia a partir de: Rubén Marasca, María Figueroa, Darío Stefanelli y Ana María Indri. Diciembre 2003. Basilea II: Hacia un nuevo esquema de medición de riesgos. Superintendencia de Entidades Financieras y Cambiarias. Gerencia de Análisis del Sistema.

¹⁵ Publicación conocida como Basilea II, emitida por el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea en Junio de 2004.

Nuevamente el acuerdo de Basilea II establece al menos el 8% de capital mínimo requerido para las instituciones bancarias, sobre el total de los activos de riesgo, tanto para los registrados en el balance y las cuentas expuestas fuera del balance, pues su principal objetivo radica en mejorar las evaluaciones que efectúen los bancos sobre los riesgos, de tal forma que la propuesta cambio la medición de los activos en riesgo sobre los conceptos de riesgos crediticios y tratamiento explícito del riesgo operativo. En el siguiente cuadro podemos apreciar el cálculo de Capital Mínimo.

Esquema1.5.B.
Cálculo de Capital Mínimo.



Esquema de elaboración propia a partir de: Rubén Marasca, María Figueroa, Darío Stefanelli y Ana María Indri. Diciembre 2003. Basilea II: Hacia un nuevo esquema de medición de riesgos. Superintendencia de Entidades Financieras y Cambiarias. Gerencia de Análisis del Sistema.

Adicionalmente esta nueva propuesta incorpora métodos de evaluación estándar, basados en las calificaciones internas de tipo básica y avanzada como se abordan en el pilar I, para los requerimientos de riesgo operativo y crediticio. No obstante en el ámbito de mercado se preserva el tratamiento de riesgo, conforme a la enmienda realizada de 1996. En comparación con Basilea I, los requerimientos del nuevo acuerdo se establecen de la siguiente manera:

Esquema 1.5.C.
Cuadro comparativo de Basilea I y Basilea II.

	Basilea I	Basilea II
Queda igual	Ratio de Capital Mínimo: 8%	Ratio de Capital Mínimo: 8%
	Definición de Capital ⁵ : Tier 1 + Tier 2	Definición de Capital ⁵ : Tier 1 + Tier 2
	Riesgo de Mercado: según Enmienda de 1996	Riesgo de Mercado: según Enmienda de 1996
Cambia	Denominador: Los activos son ponderados de acuerdo a grandes categorías de riesgo de crédito	Denominador: Para riesgo de crédito, los activos son ponderados de acuerdo con: 1) calificaciones de agencias externas en mayor cantidad de categorías de riesgos 2) modelos internos de los bancos
Nuevo		Riesgo operativo en el denominador
		Pilar II: Proceso de Supervisión Bancaria
		Pilar III: Disciplina de Mercado

Esquema de elaboración propia a partir de: Rubén Marasca, María Figueroa, Darío Stefanelli y Ana María Indri. Diciembre 2003. Basilea II: Hacia un nuevo esquema de medición de riesgos. Superintendencia de Entidades Financieras y Cambiarias. Gerencia de Análisis del Sistema.

Entre los objetivos que busca Basilea II, se destacan:

- Definir capitales mínimos regulados en base a criterios más sensibles de riesgo.
- Lograr transparencia en la información.
- Promover la seguridad y la salud de los sistemas financieros.
- Fomentar en la competencia igualdad de condiciones.
- Mejorar la Supervisión bancaria y establecer así un performance eficaz en los procesos bancarios.

Para lograr los objetivos mencionados Basilea II se basa en los 3 pilares.

1.5.1 Pilar I. Requerimientos mínimos de capital

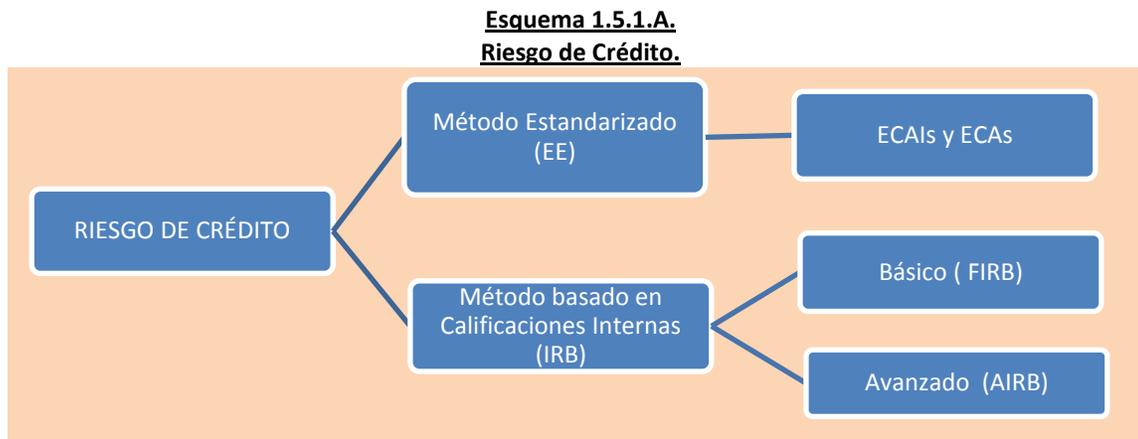
EL Pilar I puede considerarse una extensión del Primer Acuerdo de Capital de 1998. Este pilar aborda los requisitos de capital que originan los tres principales riesgos que enfrentan los bancos:

- a) Riesgo de Crédito.
- b) Riesgo de Mercado.
- c) Riesgo Operativo.

Para obtener el requerimiento Mínimo de Capital se calculan los activos ponderados por su riesgo. El nuevo acuerdo establece un ajuste más sensible conforme al cambio de perfil de riesgo en las entidades bancarias, por medio de los nuevos criterios de evaluación.

Riesgo de Crédito

Basilea II define dos metodologías para el cálculo de riesgo; Método Estandarizado (EE) Y Método basado en calificaciones internas (IRB).



Esquema de elaboración propia, a partir de Información extraída de la página oficial de Banco de Pagos Internacionales Junio 2006. Convergencia internacional de medidas y normas de capital. Basilea (Suiza). Press & Communications. ISBN: 92-9197-559-1 (en línea).

El Método Estandarizado (EE). Es similar al acuerdo de Basilea I, pero introduce más categorías de riesgo, en donde se establecen ponderaciones fijas según las categorías, tomándose así para su cálculo las exposiciones netas de provisiones específicas. La evaluación del riesgo de crédito es elaborada por agencias calificadoras externas de la medición ECAI (External Credit Assessment Institutions) y por organismos de crédito a la exportación ECA (Export Credit Agency), admitidos por la supervisión.

Cada banco debe seleccionar la ECAI que utilizará y en caso de que utilicen más de una, se deberán ajustar a los siguientes criterios:

- 1) Dos evaluaciones: Se utilizará la ponderación de riesgo más alta.
- 2) Más de dos evaluaciones: Se considera la ponderación más alta de las dos más bajas.

En dado caso de que algún banco no contará con calificación, puede tomar la calificación de otro título con la calificación del mismo emisor, siempre y cuando tenga características similares.

Método basado en Calificaciones Internas (IRB).

El Método basado en Calificaciones Internas IRB o A-IBR (Abreviación de Advanced Internal Ratings-Based), es uno de los aspectos que innovó Basilea II. Este método se diferencia del método estándar, a partir de que las valuaciones internas a los principales factores de riesgo emitidas por los bancos, actúan como argumentos determinantes para el cálculo de la exigencia de capital mínimo.

El Método de IBR se basa en dos variantes, Método Básico (FIRB) y Método Avanzado (AIRB). El método AIRB, permite a los bancos más sofisticados utilizar sus propios mecanismos de evaluación

del riesgo y realizar sus propias estimaciones, para así estimar todos los indicadores cuantitativos que requieren las ecuaciones desarrolladas por el Comité de Basilea.

En cuanto al Modelo FIBR permite a los bancos menos sofisticados, estimar sólo la probabilidad de incumplimiento o default, para cada activo. Los otros indicadores y ecuaciones son provistos por el comité de Basilea. La siguiente tabla muestra el cálculo de riesgo de crédito, IBR:



Esquema de elaboración propia, a partir de : Rubén Marasca, María Figueroa, Darío Stefanelli y Ana María Indri. Diciembre 2003. Basilea II: Hacia un nuevo esquema de medición de riesgos. Superintendencia de Entidades Financieras y Cambiarias. Gerencia de Análisis del Sistema.

Cabe señalar que antes de que se implementará Basilea II, muchas entidades Bancarias gestionaban el riesgo crediticio en función de la pérdida esperada, para determinar su nivel de provisiones frente a incumplimientos. El nuevo acuerdo de Basilea II se basa en una nueva medida llamada RWA (Risk Weighted Assets), la cual no toma como referencia la media, sino al cuantil elevado de la distribución de pérdida esperada, a través de una aproximación basada en la distribución normal.

Sus indicadores cuantitativos del Método IBR, están conformados por:

- a. Probabilidad de incumplimiento (PD. Probability of default), mide la probabilidad de incumplimiento de pagos por parte del prestatario, en un tiempo determinado.
- b. Pérdida en caso de incumplimiento (LGD. Loss given Default), calcula la proporción de la exposición a la pérdida en caso de producirse incumplimiento.
- c. Exposición al incumplimiento (EAD. Exposure at default), esta exposición se calcula para las posiciones que se encuentran dentro del balance, como para las que están fuera del balance. Este indicador se calcula como el monto legalmente adeudado al banco (bruto de provisiones y amortizaciones parciales). Respecto a los activos adquiridos a un precio distinto del

legalmente adeudado. La diferencia se considera “descuento/ premio” según el rango en el que se encuentre; mayor/ menor que el valor neto.

- d. Vencimiento efectivo (M. Maturity), se refiere al plazo de vencimiento económico a una exposición.

Riesgo de Mercado

El riesgo de mercado se define como el riesgo de pérdida derivado de los cambios en el precio de mercado en los activos (tanto los registrados en el balance como los emergentes de su exposición fuera de balance).

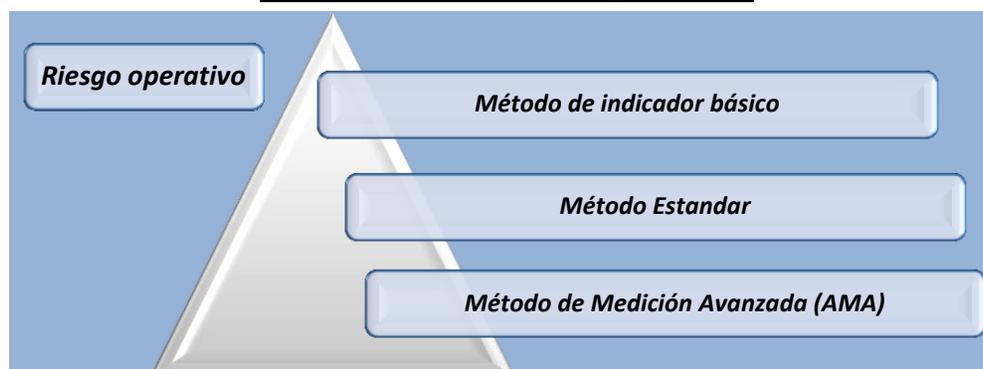
Con relación a Riesgos de Mercado Basilea II no contempla cambios en el acuerdo vigente, pues preserva las bases establecidas en la enmienda de 1996.

Riesgo de Operación

El riesgo operativo está definido como las pérdidas resultantes de procesos, personal o sistemas internos inadecuados o defectuosos o bien acontecimientos externos, como se muestran en las tablas de Clasificación de riesgos Operativos; 2.7.A.1, 2.7.A.2 y 2.7.A.3.

Basilea II define tres metodologías para el cálculo de riesgo operativo, los cuales son:

Esquema.1.5.1.C.
Modelos de valuación en el riesgo operativo.



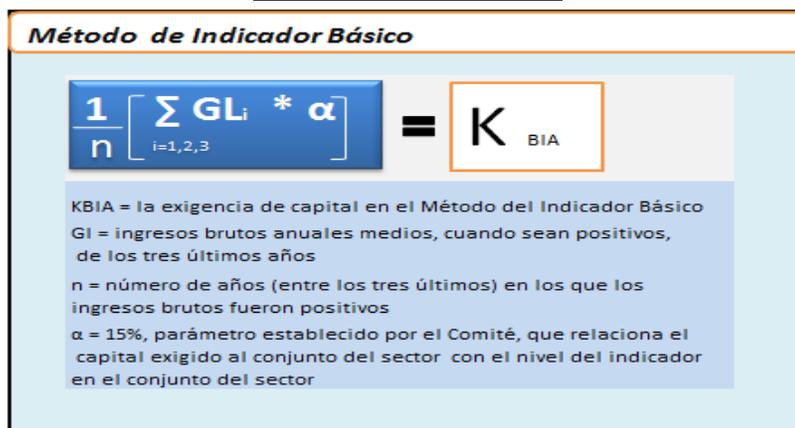
Esquema de elaboración propia, a partir de: David Pacheco López. Agosto 2009. Riesgo Operacional Conceptos y Mediciones. Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras Chile (SBIF). Dirección de Estudios y Análisis Financiero. Departamento de Estudios Unidad de Riesgos. Pag.8.

Aunque dichos esquemas de medición todavía no han alcanzado la madurez necesaria a comparación con los propuestos en riesgo de crédito, estos han promovido el desarrollo de técnicas más ajustadas en la medición de actividades y riesgos subyacentes en los bancos.

Método de Indicador Básico

El método de indicador básico propone cubrir el riesgo operativo con base a un capital equivalente a un porcentaje fijo, el cual es denominado como alfa. Este porcentaje se calcula a través del promedio de los ingresos brutos de los tres últimos años, multiplicados a su vez por un parámetro establecido por el Comité de Basilea. El cálculo de indicador básico para el requerimiento de capital puede expresarse de la siguiente manera

Esquema1.5.1.D.
Método de Indicador Básico



Esquema de elaboración propia a partir de: Banco de Pagos Internacionales. Junio 2006. Convergencia internacional de medidas y normas de capital. Basilea (Suiza). Press & Communications. ISBN: 92-9197-559-1 (en línea). pág. 160.

Método Estándar

Este método establece ocho líneas de negocio para calcular el riesgo operativo, en donde el nivel de requerimiento de capital se calcula multiplicando el ingreso bruto por un factor denominado Beta -β, que se asigna a cada línea. El ingreso bruto de cada línea es un indicador que permite aproximar el volumen de operaciones en un banco y en consecuencia su nivel de riesgo operativo.

Los factores β para cada línea se encuentran expresados de la siguiente forma:

Esquema1.5.1.E.
Factores Beta.

LINEA DE NEGOCIO	FACTOR - β	LINEA DE NEGOCIO	FACTOR - β
Finanzas corporativas	18%	Liquidación y pagos	18%
Negociación y ventas	18%	Servicios de agencia	15%
Banca Minorista	12%	Administración de activos	12%
Banca comercial	15%	Intermediación minorista	12%

Cuadro de elaboración propia a partir de: Banco de Pagos Internacionales. Junio 2006. Convergencia internacional de medidas y normas de capital. Basilea (Suiza). Press & Communications. ISBN: 92-9197-559-1 (en línea). Pág. 162.

El requerimiento de capital se calcula por la suma simple de valores ponderados, como se muestra a continuación:

Esquema 1.5.1.F.
Método Estándar

Método Estándar

$$\left\{ \sum_{\text{años 1-3}} \max[\Sigma(GL_{1-8} * \beta_{1-8}), 0] \right\} / 3 = K_{TSA}$$

KTSA = la exigencia de capital en el Método Estándar
GL1-8 = los ingresos brutos anuales de un año dado, como se define en el Método del Indicador Básico, para cada una de las ocho líneas de negocio
 β 1-8 = un porcentaje fijo, establecido por el Comité, que relaciona la cantidad de capital requerido con el ingreso bruto de cada una de las ocho líneas de negocio.

Cuadro de elaboración propia a partir de: Banco de Pagos Internacionales. Junio 2006. Convergencia internacional de medidas y normas de capital. Basilea (Suiza). Press & Communications. ISBN: 92-9197-559-1 (en línea). Pág. 162.

Método de Medición Avanzada (AMA)

Este método es utilizado por los bancos más sofisticados, pues el riesgo operativo es determinado por un sistema interno de medición propio de la entidad, mediante el cual aplican criterios cuantitativos y cualitativos, los cuales son revisados por la autoridad de supervisión.

Los criterios mínimos para el modelo de Medición Avanzada (AMA), son:

- 1) Su directorio o alta dirección se encuentran altamente involucrados en la vigilancia de su política de gestión de riesgo operativo.
- 2) Posee un sistema de gestión de riesgo operativo conceptualmente sólido y aplicado en su integridad.
- 3) Cuenta con recursos suficientes para aplicarlo en las principales líneas de negocio, así como en las áreas de control y auditoría.

Este sistema debe ser verificado por autoridades internas y externas del banco y por el supervisor, mostrando que el método a realizar es comparable al exigido en el método IRB de riesgo de crédito. Cabe señalar que dependiendo de la debilidad y fortalezas en la medición de riesgo operativo de una entidad, el supervisor tiene la facultad de autorizar parcialmente el método AMA para ciertas áreas y en las otras en las que se muestra menos calidad en el cálculo de riesgo, establecer el método de indicador básico o estándar.

1.5.2 Pilar II. Procesos de supervisión

El Pilar II Exige a los supervisores Nacionales incrementar el nivel de prudencia en los bancos, requiriéndose así la capacidad de estos para validar en buena forma los métodos estadísticos que exigen a los bancos el buen cumplimiento de los parámetros establecidos en el Pilar I.

Para realizar una adecuada auditoria, los bancos estarán obligados a almacenar datos de información respectivamente largos, que comprendan un período de 5 a 7 años, además de superar pruebas de “stress testing”

Este principio da la facultad a los supervisores de establecer la suficiencia en los niveles de fondos Bancarios, mediante cuatro principios básicos, los cuales otorgan la facultad de fiscalización y exigencia en medidas correctivas cuando fuere necesario, y en su caso intervenir en las entidades bancarias que no cumplan con los requerimientos de capital mínimos.

Los cuatro principios básicos identificados por el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, constituyen un complemento de los principios enunciados en “Principios Básicos para una supervisión bancaria eficaz”. Los principios enunciados del nuevo acuerdo son:

- 1) Los bancos deberían contar con un proceso para evaluar la suficiencia de capital total en función de su perfil de riesgo y con una estrategia de mantenimiento de su nivel de capital.
- 2) Los supervisores deberían examinar las estrategias y evaluaciones internas de la suficiencia de capital de los bancos, así como la capacidad de estos para vigilar y garantizar su propio cumplimiento de los coeficientes de capital regulador. Las autoridades supervisoras deberán intervenir cuando no queden satisfechas con el resultado de este proceso
- 3) Los supervisores deberían tener expectativas de que los bancos operen por encima de los coeficientes mínimos de capital requerido y deberían tener la capacidad de exigirles que mantengan capital por encima del mínimo.
- 4) Los supervisores deberían de intervenir con prontitud a fin de evitar que el capital descienda por debajo de los niveles mínimos requeridos para cubrir las características de riesgo de cada banco en particular. Asimismo, deberían exigir la inmediata adopción de medidas correctivas si el capital no se mantiene en el nivel requerido o no se restaura a ese nivel.

1.5.3 Pilar III. Disciplina de mercado

Este pilar establece los requerimientos de divulgación de la información, teniendo como principal objetivo permitir a los participantes del mercado obtener una buena información del banco, que permita calcular su perfil de riesgo, en mayor medida cuando los bancos son los responsables de emitir su propia evaluación en estimación de riesgos.

Las normas de transparencia y la publicación periódica de información que contiene la exposición de los riesgos bancarios, persiguen como principal objetivo los siguientes factores:

- 1) Generar la buena práctica bancaria y la homogeneización internacional.
- 2) Encontrar una reconciliación de los puntos de vista financiero, contable y en gestión de riesgo, sobre la base de información de las entidades.

- 3) Lograr la transparencia financiera, a través de la homogeneización de los informes publicados por los bancos.

1.5.4 Principios de Basilea II

Basilea II establece 25 principios básicos para una correcta Supervisión Bancaria Efectiva. Dichos principios se muestran en comparación con los 29 principios básicos actuales de Basilea III, en el capítulo 2, apartado 2.2.1 del presente trabajo.

Capítulo 2.

La evolución e instrumentación en el riesgo operacional

2.1 Introducción

Como se abordó con anterioridad, el acuerdo de Basilea II pretendía incorporar en sus normas un esquema más amplio de metodologías que permitiera realizar un mejor cálculo de capital mínimo, más sensible al riesgo y apegado a las nuevas realidades financieras, añadiéndose así en sus cálculos un nuevo factor que no consideraba Basilea I: El riesgo operacional. Además en sus principios básicos, Basilea II introdujo nuevas medidas de supervisión y transparencia, las cuales pretendían establecer a su vez una mayor regulación de estimación de riesgos, permitiéndose así ejercer en manos del banco una autorregulación o una regulación por parte de agencias calificadoras.

Debido a lo anterior, Basilea II fue considerado como un fuerte de defensa ante las posibles crisis financieras futuras. Sin embargo, el surgimiento de las burbujas inmobiliarias de los Estados Unidos (2006) y la quiebra Lehman Brothers Holdings (2007) trajeron consigo la explosión de la crisis financiera del 2008, ante la cual seguimos experimentando su impacto. Demostrándose así que no todo estaba dicho en cuanto a regulación bancaria y que los factores débiles de Basilea II fungieron como los principales causantes de esta crisis.¹⁶

Basilea II fue adoptada tras largas deliberaciones que dieron inicio desde el año 1999, representando un sistema de mucha mayor complejidad y sensibilidad al riesgo, pero que paradójicamente acabó creando a su vez nuevos riesgos, pues estos riesgos se introdujeron a partir del cálculo de capital mínimo¹⁷, ya que se incrementaron los factores en el cálculo de riesgos y el capital que servía para hacer frente a estos, permaneció de igual forma al primer acuerdo de Basilea con un TIER1¹⁸ del 4%.

¹⁶ El **economista.es**. EEUU- Tesoro inyecta 200.000 mln usd para Fannie Mae y Freddie Mac. 8 de Septiembre 2008. (Disponible en: <http://www.economista.es/empresas-finanzas/noticias/739114/09/08/EEUU-Tesoro-inyecta-200000-mln-usd-para-Fannie-Mae-y-Freddie-Mac.html> Consultado el: 5 de enero de 2017).

¹⁷ Publicación de Banco de Pagos Internacionales. Diciembre de 2010 (rev. junio de 2011). Basilea III: Marco regulador global para reforzar los bancos y sistemas bancarios. Basilea (Suiza). Press & Communications. ISBN: 92-9197-571-0 (en línea). Pág.13.

¹⁸ Publicación de Expansión.com. Eduardo Martínez Abascal. 12 de Octubre 2010. Basilea III: 'Core capital' y 'Tier 1'. (Disponible en: <http://www.expansion.com/2010/10/12/opinion/tribunas/1286912924.html> Consultado el: 5 de enero de 2017).

“El error de Basilea II es que, habiendo querido incorporar exhaustivamente al marco prudencial todos los riesgos financieros con la utilización de complejas formulaciones teóricas, cayó sin embargo en la trampa de 'olvidar' los riesgos colaterales que generaban sus propios pilares teóricos, a saber: el riesgo derivado de la autorregulación -agravada en el caso de la banca de inversión- y el riesgo derivado del conflicto de interés por parte de las agencias de calificación.”¹⁹

A lo anterior también se puede agregar los siguientes factores que contribuyeron a la crisis bancaria; ausencia de control respecto al exceso de liquidez en los mercados, la desactualización ante la implementación de riesgo operativo y transparencia, OTC²⁰ sin regulación, falta de indicadores de pruebas, la falta de pruebas de estrés (stress-test), el exceso de apalancamiento y la creación de nuevos instrumentos financieros como; MBS subprime estructurados en tramos, CDS (Collateralized default swaps), synthetic CDO (Collateralized Debt Obligations), entre otros.

Una consideración importante es que al permitir Basilea II que los bancos dejarán la estimación de riesgos en manos de agencias calificadoras o del propio banco, no se podía medir ni resolver de forma precisa el conflicto de interés inherente a sus prácticas operativas, pues en algunas circunstancias los bancos subcontrataban agencias calificadoras para su valoración de riesgos, en el método de valoración interna, razón por la cual en estas circunstancias los riesgos eran infravalorados, como lo sucedido en la crisis subprime y el caso de Lehman Brothers²¹ donde las calificaciones fueron indebidamente elevadas y las revisiones tardíamente manifestadas.

Debido a lo anterior y ante la necesidad de dar respuesta a los problemas suscitados de Basilea II, surge un nuevo marco de supervisión llamado Basilea III, el cual establece de forma directa un incremento en los controles externos de supervisión bancaria y agencias de calificación, además de proveer una mayor cantidad de reserva para el cálculo de Capital Mínimo con un mayor ratio TIER1²² y la incorporación de colchones de liquidez, entre otras medidas que fortalecen el sistema bancario.

2.2 Basilea III

Los bancos centrales y supervisores desde 1988 han hecho recomendaciones de capital mínimo para establecer la solvencia en los bancos, con los acuerdos de Basilea I (1988), Basilea II (2004) Y Basilea III (que se puso en vigor a partir del presente año 2013).

¹⁹ Revista en línea AUSBANC. Luis Pineda.2011. La Junta Europea de Riesgo Sistémico y las Autoridades de Supervisión Europea. El nuevo marco europeo de la supervisión financiera. AUSBANC. Marzo 2011. No. 249. Pág. 4, Párrafo 6.

²⁰ Los mercados OTC son mercados organizados, donde la negociación se hace directamente entre las partes. La llevan a cabo compañías que no cotizan en la bolsa, estableciendo un contacto directo con los inversores, sociedades de riesgo, agencias de valores, asesores privados, entre otros.

²¹ Organismo internacional formado en 1999 por agrupaciones internacionales de reguladores y supervisores, bancos centrales y autoridades nacionales encargadas de la estabilidad financiera.

²² TIER1. Es el capital Core, o núcleo de un banco. Se compone de un capital básico representado por las acciones ordinarias y por las utilidades retenidas.

Basilea III surge a partir de las iniciativas promovidas por el Foro de Estabilidad Financiera²³ (FBS) y el grupo G-20²⁴ donde establecen las bases para fincar los acuerdos de capital mínimo que debería tener una entidad bancaria, con la finalidad de reforzar la solvencia y liquidez de las entidades de crédito.

Como se mencionó anteriormente, a raíz del descontrol de las crisis financieras, las cuales evidenciaron la necesidad de fortalecer la regulación, supervisión y gestión de riesgos del sector financiero, provocaron que el Comité de Basilea estableciera en el año 2008 las primeras bases para el acuerdo de Basilea III. Sin embargo, en septiembre de 2009 es cuando se lleva a cabo el acuerdo del marco regulatorio y para diciembre de 2009 se publican las propuestas de Basilea III, vía documentos consultivos. Dichos documentos consultivos establecen la base de respuesta hacia la crisis financiera y forman parte de las iniciativas mundiales, las cuales pretenden fortalecer el sistema de regulación financiero.

La primera revisión de Basilea III se llevó a lo largo de Basilea II en el 2009, para entrar en ejecución a partir del 31 de diciembre de 2010. Dicho acuerdo establece la creación de una reserva de mayor calidad y una reserva obligatoria durante periodos buenos del ciclo económico, aumento en el capital y la creación de un ratio de des apalancamiento. Todo lo anterior con la finalidad de asegurar la estabilidad financiera internacional.

²³ Organismo internacional formado en 1999 por agrupaciones internacionales de reguladores y supervisores, bancos centrales y autoridades nacionales encargadas de la estabilidad financiera.

²⁴ G-20 es un foro formado en 1999 por 19 países miembros (Alemania, Canadá, India, Rusia, Arabia Saudita, China, Indonesia, Japón, Argentina, República de Corea, Italia, Sudáfrica, Australia, Estados Unidos, México, Turquía, Brasil, Francia, Reino Unido) y la Unión Europea, con la finalidad de propiciar la estabilidad financiera internacional.

**Esquema 2.2.A.
Cronología de Basilea III.**

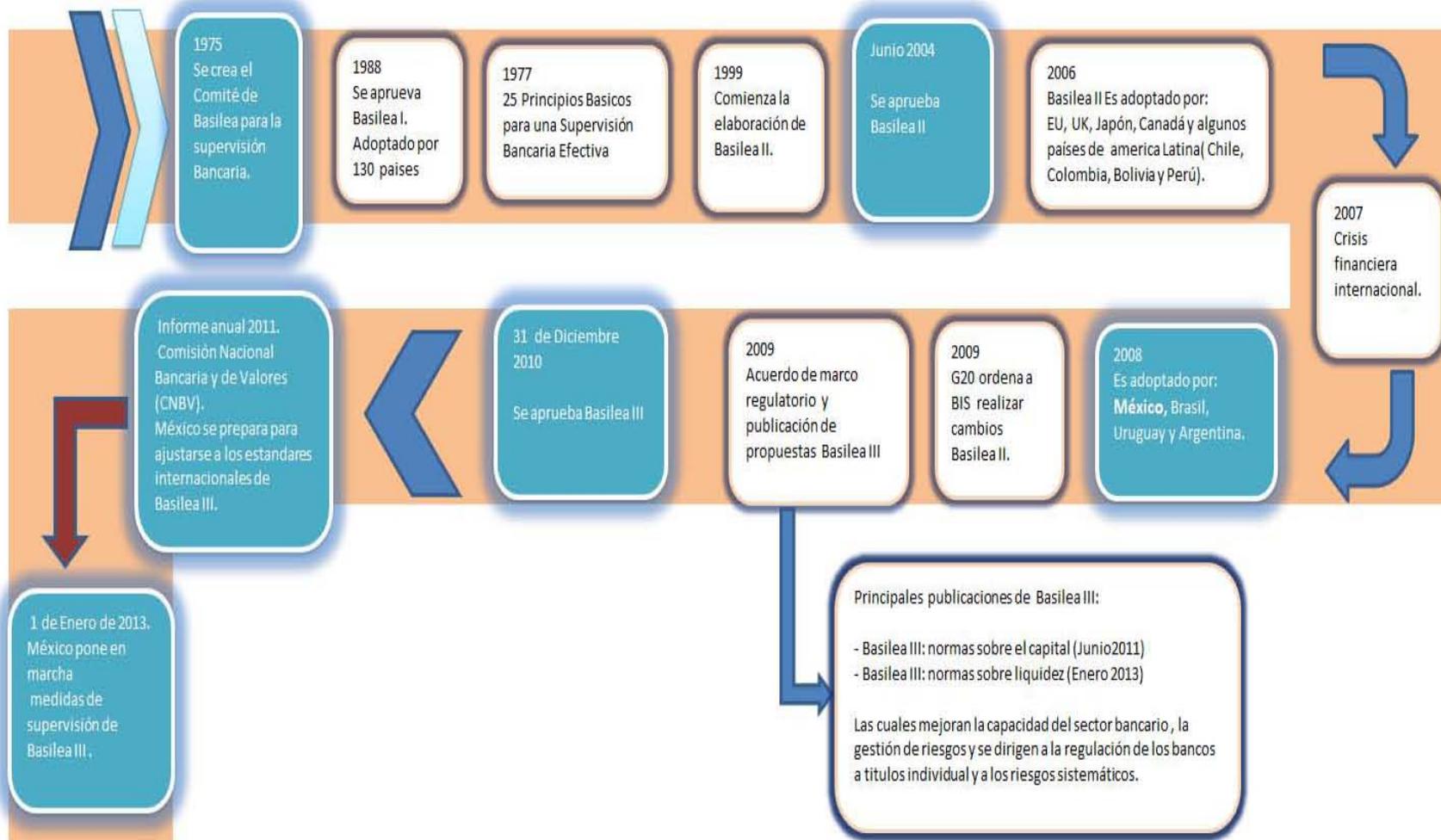


Tabla de elaboración propia con información obtenida a lo largo de la investigación.

2.2.1 Principios Básicos

Como se abordó en el capítulo 1, Basilea II constaba de 25 principios básicos para una supervisión bancaria efectiva. Sin embargo, la evolución del negocio y las crisis bancarias hicieron que el Comité de Basilea III publicara en Diciembre de 2011 los 29 Principios Básicos²⁵ para una supervisión bancaria eficaz. Estos principios Básicos se encuentran estructurados en dos grupos; Principios del 1 al 13, para las potestades, atribuciones y funciones de los supervisores. Y del 13 al 29 para los principios básicos de Supervisión Bancaria Efectiva (BCP).

Tabla 2.2.C.1. Cuadro comparativo de Basilea II y Basilea III

Estructura revisada	Estructura de 2006
Potestades, atribuciones y funciones de los supervisores	
PB 1: Atribuciones, objetivos y potestades	PB 1: Objetivos, independencia, potestades, transparencia y cooperación
PB 2: Independencia, rendición de cuentas, recursos y protección legal de los supervisores	
PB 3: Cooperación y colaboración	
PB 4: Actividades permitidas	PB 2: Actividades permitidas
PB 5: Criterios para la concesión de licencias	PB 3: Criterios para la concesión de licencias
PB 6: Cambio de titularidad de participaciones significativas	PB 4: Cambio de titularidad de participaciones significativas
PB 7: Adquisiciones sustanciales	PB 5: Adquisiciones sustanciales
PB 8: Enfoque supervisor	PB 19: Enfoque supervisor
PB 9: Técnicas y herramientas de supervisión	PB 20: Técnicas de supervisión
PB 10: Informes de supervisión	PB 21: Informes de supervisión
PB 11: Potestades correctivas y sancionadoras del supervisor	PB 23: Potestades correctivas del supervisor
PB 12: Supervisión consolidada	PB 24: Supervisión consolidada
PB 13: Relación entre el supervisor de origen y el de destino	PB 25: Relación entre el supervisor de origen y el de destino

²⁵ Publicación de Banco de Pagos Internacionales. Octubre 2006. Principios Básicos para una supervisión bancaria eficaz. Basilea (Suiza). Press & Communications. ISBN 92-9197-558-3.

Tabla 2.2.C.2. Cuadro comparativo de Basilea II y Basilea III

Estructura revisada	Estructura de 2006
Regulaciones y requisitos prudenciales	
PB 14: Gobierno corporativo	
PB 15: Proceso de gestión del riesgo	PB 7: Proceso para la gestión del riesgo
PB 16: Suficiencia de capital	PB 6: Suficiencia de capital
PB 17: Riesgo de crédito	PB 8: Riesgo de crédito
PB 18: Activos dudosos, provisiones y reservas	PB 9: Activos dudosos, provisiones y reservas
PB 19: Concentración de riesgos y límites de exposición a grandes riesgos	PB 10: Límites de exposición a grandes riesgos
PB 20: Transacciones con partes vinculadas	PB 11: Posiciones con partes vinculadas
PB 21: Riesgo país y riesgo de transferencia	PB 12: Riesgo país y riesgo de transferencia
PB 22: Riesgo de mercado	PB 13: Riesgos de mercado
PB 23: Riesgo de tasa de interés en la cartera de inversión	PB 16: Riesgo de tipos de interés en la cartera de inversión

Estructura revisada	Estructura de 2006
PB 24: Riesgo de liquidez	PB 14: Riesgo de liquidez
PB 25: Riesgo operacional	PB 15: Riesgo operacional
PB 26: Control y auditoría internos	PB 17: Control y auditoría internos
PB 27: Información financiera y auditoría externa	PB 22: Contabilidad y divulgación
PB 28: Divulgación y transparencia	
PB 29: Utilización abusiva de servicios financieros	PB 18: Utilización abusiva de servicios financieros

Tablas extraídas a partir de: Banco de Pagos Internacionales. Octubre 2006. Principios Básicos para una supervisión bancaria eficaz. Basilea (Suiza). Press & Communications. ISBN 92-9197-558-3.

El principal objetivo de los 29 principios Básicos es resaltar la diferencia entre lo que hacen los supervisores y lo que se espera realicen los bancos, logrando una mejor práctica en la supervisión bancaria. Estos principios Básicos de Basilea se encuentran descritos en el capítulo 1, sección 1.3 del presente trabajo, sin embargo es de importancia identificar los cambios y como se encuentran estructurados dentro de esta regulación, como se muestran a continuación:

Esquema 2.2.C.2.
Modificación de los Principios Básicos (PB). Basilea II y Basilea III.

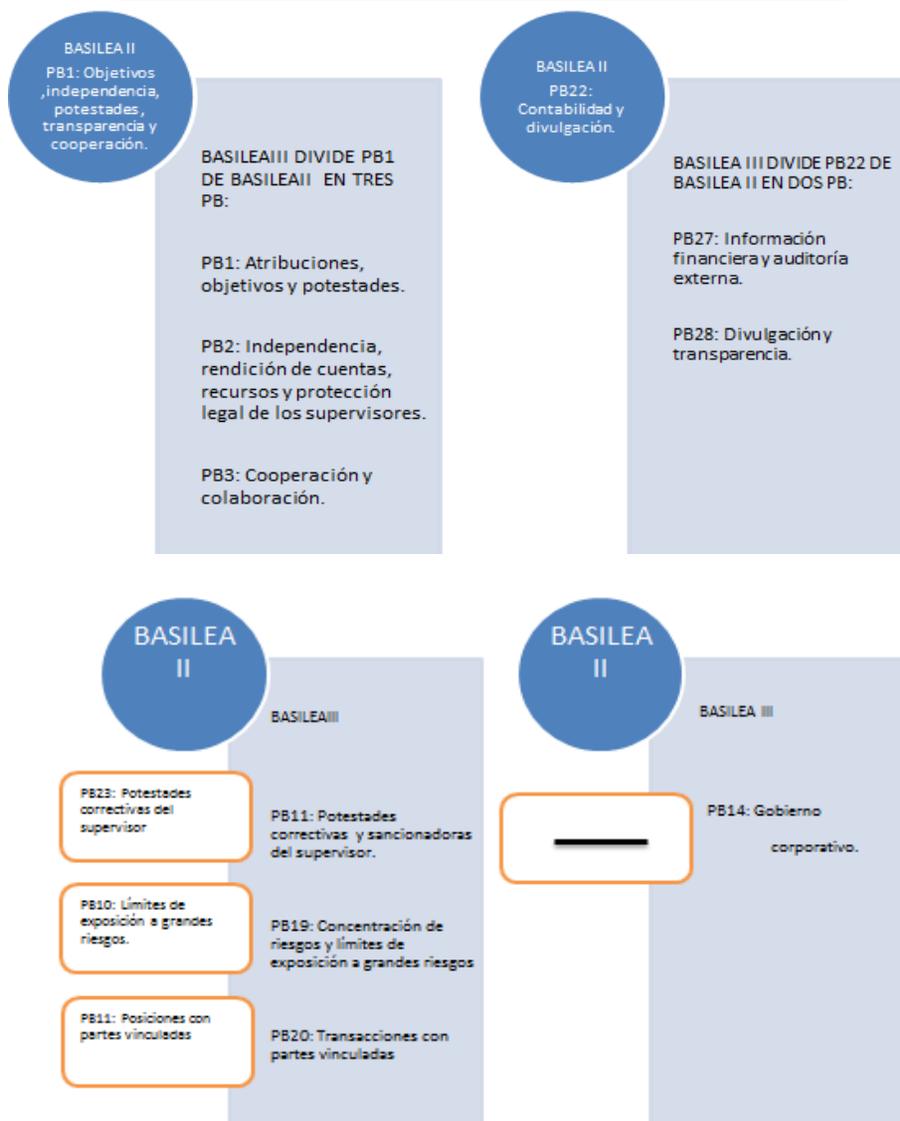


Tabla de elaboración propia, a partir de: Banco de Pagos Internacionales. Octubre 2006. Principios Básicos para una supervisión bancaria eficaz. Basilea (Suiza). Press & Communications. ISBN 92-9197-558-3.

El resto de los Principios Básicos permanecen con la misma estructura, solamente se encuentran agrupados bajo las atribuciones y funciones de los supervisores, y de la Supervisión Bancaria Efectiva (BCP).

Además, con el objetivo de fortalecer la solvencia en el sistema bancario, el nuevo acuerdo de Basilea III establece dentro de su regulación una serie de nuevas medidas que permitan desarrollar un capital con mayor calidad y liquidez. A groso modo, dichas medidas se presentan en la siguiente tabla:

Esquema 2.2.D.
Medidas de Solvencia, Basilea III.



Tabla de elaboración propia a partir de: Rodríguez de Codes Elorriaga Elena, Julio 2011. Las nuevas medidas de Basilea III en materia de capital. Dialnet OIA Articles.

Estas medidas se describirán posteriormente en el presente trabajo, ya que se planean implementar de forma gradual, durante un periodo amplio transitorio, pues son de mayor complejidad y se espera que el periodo abarque del 1 de enero de 2013 al 1 de enero de 2019.

2.3 Lineamientos normativos

Actualmente el comité de Supervisión Bancaria de Basilea y su órgano de vigilancia GHOS²⁶ han implantado un conjunto de medidas que buscan fortalecer la solvencia del sistema bancario. Este conjunto de medidas se les conoce como acuerdo de Basilea III.

²⁶ GHOS: Órgano de vigilancia conformado por Gobernadores y Jefes de Supervisión del comité de Supervisión Bancaria de Basilea.

El acuerdo de Basilea III establece en sus principales medidas, los siguientes cambios:

Pilar I

Aumentar la calidad del capital, con lo cual se planea una mayor absorción de posibles pérdidas. Para lograr esta medida Basilea III establece como prioridad, conformar un capital basado en mayor proporción por capital ordinario o básico, el cual está compuesto por acciones comunes y utilidades retenidas.

**Esquema 2.3.A.
Nivel de Capital. Basilea III.**

CAPITAL	CAMBIOS
Capital de Nivel 1	El capital de Nivel 1 se encuentra incluido por capital ordinario, utilidades retenidas y otros instrumentos, que a su vez tengan la capacidad de absorber pérdidas mientras la institución aún es solvente.
Capital de Nivel 2	El capital de Nivel 2 está constituido por primas de emisión, instrumentos emitidos por; el banco, filiales y terceros, que cumplan los criterios para su inclusión en el capital de Nivel 2 y que no estén incluidos en el capital de Nivel 1. El capital de Nivel 2 continuará absorbiendo pérdidas cuando la institución sea insolvente y tenga que liquidarse; consistirá básicamente de deuda subordinada.
Capital de Nivel 3	El capital de Nivel 3 no se contemplará.

Tabla de elaboración propia a partir de: Banco de Pagos Internacionales. Diciembre de 2010 (rev. junio de 2011). Basilea III: Marco regulador global para reforzar los bancos y sistemas bancarios. Basilea (Suiza). Press & Communications. ISBN: 92-9197-571-0 (en línea).

Aumentar los niveles de requerimiento del capital, con lo cual se planea crear una mayor estabilidad financiera y fortalecer la solvencia de las entidades. Para lograr esta medida, Basilea III exige mayor capital a las instituciones bancarias de la siguiente manera:

- Elevación del requerimiento mínimo de **capital ordinario de 2% a 4.5%**.
- Se elevará el requerimiento de **capital de Nivel 1 de 4% a 6%**.
- *Se lleva a cabo la construcción de **colchones de capital***. Esta medida establece la creación de fondos de capital por parte de las instituciones bancarias, en periodos económicos favorables y estables, para así hacer frente a los posibles momentos de estrés. Los **colchones de capital** están conformados por: **colchón de conservación**, los cuales deberán mantener un capital por encima del requerimiento mínimo obligatorio, y por **colchón anticíclico**, el cual se sumará al colchón de conservación.
- Incorporación de cargas adicionales por riesgo.

Esquema 2.3.B
Capital Regulatorio. Basilea III.

	AÑO	Capital Básico (Common Equity)			Capital Nivel 1 (TIER 1)		Capital Regulatorio		Macroprudencial	
	año	Mínimo	Colchón de conservación	Exigido	Mínimo	Exigido	Mínimo	Exigido	Colchón anticíclico	Adicional a SIFI
BASILEA II	2004	2%	-	-	4%	-	8%	-	-	-
BASILEA III	2013	3.50%	-	-	4.50%	-	-	-	-	-
	2014	4.00%	-	-	5.50%	-	-	-	-	-

Tabla de elaboración propia a partir de: Banco de Pagos Internacionales. Diciembre de 2010 (rev. junio de 2011). Basilea III: Marco regulador global para reforzar los bancos y sistemas bancarios. Basilea (Suiza). Press & Communications. ISBN: 92-9197-571-0 (en línea).Pág. 80.

Introducción de un ratio de apalancamiento (Leverage Ratio). El ratio de apalancamiento funge como medida complementaria al ratio de solvencia basada en riesgo, la cual pretende establecer una contención a las pérdidas bancarias originadas por el apalancamiento excesivo del sistema bancario. Además, también frena cualquier situación de pérdida derivada por los requerimientos de capital por riesgo. Se calcula de la forma siguiente:

$$3.0\% \leq \frac{\text{Capital de Nivel 1}}{\text{Derivados+exposiciones fuera de balance+ activos totales sin ponderar por riesgo.}}$$

Establecer una mejora en la captura de los riesgos determinados a exposiciones. Esta medida establece la modificación de cálculos para mejorar la captura de riesgos mal planteados en los modelos pasados (Basilea I y Basilea II), principalmente para las actividades de cartera de negociación, titularizaciones, exposiciones a vehículos fuera de balance y al riesgo de contraparte, el cual surge de las exposiciones en derivados.

En cuanto a las demás capturas de riesgo, se mantiene el tratamiento establecido conforme al tratado anterior de Basilea II.

Los cambios propuestos se señalan en la forma siguiente:

Coficiente de financiación neta estable, NFSR (Net Stable Funding Ratio). Este cálculo se basa en las actividades de la institución de un periodo de un año y en las características de liquidez de los activos, ya sea que se encuentren dentro y fuera de balance, para poder fijar así la cantidad mínima aceptable de financiación.

$$\frac{\text{Volumen de financiación estable disponible}}{\text{volumen de financiación estable requerido}} > 100\%$$

Coefficiente de cobertura de liquidez (LCR): Establece los activos de alta calidad que permitan al banco sobrevivir por un periodo de 30 días durante un escenario de estrés.

$$\frac{\text{Volumen de activos líquidos con alta calidad}}{\text{Salidas netas de efectivo en un período de 30 días}} > 100\%$$

También se establecen nuevas herramientas de monitoreo por medio de indicadores, los cuales permiten tener un mayor control en la supervisión y monitoreo de riesgo de liquidez en el sector financiero. Un ejemplo de ellos es la herramienta de Concentración de fondeo.

Fomentar un estándar de liquidez. En cuanto a esta medida se plantea lograr un balance que pueda financiar y proporcionar liquidez a los sistemas bancarios, mediante la introducción de ratios de cobertura. Teniéndose así, un ratio de cobertura a corto plazo (En 2015) y un ratio de cobertura a largo plazo (2018), para evitar que el financiamiento descansa excesivamente sobre la liquidez estructural a corto plazo.

Pilar II

Establecer la mejora de supervisión, gestión de riesgo y disciplina de mercado. Para establecer esta medida Basilea III establece un conjunto de principios, los cuales permitan en las pruebas de tensión lograr un mayor control de riesgos en los Bancos y Supervisores. Entre las principales medidas de estos principios se encuentran:

Bancos:

- Las pruebas de tensión deberán ser parte integral de la cultura general en el buen gobierno y gestión de riesgos en de un banco.
- El banco debe promover la identificación, control de riesgo, mejorar la gestión de capital y liquidez
- Actualizar y mantener pruebas de tensión.
- Realizar pruebas de tensión en Escenarios comunes.

Supervisores

- Deberán realizar pruebas periódicas de tensión en cada banco.
- Exigir medidas correctivas a los bancos, en caso de haber deficiencias en las pruebas de tensión.
- Realizar pruebas de tensión basadas en Escenarios comunes.
- Identificar vulnerabilidades sistémicas

Pilar III

Disciplina de Mercado.

Este pilar busca reforzar una disciplina de mercado eficaz a través de la exigencia en los bancos, respecto a la divulgación completa, puntual y clara de elementos considerados para la base de

capital, deducciones aplicadas y la total conciliación en los estados financieros. Evitándose así la mala información sobre exposiciones de riesgo y base capital.

Debido a las nuevas medidas implantadas y al robustecimiento de la nueva regulación, el comité de Supervisión Bancaria de Basilea pretende introducir parcialmente la nueva normativa descrita, durante un periodo que comprende el 1 de enero de 2013 a 1 de enero de 2019.

2.4 Circular CNBV

La Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), fue consolidada el 28 de abril de 1995 por el congreso de la Unión. Actualmente es un organismo desconcentrado y con plena libertad funcional e independencia de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

El principal objetivo de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores es:

“Supervisar y regular, en el ámbito de su competencia a las entidades que conforman al sistema financiero mexicano, a fin de procurar su estabilidad y correcto funcionamiento, así como mantener y fomentar el sano y equilibrado desarrollo del sistema financiero en su conjunto, en protección de los intereses del público”²⁷

Antecediendo al objetivo principal, la Comisión Nacional Bancaria y de Valores también tiene la facultad de dictaminar normas prudenciales orientadas a preservar la liquidez, la solvencia y la estabilidad de los intermediarios. Con lo cual se provee una diversificación de riesgos, capitalización y creación de provisiones preventivas.

Debido a la diversidad de operaciones nacionales e internacionales, la complejidad y la innovación en los mercados, hace necesario que la Comisión Nacional Bancaria y de Valores se adecue constantemente a las necesidades de supervisión, ajustándose así a los estándares internacionales de supervisión sobre el sistema financiero. Por tal motivo en el año 2011, la Comisión Nacional Bancaria y de Valores pone en revisión la normativa de Basilea III para implementarla paulatinamente en el sistema financiero de México.

“Durante 2011, la CNBV dedicó importantes esfuerzos y recursos para elaborar una propuesta de modificación de la regulación en materia de capitalización a fin de incorporar, en una primera etapa, cambios acordes a lo establecido por Basilea III en los siguientes aspectos: Nueva definición de capital regulatorio; Requerimientos mínimos de capitalización; Suplemento de conservación de capital; y, Nuevos tratamientos para bursatilizaciones y rebursatilizaciones. “²⁸

²⁷ Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV).

<http://www.cnbv.gob.mx/CNBV/HistoriaCNBV/Paginas/Fusion.aspx>

²⁸ Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV). Informe anual 2011. Pág. 33

Para lograr estos objetivos, en México se realizan las siguientes modificaciones:

1. Nueva definición e integración del capital.
2. Redefinición del marco de alertas tempranas.
3. Criterios para la inclusión de obligaciones subordinadas en el capital.

Estas medidas se pusieron en marcha a partir del año 2013, con lo cual se pretende lograr una mayor solvencia en los bancos y una supervisión eficaz. Dichas acciones de implementación se desarrollarán a continuación.

2.5 Acciones de implementación

Nueva definición e integración del capital.

En esta nueva definición e integración del capital, el capital neto continuará integrado por una parte básica y complementaria²⁹, sin embargo la parte básica será integrada por capital básico 1 y capital básico 2, introduciendo elementos de mejor calidad³⁰, los cuales se distribuyen de la siguiente forma

Esquema 2.5.A.
Definición e integración del capital. CNBV.

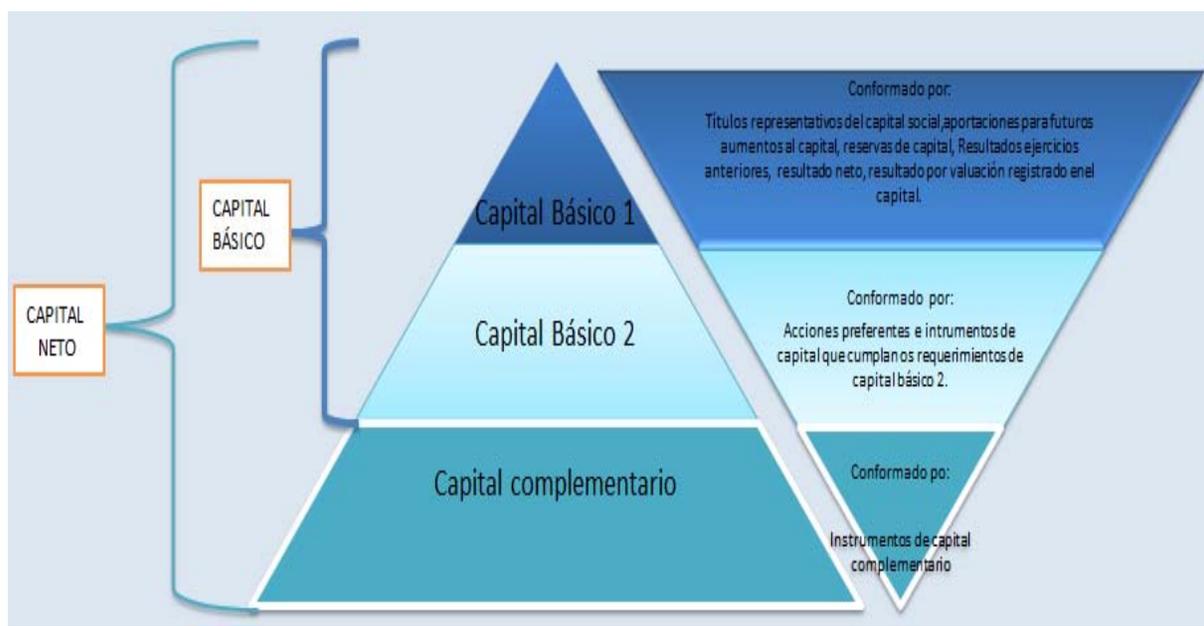


Tabla de elaboración propia a partir de: Informe 2011, Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV).

²⁹ Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV). Informe anual 2011. Página 34.

³⁰ Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV). Informe anual 2011. Página 32.

Redefinición del marco de alertas tempranas.

Para definir el marco de capital la Comisión Nacional Bancaria y de Valores pública periódicamente el índice de Capitalización (ICAP), el cual se refiere al porcentaje de capital neto con respecto a los activos ponderados por riesgo que mantiene cada banco. Clasificando así cada banco de acuerdo a su ICAP en 5 categorías.

La regulación de la CNBV anteriormente contaba con un sistema de Alarmas tempranas, la cual requería un ICAP de al menos el 2% por encima del mínimo legal, sin embargo la nueva regulación de Basilea III cambia el enfoque en el que sólo se contaba con un índice de Capitalización Neto (CN), integrando los nuevos factores de cumplimiento de capital básico 1 (CB1), capital básico (CB) y preservando el ya descrito índice de Capitalización Neto (CN), además de exigir un suplemento de conservación de capital equivalente al 2.5% de los activos sujetos a riesgo.

Con la nueva integración de capital, permite que un banco pueda entrar en el esquema de alertas tempranas si cumple al menos una de las siguientes condiciones:

Capital Básico 1	=> 7 %
Activos Ponderados por Riesgo	
Capital Básico	= > 8.5 %
Activos Ponderados por Riesgo	
Capital Neto	= > 10.5 %
Activos Ponderados por Riesgo	

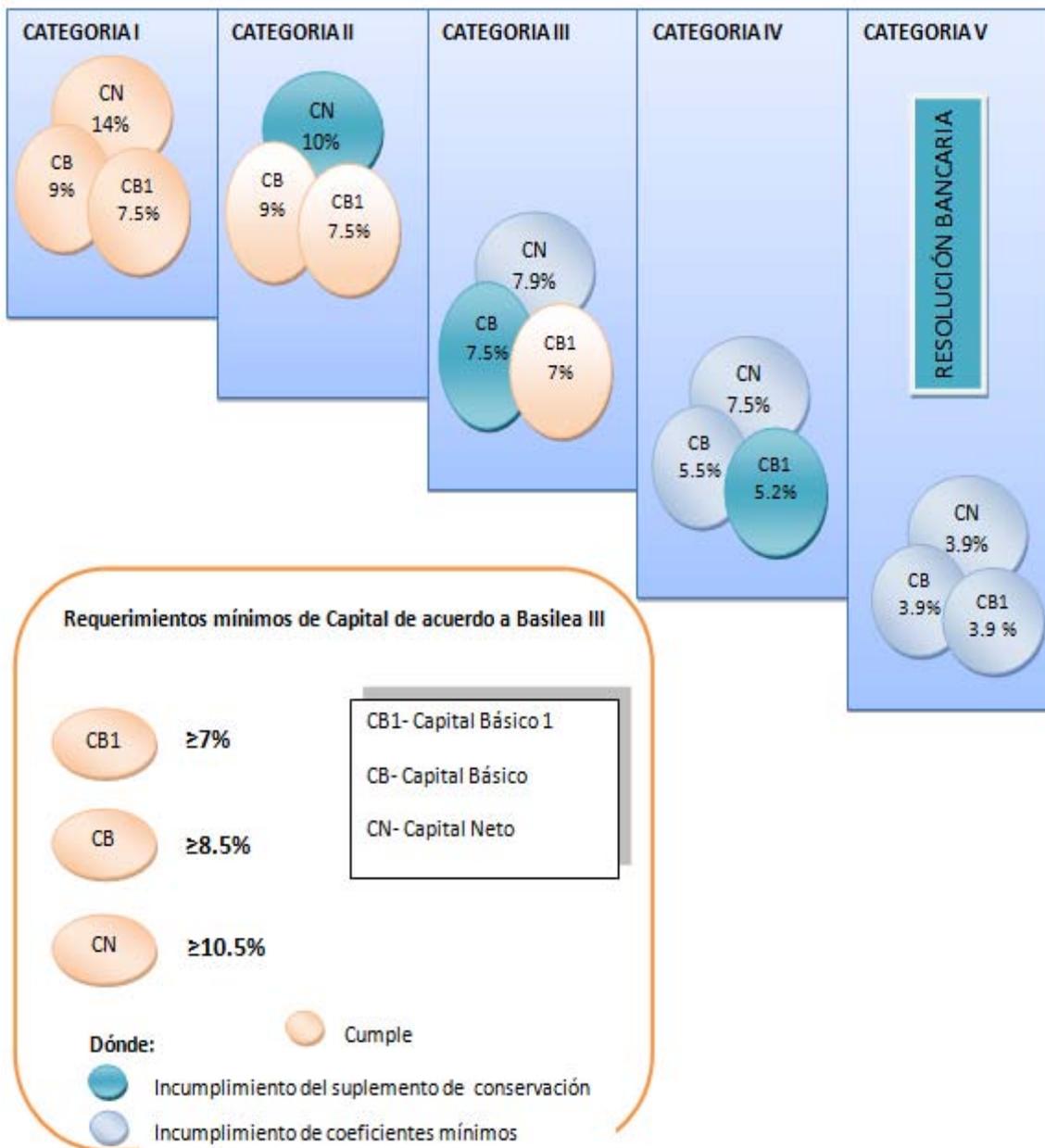
Esquema 2.5.B.
Definición e integración del capital. CNBV.

		ICAP						
		ICAP < 10.5 %	8% ≤ ICAP < 10.5%	7% ≤ ICAP < 8%	4% ≤ ICAP < 7%	ICAP < 4%		
ALERTAS TEMPRANAS	CB1 ≥ 7%	CB > 8.5%	I	II	III			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; background-color: #4a7ebb; color: white;">CUMPLIMIENTO</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; background-color: #a6c9ec;">INCUMPLIMIENTO DEL SUPLEMENTO DE CONSERVACIÓN</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e69d00; color: white;">INCUMPLIMIENTO DE COEFICIENTES MÍNIMOS.</div>
		8.5% > CB ≥ 7%	II	II				
	7 % > CB1 ≥ 4.5%	CB > 8.5%		II				
		8.5% > CB ≥ 6%		II	III	IV		
		CB < 6%		II	IV	IV		
	RESOLUCIÓN BANCARIA	CB < 4%					V	

Tabla de elaboración propia a partir de publicación: Comisión Nacional Bancaria y de Valores. Basilea III en México. Pág. 3.

Como especifica la Comisión Nacional Bancaria y de Valores, los espacios en blanco dentro de la matriz corresponden a escenarios que no se pueden presentar a partir de las nuevas norma
 En el siguiente ejemplo, se muestran los distintos niveles de cumplimiento del ICAP y sus componentes.

Esquema 2.5.C.
Ejemplo de ICAP.



Esquema de elaboración propia a partir de publicación: Comisión Nacional Bancaria y de Valores. Basilea III en México. Pág. 4.

Criterios para la inclusión de obligaciones subordinadas en el capital.

Una vez definido el capital y dada la nueva definición en la modificación de alertas tempranas, Basilea III Requiere que los instrumentos de capital (obligaciones subordinadas) cumplan con ciertos criterios para ser considerados. Dentro de estos criterios que la Comisión Nacional Bancaria y de Valores establece, son:

- La sociedad controladora de su grupo financiero o la institución que emita dichas obligaciones, debe estar enlistada en la Bolsa Mexicana de Valores.
- Contar con al menos uno de los siguientes mecanismos:
 - Conversión del principal de las obligaciones subordinadas.
 - Baja de valor del principal de obligaciones.

Además, para absorber pérdidas de forma oportuna y mejorar la solvencia en diferentes escenarios antes de ser intervenidos gubernamentalmente, se implementan los siguientes mecanismos:

- Para la conversión o baja de valor del principal se denotará, en instrumentos afectos al capital básico 2, en el caso de que el coeficiente básico 1 alcance un valor del 5.125%, respecto a los activos sujetos a riesgo.
- Las obligaciones subordinadas afectas al capital complementario se convertirán, cuando se alcance un valor de 4.5% del capital básico 1 respecto a los activos sujetos a riesgo.

2.6 Objetivos de regulación

El cumplimiento de las normas de capitalización en México y la adopción de un capital de mejor calidad, pretende crear en México un sistema financiero con mayor solvencia, el cual se provee implementar parcialmente durante un periodo que comprende del 1 de enero de 2013 la 1 de enero de 2019.

La Comisión Nacional Bancaria y de Valores estipula que la implementación de Basilea III en México no tendrá un impacto mayor³¹, pues con anterioridad el sistema financiero mexicano se ha basado en un Índice Capitalización mayor al propuesto por Basilea III, superándolo en 27 puntos base³². Sin embargo para los bancos pequeños y extranjeros que no cuentan con la suficiente liquidez, también se les ha exigido el ajuste de esta implementación y la participación en la bolsa de Valores. Por tanto, el objetivo radica en que todos los bancos cubran los requerimientos establecidos por Basilea III, teniendo un margen para su cumplimiento como se muestra en la siguiente tabla.

³¹ Expansión. Genaro Mejía; Isabel Mayoral. 6 de abril de 2011. Regulación, 'pan comido' para los bancos.

³² Información obtenida de: Comisión Nacional Bancaria y de Valores. Basilea III en México. Pág. 8.

Tabla 2.6.A. CNBV. Capital Regulatorio conforme Basilea III

	Capital Neto Mínimo (CNM)	CNM + suplemento De conservación de capital	Capital Básico 1 (CB1)	Capital Básico Mínimo	CB1 + suplemento de conservación de capital	Coefficiente de Apalancamiento	Coefficiente de cobertura de liquidez	Coefficiente de fondeo
2011						Monitoreo supervisor	Comienza periodo de observación	
2012								Comienza periodo de observación
2013	8.0%	8.0%	3.5%	4.5%	3.5%			
2014		8.0%	4.0%	5.5%	4.0%			
2015		8.0%	4.5%	6.0%	4.5%		Se introduce un estándar mínimo	
2016		8.625%			5.125%			
2017		9.250%			5.750%			Se introduce un estándar mínimo
2018		9.875%			6.375%	Migración a Pilar 1		
2019		10.5%			7.0%			

Implementación en México
 Basilea III

Tabla de elaboración propia a partir de publicación: Comisión Nacional Bancaria y de Valores. Basilea III en México. Pág. 7.

2.7 Riesgo operativo

El riesgo se define como:

“Eventualidad o contingencia que puede causar pérdida. Una acción económica comporta riesgo siempre que sus resultados dependan, en mayor o menor medida, del azar (del árabe al zahr, que significa dado). El riesgo de un activo económico o financiero viene determinado por el grado de dispersión de sus rendimientos esperados.”³³

En cuestión bancaria, los riesgos están asociados a la probabilidad de presentarse dificultades para la recuperación parcial o total de un préstamo, debido a factores o variables que ponen en peligro la inversión de un banco.

Los riesgos a los que se enfrenta toda institución bancaria, son los siguientes:

Tabla 2.7.A. Riesgos Bancarios.

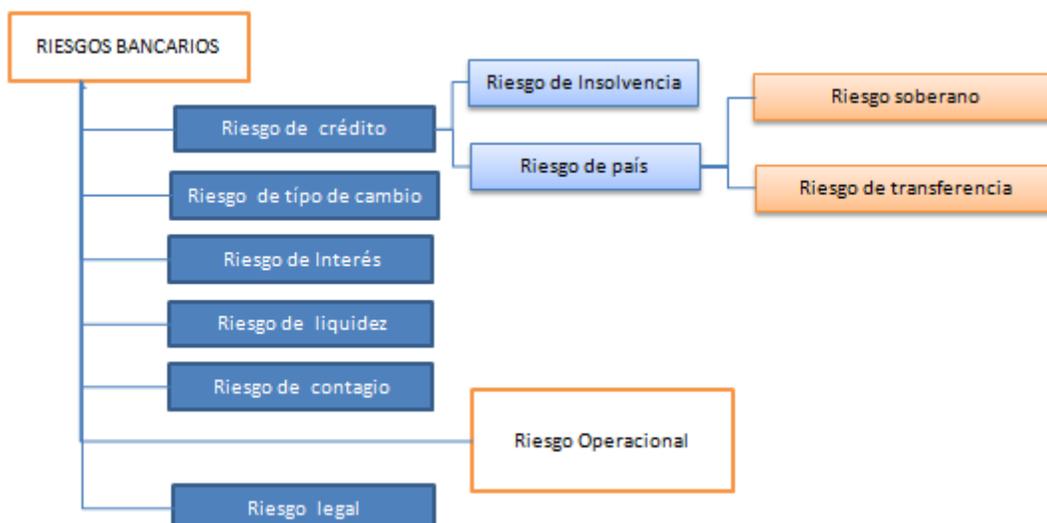


Tabla de elaboración propia a partir de: Félix Esteban Jiménez Figueredo; Katerine Jiménez Alfonso; María de los Ángeles Jiménez Pupo. 2010. Administración de Riesgo Bancario. Revista académica de economía. Sección Observatorio de la Economía Latinoamericana. Universidad Las Tunas, Cuba. Nº 134. ISSN 1696-8352.

De acuerdo al Capítulo 1, Basilea agrupa los principales riesgos bancarios en tres grupos, los cuales son; riesgo de crédito, riesgo de mercado y riesgo operativo. Para efectos de la presente investigación se desarrollará el estudio en Riesgo operativo.

³³ La gran Enciclopedia de Economía. Disponible en: <http://www.economia48.com/spa/d/riesgo/riesgo.htm>

En el nivel 2 se proporciona una información más detallada, dividiéndose en 20 categorías. Estas categorías cuentan con ejemplos, los cuales conforman el nivel 3. Dicha agrupación se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 2.7. A. 1 Clasificación de riesgos Operativos

Categoría de Tipo de Eventos (nivel 1)	Definición	Categoría (nivel 2)	Ejemplos de actividades (Nivel 3)
Fraude interno	Pérdidas derivadas de algún tipo de actuación encaminada a defraudar, apropiarse de bienes indebidamente o soslayar regulaciones, leyes o políticas empresariales (excluidos los eventos de diversidad / discriminación) en las que se encuentra implicada, al menos, una parte interna a la empresa	Actividades autorizadas no	i) Operaciones no reveladas intencionalmente; ii) Operaciones no autorizadas con pérdidas monetarias; y iii) Valoración errónea intencional de posiciones
		Hurto y fraude	i) Fraude / fraude crediticio/ depósitos sin valor Hurto / extorsión / malversación / robo; ii) Apropiación indebida de activos; iii) Destrucción dolosa de activos; iv) Falsificación; v) Utilización de cheques sin fondos; vi) Contrabando; vii) Apropiación de cuentas, de identidad, etc.; viii) Incumplimiento / evasión intencional de impuestos; ix) Soborno / cohecho; y x) Abuso de información privilegiada
Fraude externo	Pérdidas derivadas de algún tipo de actuación encaminada a defraudar, apropiarse de bienes indebidamente o soslayar la legislación, por parte un tercero	Hurto y fraude	i) Hurto/ robo; ii) Falsificación; y iii) Utilización de cheques sin fondos
		Seguridad de los sistemas	i) Daños por ataques informáticos; y ii) Robo de información con pérdidas monetarias
Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo	Pérdidas derivadas de actuaciones incompatibles con la legislación o acuerdos laborales, sobre higiene o seguridad en el trabajo, sobre el pago de reclamaciones por daños personales, o sobre casos relacionados con la discriminación	Relaciones laborales	i) Cuestiones relativas a remuneración, prestaciones sociales, extinción de contratos; y ii) Organización laboral
		Higiene y seguridad en el trabajo	i) Imposibilidad en general (resbalones, caídas, etc.); ii) Casos relacionados con las normas de higiene y seguridad en el trabajo; y iii) Indemnización a los trabajadores
		Diversidad y discriminación	Todo tipo de discriminación
Incidencias en el negocio y fallos en los sistemas	Pérdidas derivadas de interrupción en los negocios o por fallas en los sistemas	Sistemas	i) Hardware; ii) Software; iii) Telecomunicaciones; y iv) Interrupción / incidencias en el suministro
Daños a activos materiales	Pérdidas derivadas por daños o perjuicios a activos materiales como consecuencia de desastres naturales u otros eventos	Desastres y otros acontecimientos	i) Pérdidas por desastres naturales; ii) Pérdidas humanas por causas externas (terrorismo, vandalismo)

Tabla 2.7. A. 2. Clasificación de riesgos Operativos

Categoría de Tipo de Eventos (nivel 1)	Definición	Categoría (nivel 2)	Ejemplos de actividades (Nivel 3)
Clientes, productos y prácticas empresariales	Pérdidas derivadas del incumplimiento involuntario o negligente de una obligación profesional frente a clientes concretos (incluidos requisitos fiduciarios y de adecuación), o de la naturaleza o diseño de un producto	Adecuación, divulgación de información y confianza	i) Abusos de confianza / incumplimiento de pautas; ii) Apropiamiento / divulgación de información; iii) Violación de la privacidad de clientes minoristas; iii) Quebrantamiento de privacidad; iv) Ventas agresivas; v) Pérdidas de cuentas; vi) Mal uso de información confidencial; y vii) Responsabilidad del prestamista
		Prácticas empresariales o de mercado impropias	i) Prácticas anti-competencia; ii) Prácticas impropias comerciales y de mercado; ii) Manipulación del mercado; iv) Comercialización de información privilegiada a favor de la empresa; v) Actividades no autorizadas; y vi) Lavado de dinero
		Productos defectuosos	i) Defectos del producto; y ii) Error de modelo
		Selección, patrocinio y riesgos	i) Fallida investigación a clientes según los protocolos; y ii) Superación de los límites de exposición frente a clientes
		Actividades de asesoramiento	Litigios sobre resultados de las actividades de asesoramiento
Ejecución, entrega y gestión de procesos	Pérdidas derivadas de errores en el procesamiento de operaciones o en la gestión de procesos, así como de relaciones con contrapartes comerciales y proveedores	Recepción, ejecución y mantenimiento de operaciones	i) Comunicación defectuosa; ii) Errores de introducción de datos, mantenimiento o descarga; iii) Incumplimiento de plazos o de responsabilidades; iv) Ejecución errónea de modelos / sistemas; v) Error contable / atribución a entidades erróneas; vi) Errores en otras tareas; vii) Fallo en la entrega; viii) Fallo en la gestión del colateral; y ix) Mantenimiento de datos de referencia
		Seguimiento y Monitoreo	i) Incumplimiento en la obligación reportar; y ii) Inexactitud de informes externos (incurriendo en pérdidas)
		Aceptación de clientes y documentación	i) Extravío de autorizaciones / rechazos de clientes; y ii) Documentos jurídicos inexistentes / incompletos
		Gestión de cuentas de clientes	i) Acceso no autorizado a cuentas; ii) Registros incorrectos de clientes (incurriendo en pérdidas); y iii) Pérdida o daño de activos de clientes por negligencia
		Contrapartes comerciales	i) Fallos con contrapartes no-clientes; y ii) Otros litigios con contrapartes distintas de clientes
		Distribuidores y proveedores	i) Subcontratación; y ii) Litigios con distribuidores

Sin embargo para el Marco de Capital, Basilea agrega un tercer documento consultivo (CP3), el cual contiene las líneas de negocio relevantes para el tratamiento del riesgo operacional. Mostrando en el nivel 1 las ocho líneas principales en cuanto a funciones bancarias y en el nivel 3 las actividades involucradas.

Tabla 2.7. A. 3. Clasificación de riesgos Operativos

Nivel 1	Definición General	Nivel 2	Grupos de Actividades (Nivel 3)
Finanzas empresariales o corporativas	acuerdos bancarios que se proporcionan a las grandes compañías comerciales, compañías multinacionales, Instituciones financieras no bancarias, departamentos de gobiernos, entre otras.	Finanzas Corporativas Finanzas Municipales y de Gobierno Banca de Inversión Servicios de asesoramiento	Fusiones y adquisiciones, suscripción de emisiones, privatizaciones, titulación, servicio de estudios, deuda (pública, alto rendimiento), acciones, sindicaciones, Ofertas Públicas Iniciales, colocaciones privadas en mercados secundarios.
Negociación y ventas	operaciones de tesorería, compra y venta de valores, divisas y materias primas por cuenta propia y de clientes.	Ventas Generación de Mercado Posiciones Proprietarias Tesorería	Renta fija, renta variable, divisas, productos básicos, crédito, financiación, posiciones propias en valores, préstamo y operaciones con pacto de recompra, Intermediación, deuda, Intermediación unificada (prime brokerage)
Pagos y liquidación	actividades relacionadas con pagos y cobros, transferencias interbancarias de fondos, compensación y liquidación.	Cilientes Externos	Pagos y recaudaciones, transferencia de fondos, compensación y liquidación (Las pérdidas derivadas de las operaciones de pago y liquidación relacionadas con las actividades propias del banco se incorporarán al historial de pérdidas de la línea de negocios afectada.)
Servicios de agencia	funcionando como agentes de emisión y pago a empresas clientes, proporcionando servicios de custodia, entre otros.	Custodia Agencia a Empresas Fidelcomisos a Empresas	Contratos de plica, certificados de depósito, operaciones de sociedades (clientes) para préstamo de valores Agentes de emisiones y pagos
Administración de activos	administración de fondos de clientes de manera conjunta, separada, minorista, Institucional, abierta o cerrada según el mandatario.	Administración discrecional de fondos Administración no discrecional de fondos	Agrupados, segregados, minoristas, Institucionales, cerrados, abiertos, participaciones accionarias Agrupados, segregados, minoristas, Institucionales, de capital fijo, de capital variable
Intermediación minorista	servicios de Intermediación que se ofrecen a clientes que son Inversores minoristas, más que inversionistas Institucionales.	Intermediación minorista	Ejecución y servicio completo
Banca minorista	acuerdos de financiación para clientes particulares, clientes minoristas y pequeñas compañías (tales como préstamos, tarjetas de crédito, etc.), así como de otras facilidades, como fidecomisos y patrimonios, y asesoramiento sobre Inversiones.	Banca Minorista Banca Privada Servicios de Tarjetas	Préstamos y depósitos de clientes minoristas, servicios bancarios, fidecomisos y testamentarias Préstamos y depósitos de particulares, servicios bancarios, fidecomisos y testamentarias, y asesoramiento de inversión Tarjetas de empresa / comerciales, de marca privada y minoristas
Banca comercial	acuerdos de financiación para compañías comerciales, Incluida la financiación de proyectos, propiedades inmobiliarias, comercio exterior, factoring, leasing, garantías, letras de cambio, etc.	Banca Comercial	Financiación de proyectos, bienes raíces, financiación de exportaciones, financiación comercial, factoring, arrendamiento financiero, préstamo, garantías, letras de cambio

Tablas extraídas a partir de: David Pacheco López. Agosto 2009. Riesgo Operacional Conceptos y Mediciones. Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras Chile (SBIF). Dirección de Estudios y Análisis Financiero. Departamento de Estudios Unidad de Riesgos. Pág. 48, 49 y 50.

MEDICIÓN

Cabe recordar que Basilea III propone en un principio contar con un coeficiente mínimo de capital total más colchón de conservación del 8%. Sin embargo en México de acuerdo a la CNBV, se pretende incrementar progresivamente el 8% hasta llegar al 10.5% para el año 2015, y así contar con el requerimiento mínimo de capital para la cobertura riesgos³⁶.

Como se abordó en el capítulo I, Basilea define tres metodologías para la medición del riesgo operativo; Método de indicador básico, método estándar y método de medición avanzada (AMA).

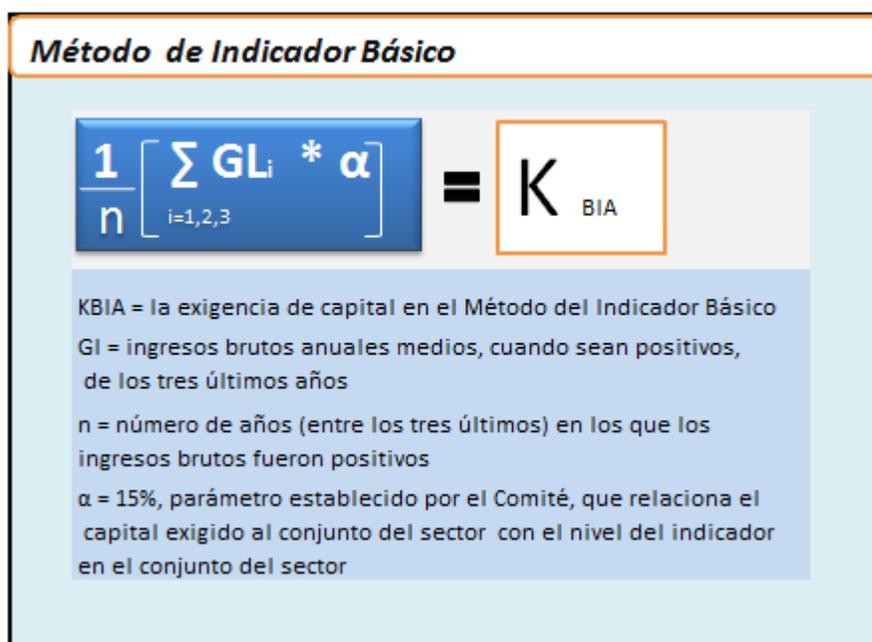
³⁶ Información extraída de: Tabla 2.6.A. CNBV. Capital Regulatorio conforme Basilea III

Método de Indicador Básico

El método de indicador básico (BIA), propone cubrir el riesgo operativo con base a un capital equivalente a un porcentaje fijo, el cual es denominado como alfa. Este porcentaje se calcula a través del promedio de los ingresos brutos de los tres últimos años, multiplicados a su vez por un parámetro establecido por el Comité de Basilea.

El cálculo de indicador básico para el requerimiento de capital puede expresarse de la siguiente manera:

Esquema 2.7.A.
Método de Indicador Básico



Esquema de elaboración propia a partir de: Banco de Pagos Internacionales. Junio 2006. Convergencia internacional de medidas y normas de capital. Basilea (Suiza). Press & Communications. ISBN: 92-9197-559-1 (en línea).

Este método no permite la computación de mitigadores de riesgo operacional mediante seguros externos, por lo cual no existen incentivos explícitos para controlarlos.

Método Estándar

Este método establece ocho líneas de negocio³⁷ para calcular el riesgo operativo, en donde el nivel de requerimiento de capital se calcula multiplicando el ingreso bruto por un factor denominado Beta - β , que se asigna a cada línea. El ingreso bruto de cada línea es un indicador que permite aproximar el volumen de operaciones en un banco y en consecuencia su nivel de riesgo operativo.

³⁷ Información obtenida de: [Tabla 2.7. A. 3. Clasificación de riesgos Operativos](#). La cual muestra las definiciones propuestas por el Comité de Basilea para relacionar las 8 líneas del negocio, con las principales funciones bancarias y actividades involucradas.

Los factores β para cada línea se encuentran expresados de la siguiente forma:

Esquema 2.7.B. Factores Beta.

LINEA DE NEGOCIO	FACTOR - β	LINEA DE NEGOCIO	FACTOR - β
Finanzas corporativas	18%	Liquidación y pagos	18%
Negociación y ventas	18%	Servicios de agencia	15%
Banca Minorista	12%	Administración de activos	12%
Banca comercial	15%	Intermediación minorista	12%

Esquema de elaboración propia a partir de: Banco de Pagos Internacionales. Junio 2006. Convergencia internacional de medidas y normas de capital. Basilea (Suiza). Press & Communications. ISBN: 92-9197-559-1 (en línea).

El requerimiento de capital se calcula por la suma simple de valores ponderados, como se muestra a continuación:

Esquema 2.7.C. Método Estándar

Método Estándar

$$\left\{ \sum_{\text{años } 1-3} \max[\Sigma(GL_{1-8} * \beta_{1-8}), 0] \right\} / 3 = K_{TSA}$$

KTSA = la exigencia de capital en el Método Estándar
GL1-8 = los ingresos brutos anuales de un año dado, como se define en el Método del Indicador Básico, para cada una de las ocho líneas de negocio
 β 1-8 = un porcentaje fijo, establecido por el Comité, que relaciona la cantidad de capital requerido con el ingreso bruto de cada una de las ocho líneas de negocio.

Esquema de elaboración propia a partir de: Banco de Pagos Internacionales. Junio 2006. Convergencia internacional de medidas y normas de capital. Basilea (Suiza). Press & Communications. ISBN: 92-9197-559-1 (en línea).

El método estándar tampoco considera la posibilidad de computar descuentos en los requerimientos de capital por el uso de seguros externos como mitigador de riesgo operacional.

Método de Medición Avanzada (AMA)

Como se había descrito con anterioridad, este método es utilizado por los bancos más sofisticados, pues el riesgo operativo es determinado por un sistema interno de medición propio de la entidad, mediante el cual aplican criterios cuantitativos y cualitativos, los cuales son revisados por la autoridad de supervisión.

Los criterios mínimos para el modelo de Medición Avanzada (AMA), son:

- 1) Su directorio o alta dirección se encuentran altamente involucrados en la vigilancia de su política de gestión de riesgo operativo.
- 2) Posee un sistema de gestión de riesgo operativo conceptualmente sólido y aplicado en su integridad.
- 3) Cuenta con recursos suficientes para aplicarlo en las principales líneas de negocio, así como en las áreas de control y auditoría.

Este sistema debe ser verificado por autoridades internas y externas del banco y por el supervisor, mostrando que el método a realizar es comparable al exigido en el método IRB de riesgo de crédito. Cabe señalar que dependiendo de la debilidad y fortalezas en la medición de riesgo operativo de una entidad, el supervisor tiene la facultad de autorizar parcialmente el método AMA para ciertas áreas y en las otras en las que se muestra menos calidad en el cálculo de riesgo, establecer el método de indicador básico o estándar.

2.7.3 Proceso de administración de riesgo operativo.

“La administración de riesgos está constituida por una serie de políticas, límites y decisiones que se emplean para determinar el nivel de mezcla adecuada de riesgos que una institución puede y debe asumir.”³⁸

Por tanto, el proceso de administración de riesgo operativo busca proteger a las instituciones ante pérdidas debido a la inadecuación, fallos en los procesos, personal y sistemas internos o bien por causa de eventos externos ante los riesgos. Sin embargo, el principal objetivo no es eliminar estos riesgos, sino manejarlos de manera óptima mediante la pronta detección, medición y utilización de estrategias que permitan optimizar el rendimiento en la institución.

³⁸ Félix Esteban Jiménez Figueredo; Katerine Jiménez Alfonso; María de los Ángeles Jiménez Pupo. 2010. Administración de Riesgo Bancario. Revista académica de economía. Sección Observatorio de la Economía Latinoamericana. Universidad Las Tunas, Cuba. Nº 134. ISSN 1696-8352.

Para llevar a cabo una administración de riesgo operacional, se deben considerar las siguientes etapas de desarrollo:

Esquema 2.7.D.
Etapas en la Administración de Riesgo Operativo.

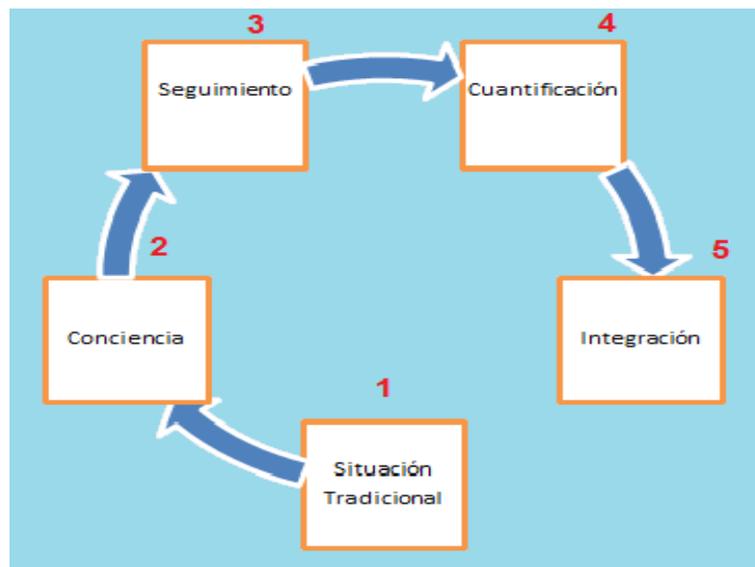


Tabla de elaboración propia a partir de: Club de Gestión de Riesgos de España. (Disponible en: http://www.clubgestionriesgos.org/es/jornadas/primeras_jornadas/programa/presentacion_de_d._marino_sanchez-cid.ppt Consultado el: 6 de mayo de 2014).

Para dar seguimiento, la administración de riesgos operativos utiliza una serie de herramientas que permiten disminuir los riesgos. Entre las herramientas más utilizadas se encuentran:

- Auto evaluaciones (Self –assesments): Esta herramienta es una de las más utilizadas en el control de riesgo operacional, ya que permite evaluar al personal, procedimientos, sistemas y controles de una institución bancaria, mediante cuestionarios, formularios, evaluaciones independientes y en áreas de trabajo.
- Indicadores de riesgo.
- Base de datos de pérdidas: Esta herramienta recoge datos con la finalidad de llevar a cabo análisis experimentales, cuantificar y modelar el riesgo. En esta herramienta se pueden encontrar la utilización del OpVar y matrices de riesgo, entre otros.
- -Mapas de riesgos y Flujos de procesos.

Para efectos de la presente investigación se buscara identificar, clasificar y cuantificar la frecuencia y severidad del riesgo operacional y a partir de modelos causales construir una matriz que arroje escenarios deterministas de los resultados más probables para diversas decisiones y, así establecer rutas estratégicas que permitan a las instituciones bancarias diversas alternativas de solución para enfrentar a los riesgos en su operación.

Capítulo 3.

Evaluación de riesgo operativo

3.1 Introducción

Como se abordó con anterioridad, la administración de riesgos está constituida por una serie de políticas, límites y decisiones que se emplean para determinar el nivel de diversificación adecuada de riesgos que una institución bancaria puede y debe asumir.

Por tanto, el proceso de administración de riesgo operativo busca proteger a las instituciones bancarias ante pérdidas ocasionadas por procesos inadecuados, fallas en procesos, personal y sistemas internos, o bien por causa de eventos externos ante los riesgos. Sin embargo, el objetivo principal no es eliminar estos riesgos, sino manejarlos de manera óptima mediante la pronta detección, medición y utilización de estrategias que permitan optimizar el rendimiento en los bancos. De acuerdo a las etapas de la administración de riesgo operativo (Esquema 2.11.3.A), una de las estrategias más importantes es la correcta identificación de riesgos, ya que permite conocer de manera concreta la situación y posibles efectos a los que se encuentra sometida una institución bancaria, como lo son; el entorno legal, el mercado en el que opera, entorno social y político. Además de proveer de valiosa información que permita encaminar las claves de éxito en los objetivos establecidos por el banco y minimizar las posibles amenazas a las que se encuentra sujeto.

El reto en la medición del riesgo operativo es la manera de cuantificar esas pérdidas, y definir que sistemas de medición y metodologías utilizar. Es por ello que en el presente trabajo se busca identificar mediante el uso de modelos causales y escenarios determinísticos, una solución que permita comparar las reservas propuestas por Basilea III, en la gestión e implementación del riesgo operativo.

3.2 Componentes metodológicos en la evaluación de riesgos.

De acuerdo a las etapas de desarrollo en la administración de riesgos³⁹, una vez identificados los riesgos se prosigue a darles seguimiento y cuantificarlos, mediante metodologías y sistemas de medición que nos permitan identificar los riesgos que podemos asumir y los que no son posibles de afrontar⁴⁰. Es por esto que la etapa de cuantificación de riesgos es una de las más importantes en la administración de riesgos, pues permiten plantear soluciones y desarrollar implementaciones que ayuden a fortalecer los rendimientos en el sistema bancario.

³⁹ Esquema 2.7.D. Etapas en la Administración de Riesgo Operativo. Pág.54 de la presente investigación.

⁴⁰ Para efectos de la presente investigación se busca identificar, clasificar y cuantificar la frecuencia y severidad del riesgo operativo, a partir de modelos avanzados de medición interna y distribución de pérdidas, que arrojen escenarios deterministas de los resultados más probables para diversas decisiones, y así establecer rutas estratégicas que permitan a las instituciones bancarias diversas alternativas de solución para enfrentar a los riesgos en su operación.

Esquema 3.1.A.
Metodologías de medición de riesgo operacional.



Tabla extraída a partir de: Josué Manuel Fera Domínguez, Enrique José Jiménez Rodríguez. 2007. El modelo de Distribución de Pérdidas Agregadas (LDA): Una Aplicación al Riesgo Operacional. Proyectos de excelencia 2007. Referencia PO6-SEJ01537.

En la cuantificación de riesgos es de suma importancia contar con la correcta clasificación de datos, así como los criterios que se utilizarán para establecer y manejar la información, pues pueden ser de tipo cualitativos y cuantitativos, considerando así criterios de escala que se tomarán para la medición de probabilidades.

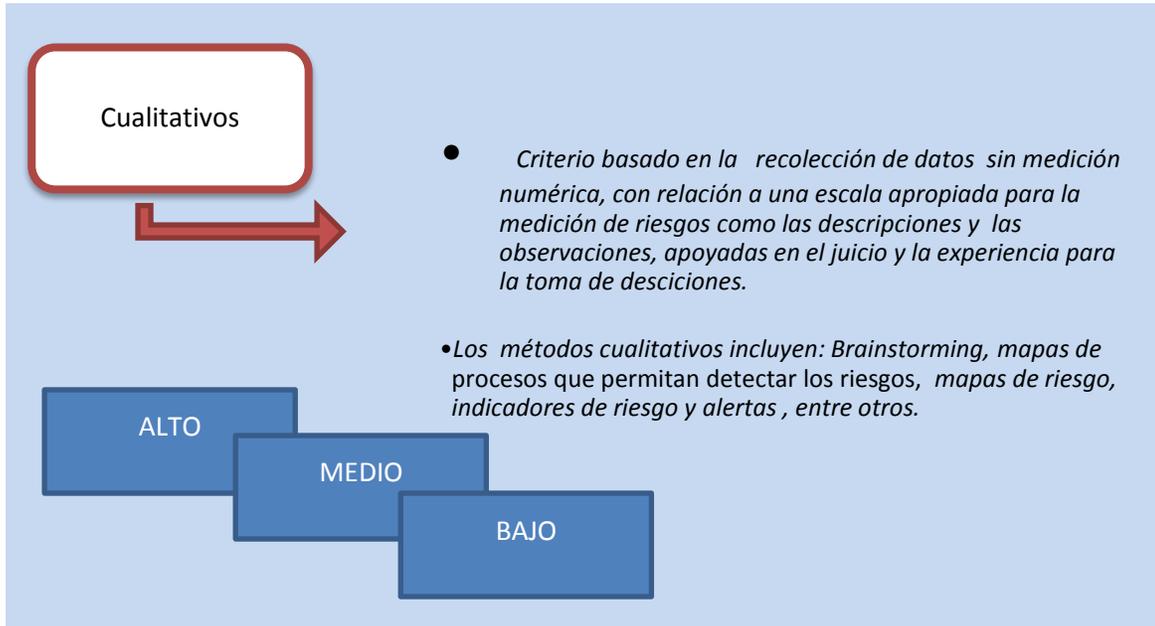
En la administración de riesgos se utilizan diversos métodos para determinar el nivel de riesgo, los cuales son; Métodos cualitativos y métodos cuantitativos.

3.2.1 Métodos cualitativos.

Los mapas de riesgo son herramientas de medición muy útiles, pues proporcionan información relevante sobre los riesgos a nivel estratégico y operativo. En el primero de ellos permite establecer la información necesaria para definir las políticas más significativas en la administración de riesgos, y en el operativo facilita el monitoreo de las medidas para la implementación de controles.⁴¹ Los mapas de riesgo se pueden presentar en forma de gráficos o datos, como se muestran a continuación:

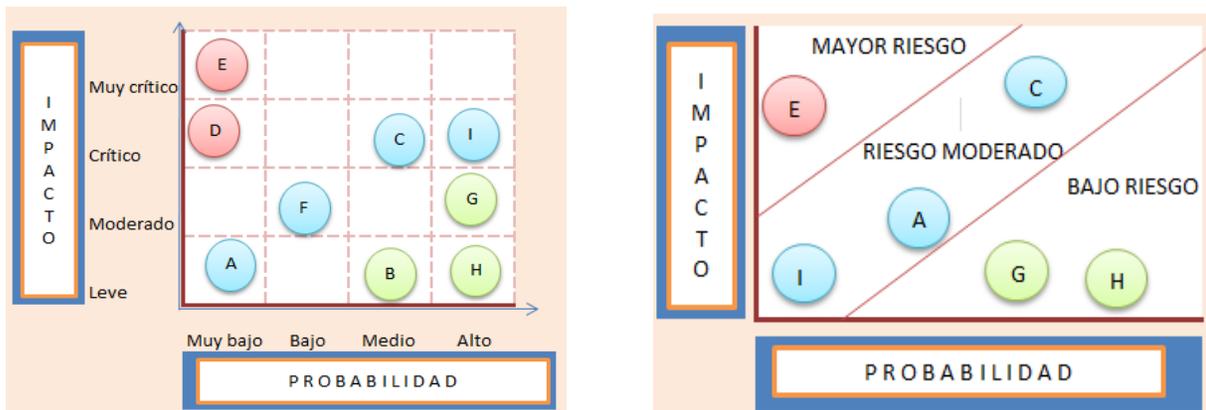
⁴¹ Mejía Quijano Rubí Consuelo. 2006. Administración de Riesgos - Un enfoque empresarial. Medellín. Rústica. ISBN: 958-8281-23-7. Pág. 41.

Esquema 3.2.1.A.
Medición cualitativa.



Esquema de elaboración propia a partir de: Análisis de Riesgos. Análisis y cuantificación del Riesgo. Gestión de Riesgos /Análisis y Cuantificación. Disponible en:
[http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/Analisis_Riesgos/pages/pdf/metodologia/4AnalisisycuantificaciondelRiesgo\(AR\)_es.pdf](http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/Analisis_Riesgos/pages/pdf/metodologia/4AnalisisycuantificaciondelRiesgo(AR)_es.pdf)

Gráfica 3.2.1.A. Mapas de riesgo.



Gráficas de elaboración propia a partir de: Horacio Fernández Castaño. 2008. Riesgos Financieros y económicos. Medina Hurtado Santiago, Jaramillo Johanna Alexandra. Capítulo 2. Modelación de Riesgo Operativo mediante el uso sistemas de inferencia difusos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas. Sello editorial Universidad de Medellín. ISBN: 978-958-8348-35-3

Esquema 3.2.1.B.
Mapa de asignación de riesgo.

Fuentes de Riesgo Operativo	Dependencia interna			Dependencia externa	Severidad
	Personal	Tecnologico	Proceso		
Riesgo A	B	A	B	M	35 -50.
Riesgo B	MB	A	MA	MB	25-35.
Riesgo C	B	A	B	M	25-35.
Riesgo D	B	MA	B	M	10- 25.
Riesgo E	B	A	B	M	10-15.
Riesgo F	B	MA	B	M	5-10.
Valoración Conjunta	B	MA	B	M	110-170

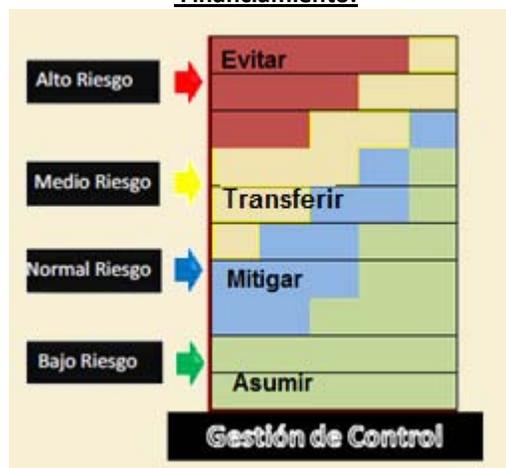
Probabilidad: se utilizó una escala ordinal donde
A-Alta,MA-Muy alta,M-Media,B-Baja,MB-Muy baja.
Severidad:
En término económico. Expresada en millones de pesos

Esquema de elaboración propia a partir de: Horacio Fernández Castaño. 2008. Riesgos Financieros y económicos. Medina Hurtado Santiago, Jaramillo Johanna Alexandra. Capítulo 2. Modelación de Riesgo Operativo mediante el uso sistemas de inferencia difusos. Gestión de riesgos /Análisis y cuantificación. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas. Sello editorial Universidad de Medellín. ISBN: 978-958-8348-35-3.

Cabe mencionar que cada vez que se realice un cambio en el entorno o se inicien nuevos proyectos, los mapas de riesgos deben de ser actualizados a la par del manual de procesos, pues permitirá establecer nuevas medidas de respuesta a los nuevos riesgos detectados.

Estos mapas de riesgo permiten tomar decisiones sobre el mejor tratamiento que se le dará a la los riesgos, estableciéndose así medidas de control y medidas para su financiamiento.

Esquema 3.2.1. C.
Financiamiento.



Esquema de elaboración propia a partir de: Wikilibro EOI. GESTIÓN DE RIESGOS en Gestión de proyectos. Disponible en: http://www.eoi.es/wiki/index.php/GESTI%C3%93N_DE_RIESGOS_en_Gesti%C3%B3n_de_proyectos Consultado el: 24 de enero de 2017).

Tabla 3.2.1.A. Métodos cuantitativos

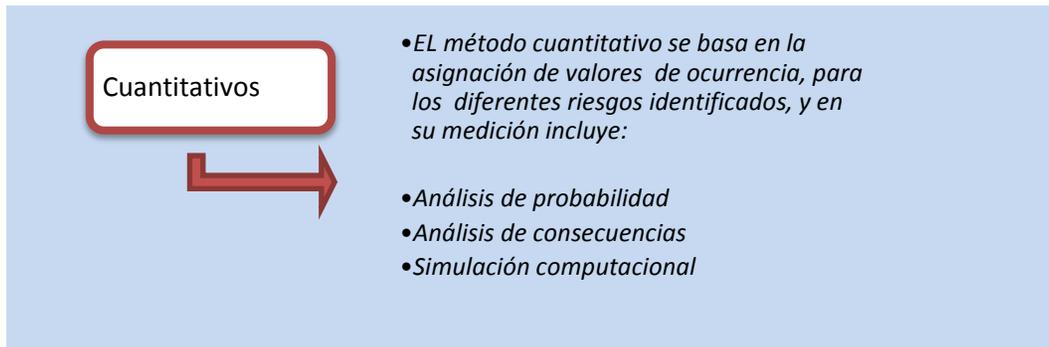


Tabla de elaboración propia a partir de: Análisis de Riesgos. Análisis y cuantificación del Riesgo. Gestión de Riesgos /Análisis y Cuantificación. Disponible en: [http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/Analisis_Riesgos/pages/pdf/metodologia/4AnalisisycuantificaciondelRiesgo\(AR\)_es.pdf](http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/Analisis_Riesgos/pages/pdf/metodologia/4AnalisisycuantificaciondelRiesgo(AR)_es.pdf)

3.2.2 Matriz de riesgo.

La Matriz de riesgo es una herramienta ampliamente utilizada en diversas actividades, la cual permite establecer un ranking de prioridades, ponderando y gestionando los riesgos, para así establecer el nivel de riesgo en las operaciones.

Desde su concepción metodológica las matrices se componen de dos vectores, uno de impacto y otro de probabilidad⁴², teniendo como actividad necesaria la identificación previa de los umbrales de tolerancia, pues estos permiten delimitar las zonas de mayor y menor riesgo en la institución bancaria. Generalmente los umbrales son delimitados con coloración como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3.2.2.A. Matriz de riesgo.

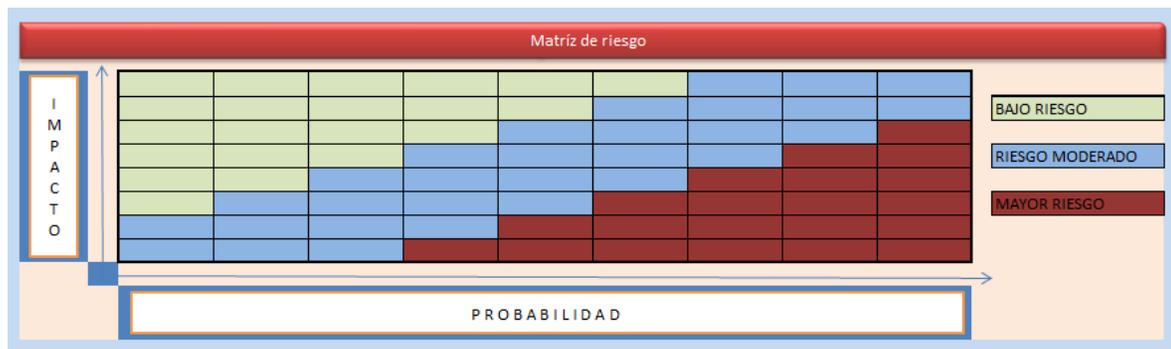


Tabla de elaboración propia a partir de: Horacio Fernández Castaño. 2008. Riesgos Financieros y económicos. Medina Hurtado Santiago, Jaramillo Johanna Alexandra. Capítulo 2. Modelación de Riesgo Operativo mediante el uso sistemas de inferencia difusos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas. Sello editorial Universidad de Medellín. ISBN: 978-958-8348-35-3. Pág. 67.

⁴² Horacio Fernández Castaño. 2008. Riesgos Financieros y económicos. Medina Hurtado Santiago, Jaramillo Johanna Alexandra. Capítulo 2. Modelación de Riesgo Operativo mediante el uso sistemas de inferencia difusos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas. Sello editorial Universidad de Medellín. ISBN: 978-958-8348-35-3. Pág. 66.

En una matriz de riesgo se pueden incluir las siguientes escalas, dependiendo de la medición cualitativa⁴³ en frecuencia y severidad.

Probabilidad	Severidad
 A-Alta: Sucede regularmente	 1- Leve: No produce impacto al banco
 M-Media: Sucede ocasionalmente. Es moderado.	 2-Moderado: La severidad puede ser gestionada con recursos propios del banco.
 B-Baja: Es escaso. Sucede pero no con frecuencia.	 3-Crítico: La severidad es grande y no puede ser gestionada sólo con recursos propios.
 MB-Muy Baja: La posibilidad de que suceda es muy baja.	 4-Catastrófico: La severidad es muy grande, poniendo en riesgo al banco en situación de quebranto.

Desde el punto de vista estadístico, el concepto de probabilidad tiene dos concepciones:

“una objetiva (que concibe la probabilidad de ocurrencia de un evento determinado en función a su frecuencia relativa pasada), y otra subjetiva (construida en base a las creencias personales respecto a la ocurrencia de un determinado evento)”⁴⁴.

En la presente investigación se trabajará de forma objetiva, lo cual hace necesario realizar la valoración del riesgo en primera instancia, respecto al número de frecuencias que incide un peligro durante el proceso, y en segundo lugar a la severidad como consecuencia de ocurrir tal peligro.

Por tanto el riesgo⁴⁵ es una composición de la probabilidad de que ocurra un accidente con la severidad de un daño potencial. Utilizando así para su valoración de probabilidad y severidad

⁴³ Horacio Fernández Castaño. 2008. Riesgos Financieros y económicos. Medina Hurtado Santiago, Jaramillo Johanna Alexandra. Capítulo 2. Modelación de Riesgo Operativo mediante el uso sistemas de inferencia difusos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas. Sello editorial Universidad de Medellín. ISBN: 978-958-8348-35-3.

⁴⁴ Pablo Ignacio Chena, Leandro Tomás Amoretti, Germán Kielmayer. GUÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MATRICES DE RIESGO DE LAVADO DE ACTIVOS Y FINANCIAMIENTO DEL TERRORISMO. UNA PROPUESTA EN BASE A LA EXPERIENCIA ARGENTINA. Edición No. 1. ISBN: 978-987-27169-O-5. Pág. 23.

⁴⁵ David Pacheco López. Agosto 2009. Riesgo Operacional Conceptos y Mediciones. Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras Chile (SBIF). Dirección de Estudios y Análisis Financiero. Departamento de Estudios Unidad de Riesgos. Pág. 5.

indicadores numéricos. Por tal motivo, podemos definir matemáticamente que el riesgo es el producto de la probabilidad y la severidad, como se muestra a continuación⁴⁶:

Tabla 3.2.2.B. Definición matemática de riesgo.

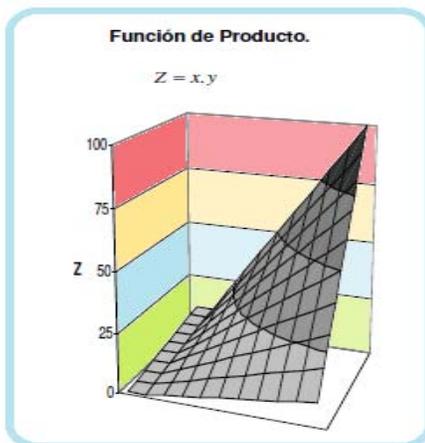
<i>Definición de Riesgo</i>		
$R = P \times S$		
Riesgo	Probabilidad	Severidad

Gáfica de elaboración propia a partir de: Horacio Fernández Castaño. 2008. Riesgos Financieros y económicos. Medina Hurtado Santiago, Jaramillo Johanna Alexandra. Capítulo 2. Modelación de Riesgo Operativo mediante el uso sistemas de inferencia difusos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas. Sello editorial Universidad de Medellín. ISBN: 978-958-8348-35-3. Pág. 64..

Es necesario entonces dividir en dos etapas independientes la valoración del riesgo: probabilidad respecto a la frecuencia de incidencias de un peligro durante el proceso, y severidad conforme al impacto que causa la ocurrencia del peligro.

Sin embargo a nivel teórico, en una matriz de riesgo existen diversas posibilidades de abordar el cálculo de riesgo, conforme a los valores agregados de severidad y probabilidad⁴⁷. Como se muestran en las siguientes simulaciones:

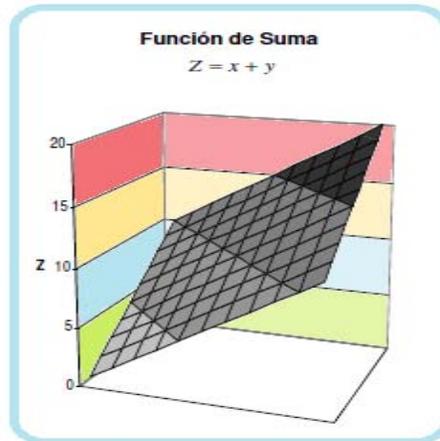
Gráfica 3.2.2.A. Multiplicación de ambas variables.



⁴⁶ Horacio Fernández Castaño. 2008. Riesgos Financieros y económicos. Medina Hurtado Santiago, Jaramillo Johanna Alexandra. Capítulo 2. Modelación de Riesgo Operativo mediante el uso sistemas de inferencia difusos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas. Sello editorial Universidad de Medellín. ISBN: 978-958-8348-35-3. Pág. 64.

⁴⁷ Publicación: Diseño de Matrices de Riesgo de LA/FT. Portal Unidad de Información Financiera Argentina. Fecha de consulta 10/09/2013. Página: <http://www.uif.gov.ar/uif/index.php/es/>

Gráfica 3.2.2.B. Suma de ambas variables.



Gráficas extraídas de: Pablo Ignacio Chena, Leandro Tomás Amoretti, Germán Kielmayer. GUÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MATRICES DE RIESGO DE LAVADO DE ACTIVOS Y FINANCIAMIENTO DEL TERRORISMO. UNA PROPUESTA EN BASE A LA EXPERIENCIA ARGENTINA. No. 1. ISBN: 978-987-27169-O-5. Pág. 33.

Se puede observar en el primer caso, que debido a la no linealidad se presenta una forma más asimétrica, lo cual implica que el valor del riesgo estimado como el producto del impacto y la probabilidad tiene una mayor dispersión respecto de su media, que la estimación por suma⁴⁸. Para efectos de la presente investigación se utilizara el primer método, ya que se pretende por medio de la subestimación cubrir los riesgos.

Con base a lo anterior se puede establecer una matriz cuantitativa de riesgo de la siguiente forma:

Tabla 3.2.2.C. Matriz cuantitativa de riesgo.

	Criterio de valor expuesto 1	Criterio de valor expuesto 2	Criterio de valor expuesto 3	Criterio de valor expuesto 4	→	Criterio de valor expuesto 4
Elemento de exposición 1	Valor Expuesto 1,1	Valor Expuesto 1,2	Valor Expuesto 1,3	Valor Expuesto 1,4		Valor Expuesto 1,M
Elemento de exposición 2	Valor Expuesto 2,1	Valor Expuesto 2,2	Valor Expuesto 2,3	Valor Expuesto 2,4		Valor Expuesto 2,M
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Elemento de exposición n	Valor Expuesto N,1	Valor Expuesto N,2	Valor Expuesto N,3	Valor Expuesto N,4		Valor Expuesto N,M

Tabla de elaboración propia a partir de: Horacio Fernández Castaño. 2008. Riesgos Financieros y económicos. Medina Hurtado Santiago, Jaramillo Johanna Alexandra. Capítulo 2. Modelación de Riesgo Operativo mediante el uso sistemas de inferencia difusos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas. Sello editorial Universidad de Medellín. ISBN: 978-958-8348-35-3

⁴⁸ Gráficas extraídas de: Pablo Ignacio Chena, Leandro Tomás Amoretti, Germán Kielmayer. GUÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MATRICES DE RIESGO DE LAVADO DE ACTIVOS Y FINANCIAMIENTO DEL TERRORISMO. UNA PROPUESTA EN BASE A LA EXPERIENCIA ARGENTINA. No. 1. ISBN: 978-987-27169-O-5. Pág. 34.

Una vez obtenido el valor numérico de los riesgos, apartir del producto de la probabilidad y la severidad, se procede a calcular el umbral de riesgo en una matriz, como en el siguiente ejemplo:

Tabla 3.2.2.D. Umbral de riesgo.

Umbrales de tolerancia	Rango de riesgo para cada color
 Menor	LI: 1 LS: μ
 Moderado	LI: $\mu + 1$ LS: $\mu + DS$
 Crítico	LI: $\mu + DS + 1$ LS: 20

Gráficas de elaboración propia a partir de: Pablo Ignacio Chena, Leandro Tomás Amoretti, Germán Kielmayer. GUÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MATRICES DE RIESGO DE LAVADO DE ACTIVOS Y FINANCIAMIENTO DEL TERRORISMO. UNA PROPUESTA EN BASE A LA EXPERIENCIA ARGENTINA. No. 1. ISBN: 978-987-27169-O-5.

En la gestión de riesgos es indispensable el cálculo de indicadores de desempeño, los cuales permiten identificar el comportamiento, las tendencias y realizar comparaciones en los procesos. Entre ellos se encuentran:

Numero de sucesos (Ns): Es el número de veces o la frecuencia en que ocurre el evento de riesgo.

Índice de frecuencia (If): Es la medida relativa de ocurrencia en un evento de riesgo, con relación al número de operaciones realizadas durante el proceso.

$$If = \frac{Ns}{\text{Total de Operaciones}}$$

Índice de gravedad (Ig): El índice de gravedad expresa la severidad en las ocurrencias de un evento de riesgos, en relación al número de operaciones realizadas durante el proceso.

$$Ig = \frac{\sum \text{Pérdias}}{\text{Total de Operaciones}}$$

Medidas de dispersión:

Esperanza:
$$M = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N}$$

Desviación típica:
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

Varianza:
$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}$$

3.2.3 Modelo de distribución de pérdida agregada.

Los modelos de distribución de pérdida agregada LDA ⁴⁹ (Loss Distribution Approach), son una técnica estadística de medición a avanzada, los cuales tienen el objetivo de modelar una distribución de pérdida agregada a partir de las pérdidas históricas registradas en la matriz que conforman las ocho líneas del negocio, establecidas por el comité de Basilea.

Para realizar el cálculo de la reserva regulatoria que solventará la suma de pérdidas agregadas, se aplica el concepto de Valor en Riesgo (Value at Risk, VaR), que en riesgo operativo se denomina como OpVaR (Operational Value at Risk), el cual representa un percentil de la distribución de pérdidas ⁵⁰, sobre una determinada línea del negocio i, del riesgo operacional j.

Gráfica 3.2.3.A. Medición de Op.Var.

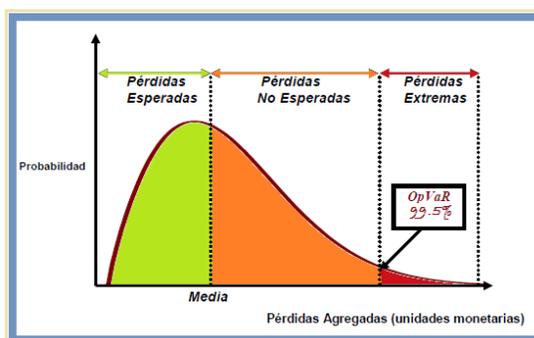


Tabla de elaboración propia a partir de: Josué Manuel Feria Domínguez, Enrique José Jiménez Rodríguez. 2007. El modelo de Distribución de Pérdidas Agregadas (LDA): Una Aplicación al Riesgo Operacional. Proyectos de excelencia 2007. Referencia PO6-SEJ01537.

Por tanto, para realizar dicha medición, OpVaR contempla ⁵¹:

- **1. Un intervalo de confianza asociado al cálculo.** Que para efectos de la presente investigación se tomará el 99.9% de confianza, a razón de una sobre estimación del riesgo operativo y apeándonos a los requerimientos encomendados por Basilea.

⁴⁹LDA. Por sus siglas en inglés; Loss Distribution Approach.

⁵⁰ Josué Manuel Feria Domínguez, Enrique José Jiménez Rodríguez. 2007. El modelo de Distribución de Pérdidas Agregadas (LDA): Una Aplicación al Riesgo Operacional. Proyectos de excelencia 2007. Referencia PO6-SEJ01537.

⁵¹ Tabla de elaboración propia a partir de: Josué Manuel Feria Domínguez, Enrique José Jiménez Rodríguez. 2007. El modelo de Distribución de Pérdidas Agregadas (LDA): Una Aplicación al Riesgo Operacional. Proyectos de excelencia 2007. Referencia PO6-SEJ01537.

- **2. Un plazo, o unidad de tiempo, al cual va referido la estimación.** Que para efectos de estudio y conforme al Comité, la información será tomada en un horizonte temporal de un año.
- **3. Una moneda de referencia.** Que para efectos de la presente investigación la información fuente corresponde a Euros.
- **4. Una hipótesis sobre la distribución de la variable analizada.**

En la medición de dichas pérdidas agregadas, se pueden utilizar los siguientes modelos: La transformada Rápida de Fourier, Algoritmo Recursivo de Panjer, enfoque de simulación por Montecarlo y la aproximación de la pérdida simple, entre otros.

Para efectos del presente estudio se realizará la simulación de Montecarlo. Sin embargo, es necesario entonces dividir en dos etapas independientes la valoración del riesgo: probabilidad respecto a la frecuencia de incidencias de un peligro durante el proceso, y severidad conforme al impacto que causa la ocurrencia del peligro.

Una vez definida la probabilidad de ocurrencia y la severidad como dos procesos independientes, se procede a obtener la función de distribución de cada una de las variables aleatorias:

Para medir la frecuencia de fallas en los procesos, por lo general se utiliza la distribución Poisson, caracterizada por un único parámetro λ ⁵², el cual representa por término medio, el número de sucesos ocurridos en un período. Y la distribución Bernoulli, la cual se define p como la probabilidad de realizarse el proceso correctamente y $1-p$ en caso de ocurrir el error.

Una vez identificada la distribución de frecuencia, procedemos a identificar la distribución de la variable aleatoria que representa la cuantía de pérdida, encajando los parámetros de dicha distribución probabilística que mejor determinen los datos observados:

“Severidad, como $X(i,j)$, siendo $F_{i,j}$, su función de probabilidad. De esta forma habrá que determinar los parámetros de dicha distribución probabilística que mejor encajen con los datos observados. Para esta labor, como ya se indicó en líneas anteriores, el Comité propuso en un principio, la distribución Lognormal....., si bien existen un conjunto de distribuciones paramétricas que pueden ser validas..... incluyen Pareto,... Weibull,... Gamma,... Burr como alternativa de modelar la severidad.”⁵³

⁵² Tabla de elaboración propia a partir de: Josué Manuel Feria Domínguez, Enrique José Jiménez Rodríguez. 2007. El modelo de Distribución de Pérdidas Agregadas (LDA): Una Aplicación al Riesgo Operacional. Proyectos de excelencia 2007. Referencia PO6-SEJ01537.

⁵³ Josué Manuel Feria Domínguez, Enrique José Jiménez Rodríguez. 2007. El modelo de Distribución de Pérdidas Agregadas (LDA): Una Aplicación al Riesgo Operacional. Proyectos de excelencia 2007. Referencia PO6-SEJ01537. Pág.8.

De tal forma para la severidad, se pueden ajustar las siguientes distribuciones:

Tabla 3.2.3.A. Modelación de la severidad.

Distribución F(x)
Exponencial
Gamma
Normal
Log-normal
Pareto
Gauchy
Burr
Log-gamma
Uniforme
Beta

Tabla de elaboración propia a partir de: García Pérez Almudena. 2007. Una aportación al análisis de solvencia: la teoría del valor extremo. Universidad de Alcalá.

Una vez identificadas las funciones de distribución de frecuencia y severidad, se modela la frecuencia con la que sucede un evento en un intervalo de tiempo $[t, t + \delta]$, con $\delta > 0$. En donde se puede partir que las pérdidas agregadas siguen un proceso estocástico $\{S_t\}_{t \geq 0}$. Tomando en cuenta que dichas variables son consideradas de forma independiente.

El proceso estocástico $\{S_t\}_{t \geq 0}$ se encuentra formado por dos eventos; N_t de ocurrencia o frecuencia y X_k de pérdida o severidad, las cuales se encuentran relacionadas entre sí por la ecuación (a), para determinar la pérdida agregada LDA⁵⁴. Como se muestra a continuación:

$$(a) \quad S_t = \sum_{k=1} N_t X_k$$

Bajo estos supuestos la Media y la Varianza vienen dados por (b) y (c):

$$(b) \quad E(S_t) = E(N_t) E(X)$$

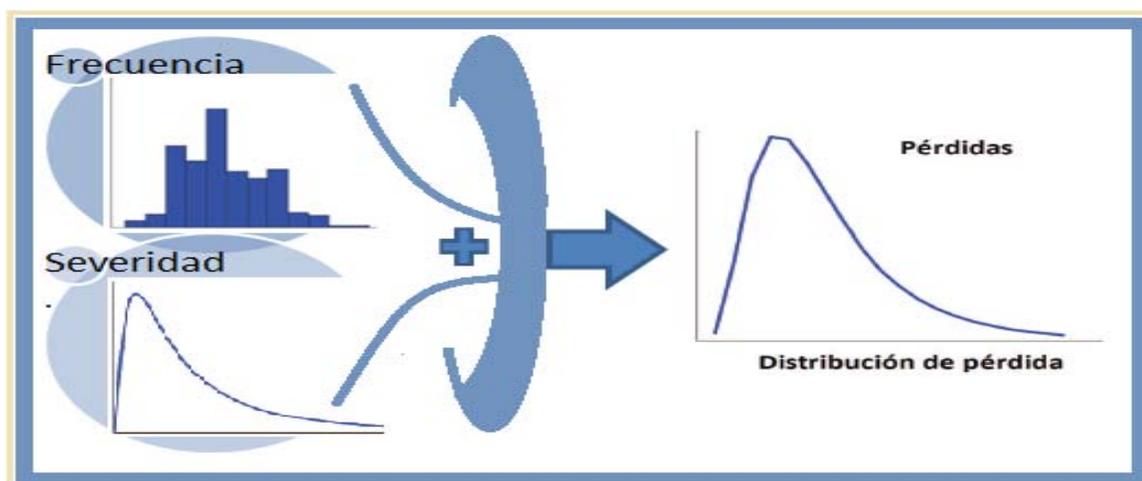
$$(c) \quad \text{Var}(S_t) = E(N_t) \text{Var}(X) + \text{Var}(N_t) E(X)^2$$

⁵⁴Marco Javier Flores C. 2013. Cuantificación del riesgo operacional mediante modelos de pérdidas agregadas y simulación Monte Carlo. Ecuador. Analítika. Revista de análisis estadístico. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército, Quito, Ecuador. 4 (2013), Vol. 5(1). Pág. 40.

La gráfica 3.2.3.B. Simulación de Montecarlo muestra la composición en el proceso de pérdida, respecto a los eventos de frecuencia y severidad.

Dicho proceso se aplica en las ocho líneas del negocio, para la obtención de la reserva en el modelo de Medición Avanzada (AMA). Teniendo en consideración que Basilea plantea el 99.9% de confianza.

Gráfica 3.2.3.B. Simulación de Montecarlo



Gráfica de elaboración propia a partir de: Marco Javier Flores C. 2013. Cuantificación del riesgo operacional mediante modelos de pérdidas agregadas y simulación Monte Carlo. Ecuador. Analítica. Revista de análisis estadístico. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército, Quito, Ecuador. 4 (2013), Vol. 5(1). Pág.41

3.3 Fuentes de información

En la presente investigación se considera realizar la medición de riesgo operativo por fraude interno (A1.1), fraude externo (A1.2), relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo (A1.3), incidencias en el negocio y fallos en los sistemas (A1.4), daños a activos materiales (A1.5), clientes, productos y prácticas empresariales (A2.1) y en ejecución, entrega y gestión de procesos (A2.2).⁵⁵

Debido a la confidencialidad en procesos internos y dificultad de acceso a la información en instituciones bancarias, se consideró realizar una simulación para la obtención de datos históricos en un periodo comprendido de tres años, ya que de acuerdo al Método Estándar (SA) y el modelo de medición de Indicador Básico (BIA) propuestos por Basilea, se comprende un período de estudio de los 3 últimos años de ingresos positivos. Esto con el fin de contrastar los modelos BIA y SA con el método de medición avanzada LDA.

⁵⁵ Descripción de riesgos en *Tabla 2.7. A. 1. Clasificación de riesgos Operativos* y *Tabla 2.7.A.2. Clasificación de riesgos Operativos*. Pág. 44, de la presente investigación.

De acuerdo al estudio realizado por Enrique Jiménez (2009)⁵⁶, menciona que los modelos sugeridos para ajustar una frecuencia de perdidas pueden estar dados por una distribución Binomial, Poisson ó Binomial Negativa. Sin embargo esto depende de la dispersión de los datos como lo detalla⁵⁷:

Subdispersión.	Binomial.	La varianza es menor que la media aritmética
Equidispersión.	Poisson.	La varianza es igual a la media aritmética.
Sobredispersión.	Binomial Negativa.	La varianza es mayor a la media aritmética.

Además, para la simulación de la base de datos se plantea que la entidad bancaria necesita conocer las pérdidas agregadas debido a las operaciones mal realizadas en cada año, por tanto es necesario conocer el valor de las pérdidas agregadas o la severidad.

De acuerdo al estudio realizado por García Pérez Almudena (2007)⁵⁸ se puede modelizar la severidad anual de acuerdo a las siguientes distribuciones:

Tabla 3.2.3.A. Modelación de la severidad

Distribución F(x)
Exponencial
Gamma
Normal
Log-normal
Pareto
Gauchy
Burr
Log-gamma
Uniforme
Beta

Cabe considerar que para realizar el cálculo de LDA Basilea plantea la medición estadística considerando los siguientes parámetros⁵⁹:

- Establecer un intervalo de confianza asociado al cálculo del 99.9%.

⁵⁶ Jiménez Rodríguez Enrique. 2012. El capital regulatorio por riesgo operacional. Metodologías para su medición y control. Madrid, España. Editorial Delta Publicaciones.. ISBN 978-84-92954-75-9. Vol. 1.

⁵⁷ Da Costa, L. (2004). Operational Risk with Excel and VBA. Wiley Finance. New Jersey: Jhon Wiley and Sons, Inc. (Original no consultado, citado por: Jiménez Rodríguez Enrique. 2012. El capital regulatorio por riesgo operacional. Metodologías para su medición y control. Madrid, España. Editorial Delta Publicaciones. ISBN 978-84-92954-75-9. Vol. 1. Pág 245.)

⁵⁸ García Pérez Almudena. 2007. Una aportación al análisis de solvencia: la teoría del valor extremo. Universidad de Alcalá.

⁵⁹ Basel II: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: A Revised Framework- Comprehensive Version. Basel.

- Establecer un plazo o unidad de tiempo al cual está referida la estimación. El comité indica que la estimación debe de ir referida a un horizonte temporal de un año.
- Una hipótesis sobre la distribución de la variable analizada. Basilea propone la distribución lognormal para aproximar la severidad y la poisson para frecuencia.

No obstante hacemos de importancia señalar que las distribuciones seleccionadas, deben ser aquellas que mejor se ajusten a los datos históricos, ya que cada entidad puede presentar naturalezas distintas en las perdidas observadas.

Los métodos a utilizar para la selección de una distribución pueden variar, ya que podemos utilizar el método de máxima verosimilitud ⁶⁰ y el método de momentos. El método de máxima verosimilitud proporciona parámetros más precisos, sin embargo resulta más complejo cuando la fuente de información no es lo suficientemente amplia.

Por tanto en la presente investigación, para la selección en una mejor distribución en una muestra anual que presente sobre dispersión, utilizaremos el método de los Momentos, ya que debido al tamaño de la muestra nos será de mayor utilidad al momento de ajustar una distribución de frecuencias.

Como se ha comentado, debido a la confidencialidad en procesos internos y dificultad de acceso a la información, se ha decidido tomar como referencia las distribuciones propuestas por Basilea ⁶¹, proponiendo así la distribución Lognormal para simular los datos históricos de severidad y la distribución Poisson para simular los datos históricos de frecuencia, tomando como referencia los parámetros de los siguientes estudios realizados:

Tabla 3.3.B. Fuente de información.

Tipo de Riesgo	Poisson (λ)	Lognormal	
	(λ)	(μ)	(σ)
A1.1: Fraude interno	-	-	-
A1.2: Fraude externo.	487.33	4.43	1.34
A1.3: Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo.	12.33	7.17	1.91
A1.4: Incidencias en el negocio y fallas en los sistemas.	242.00	3.61	1.16
A1.5: Daños a activos materiales.	596.67	5.07	1.22
A2.1: Clientes, productos y prácticas empresariales. (Práctica de ventas).	5.33	6.95	2.26
A.2: Ejecución, entrega y gestión de procesos.	4,634.67	3.76	1.40

Jiménez Rodríguez Enrique. 2012. El capital regulatorio por riesgo operacional. Metodologías para su medición y control. Madrid, España. Editorial Delta Publicaciones.. ISBN 978-84-92954-75-9. Vol. 1. Pág. 251 y 257.

⁶⁰ Jhon Aldrich. 1997: R.A. Fisher and the making of maximum likelihood. 1912-1922. Statistical Science 12(3):162-176. Vol. 12, No. 3.

⁶¹ Basel II: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: A Revised Framework- Comprehensive Version. Basel.

Sin embargo para valorar el posible efecto de requerimiento de capital en comparación del modelo de método de indicador básico BIA y el modelo de medición avanzada AMA, se proponen los siguientes parámetros en la frecuencia de riesgo anual:

Tabla 3.3.C. Asignación de Frecuencia.

Tipo de riesgo operativo	Poisson (λ)
A1.1: Fraude interno.	10
A1.2: Fraude externo.	40
A1.3: Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo.	75
A1.4: Incidencias en el negocio y fallas en los sistemas.	50
A1.5: Daños a activos materiales	25
A2.1: Clientes, productos y prácticas empresariales.	75
A2.2: Ejecución, entrega y gestión de procesos.	75

En donde la función de densidad está dada como:

$$f(k; \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!},$$

K: Representa el número de ocurrencias del evento o fenómeno

λ : Representa el número de veces que se espera ocurra el fenómeno.

Donde las medidas de dispersión para la distribución Poisson se expresan:

$$E[X] = \lambda$$

$$Var[X] = \lambda$$

➤ **Severidad:**

Basilea III propone seleccionar una distribución que mejor se ajuste al histórico de las pérdidas observadas en una entidad. De acuerdo lo anterior, los parámetros que utilizaremos para simular los datos históricos de severidad, corresponden con los parámetros obtenidos en la investigación:

Tabla 3.3.D. Asignación de Severidad.

Riesgo	Lognormal					
	μ	σ	E[X]	Var	Skew	Kurt
Riesgo Operacional	3,95	1,44	146,93	1,50E+5	26,41	5.280,40
Fraude Interno	-	-	-	-	-	-
Fraude Externo	4,43	1,34	204,54	2,08E+5	17,86	1.822,40
Recursos Humanos	7,17	1,91	8.065,60	2,41E+9	244,66	2,23E+6
Fraude Externo	4,43	1,34	204,54	2,08E+5	17,86	1.822,40
Recursos Humanos	7,17	1,91	8.065,60	2,41E+9	244,66	2,23E+6
Prácticas de Ventas	6,95	2,26	13.420,0	2,94E+10	2.133,70	7,45E+8
Daños a Activos Materiales	5,07	1,22	334,95	3,86E+5	11,98	621,45
Sistemas	3,61	1,16	72,24	14.733,00	9,78	363,18
Procesos	3,76	1,40	114,07	78.303,00	22,12	3.258,50

Jiménez Rodríguez Enrique. 2012. El capital regulatorio por riesgo operacional. Metodologías para su medición y control. Madrid, España. Editorial Delta Publicaciones.. ISBN 978-84-92954-75-9. Vol. 1. Pág. 257. (Fuente expresada en Euros).

De acuerdo a lo señalado en la *Tabla 3.3.D. Asignación de Severidad*, se considera la distribución Log-normal como la función de distribución que se ajustará a nuestros riesgos operativos descritos, pues es una función muy utilizada en estudios empíricos sobre la materia. Además de ser propuesta por el comité desde Basilea II, como una alternativa para la medición de riesgo operativo⁶².

La función de densidad Log normal- está dada por:

$$X \sim LN(\mu, \sigma) \rightarrow f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Con:

$$E[X] = e^{\mu + \frac{\sigma^2}{2}}$$

$$Var[X] = (e^{\sigma^2} - 1)e^{2\mu + \sigma^2}$$

⁶² Jiménez Rodríguez Enrique. 2012. El capital regulatorio por riesgo operacional. Metodologías para su medición y control. Madrid, España. Editorial Delta Publicaciones. ISBN 978-84-92954-75-9. Vol. 1. Pág. 257.

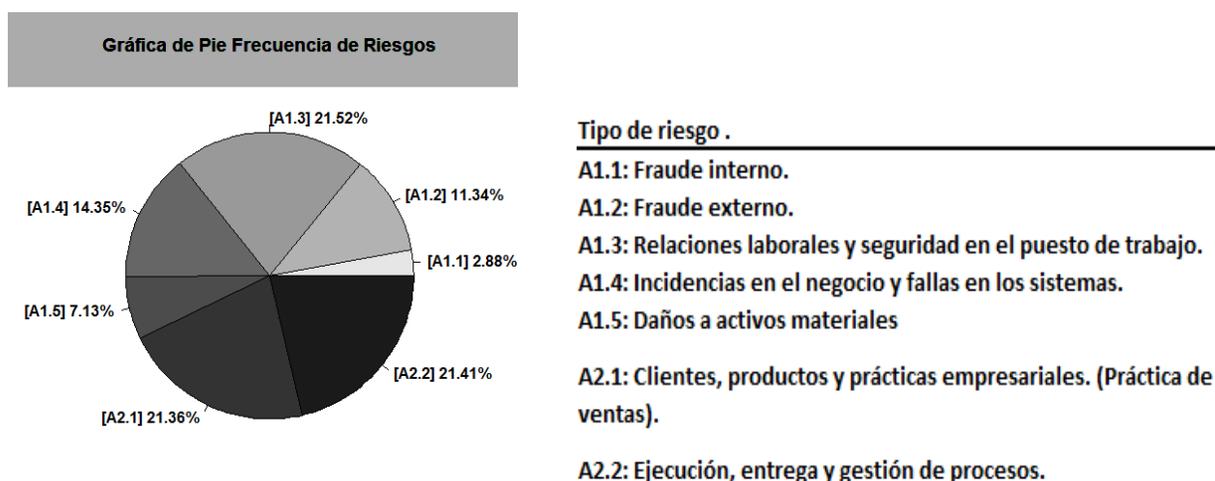
Como se especificó anteriormente la *Tabla 3.3.C. Asignación de Frecuencia*, muestra los parámetros correspondientes de cada línea de riesgo por frecuencia. Para modelar la pérdida operacional en la presente investigación, consideramos los parámetros de frecuencia contenidos en la tabla: *Tabla 3.3.C. Asignación de Frecuencia*.

Para modelar la pérdida operacional consideramos en Severidad los parámetros contenidos en la tabla: *Tabla 3.3.D. Asignación de Severidad*.

3.3.1 Análisis Exploratorio de Frecuencia

Al realizar las simulaciones⁶³ respecto a los parámetros fuente de frecuencia, podemos observar que los riesgos más significativos en proporción a la frecuencia son; A1.3. Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo, A2.1. Clientes, productos y prácticas empresariales y A2.2 Ejecución, entrega y gestión de procesos, ya que tan solo estos tres riesgos representan el 64.29% de las ocurrencias totales en pérdidas por riesgo operativo.

Gráfica 3.3.1.A. Datos simulados de Frecuencia.

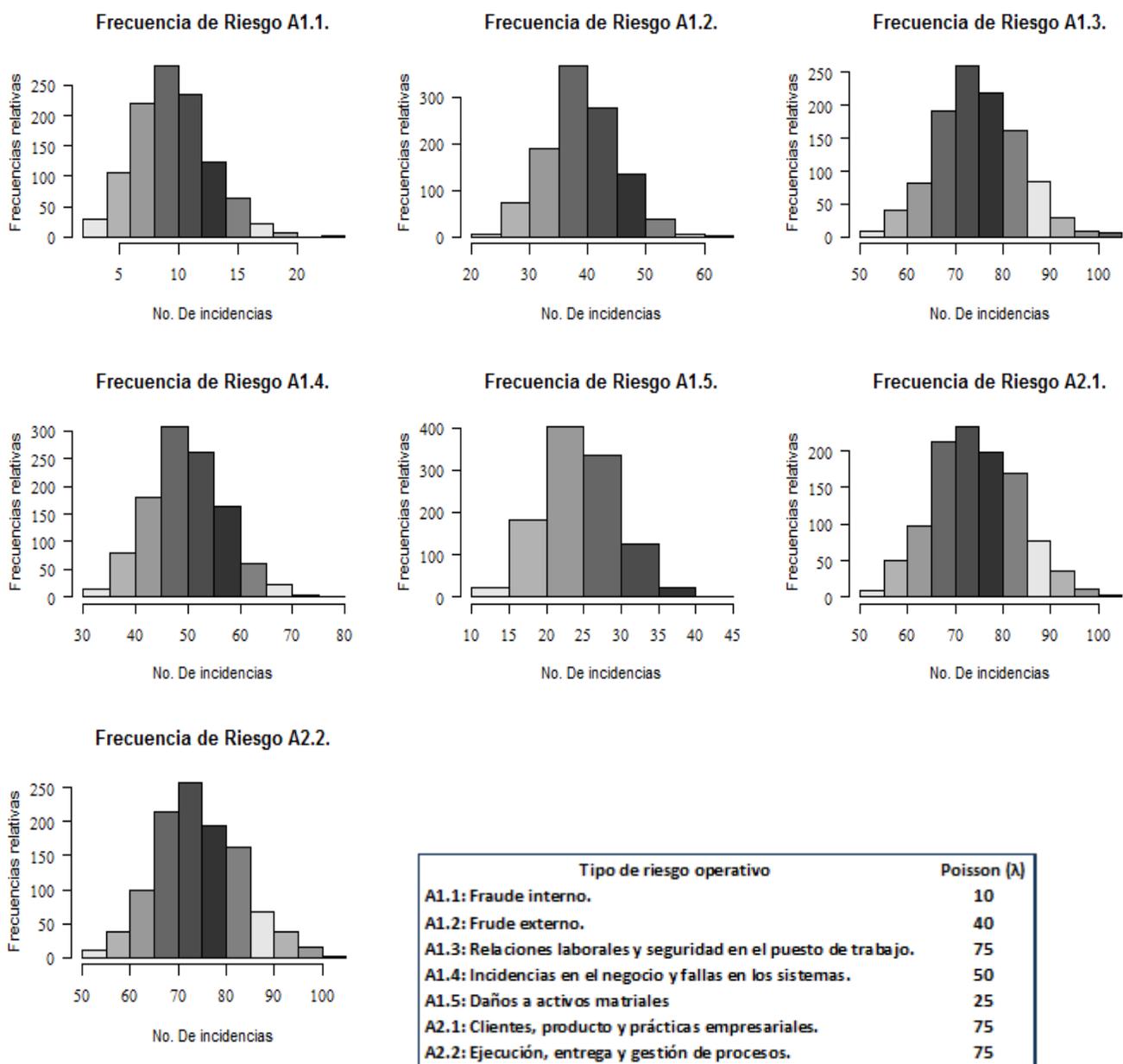


Gráfica de elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en la sección de Anexos; Anexo 1.1.

Resulta práctico realizar una comparación en los riesgos a través de histogramas, pues permite observar si la media teórica se aproxima a la media de los datos simulados y verificar si en ellos existe una asimetría o presenta dispersión.

⁶³ Para reproducir el análisis efectuado, se puede consultar el código utilizado en R para la simulación de frecuencias por riesgo, en la sección de Anexos el Anexo 1.1.

Gráfica 3.3.1.B. Histogramas de Frecuencia por línea de Riesgo.⁶⁴

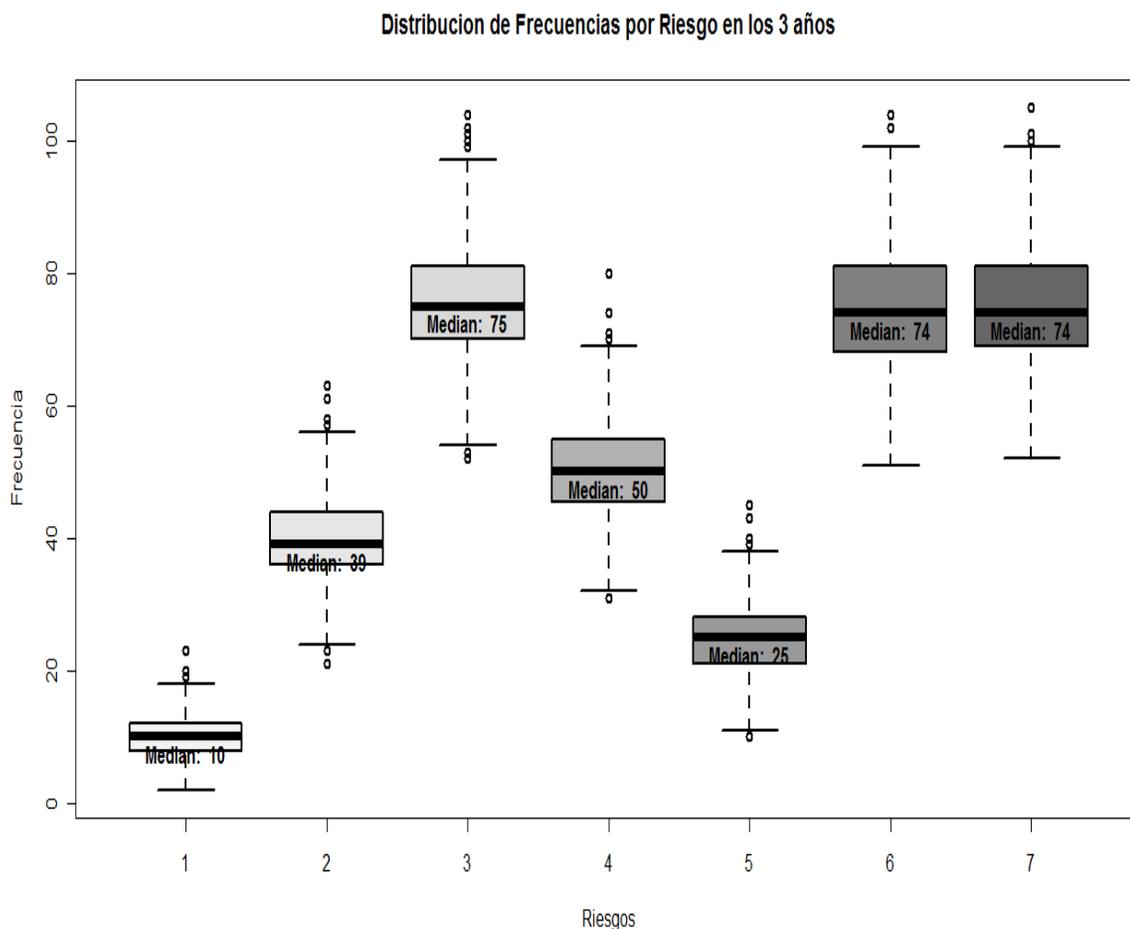


Gráfica de elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en la sección de Anexos; Anexo 1.2.

⁶⁴ Para reproducir el análisis efectuado, se puede consultar el código utilizado en R para la simulación de frecuencias por riesgo, en la sección de Anexos; Anexo 1.2.

Al comparar la muestra con los parámetros de frecuencia teóricos, notamos que los valores medios se aproximan a los valores teóricos de referencia. Sin embargo para visualizar la dispersión, asimetría y hacer un comparativo del número de incidencias en los riesgos utilizamos el diagrama de caja⁶⁵.

Gráfica 3.3.1.C. Caja de Frecuencias por línea de Riesgo.



No.	Tipo de riesgo .
1	A1.1: Fraude interno.
2	A1.2: Fraude externo.
3	A1.3: Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo.
4	A1.4: Incidencias en el negocio y fallas en los sistemas.
5	A1.5: Daños a activos materiales
6	A2.1: Clientes, productos y prácticas empresariales. (Práctica de ventas).
7	A2.2: Ejecución, entrega y gestión de procesos.

Gráfica de elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en la sección de Anexos; Anexo 1.3.

⁶⁵ Para reproducir el análisis efectuado, podemos consultar en la sección de Anexos; Anexo 1.3, el código utilizado en R para caja de frecuencias por línea de riesgo.

Tabla 3.3.1.A. Medidas de frecuencia.

No.	Tipo de riesgo .	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
1	A1.1: Fraude interno.	2	8	10	10.05	12	23
2	A1.2: Fraude externo.	21	36	39	39.63	44	63
3	A1.3: Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo.	52	70	75	75.24	81	104
4	A1.4: Incidencias en el negocio y fallas en los sistemas.	31	45.5	50	50.17	55	80
5	A1.5: Daños a activos materiales	10	21	25	24.94	28	45
6	A2.1: Clientes, productos y prácticas empresariales. (Práctica de ventas).	51	68	74	74.67	81	104
7	A2.2: Ejecución, entrega y gestión de procesos.	52	69	74	74.86	81	105

Tabla de elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en la sección de Anexos; Anexo 1.4.

Al comparar las medias de frecuencia de la distribución teórica y medias muestrales por riesgo, podemos observar que no muestran una diferencia significativa y que en sentido la muestra presenta la misma tendencia a la distribución teórica.

También podemos visualizar en la tabla que los valores de la mediana están muy cercanos a los de la media, esto indica que los datos muestrales presentan una mayor concentración de frecuencias respecto a la media en el interior de la caja, es decir el 50% se encuentra muy concentrado en el rango (Q1, Q3) y visualizando para los datos pertenecientes al rango (Mínimo, Q1) y (Q3, Máximo) presentan una mayor dispersión.

El estudio anterior nos proporciona información respecto a la asimetría o simetría de la distribución, utilizando los siguientes criterios:

- **Simetría de los datos: Si la mediana está en el centro de la caja o cerca del centro.**
- **Datos positivamente asimétricos: La mediana esta considerablemente más cerca del primer cuartil.**
- **Datos negativamente asimétricos: La mediana esta considerablemente más cerca del tercer cuartil.**

Debido a lo anterior podemos observar en la diagrama de caja y bigote, que para el riesgo A1.2. Fraude externo presenta asimetría positiva ya que su mediana está más cercana al cuartil Q1. Lo anterior afecta a la estimación de las frecuencias, ya que indica que el riesgo puede ser infravalorado debido a una concentración mayor de incidencias con un menor valor de frecuencia.

Por otro lado para el riesgo A1.5. Daños a activos materiales, podemos observar que presenta una asimetría negativa, lo cual para efectos de estudio está considerando un mayor peso para las incidencias de mayor frecuencia y para efectos de cálculo propone así un mayor monto de reserva de capital en la medición de riesgos LDA.

De forma conjunta se puede observar que para todos los riesgos se refleja una mayor concentración de datos atípicos después del bigote máximo, lo cual nos indica que hay mayor dispersión de datos con frecuencias altas sobre el cuerpo principal de los datos.

De acuerdo con Tukey(citado por Hildebrand, 1997)⁶⁶, un modelo que nos permite fijar los extremos de los bigotes es por el cálculo de las siguientes barreras:

- **Barrera interior inferior=Primer cuartil – 1.5 RIC**
- **Barrera interior superior=Tercer cuartil + 1.5 RIC**
- **Barrera exterior inferior=Primer cuartil – 3 RIC**
- **Barrera exterior superior=Tercer cuartil + 3 RIC.**

Recordemos que RIC (Recorrido Intercuartílico) es igual a la diferencia entre el Tercer cuartil y el Primero.

Por tanto para identificar nuestros posibles valores atípicos con mayor frecuencia, podemos fijarlos como aquellos que presenten un valor superior a la barra exterior superior.

Tabla 3.3.1.B. Barreras superiores.

Riesgos	Min.	1st. Qu.	Median	Mean	3rd.Qu	Max.	RI	3RI	Barra Ext Sup
A1.1: Fraude interno	2	8	10	10.05	12	23	4	12	24
A1.2: Fraude externo.	21	36	39	39.63	44	63	8	24	68
A1.3: Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo.	52	70	75	75.24	81	104	11	33	114
A1.4: Incidencias en el negocio y fallas en los sistemas.	31	45.5	50	50.17	55	80	9.5	28.5	83.5
A1.5: Daños a activos materiales.	10	21	25	24.94	28	45	7	21	49
A2.1: Clientes, productos y prácticas empresariales. (Práctica de ventas).	51	68	74	74.67	81	104	13	39	120
A.2: Ejecución, entrega y gestión de procesos.	52	69	74	74.86	81	105	12	36	117

Tabla de elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en la sección de Anexos; Anexo 1.4.

El número de incidencias presentadas en cada riesgo con un monto mayor a la barra superior son.⁶⁷

```
> A1.1Fraude_interno.
[1] 0
> A1.2Fraude_externo.
[1] 0
> A1.3Relaciones_laborales_y_seguridad_en_el_puesto_de_trabajo.
[1] 0
> A1.4Incidencias_en_el_negocio_y_fallas_en_los_sistemas.
[1] 0
> A1.5Daños_a_activos_materiales.
[1] 0
> A2.1Clientes_productos_y_prácticas_empresariales.
[1] 0
> A2.2Ejecución_entrega_y_gestión_de_procesos.
[1] 0
`
```

⁶⁶ Hildebrand, D. y Lyman Ott, R. (1997). Estadística aplicada a la administración y a la economía. Addison – Wesley Iberoamericana. Pág.36 – 37.

⁶⁷ Información a partir de los resultados obtenidos en la sección de Anexos; Anexo 1.4.

En los resultados mostrados ninguno de los riesgos excede el máximo, sin embargo los estudios anteriores muestran que los riesgos A1.1, A1.5 y A2.2 son los que presentan un mayor número de datos atípicos del lado máximo del bigote. Por tanto hace de importancia verificar si existe una sobre dispersión en los datos.

El estudio realizado por Enrique Jiménez (2009)⁶⁸ menciona que los modelos sugeridos para ajustar una frecuencia de perdidas pueden estar dados por una distribución Binomial, Poisson o Binomial Negativa. Sin embargo esto depende de la dispersión de los datos como lo detalla Da Costa (2004):

Equidispersión.	Poisson.	La varianza es igual a la media aritmética.
Sobredispersión.	Binomial Negativa.	La varianza es mayor a la media aritmética.

De las muestras obtenemos la siguiente información⁶⁹:

```

ID      RIESGO                                     LAMBDA
[1,] "A1.1" "Fraude interno"                   "10"
[2,] "A1.2" "Fraude externo"                   "40"
[3,] "A1.3" "Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo" "75"
[4,] "A1.4" "Incidencias en el negocio y fallas en los sistemas"      "50"
[5,] "A1.5" "Daños a activos materiales"       "25"
[6,] "A2.1" "Clientes productos y prácticas empresariales"           "75"
[7,] "A2.2" "Ejecución entrega y gestión de procesos"                 "75"
MEDIA          VARIANZA          SOBREDISPERSIÓN
[1,] "10.0547945205479" "10.1249655656007" "Contiene sobredispersión"
[2,] "39.6255707762557" "38.3971517534413" "No tiene sobredispersión"
[3,] "75.2392694063927" "74.8165552244288" "No tiene sobredispersión"
[4,] "50.1744292237443" "51.5828921556351" "Contiene sobredispersión"
[5,] "24.9360730593607" "24.6119973621163" "No tiene sobredispersión"
[6,] "74.6730593607306" "78.1471254580819" "Contiene sobredispersión"
[7,] "74.8557077625571" "78.9224879583949" "Contiene sobredispersión"
NO.SOBREDISPERSIÓN
[1,] "0.0701710450527155"
[2,] "NA"
[3,] "NA"
[4,] "1.40846293189085"
[5,] "NA"
[6,] "3.47406609735127"
[7,] "4.06678019583782"

```

⁶⁸ Jiménez Rodríguez Enrique. 2012. El capital regulatorio por riesgo operacional. Metodologías para su medición y control. Madrid, España. Editorial Delta Publicaciones.. ISBN 978-84-92954-75-9. Vol. 1. Pág. 245.

⁶⁹ Para reproducir el análisis efectuado, podemos consultar en la sección de Anexos; Anexo 1.5, el código utilizado en R para la simulación.

Por tanto para los datos de frecuencia en los riesgos A1.1.Fraude interno, A1.4. Incidencias en el negocio y fallas en los sistemas, A2.1. Clientes, productos y prácticas empresariales y A2.2. Ejecución entrega y gestión de procesos, se observó una mayor dispersión en los datos atípicos y sobre dispersión, ya que la varianza observada supera a la media, es decir la varianza empírica es superior a la teórica.

Debido a lo anterior resulta necesario identificar que distribución se ajusta más a los riesgos A1.1.Fraude interno, A1.4. Incidencias en el negocio y fallas en los sistemas, A2.1. Clientes, productos y prácticas empresariales y A2.2. Ejecución entrega y gestión de procesos, ya que de no ser así, la sobre dispersión presentada en los riesgos puede generar una infraestimación de la varianza real.

Una de las funciones que permite estimar parte de la varianza no identificada, es el caso de la Binomial Negativa, la cual proviene de la función Poisson y Gamma.

$$N \sim \text{BN}(s,p) \rightarrow P(N=x) = \binom{s+x-1}{x} p^s (1-p)^x$$

Dicha distribución dota al modelo de mayor flexibilidad ya que está definida por dos parámetros:

- “P” El cual delimita la probabilidad de éxito. Donde $P \in (0,1)$.
- “S” la cual define el número de los mismos. Donde $s > 0$.

$$E[N] = \frac{s(1-p)}{p}$$

$$\text{Var}[N] = \frac{s(1-p)}{p}$$

Con anterioridad se mencionó que debido a que nuestra muestra no es lo suficientemente amplia, podemos considerar el método de Momentos como una alternativa para estimar los parámetros de la distribución Binomial, en donde se establece:

- **Sí dos variables tiene los mismos momentos, entonces dichas variables tienen o siguen la misma función de densidad.**

Por tanto podemos expresar los parámetros s y p en función de $E[N]$ y $\text{Var}[N]$, donde $E[N]$ y $\text{Var}[N]$ se expresa a la vez por sus estimadores μ y σ^2 .

$$s = \frac{(E[N])^2}{\text{Var}[N] - E[N]}$$

$$s = \frac{(E[N])^2}{\text{Var}[N] - E[N]}$$

Así los parámetros de frecuencia expresados en s y p se muestran de la forma siguiente:

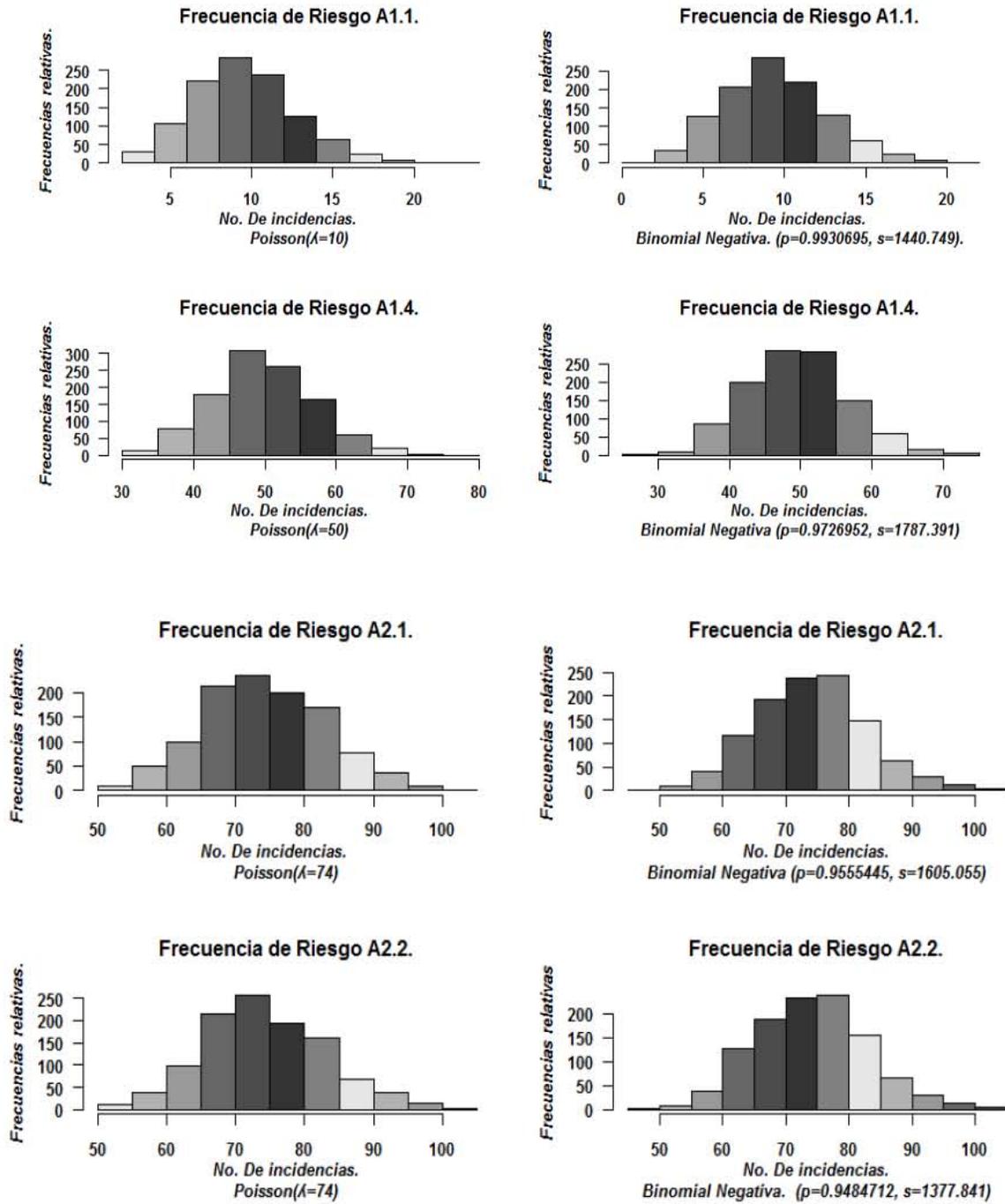
Tabla 3.3.1.C. Ajuste de frecuencia.

No.	Tipo de riesgo .	Poisson	Binomial Negativa	
		(λ)	p	s
1	A1.1: Fraude interno.	10	0.99307	1440.75
2	A1.2: Fraude externo.	39	-	-
3	A1.3: Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo.	75	-	-
4	A1.4: Incidencias en el negocio y fallas en los sistemas.	50	0.9727	1787.39
5	A1.5: Daños a activos materiales	25	-	-
6	A2.1: Clientes, productos y prácticas empresariales. (Práctica de ventas).	74	0.95554	1605.06
7	A2.2: Ejecución, entrega y gestión de procesos.	74	0.94847	1377.84

Tabla de elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en la sección de Anexos; Anexo 1.5.

Nuevamente se procede a simular los datos con las distribuciones descritas y podemos comparar a partir de los histogramas que para los riesgos A1.1.Fraude interno, A1.4. Incidencias en el negocio y fallas en los sistemas, A2.1. Clientes, productos y prácticas empresariales y A2.2. Ejecución entrega y gestión de procesos presentan un mayor ajuste en la distribución.

Gráfica 3.3.1.D. Histograma de frecuencias (Binomial Negativa – Poisson).⁷⁰



⁷⁰ Para reproducir el análisis efectuado y consultar el código utilizado en R para la simulación, se puede consultar la sección de Anexos; Anexo 1.6.

Al contrastar el histograma de distribución Poisson con su correspondiente Binomial negativa, observamos que se presenta un mayor grado de asimetría y leptocurtosis en Binomial Negativa, lo cual nos confirma un mejor ajuste en la distribución.

Por tanto los parámetros de frecuencia quedan de la forma siguiente:

Tabla 3.3.1.D. Parámetros de frecuencia.

No.	Tipo de riesgo .	Poisson	Binomial Negativa	
		(λ)	p	s
1	A1.1: Fraude interno.		0.99307	1440.75
2	A1.2: Fraude externo.	39	-	-
3	A1.3: Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo.	75	-	-
4	A1.4: Incidencias en el negocio y fallas en los sistemas.		0.9727	1787.39
5	A1.5: Daños a activos materiales	25	-	-
6	A2.1: Clientes, productos y prácticas empresariales. (Práctica de ventas).		0.95554	1605.06
7	A2.2: Ejecución, entrega y gestión de procesos.		0.94847	1377.84

Tabla de elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en la sección de Anexos; Anexo 1.6.

3.3.2. Análisis Exploratorio de Severidad.

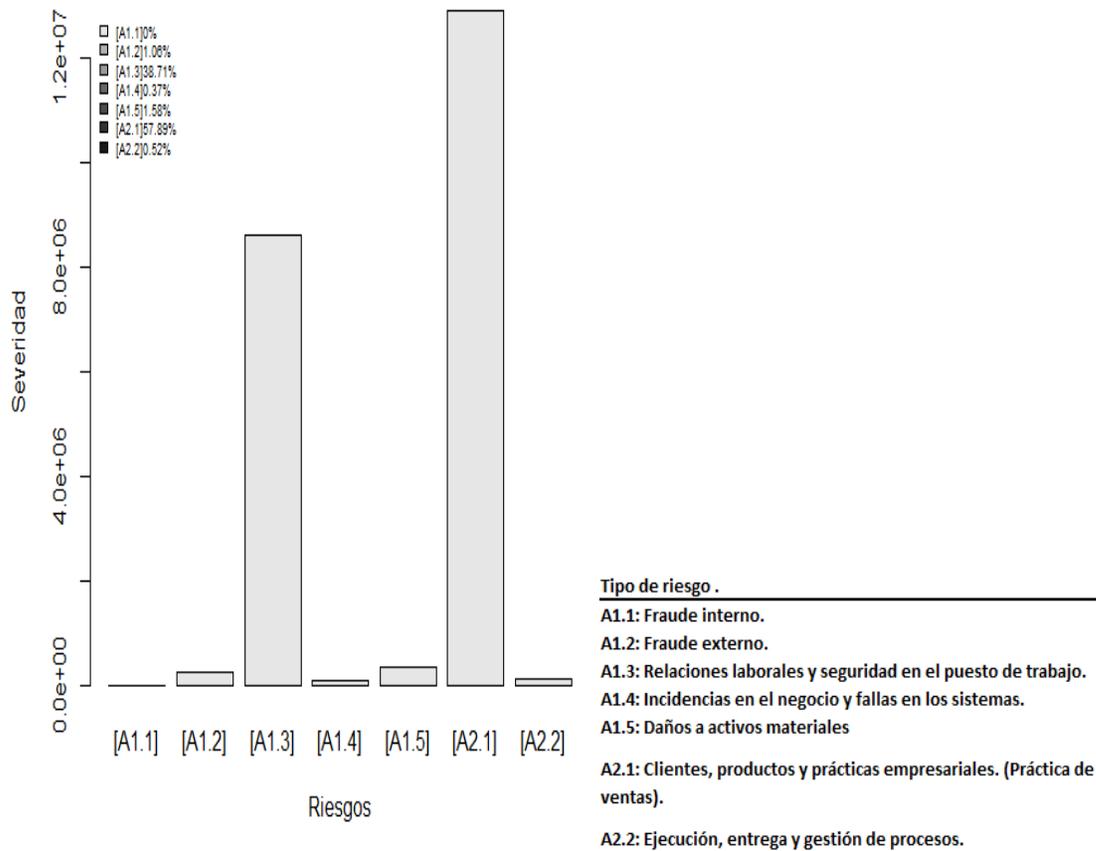
Como se comentó en el apartado de modelo de distribución de pérdida agregada en la *Tabla 3.3.A Modelación de la severidad*, se considera la distribución Log-normal como la función de distribución que se ajustará a nuestros riesgos operativos descritos, pues es una función muy utilizada en estudios empíricos sobre la materia. Además de ser propuesta por el comité desde Basilea II, como una alternativa para la medición de riesgo operativo.

De acuerdo a *Tabla 3.3.B. Fuente de Información* procedemos a hacer simulaciones para analizar el impacto de cada línea de riesgo operativo⁷¹.

De acuerdo a las simulaciones generadas podemos observar el impacto por riesgo en el siguiente gráfico:

⁷¹ Para reproducir el análisis efectuado, se puede consultar el código utilizado en R para la simulación de severidades por riesgo, en la sección de Anexos; Anexo 1.6.

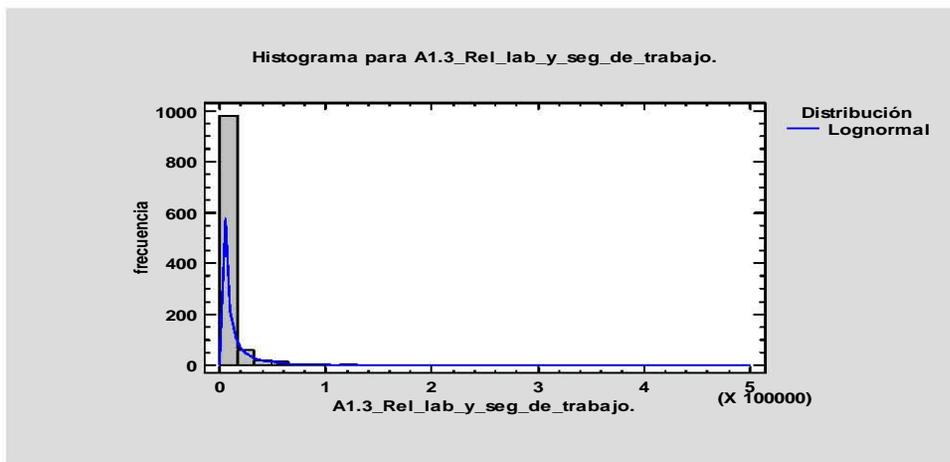
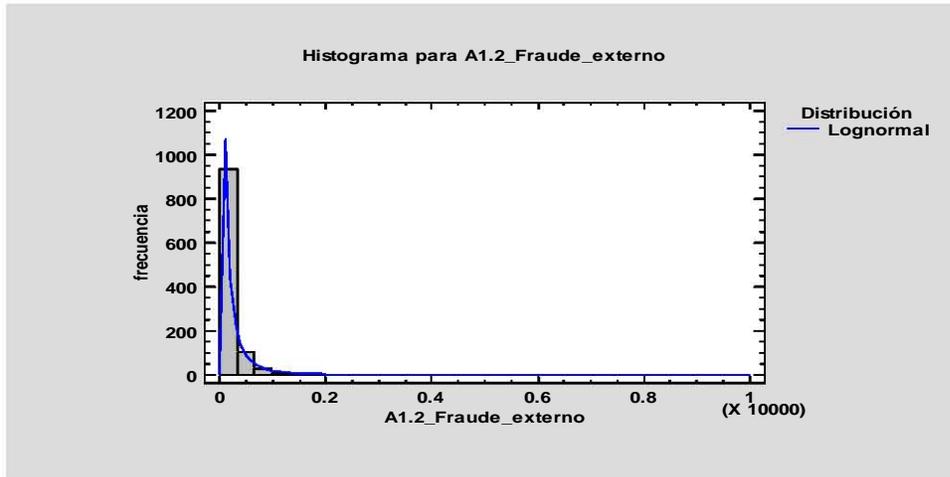
Gráfica 3.3.2.A. Histograma de Severidad.



Podemos observar que tan sólo la suma de los riesgos “A1.3 Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo” y “A2.1 Clientes, productos y prácticas empresariales” cubren un total del 96.60% de las pérdidas sobre el capital. Por tanto a nivel negocio es recomendable establecer un mayor control y proporcionar prácticas que permitan aminorar las pérdidas sobre estos riesgos.

Debido a la concentración de pérdidas sobre los riesgos “A1.3 Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo” y “A2.1 Clientes, productos y prácticas empresariales”, hace necesario realizar un comparativo de las pérdidas con la función teórica de distribución, ya que en el caso de no haber un ajuste estadístico entre ellas puede provocar una infravaloración de pérdidas agregadas.

Gráfica 3.3.2.B. Severidad de las pérdidas y función teórica de distribución.⁷²



⁷² Análisis efectuado a partir de la herramienta STATGRAPHICS® Centurion XVI.
Manual disponible en:
<http://www.statgraphics.net/wp-content/uploads/2015/03/Centurion-XVI-Manual-Principal.pdf>
Fecha de consulta 16 de noviembre de 2016.

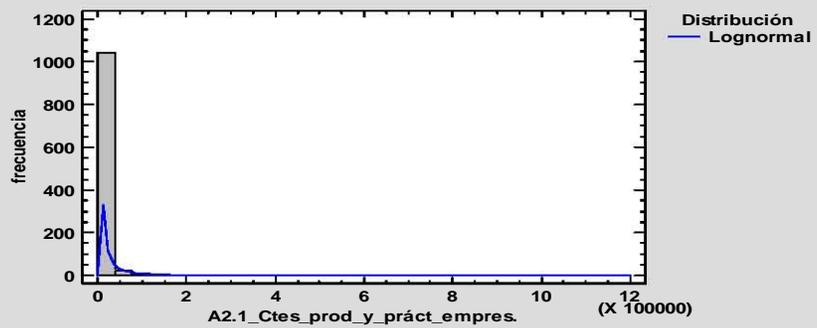
Histograma para A1.4_Inc_neg_fallas_en_sistemas.

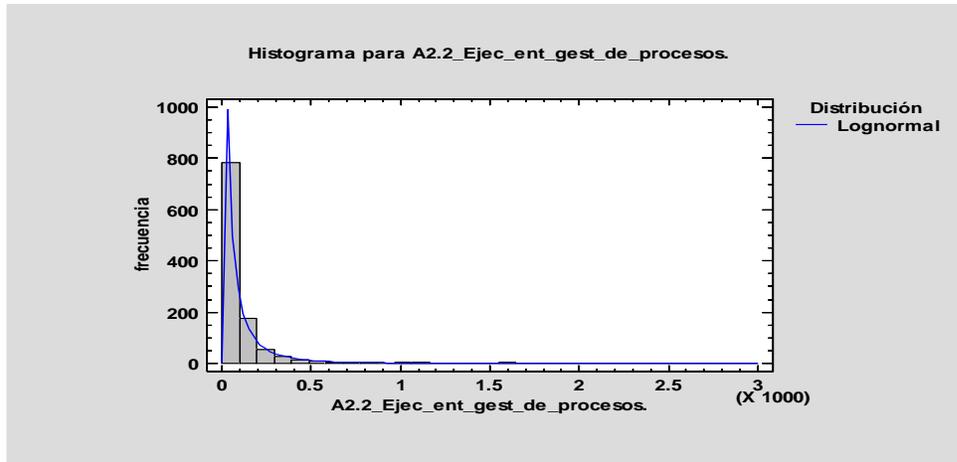


Histograma para A1.5_Daños_a_activos_materiales.



Histograma para A2.1_Ctes_prod_y_práct_empres.





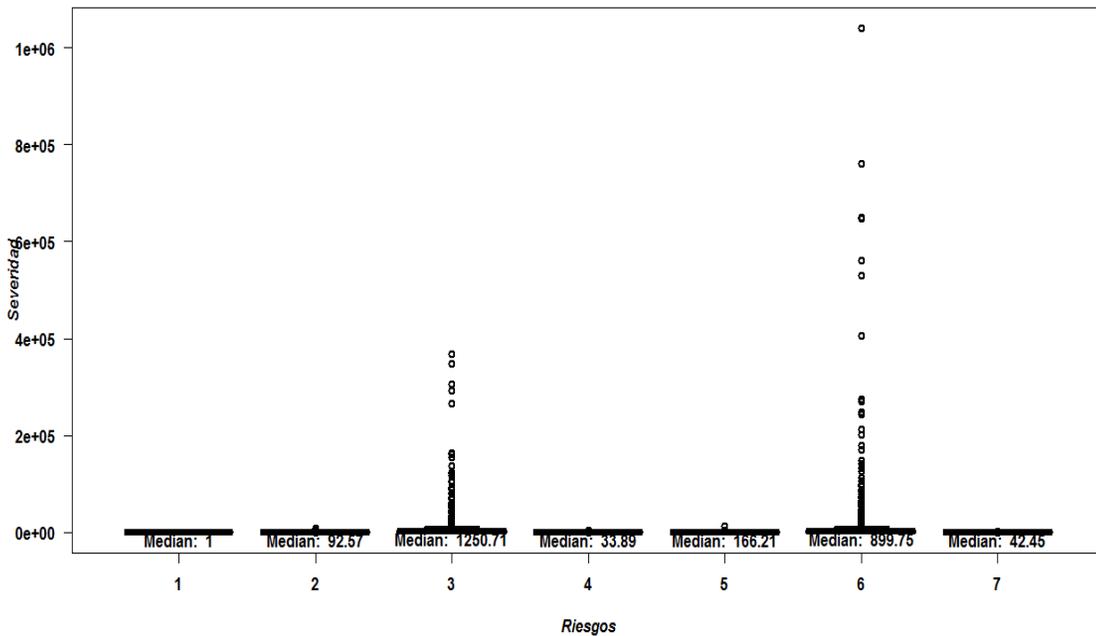
Gráficas de elaboración propia en STATGRAPHICS® Centurion XVI.

Al analizar las gráficas podemos verificar que la función teórica de distribución no logra cubrir el monto total de las pérdidas registradas en los riesgos “A1.3 Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo” y “A2.1 Clientes, productos y prácticas empresariales”.

Así como en el análisis de frecuencias, en el análisis de Severidad también es de gran importancia verificar que tanto están siendo afectados nuestros datos respecto a la dispersión y valores extremos, ya que ellos pueden representar pérdidas inesperadas muy elevadas. Por tanto para visualizar más claro estos efectos se procede a analizar el siguiente diagrama de caja y bigote:

Gráfica 3.3.2.C. Caja de Severidad por línea de Riesgo.

Distribución de Severidad por Riesgo en los 3 años



Gráfica de elaboración propia a partir del análisis efectuado en la sección de Anexos; Anexo 1.7.

El gráfico de caja nos permite observar que efectivamente nuestros riesgos con un mayor monto de pérdida “A1.3 Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo” y “A2.1 Clientes, productos y prácticas empresariales”, son más altos debido a una sobre-dispersión.

Al observar el gráfico podemos verificar el Riesgo “A1.3 Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo” presenta una mayor pérdida en promedio, sin embargo al visualizar la dispersión de los mismos podemos notar que aunque el riesgo “A2.1 Clientes, productos y prácticas empresariales” presenta en promedio menores pérdidas, su dispersión y valores atípicos son mayores que en todos los riesgos. Por tanto “A2.1 Clientes, productos y prácticas empresariales” es la línea de negocio más riesgosa en Severidad en nuestro estudio, pues justifica pérdidas inesperadas más elevadas.

De acuerdo al estudio podemos visualizar información de los cuartiles, máximos y mínimos en cada línea de riesgo⁷³:

```
> summary(c(A1.1))
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
    1      1      1      1      1      1

> summary(c(A1.2))
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
0.977 37.320  92.570 215.900 199.100 7945.000

> summary(c(A1.3))
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
  2.8   386.7 1251.0 7873.0 4701.0 368600.0

> summary(c(A1.4))
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
0.929 16.320  33.890  74.990  75.980 4097.000

> summary(c(A1.5))
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
3.959 76.810 166.200 320.700 350.500 13880.000

> summary(c(A2.1))
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
  0.4   222.4  899.7 11770.0 4271.0 1040000.0

> summary(c(A2.2))
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
0.4044 16.4100 42.4500 106.6000 109.4000 2541.0000
```

También podemos observar que los valores de la mediana sobre los riesgos A1.3 y A2.1 están muy lejanos a los de la media, esto indica que los datos muestrales presentan una mayor sobre dispersión respecto a la media en el interior de la caja, es decir los datos no se concentran en el rango (Q1, Q3) y visualizando para los datos pertenecientes al rango (Mínimo, Q1) y (Q3, Máximo) presentan una mayor dispersión.

El estudio anterior también nos proporciona información respecto a la asimetría o simetría de la distribución, pues todos los riesgos presentan asimetría positiva ya que la mediana está constantemente más cerca del primer cuartil.

⁷³ Para reproducir el análisis efectuado, se puede consultar el código utilizado en R para la simulación de la frecuencia de riesgo, en la sección de Anexos; Anexo 1.7.

De acuerdo con Tukey(citado por Hildebrand, 1997)⁷⁴, un modelo que nos permite fijar los extremos de los bigotes es por el cálculo de las siguientes barreras:

- **Barrera interior inferior=Primer cuartil – 1,5 . RIC**
- **Barrera interior superior=Tercer cuartil + 1,5 . RIC**
- **Barrera exterior inferior=Primer cuartil – 3 . RIC**
- **Barrera exterior superior=Tercer cuartil + 3 . RIC**

Recordemos que RIC (Recorrido Intercuartílico) es igual a la diferencia entre el Tercer cuartil y el Primero.

Por tanto para identificar nuestros posibles valores atípicos con mayor Severidad, podemos fijarlos como aquellos que presente un valor superior a la Barra exterior superior.

Tabla 3.3.2.A. Rango intercuartílico de severidad por riesgo.

Riesgos	Min.	1st. Qu.	Median	Mean	3rd.Qu	Max.	RI	3RI	Barra Ext Sup
A1.1: Fraude interno	1	1	1	1	1	1	0	0	1
A1.2: Fraude externo.	0.977	37.32	92.57	215.9	199.1	7945	161.78	485.34	684.44
A1.3: Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo.	2.8	386.7	1251	7873	4701	368600	4314.3	12942.9	17643.9
A1.4: Incidencias en el negocio y fallas en los sistemas.	0.929	16.32	33.89	74.99	75.98	4097	59.66	178.98	254.96
A1.5: Daños a activos materiales.	3.959	76.81	166.2	320.7	350.5	13880	273.69	821.07	1171.57
A2.1: Clientes, productos y prácticas empresariales. (Práctica de ventas).	0.4	222.4	899.7	11770	4271	1040000	4048.6	12145.8	16416.8
A.2: Ejecución, entrega y gestión de procesos.	0.4044	16.41	42.45	106.6	109.4	2541	92.99	278.97	388.37

Para reproducir el análisis efectuado en la obtención del rango intercuartílico de severidad por riesgo, se puede consultar el código utilizado en R, en la sección de Anexos; Anexo 1.8.

Como se puede verificar en el Anexo 1.8, los riesgos que efectivamente sobrepasan en mayor parte la cota máxima por Hildebrand, son; “A1.3 Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo” con 108 incidencias y “A2.1 Clientes, productos y prácticas empresariales” con 115 incidencias, pues ellos efectivamente contienen mayor riesgo, a causa de la sobre dispersión que presentan.

De acuerdo al estudio realizado por Enrique Jiménez (2009)⁷⁵, menciona que la distribución Lognormal es una función muy utilizada, sin embargo estudios empíricos han advertido que podría disminuir su realismo conforme aumente la cola de la distribución empírica y en escenarios Leptocúrticos, cuando dicha función no es la que obtiene mejor ajuste estadístico, podría conllevar a la infravaloración de la cola de la distribución de pérdidas agregadas.

⁷⁴ Hildebrand, D. y Lyman Ott,R. (1997). Estadística aplicada a la administración y a la economía. Addison – Wesley Iberoamericana. Pág.36 - 37

⁷⁵ Jiménez Rodríguez Enrique. 2012. El capital regulatorio por riesgo operacional. Metodologías para su medición y control. Madrid, España. Editorial Delta Publicaciones.. ISBN 978-84-92954-75-9. Vol. 1. Pág. 257.

Por tanto en nuestro caso, como la función teórica de distribución no logra cubrir el monto total de las pérdidas registradas en los riesgos “A1.3” y “A2.1” (los cuales presentan una sobre-dispersión, leptocurtosis y asimetría positiva) hace necesario entonces, analizar a qué tipo de distribución se ajustan en mejor forma, intentando con ello cubrir el monto de las pérdidas y disminuir la infravaloración en cola de la distribución de pérdidas agregadas.

Siguiendo los estudios efectuados Moscadelli (2005)⁷⁶ y mencionados por Enrique Jiménez (2009)⁷⁷, se propone que en función de la curtosis, se pueden contemplar las siguientes funciones de distribución:

- **Weibull para distribuciones de cola suave.**
- **Lognormal para distribuciones de cola media o moderada.**
- **Pareto para distribuciones con cola pesada.**

En la presente investigación también se incluye el análisis de la distribución exponencial y Gamma para el estudio de colas Suaves y la función log-logística para colas pesadas.⁷⁸

Recogemos los siguientes parámetros estimados para cada distribución, así como el resultado en pruebas de bondad y ajuste⁷⁹.

Tabla 3.3.2.B. Estimación de parámetros para riesgo: Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo.

Parámetros estimados para cada distribución:

Exponencial	Gamma	Lognormal	Weibull	Pareto	Loglogística
media = 7872.95	forma = 0.373595	Escala log: media = 7.19027	forma = 0.524102	forma = 0.16277	mediana = 1321.09
	escala = 0.000047453	Escala log: dev. est. = 1.91755	escala = 3464.02	umbral inferior = 2.848	forma = 1.08934

Tabla 3.3.2.C. Resultados de Test de bondad de ajuste: Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo.

Prueba Chi-Cuadrada

	Exponencial	Gamma	Lognormal	Weibull	Pareto	Loglogística
Chi-Cuadrada	1681.98	376.41	60.6913	196.921	1736.9	65.1078
G.I.	60	59	59	59	59	59
Valor-P	0	0	0.414684	0.0000000000000001	0	0.272634

⁷⁶ Moscadelli, M. (2005). The Modelling of Operational Risk: Experience with Analysis of the Data Collected by the Basel Committee. In: Davis, E., ed. Operational Risk: Practical Approaches to implementation. London: Risk Books, 39-104

⁷⁷ Jiménez Rodríguez Enrique. 2012. El capital regulatorio por riesgo operacional. Metodologías para su medición y control. Madrid, España. Editorial Delta Publicaciones.. ISBN 978-84-92954-75-9. Vol. 1. Pág. 262.

⁷⁸ Jiménez Rodríguez Enrique. 2012. El capital regulatorio por riesgo operacional. Metodologías para su medición y control. Madrid, España. Editorial Delta Publicaciones.. ISBN 978-84-92954-75-9. Vol. 1. Pág. 262.

⁷⁹ Análisis efectuado a partir de la herramienta STATGRAPHICS® Centurion XVI. Para reproducir el análisis efectuado en parámetros y pruebas de bondad y ajuste, se puede consultar en la bibliografía manuales consultados de STATGRAPHICS® Centurion XVI.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Exponencial	Gamma	Lognormal	Weibull	Pareto	Loglogística
DMAS	0.375259	0.150982	0.0162831	0.072683	0.174966	0.0165676
DMENOS	0.0399667	0.0745367	0.0172113	0.0603314	0.355925	0.0161115
DN	0.375259	0.150982	0.0172113	0.072683	0.355925	0.0165676
Valor-P	0	0	0.901873	0.0000189	0	0.924579

Anderson-Darling A²

	Exponencial	Gamma	Lognormal	Weibull	Pareto	Loglogística
A ²	-	48.7345	0.449711	14.6659	-	0.562691
Forma Modificada		48.7345	0.449711	14.6659	-	0.562691
Valor-P		<0.01	>=0.10	<0.01	-	0.562691

Los resultados arrojados en los distintos Test y los parámetros estimados para cada distribución, permiten afirmar con un 95% de confianza que la pérdida en el riesgo de; “Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo” no proviene de una distribución exponencial, gamma, weibull ó Pareto, pues en cada una de las pruebas el valor-p es menor o igual a .05

Sin embargo al verificar para la distribución Lognormal y Loglogística, podemos observar que el valor-p es mayor a .05, lo cual nos indica que no se puede rechazar la idea de que la pérdida proviene de una de estas distribuciones, con un intervalo de confianza al 95%.

El estadístico de Chi-Cuadrada nos permite identificar la discrepancia que hay entre la pérdida y la distribución teórica ajustada, por tanto entre mayor sea el estadístico de Chi-Cuadrada peor es el ajuste del modelo elegido.

Debido a lo anterior podemos proponer a la distribución Log-normal como distribución Teórica que más se ajusta a las pérdidas, pues presenta un estadístico Chi-Cuadrada (60.6913) menor al estadístico Chi-cuadrada (65.1078) de la distribución de Log-logística.

Tabla 3.3.2.D. Estimación de parámetros para riesgo: Clientes, productos y prácticas empresariales.

Parámetros estimados para cada distribución:

Exponencial	Gamma	Lognormal	Weibull	Pareto	Loglogística
media = 11774.0	forma = 0.276791	Escala log: media = 6.84946	forma = 0.43937	forma = 0.127796	mediana = 931.559
	escala = 0.0000235087	Escala log: desv. est. = 2.256	escala = 2928.09	umbral inferior = 0.377	forma = 1.28112

Tabla 3.3.2.E. Resultados del Test de bondad de ajuste: Clientes, productos y prácticas empresariales.

Prueba Chi-Cuadrada

	Exponencial	Gamma	Lognormal	Weibull	Pareto	Loglogística
Chi-Cuadrada	4633.29	506.412	66.9196	191.486	1968.82	75.7525
G.I.	60	59	59	59	59	59
Valor-P	0.0	0.0	0.223764	0.0000000000000007	0.0	0.0698968

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Exponencial	Gamma	Lognormal	Weibull	Pareto	Loglogística
DMAS	0.493875	0.181313	0.0270496	0.0842488	0.183913	0.0193995
DMENOS	0.0292428	0.0947145	0.0215191	0.0662024	0.370914	0.0236423
DN	0.493875	0.181313	0.0270496	0.0842488	0.370914	0.0236423
Valor-P	0.0	0.0	0.404478	0.0000004	0.0	0.573121

Anderson-Darling A²

	Exponencial	Gamma	Lognormal	Weibull	Pareto	Loglogística
A ²	70.1626	0.546572	15.7465		-	0.823024
Forma	Modificada	0.546572	15.8416		-	0.823024
Valor-P	*	*	>=0.10*	<0.01*	-	>=0.10

De acuerdo a los resultados arrojados en los distintos Test y los parámetros estimados para cada distribución, se puede afirmar con un 95% de confianza que la pérdida en el riesgo “A2.1 Clientes, productos y prácticas empresariales” no proviene de una distribución exponencial, gamma, weibull ó Pareto, pues en cada una de las pruebas el valor-p es menor o igual a .05

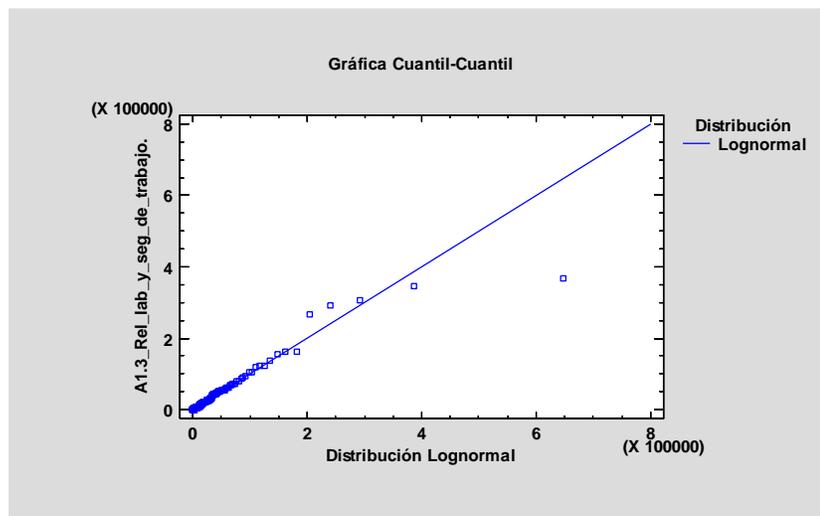
Sin embargo al verificar para la distribución Lognormal y Log-logística, podemos observar que el valor-p es mayor a .05, lo cual nos indica que no se puede rechazar la idea de que la pérdida proviene de una de estas distribuciones, con un intervalo de confianza al 95%.

El estadístico de Chi-Cuadrada nos permite identificar la discrepancia que hay entre la pérdida y la distribución teórica ajustada, por tanto entre mayor sea el estadístico de Chi-Cuadrada peor es el ajuste del modelo elegido.

Debido a lo anterior podemos proponer a la distribución Log-normal como distribución Teórica que más se ajusta a las pérdidas, pues presenta un estadístico Chi-Cuadrada (66.9196) menor al estadístico Chi-cuadrada (75.7525) de la distribución de Log-logística.

Para verificar lo anterior, se procede a realizar un comparativo de forma visual Q-Q Plot⁸⁰ por cada riesgo, el cual nos permitirá confirmar la distribución que más se ajusta a la distribución teórica.

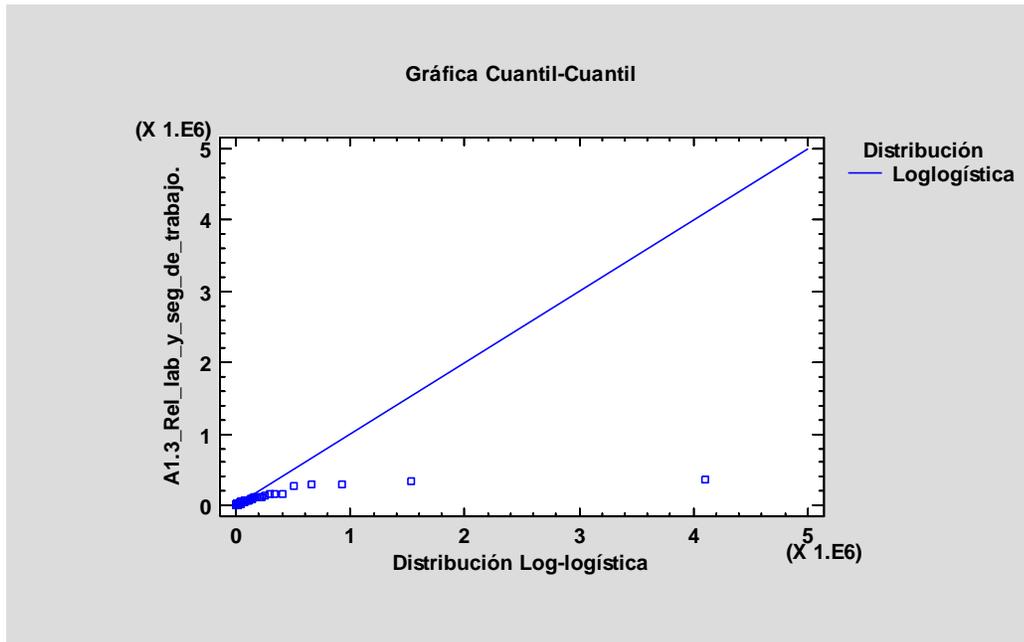
Gráfica 3.3.2.D. Q-Q-Plotm Lognormal. A1.3. Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo.



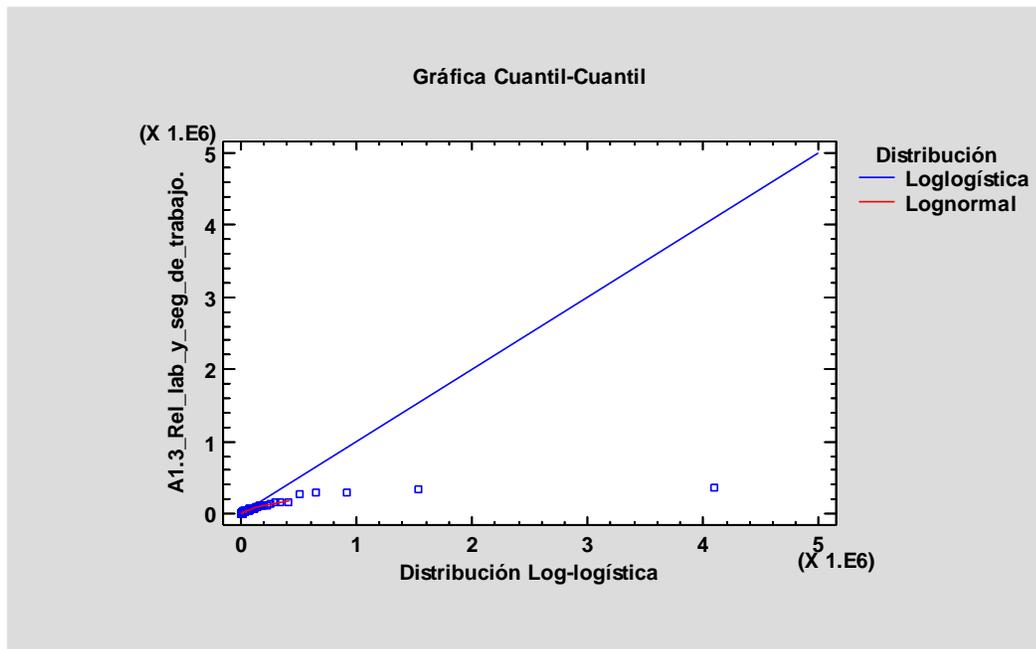
⁸⁰ Análisis efectuado a partir de la herramienta STATGRAPHICS® Centurion XVI.

Para reproducir el análisis efectuado en parámetros y pruebas de bondad y ajuste, se puede consultar en la bibliografía manuales consultados de STATGRAPHICS® Centurion XVI.

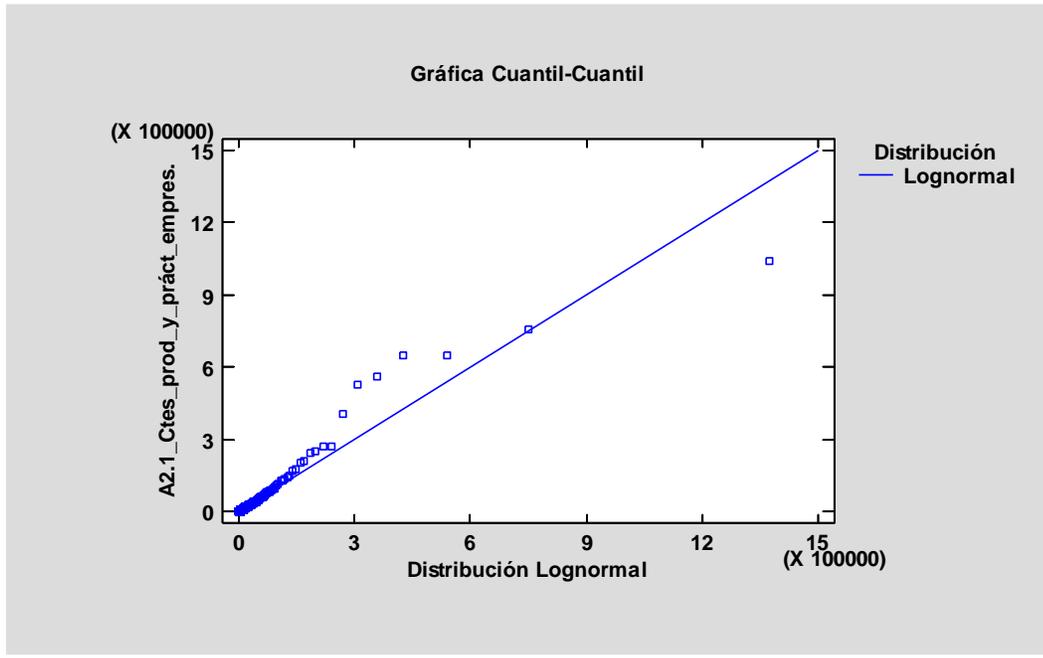
Gráfica 3.3.2.E. Q-Q-Plot Log-Logística. A1.3. Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo



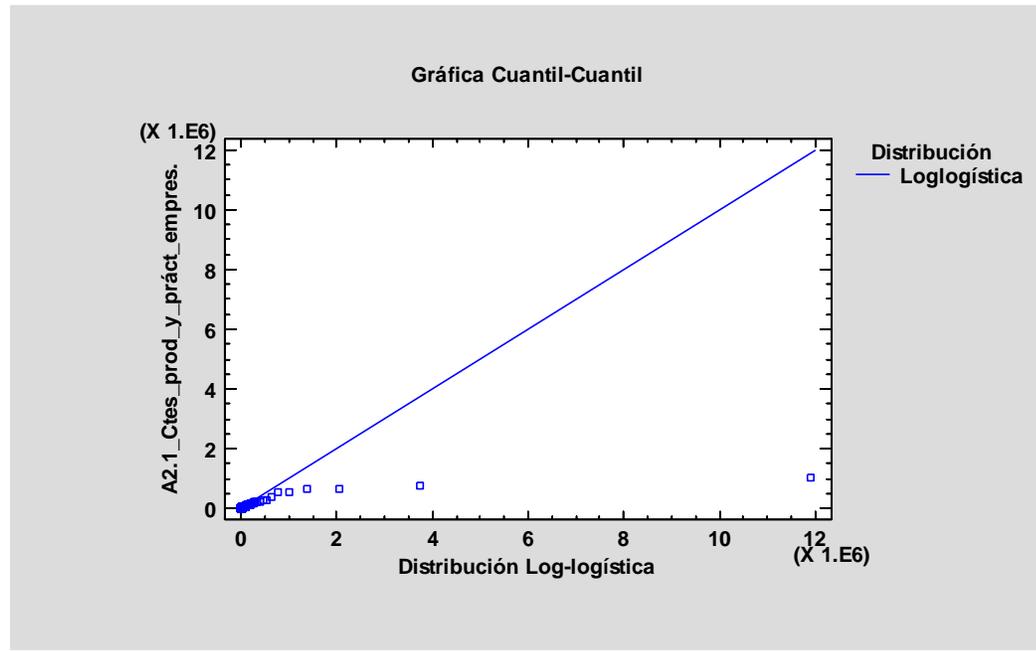
Gráfica 3.3.2.F. Q-Q-Plot Log-Logística y Lognormal. A1.3. Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo



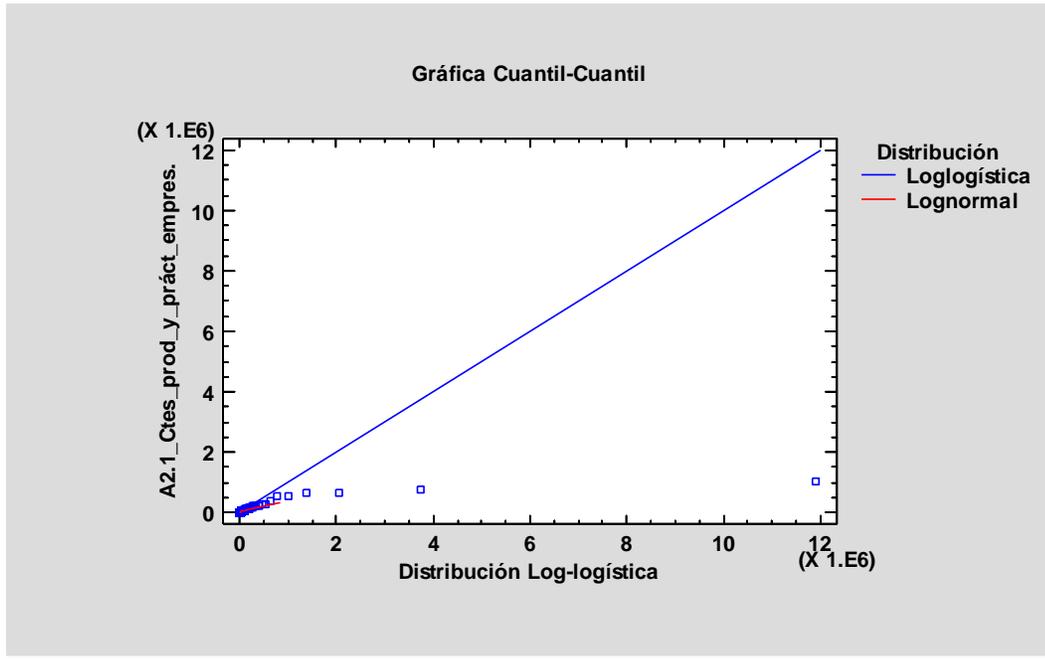
Gráfica 3.3.2.G. Q-Q-Plot Lognormal. A2.1 Clientes, productos y prácticas empresariales.



Gráfica 3.3.2.H. Q-Q-Plot Log-logística. A2.1 Clientes, productos y prácticas empresariales.



Gráfica 3.3.2.1. Q-Q-Plot Log-logística y Lognormal. A2.1 Clientes, productos y prácticas empresariales.



Gráficas de elaboración propia en STATGRAPHICS® Centurion XVI.

El trazado Q-Q Plot permite confirmar que la función teórica más cercana para ambos riesgos es la distribución log-normal. Sin embargo en las colas se observa que conforme más se avanza a la derecha, menos proximidad hay entre las distribuciones. Por tanto para eliminar esta infraestimación generada en las colas⁸¹, se puede compensar con un percentil alto del 99.9% en el cálculo del CAR.

Como se observó en la presente investigación, los parámetros que más se ajustan a los riesgos son:

Tipo de Riesgo	Frecuencia			Severidad	
	Binomial Negativa		Poisson	Lognormal	
	(p)	(s)	(λ)	(μ)	(σ)
A1.1: Fraude interno	0.99307	1,440.75	-	-	-
A1.2: Fraude externo.	-	-	39	4.43	1.34
A1.3: Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo.	-	-	75	7.19	1.91
A1.4: Incidencias en el negocio y fallas en los sistemas.	0.9727	1,787.39	-	3.61	1.16
A1.5: Daños a activos materiales.	-	-	25	5.07	1.22
A2.1: Clientes, productos y prácticas empresariales. (Práctica de ventas).	0.95554	1,605.06	-	6.84	2.26
A.2: Ejecución, entrega y gestión de procesos.	0.94847	1,377.84	-	3.76	1.4

⁸¹ Jiménez Rodríguez Enrique. 2012. El capital regulatorio por riesgo operacional. Metodologías para su medición y control. Madrid, España. Editorial Delta Publicaciones. ISBN 978-84-92954-75-9. Vol. 1. Pág. 307.

David Pacheco López. Agosto 2009. Riesgo Operacional Conceptos y Mediciones. Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras Chile (SBIF). Dirección de Estudios y Análisis Financiero. Departamento de Estudios Unidad de Riesgos. Agosto 2009. Pág. 21.

Para medir dichas pérdidas agregadas procedemos a realizar la simulación de Montecarlo, pues es un método general y directo que se adapta a los distintos casos de distribución en la severidad y en la frecuencia.

3.4 Simulación de Montecarlo.

La simulación de Montecarlo nos permite estudiar la interacción entre las diversas variables en el riesgo operativo y calcular de forma muy próxima el valor del monto de las pérdidas correspondientes a las distribuciones de severidad y frecuencia utilizadas.

De acuerdo a la investigación realizada por Enrique Jiménez⁸² (Alexander⁸³(2007)), el Modelo de Simulación de Montecarlo se detalla en el siguiente proceso:

- 1. Generamos una muestra aleatoria de distribución de frecuencia, es decir, simulamos “n” eventos de pérdidas por año.**
- 2. Tomamos n muestras aleatorias de la distribución de severidad:
L1+L2+L3+.....+Ln.**
- 3. El cómputo de las n pérdidas simuladas representan l pérdida total:
X=L1+L2+L3+.....+Ln.**
- 4. Volvemos al paso 1, y lo repetimos m veces, con lo que obtenemos:
X1, X2, X3,.....,Xm.**

En cuanto mayor sea el número de simulaciones realizadas menor será el error relativo cometido⁸⁴, es por esto que para la presente investigación se propone realizar 1 Millón de simulaciones en R por cada riesgo, lo cual nos permita inferir el capital regulatorio con errores relativos muy por debajo del 1%.

Los resultados alcanzados de la Simulación de Montecarlo respecto a las pérdidas esperadas y el capital regulatorio por riesgo esperado, se muestran la siguiente tabla⁸⁵

⁸² Jiménez Rodríguez Enrique. 2012. El capital regulatorio por riesgo operacional. Metodologías para su medición y control. Madrid, España. Editorial Delta Publicaciones. ISBN 978-84-92954-75-9. Vol. 1. Pág. 302.

⁸³ Alexander, C., 2007. Valor en Riesgo Operacional. En: Fernández-Laviada, A. ed.: La Gestión del Riesgo Operacional: de la Teoría a su Aplicación. Madrid: Ediciones 2010.

⁸⁴ Jiménez Rodríguez Enrique. 2012. El capital regulatorio por riesgo operacional. Metodologías para su medición y control. Madrid, España. Editorial Delta Publicaciones. ISBN 978-84-92954-75-9. Vol. 1. Pág. 302.

⁸⁵ Para reproducir el análisis efectuado, se puede consultar el código utilizado en R para la simulación de Montecarlo, en la sección de Anexos; Anexo 1.9.

Tabla 4.1.A Pérdida esperada por riesgo

Tipo de Riesgo	Frecuencia			Severidad		Percentil					Pérdida Espera (EL)
	Binomial Negativa		Poisson	Lognormal		80.00%	90.00%	95.00%	99.90%	99.99%	
	(p)	(s)	(λ)	(μ)	(σ)						
A1.1: Fraude interno	0.993	1,440.750	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A1.2: Fraude externo.	-	-	39.000	4.430	1.340	10,072.830	11,815.970	13,577.050	28,398.680	46,959.880	8,029.128
A1.3: Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo.	-	-	75.000	7.190	1.910	774,230.100	979,249.800	1,223,004.300	4,763,206.500	11,460,501.400	616,468.000
A1.4: Incidencias en el negocio y fallas en los sistemas.	0.973	1,787.390	-	3.610	1.160	4,380.903	4,922.835	5,432.997	8,696.421	23,216.220	3,633.472
A1.4: Incidencias en el negocio y fallas en los sistemas.	-	-	50.000	3.610	1.160	4,363.482	4,901.513	5,411.294	8,682.108	11,895.305	3,619.756
A1.5: Daños a activos materiales.	-	-	25	5.07	1.22	10,736.55	12,733.80	14,698.12	29,724.12	47,931.28	8,373.31
A2.1: Clientes, productos y prácticas empresariales.	0.95554	1,605.06	-	6.84	2.26	1,114,219.00	1,543,615.00	2,120,183.00	13,524,410.00	180,933,509.00	897,801.60
A2.1: Clientes, productos y prácticas empresariales.	-	-	74.00	6.84	2.26	1,104,069.00	1,529,638.00	2,101,287.00	13,489,928.00	39,827,542.00	889,664.00
A2.2: Ejecución, entrega y gestión de procesos.	0.948	1,377.840	-	3.760	1.400	10,326.210	11,770.110	13,211.470	25,179.090	40,245.090	8,565.098
A2.2: Ejecución, entrega y gestión de procesos.	-	-	74.000	3.760	1.400	10,208.720	11,632.910	13,061.700	24,964.170	39,913.020	8,467.795

Tabla de elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en la sección de Anexos; Anexo 1.9.

Si desearamos sobre evaluar la pérdida por riesgo podemos postular el percentil 99.99%, ya que se puede verificar que en este percentil se presenta un aumento del más del doble de pérdida esperada, en razón al cálculo del percentil propuesto por Basilea de 99.9%⁸⁶.

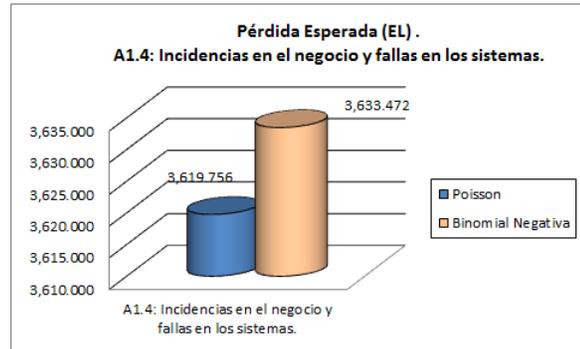
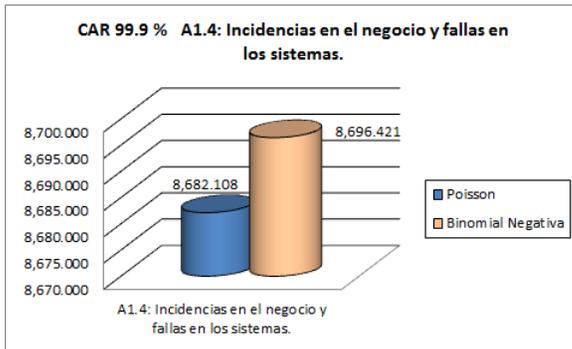
Podemos verificar en la presente investigación, en el apartado de exploración de frecuencias; que los riesgos que presentaron una sobre dispersión con función de distribución Poisson fueron: A1.4: Incidencias en el negocio y fallas en los sistemas, A2.1: Clientes, productos y prácticas empresariales y A.2: Ejecución, entrega y gestión de procesos.

Estos riesgos presentaron sobre dispersión a efecto de que la varianza empírica fue superior a la varianza teórica. Por ello fue necesario encontrar la función que más se ajustará a nuestros datos, la cual fue Binomial Negativa, ya que de no ser así se estaría generando una infraestimación en la varianza y por ello una infravaloración en la estimación del cálculo de pérdidas por riesgo. Esto lo podemos visualizar en las siguientes gráficas con los datos obtenidos de pérdidas esperadas.⁸⁷

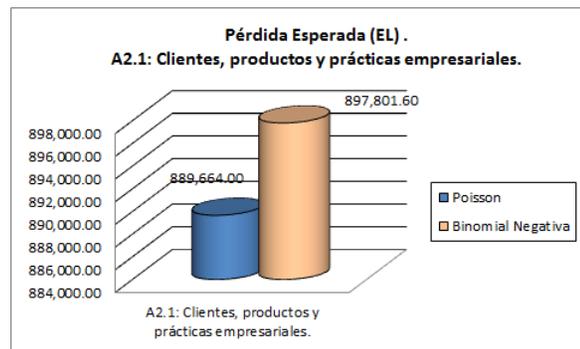
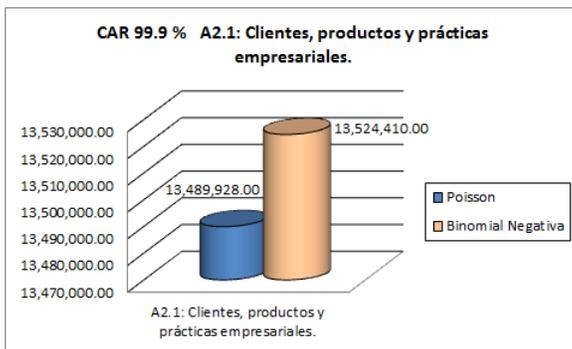
⁸⁶ Basel II: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: A Revised Framework- Comprehensive Version. Basel.

⁸⁷ Para reproducir el análisis efectuado, se puede consultar el código utilizado en R para la simulación de Montecarlo por riesgo, en la sección de Anexos el Anexo 1.9.

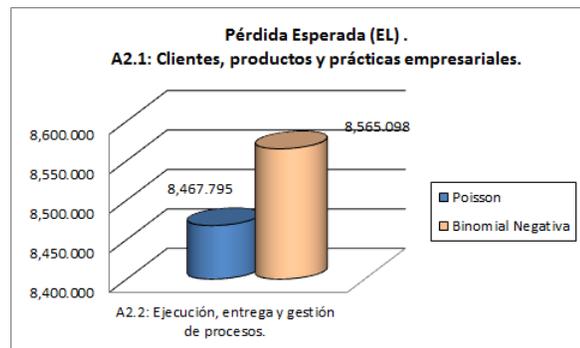
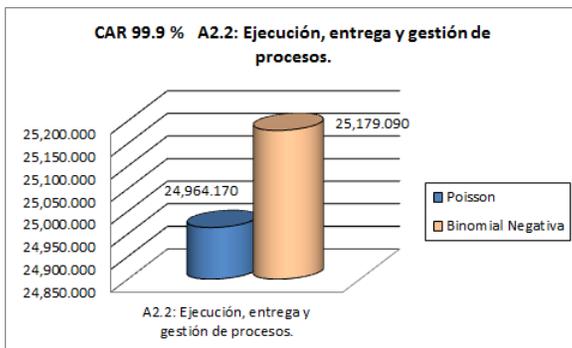
Gráfica 4.1.A Riesgo A1.4. Comparativo CAR 99.9%. Poisson vs Binomial Negativa.



Gráfica 4.1.B Riesgo A2.1. Comparativo CAR 99.9%. Poisson vs Binomial Negativa.



Gráfica 4.1.C Riesgo A2.2. Comparativo CAR 99.9%. Poisson vs Binomial Negativa.



Gráficas de elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en la sección de Anexos; Anexo 1.9.

Cabe señalar que para el presente estudio se pretende realizar el cálculo de LDA con Umbral cero, ya que nuestro principal interés es apegarnos con mayor realidad al resultado alcanzado por el total de nuestras observaciones. Por otra parte, si seleccionáramos un Umbral implicaría una mayor sobre estimación en pérdidas esperadas LDA⁸⁸, lo cual estamos ya compensando con un percentil alto del 99.9% en el cálculo del CAR.

El estudio de CAR en Modelo LDA Estándar con umbral cero y los parámetros estimados para cada una de las celdas de nuestra matriz, muestran los siguientes resultados:

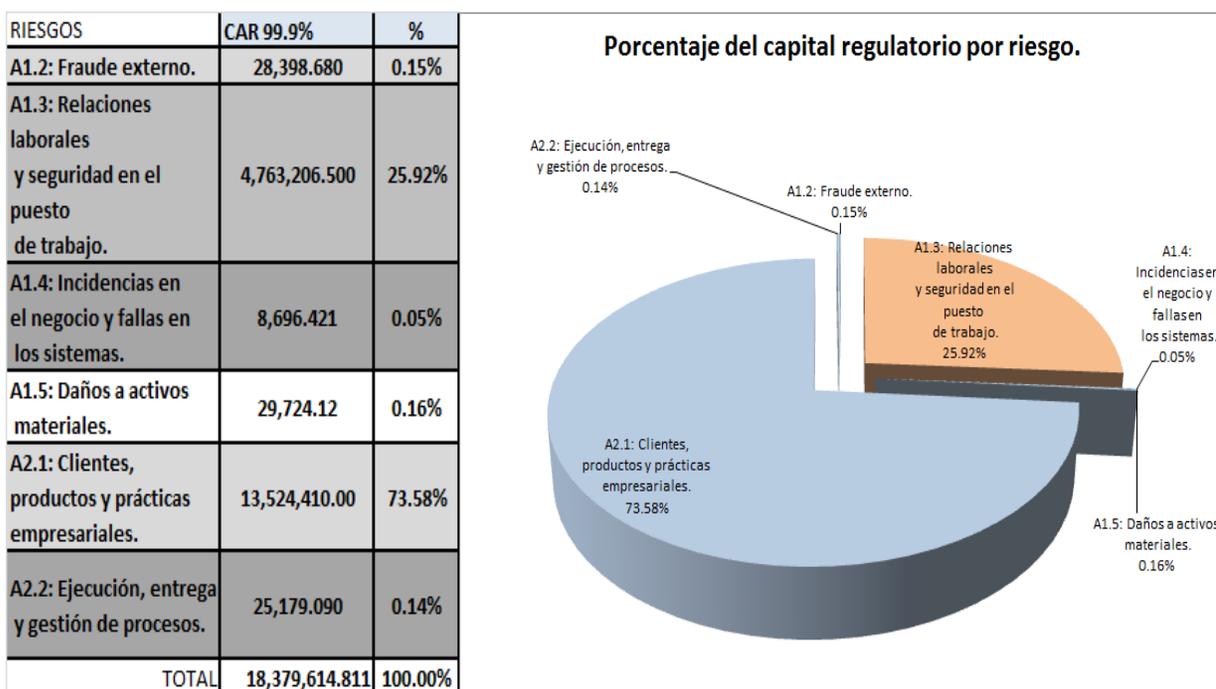
Tabla 4.1.B Pérdida esperada por riesgo con CAR 99.9%

Tipo de Riesgo	Frecuencia			Severidad		Pérdida Esperada (EL)	Pérdida No Esperada (UL)	CAR 99.9%
	Binomial Negativa	Poisson	Lognormal					
	(p)	(s)	(λ)	(μ)	(σ)			
A1.1: Fraude interno	0.993	1,440.750	-	-	-	-	-	-
A1.2: Fraude externo.	-	-	39.000	4.430	1.340	8,029.128	20,369.552	28,398.680
A1.3: Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo.	-	-	75.000	7.190	1.910	616,468.000	4,146,738.500	4,763,206.500
A1.4: Incidencias en el negocio y fallas en los sistemas.	0.973	1,787.390	-	3.610	1.160	3,633.472	5,062.949	8,696.421
A1.5: Daños a activos materiales.	-	-	25	5.07	1.22	8,373.31	21,350.81	29,724.12
A2.1: Clientes, productos y prácticas empresariales.	0.95554	1,605.06	-	6.84	2.26	897,801.60	12,626,608.40	13,524,410.00
A2.2: Ejecución, entrega y gestión de procesos.	0.948	1,377.840	-	3.760	1.400	8,565.098	16,613.992	25,179.090
COMPUTO DE ENTIDAD:						1,542,870.607	16,836,744.204	18,379,614.811

Tabla de elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en la sección de Anexos; Anexo 1.9.

⁸⁸ Jiménez Rodríguez Enrique. El capital regulatorio por riesgo operacional. Editorial de la Universidad de Cantabria. 2009. D.L. SA. 120-2013.- ISBN 978-84-86116-74-3.

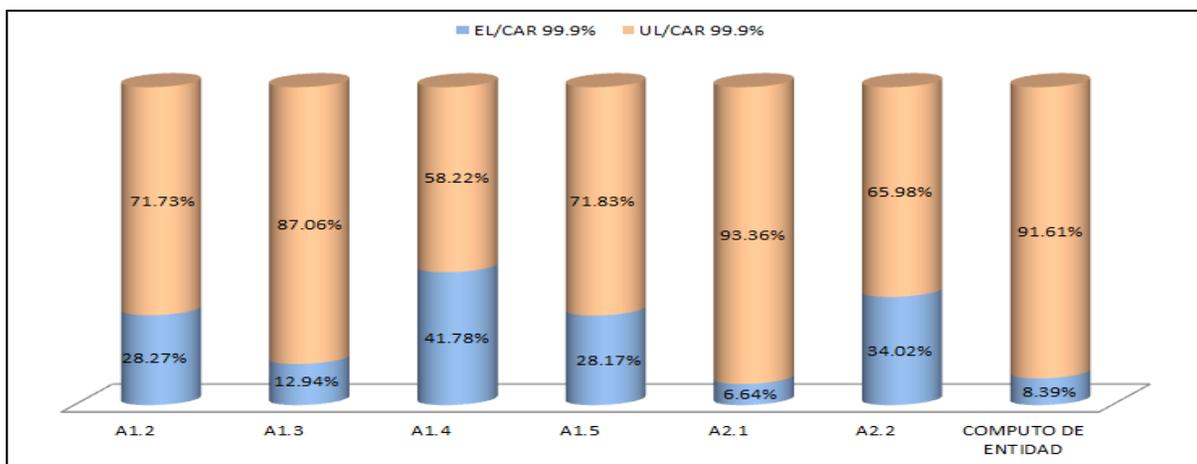
Gráfica 4.1.D Proporción de capital regulatorio por riesgo.



Gráfica de elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en la sección de Anexos; Anexo 1.9.

Se puede observar de que a pesar de que el riesgo A2.1: Clientes, productos y prácticas empresariales y riesgo A1.3: Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo, presentan similar frecuencia, el impacto radica en una mayor dispersión de la severidad, pues aunque el parámetro de la media para el riesgo A.1.3 es mayor a la del riesgo A2.1, el riesgo con mayor impacto es A2.1 debido a la mayor dispersión. Lo anterior se puede visualizar en un mayor número de pérdidas no esperadas, como lo muestra el siguiente gráfico.

Gráfica 4.1.E Proporción de pérdida esperada (EL) y pérdida no esperada (UL) respecto a CAR 99.9%



Gráfica de elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en la sección de Anexos; Anexo 1.9.

Como se mencionó anteriormente debido a la confidencialidad en procesos internos y dificultad de acceso a la información en instituciones bancarias, se consideró como fuente de información para los parámetros de Severidad de banca minorista, la información descrita en el estudio “El capital regulatorio por riesgo operacional” (Enrique Jiménez). Por tanto de acuerdo a este estudio se toma la aproximación descrita por Enrique Jiménez ⁸⁹ en la función de severidad de riesgo A1.1 Fraude interno $\log(8.164,1.830)$ y los siguientes Ingresos considerados para banca Minorista⁹⁰:

Tabla 4.1.C Ingresos Relevantes.

INGRESOS RELEVANTES(EN MILES DE EUROS):			
CONCEPTOS:	2004	2005	2006
Intereses y Rendimientos Asimilados	449,473	485,297	566,314
Intereses y Cargas Asimiladas.	-193,002	-216,581	-286,108
Rendimientos de Instrumento de Capital.	8,476	79,116	71,756
Comisiones Percibidas.	77,254	87,374	95,515
Comisiones Pagadas.	-4,129	-7,481	-8,078
Resultados de Operaciones Financieras.	24,716	24,675	19,573
Otros Ingresos de Explotación.	6,739	7,457	9,581
INGRESOS RELEVANTES:	369,527	459,857	468,553

Tabla de elaboración propia a partir de: Jiménez Rodríguez Enrique. 2012. El capital regulatorio por riesgo operacional. Metodologías para su medición y control.

El presente estudio aborda el cálculo del CAR por medio del modelo LDA estándar, con umbral cero y considerando los parámetros previamente estimados para cada una de las líneas de riesgo. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos.⁹¹

⁸⁹ Jiménez Rodríguez Enrique. 2012. El capital regulatorio por riesgo operacional. Metodologías para su medición y control. Madrid, España. Editorial Delta Publicaciones. ISBN 978-84-92954-75-9. Vol. 1. Pág. 318.

⁹⁰ Jiménez Rodríguez Enrique. 2012. El capital regulatorio por riesgo operacional. Metodologías para su medición y control. Madrid, España. Editorial Delta Publicaciones. ISBN 978-84-92954-75-9. Vol. 1. Pág. 334.

⁹¹ Para reproducir el análisis efectuado, se puede consultar el código utilizado en R de la simulación de Montecarlo por riesgo, en la sección de Anexos el Anexo 1.9.

Tabla 4.1.D CAR 99.9%.

Tipo de Riesgo	Frecuencia			Severidad		Pérdida Esperada (EL)	Pérdida No Esperada (UL)	CAR 99.9%
	Binomial Negativa		Poisson	Lognormal				
	(p)	(s)	(λ)	(μ)	(σ)			
A1.1: Fraude interno	0.993	1,440.750	-	8.164	1.830	190,262.000	3,230,914.600	3,421,176.600
A1.2: Fraude externo.	-	-	39.000	4.430	1.340	8,029.128	20,369.552	28,398.680
A1.3: Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo.	-	-	75.000	7.190	1.910	616,468.000	4,146,738.500	4,763,206.500
A1.4: Incidencias en el negocio y fallas en los sistemas.	0.973	1,787.390	-	3.610	1.160	3,633.472	5,062.949	8,696.421
A1.5: Daños a activos materiales.	-	-	25	5.07	1.22	8,373.31	21,350.81	29,724.12
A2.1: Clientes, productos y prácticas empresariales.	0.95554	1,605.06	-	6.84	2.26	897,801.60	12,626,608.40	13,524,410.00
A2.2: Ejecución, entrega y gestión de procesos.	0.948	1,377.840	-	3.760	1.400	8,565.098	16,613.992	25,179.090
COMPUTO DE ENTIDAD:						1,733,132.607	20,067,658.804	21,800,791.411

Tabla de elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en la sección de Anexos; Anexo 1.9.

Conforme a la publicación: “International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards”, la cual sigue vigente en la medición de riesgo operativo de Basilea III, establece que para hacer frente a los riesgos, sólo se deberá cubrir prioritariamente las pérdidas no esperadas. Siempre y cuando se demuestre de manera oportuna la solvencia de las pérdidas esperadas.

En este sentido es como es como se define en Basilea III la cobertura de riesgos CaR, respecto al OpVaR. Pues para cubrir las pérdidas, en caso de no demostrar de forma oportuna la cobertura de pérdidas esperadas, el CaR deberá estar constituido por:

$$\text{CaR} = \text{OpVaR} (99.9\%) = \text{EL} + \text{UL}$$

Donde UL se refiere a las pérdida no esperadas y EL a las pérdidas esperadas.

Para el caso contrario donde si se cuenta con la solvencia comprobable de la pérdida esperada, se define:

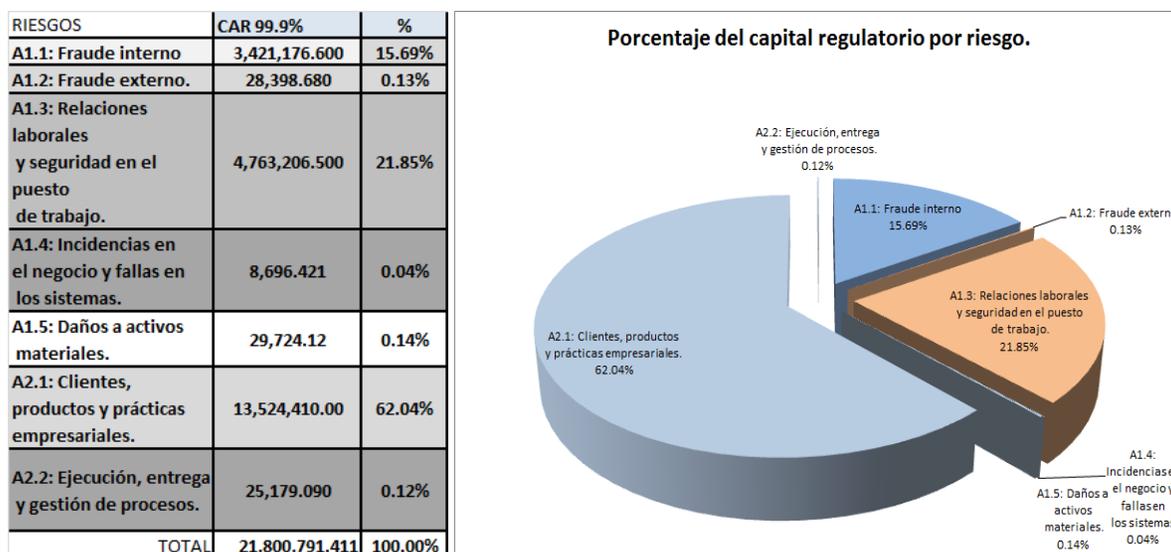
$$\text{CaR} = \text{OpVaR} (99.9\%) - \text{EL} = \text{UL}$$

Por tanto para la cuantificación de la pérdida agregada de las líneas definidas en el capítulo anterior, se tiene:

$$K_{AMA} = \text{CaR}(\alpha) = \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^7 \text{CaR}_{ij}(\alpha)$$

Considerando que no se contempla la solvencia de las pérdidas esperadas, obtenemos los siguientes valores :

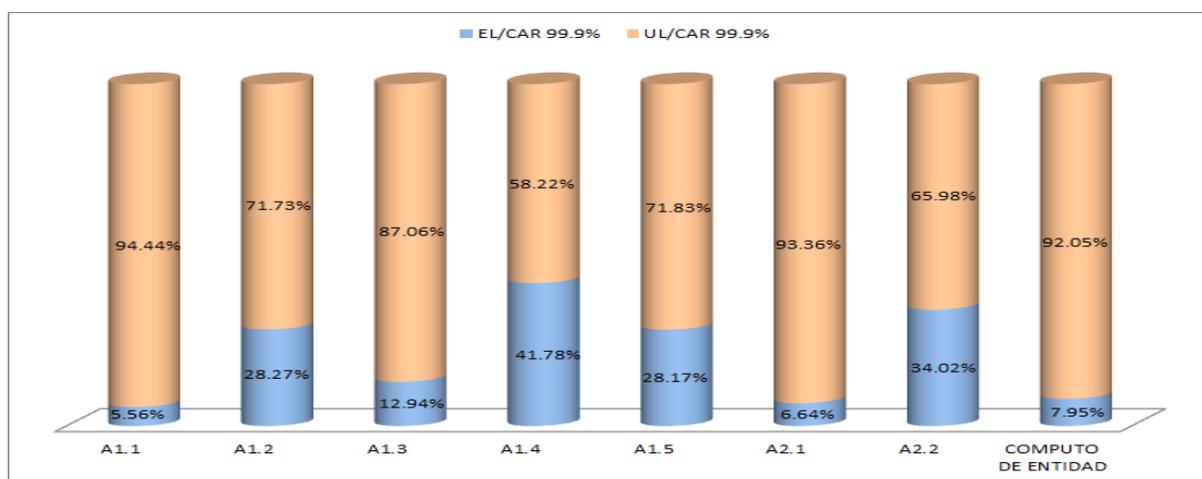
Gráfica 4.1.G Capital regulatorio por riesgo.



Gráfica de elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en la sección de Anexos; Anexo 1.9.

Al aplicar medidas preventivas sobre los riesgos riesgo A1.3, A2.1: Clientes, productos y prácticas empresariales y riesgo A1.3: Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo, pueden disminuir en forma considerable la reserva de riesgo operativo en los próximos ejercicios, ya que tan sólo estos ocupan el 99.58% de las pérdidas totales.

Gráfica 4.1.H Porcentaje (EL) y (UL) respecto a CAR 99.9%



Gráfica de elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en la sección de Anexos; Anexo 1.9.

Se puede verificar de acuerdo al gráfico Porcentaje (EL) y (UL) respecto a CAR 99.9% , que el riesgo A1.1 Fraude Interno presenta una dispersión elevada, ya que la pérdida no esperada (UL) supera por mucho a la pérdida esperada (EL), lo cual coincide con los parámetros de información fuente

3.5 Contraste de Metodología Avanzada LDA y Metodología No avanzadas.

Metodología no Avanzada

Para el e cálculo en los métodos de medición no avanzada; Indicador Básico y Método Estándar SA, debemos calcular los ingresos brutos anuales medios a partir de los ingresos relevantes⁹².

Tabla 4.1.C Ingresos Relevantes.

INGRESOS RELEVANTES(EN MILES DE EUROS):			
CONCEPTOS:	2004	2005	2006
Intereses y Rendimientos Asimilados	449,473	485,297	566,314
Intereses y Cargas Asimiladas.	-193,002	-216,581	-286,108
Rendimientos de Instrumento de Capital.	8,476	79,116	71,756
Comisiones Percibidas.	77,254	87,374	95,515
Comisiones Pagadas.	-4,129	-7,481	-8,078
Resultados de Operaciones Financieras.	24,716	24,675	19,573
Otros Ingresos de Explotación.	6,739	7,457	9,581
INGRESOS RELEVANTES:	369,527	459,857	468,553

Tabla de elaboración propia a partir de: Jiménez Rodríguez Enrique. 2012. El capital regulatorio por riesgo operacional. Metodologías para su medición y control.

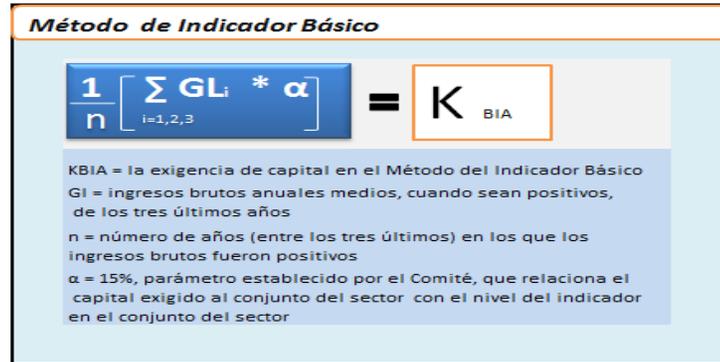
Método de Indicador Básico (BIA)

De acuerdo a los capítulos anteriores podemos verificar que el método de indicador básico (BIA), propone cubrir el riesgo operativo con base a un capital equivalente a un porcentaje fijo, el cual es denominado como alfa. Este porcentaje se calcula a través del promedio de los ingresos brutos de los tres últimos años, multiplicados a su vez por un parámetro establecido por el Comité de Basilea.

El cálculo de indicador básico para el requerimiento de capital puede expresarse de la siguiente forma:

⁹² Jiménez Rodríguez Enrique. 2012. El capital regulatorio por riesgo operacional. Metodologías para su medición y control. Madrid, España. Editorial Delta Publicaciones. ISBN 978-84-92954-75-9. Vol. 1. Pág. 334.

Esquema.1.5.1.D. Método de Indicador Básico



Esquema de elaboración propia a partir de: Banco de Pagos Internacionales. Junio 2006. Convergencia internacional de medidas y normas de capital. Basilea (Suiza). Press & Communications. ISBN: 92-9197-559-1 (en línea). pág. 160.

Por tanto para el método de indicador Básico (BIA) tenemos:

$$\text{Indicador de Medición Básica BIA} = \frac{1}{3}[(369,527 * .15) + (459,857 * .15) + (468,553 * .15)] = 64,896.85 \text{ mil Euros.}$$

Método Estándar (SA).

Este método establece ocho líneas de negocio⁹³ para calcular el riesgo operativo, en donde el nivel de requerimiento de capital se calcula multiplicando el ingreso bruto por un factor denominado Beta -β, que se asigna a cada línea. El ingreso bruto de cada línea es un indicador que permite aproximar el volumen de operaciones en un banco y en consecuencia su nivel de riesgo operativo.

Los factores β para cada línea se encuentran expresados de la siguiente forma:

Esquema1.5.1.E. Factores Beta.

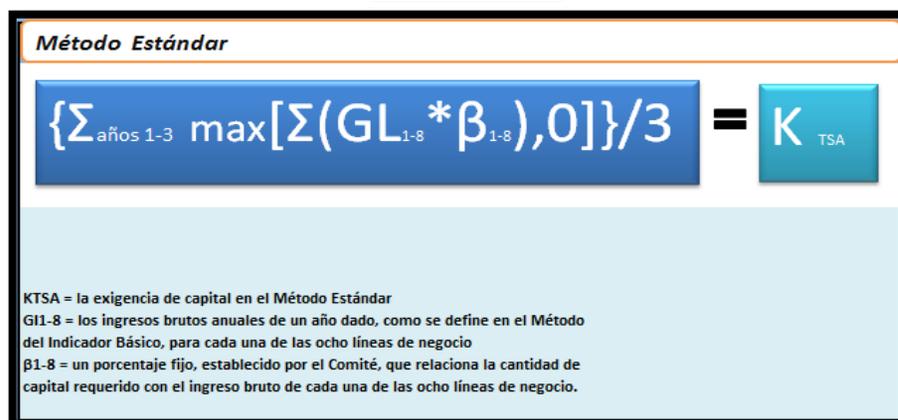
LÍNEA DE NEGOCIO	FACTOR - β	LÍNEA DE NEGOCIO	FACTOR - β
Finanzas Corporativas	18%	Liquidación y pagos	18%
Negociación y ventas	18%	Servicios de agencia	15%
Banca Minorista	12%	Administración de activos	12%
Banca comercial	15%	Intermediación Minorista	12%

Cuadro de elaboración propia a partir de la Información extraída de la página oficial de Banco De pagos Internacionales. BIS. Publicación: “Convergencia internacional de medidas y normas de capital”, pág. 162. Junio 2006.

⁹³ Página oficial de Banco De pagos Internacionales. BIS. Publicación: “Convergencia internacional de medidas y normas de capital”, pág. 162. Junio 2006.

El requerimiento de capital se calcula por la suma simple de valores ponderados, como se muestra a continuación:

Esquema 1.5.1.F.
Método Estándar



Cuadro de elaboración propia a partir de: Banco de Pagos Internacionales. Junio 2006. Convergencia internacional de medidas y normas de capital. Basilea (Suiza). Press & Communications. ISBN: 92-9197-559-1 (en línea). Pág. 162.

El método estándar tampoco considera la posibilidad de computar descuentos en los requerimientos de capital por el uso de seguros externos como mitigador de riesgo operacional.

Por tanto considerando para Banca Minorista el valor B=12%, tenemos :

$$\text{Indicador de Medición Estándar SA} = [(369,527 * .12) + (459,857 * .12) + (468,553 * .12)] * (1/3) = 51.917 \text{ mil euros.}$$

Podemos verificar que el método de medición Estándar (SA) es menos conservador al método de medición Básico (BIA), ya que representa un ahorro del 20% sobre el valor de BIA. Sin embargo para verificar la importancia relativa del capital en los métodos de medición avanzada y no avanzada, procedemos a comparar los resultados alcanzados:

Tabla 5.1.A. Capital Regulatorio.

CAPITAL REGULATORIO			
METODOLOGÍA DE MEDICIÓN.	CAPITAL REGULATORIO (EN MILES DE EUROS)	PÉRDIDA ESPERADA. (EL)	PÉRDIDA NO ESPERADA. (UL)
Método de Medición Avanzada (LDA)	\$ 18,379.61	\$ 1,542.87	\$ 16,836.74
Método de Medición Avanzada (LDA)+Fraude Interno	\$ 21,800.79	\$ 1,733.13	\$ 20,067.66
Método Estándar (SA).	\$ 51,917.00	-	-
Método de Indicador Básico (BIA)	\$ 64,897.00	-	-

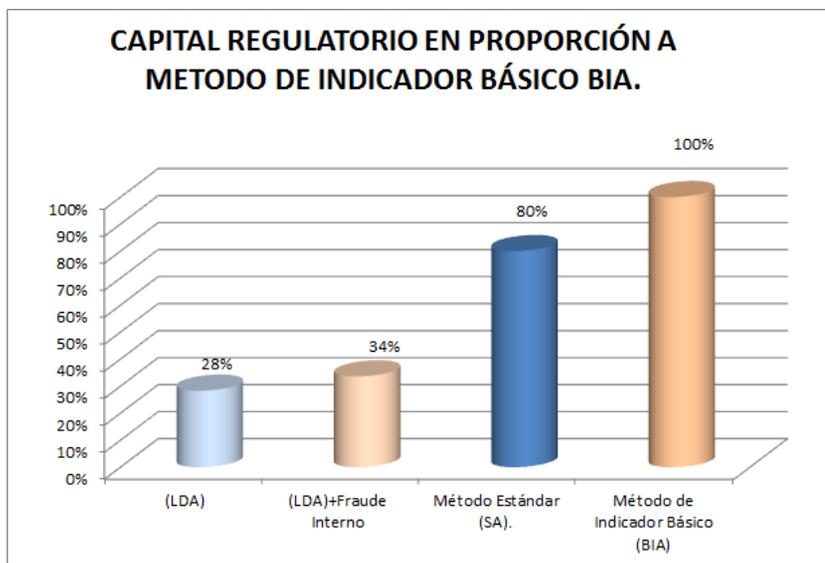
Tabla de elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en la presente investigación.

En el análisis de Medición avanzada LDA se realizó un ajuste en la distribución para expresar un capital alto que pudiera reflejar la alta dispersión de las observaciones. Esto lo podemos verificar al comparar

los resultados obtenidos de la Pérdida No Esperada y Pérdida Esperada que conforman el Capital Regulatorio LDA.

Sin embargo aun contemplando la alta sobreestimación de Capital Regulatorio en el Método de Medición Avanzada LDA, resulta en mayor medida menos costos que los Métodos tradicionales de Medición No Avanzada BIA y SA propuestos por Basilea.

Gráfica 5.1.A Capital regulatorio en proporción a Indicador básico BIA.



Gráfica de elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en la presente investigación.

Conclusiones.

Al estudiar los requerimientos propuestos por Basilea III, se muestra una mejor práctica en la supervisión bancaria, pues a partir de establecer los 29 principios básicos se ha logrado definir qué es lo que se espera realicen los bancos y los supervisores.

Basilea III a diferencia de Basilea II propone una mejor captura de riesgos, principalmente en las actividades de negociación, titularizaciones y exposiciones de derivados. Proponiendo así a través de ratios e indicadores como; LCR, NFSR, concentración de fondeo, ratio de apalancamiento, alertas tempranas de capital, entre otros. Un conjunto de medidas para financiar y proporcionar liquidez a los sistemas bancarios, evitando que el financiamiento descansa excesivamente sobre la liquidez estructural a corto plazo.

En esta cuestión, México estipula a través de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores implementar parcialmente hasta el 1 de enero de 2019, el aumento del requerimiento mínimo de capital ordinario del 2% al 4.5%, aumento de capital de Nivel1 al 6%, implementación de colchones de capital, introducción de coeficientes de apalancamiento, fondeo y cobertura de liquidez. Con lo cual se propone para los sectores bancarios una mayor estabilidad financiera, pues proveen de un capital con mayor absorción de riesgos conformado en preferencia por utilidades retenidas y acciones comunes.

Sin embargo en la presente investigación, se puede notar que a pesar de la mejora en la calidad de capital, el sistema de gestión de riesgos operativos sigue presentando carencias, pues Basilea III sigue utilizando los métodos de evaluación básica y estándar propuestos por Basilea II, donde se genera la reserva a partir del capital, sin considerar por ejemplo; que un banco puede contar con un bajo nivel ingresos y un alto nivel de riesgo, y en contra parte un banco con mayor balance de capital puede contar con un mejor sistema en control de riesgos, provocándose así una subvaloración de la reserva al no proponer algún sistema que califique su implementación conforme a las cualidades del sector bancario.

El análisis de Medición avanzada LDA resulta factible al ajustar distribuciones que permitan expresar la alta dispersión de pérdidas, promoviendo el estudio constante y mejoras continuas en los sistemas de control, lo cual brinda una gran rentabilidad la ser necesario menos consumo de capital.

Los sistemas de Medición No Avanzada BIA y SA propuestos por Basilea resultan ser menos rentables que el Método de Medición Avanzada LDA, ya que el Método BIA no contempla la relevancia que tiene cada línea de negocio en diversas Instituciones Bancarias y el Método Estándar SA tampoco justifica el valor de los factores propuestos para cada línea, en los diferentes sectores Bancarios, resultado ser métodos costosos y conservadores al no considerar las posibles mejoras en los sistemas de control de riesgos.

En la modelación avanzada LDA, propuesta por Basilea III y desarrollada en la presente investigación. Me percaté que al realizar el cálculo OpVaR, se fijan de forma independiente las líneas de riesgo, sin poder cuantificar de alguna manera la correlación que existe entre ellos. Afectando en este sentido el cálculo de la reserva, pues este desconocimiento puede provocar una infravaloración en los riesgos.

Por tanto, a pesar de haber una mejora en la calidad del capital, se muestra que surge como tarea necesaria en las entidades bancarias, realizar estimaciones de correlación más adecuadas a través de mejores técnicas cualitativas y cuantitativas que posibiliten la medición más apegada a la realidad en el riesgo operativo. Abriéndose así un campo de estudio en la cuantificación y los métodos de medición avanzada, los cuales brindan una mejor herramienta para la valoración en riesgo.

Anexos.

Anexo 1. 1

#Análisis Exploratorio de Frecuencia:

#En R se puede utilizar las siguientes funciones que nos permiten obtener información sobre la distribución de
#Poisson parámetro lambda.

#1- dpois: proporciona la función de masa de probabilidad.....dpois(x, lambda)
#2- ppois: proporciona la función de distribución..... ppois(q, lambda, lower.tail = TRUE)
#3- qpois: proporciona la función de cuantiles.....qpois(p, lambda, lower.tail = TRUE)
#4- rpois: genera valores aleatorios.....rpois(n, lambda)

#Para generar la simulación de frecuencia procedemos a crear una función que nos permita simular de forma
#aleatoria, las posibles fallas o eventualidades de riesgo de acuerdo a los parámetros establecidos en la
Tabla 3.3.C. Asignación de Frecuencia de la presente investigación.

#Proponemos un vector LAMBDA , el cual contiene los parámetros.

```
LAMBDA<-c(10,40,75,50,25,75,75)
```

#De forma temporal establecemos los vectores de riesgo, para el riesgo A1.1.=x1, A1.2=x2.....A2.2=x7
#respectivamente.

```
x1<-rep(0,365)  
x2<-rep(0,365)  
x3<-rep(0,365)  
x4<-rep(0,365)  
x5<-rep(0,365)  
x6<-rep(0,365)  
x7<-rep(0,365)
```

#Cabe señalar que los parámetros considerados para la frecuencia son anuales de acuerdo a la tabla
Tabla 3.3.C. Asignación de Frecuencia, con los cuales se consideró hacer una simulación de 365 casos que permitirán
#obtener una muestra de 365 frecuencias, pero no son por día son 365 pérdidas aleatorias anuales.

```
EVENTOS<-data.frame(x1,x2,x3,x4,x5,x6,x7)  
AÑOS<-data.frame(EVENTOS,EVENTOS,EVENTOS)  
j=1  
j=1
```

data.frame nos permitirá crear un arreglo que en cada entrada almacene los valores de los vectores de frecuencia
#generados, entonces:

```
F1<-function(){while(i<=7){EVENTOS[i]<-rpois(365,LAMBDA[i])
i=i+1 }
```

```
#dimnames(EVENTOS)<-list(c(seq(1,365)),c("A1.1","A1.2","A1.3","A1.4","A1.5","A2.1","A2.2"))
```

```
return(EVENTOS)}
F1()
```

#F1() genera los vectores de los riesgos A1.1, A1.2,.....A2.2. Ahora procedemos a generarlos para cada año en la función #F2():

```
F2<-function(AÑO1=1,AÑO2=2,AÑO3=3){AÑOS[1:21]<-data.frame(F1(),F1(),F1())
AÑO1<-return(AÑOS[1:7])
AÑO2<-return(AÑOS[8:14])
AÑO3<-return(AÑOS[15:21])
}
```

#Ahora si podemos generar de manera repetitiva simulaciones de las frecuencias anuales con la función F2().
#Sin embargo es necesario dejar fija las observaciones para estudiar las frecuencias y reproducir
#el análisis, por tanto:

```
set.seed(111) #Se fija semilla para año1
año1<-F2(1)
set.seed(222) #Se fija semilla para año2
año2<-F2(2)
set.seed(333) #Se fija semilla para año3
año3<-F2(3)
```

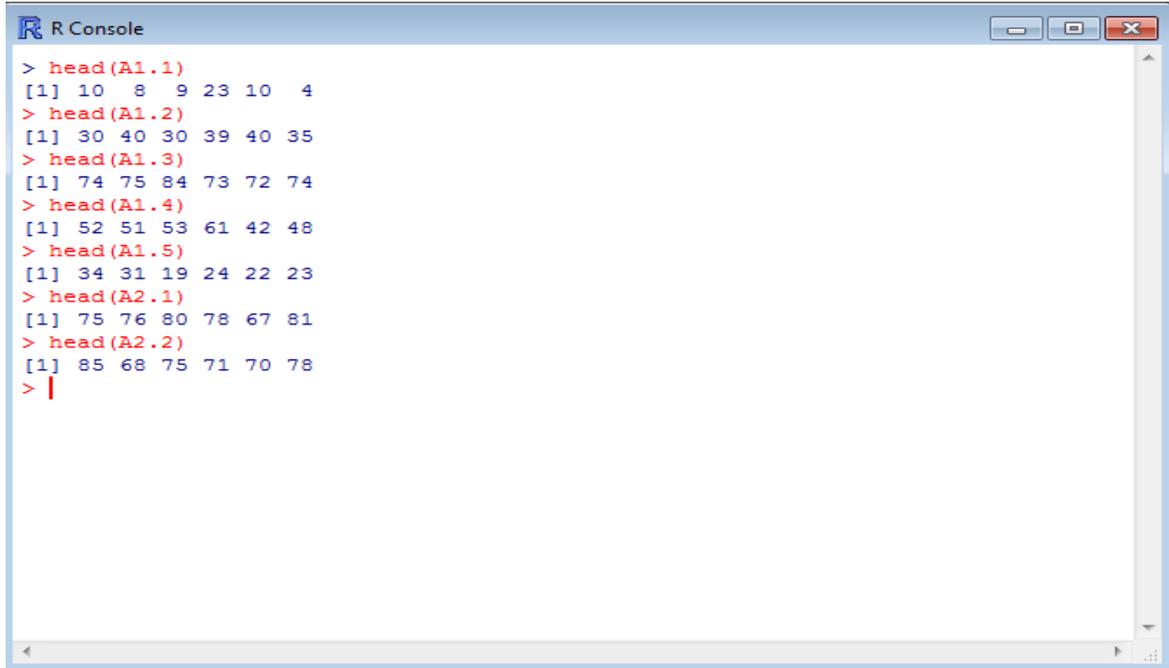
#Se genera muestra para cada riesgo, considerando los 3 años:

```
A1.1<-c(año1[1:365,1],año2[1:365,1],año3[1:365,1])
A1.2<-c(año1[1:365,2],año2[1:365,2],año3[1:365,2])
A1.3<-c(año1[1:365,3],año2[1:365,3],año3[1:365,3])
A1.4<-c(año1[1:365,4],año2[1:365,4],año3[1:365,4])
A1.5<-c(año1[1:365,5],año2[1:365,5],año3[1:365,5])
A2.1<-c(año1[1:365,6],año2[1:365,6],año3[1:365,6])
A2.2<-c(año1[1:365,7],año2[1:365,7],año3[1:365,7])
```

#Visualizamos los primeros registros:

```
head(A1.1)
head(A1.2)
head(A1.3)
head(A1.4)
head(A1.5)
head(A2.1)
```

head(A2.2)



```
R Console
> head(A1.1)
[1] 10 8 9 23 10 4
> head(A1.2)
[1] 30 40 30 39 40 35
> head(A1.3)
[1] 74 75 84 73 72 74
> head(A1.4)
[1] 52 51 53 61 42 48
> head(A1.5)
[1] 34 31 19 24 22 23
> head(A2.1)
[1] 75 76 80 78 67 81
> head(A2.2)
[1] 85 68 75 71 70 78
> |
```

#Se procede a analizar las incidencias de los riesgos por medio de la visualización de histogramas.

```
win.graph(width=9,height=5)
par(mfrow=c(2,4),font=2,font.lab=4,font.axis=2,las=1)
```

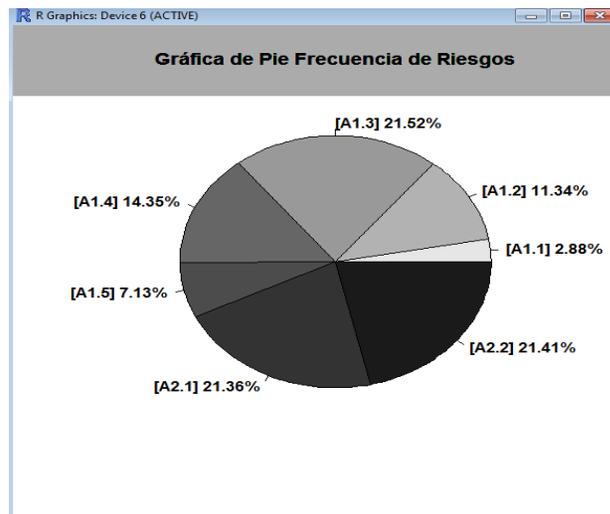
Gráfica de Pie con porcentajes.

```
frec_risk<-
c(sum(A1.1),sum(A1.2),sum(A1.3),sum(A1.4),sum(A1.5),sum(A2.1),sum(A2.2))
lbls <- c("[A1.1]","[A1.2]","[A1.3]","[A1.4]","[A1.5]","[A2.1]","[A2.2]")
pct<- round(frec_risk/sum(frec_risk)*100,2)
lbls <- paste(lbls, pct) # agrga porcentajes a los riesgos.
lbls <- paste(lbls,"%",sep="") # agrega % a labels
pie(frec_risk,labels = lbls, col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.1)),
    main="Gráfica de Pie Frecuencia de Riesgos")
```

```

R Console
> frec_risk<-c(sum(A1.1),sum(A1.2),sum(A1.3),sum(A1.4),sum(A1.5),sum(A2.1),sum($
> lbls <- c("[A1.1]","[A1.2]","[A1.3]","[A1.4]","[A1.5]","[A2.1]","[A2.2]")
> pct<- round(frec_risk/sum(frec_risk)*100,2)
> lbls <- paste(lbls, pct) # agrga porcentajes a los riesgos.
> lbls <- paste(lbls,"%",sep="") # agrega % a labels
> pie(frec_risk,labels = lbls, col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.1)),
+   main="Gráfica de Pie Frecuencia de Riesgos")
> |

```



Anexo 1.2

#Par(mfrow=c(i,j)) permite visualizar las gráficas generadas en j cuadros por i renglón.

```
hist(A1.1,main='Frecuencia de Riesgo A1.1.',ylab='Frecuencias relativas',xlab='No. De incidencias',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))
```

```
hist(A1.2,main='Frecuencia de Riesgo A1.2.', ylab='Frecuencias relativas',xlab='No. De incidencias',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))
```

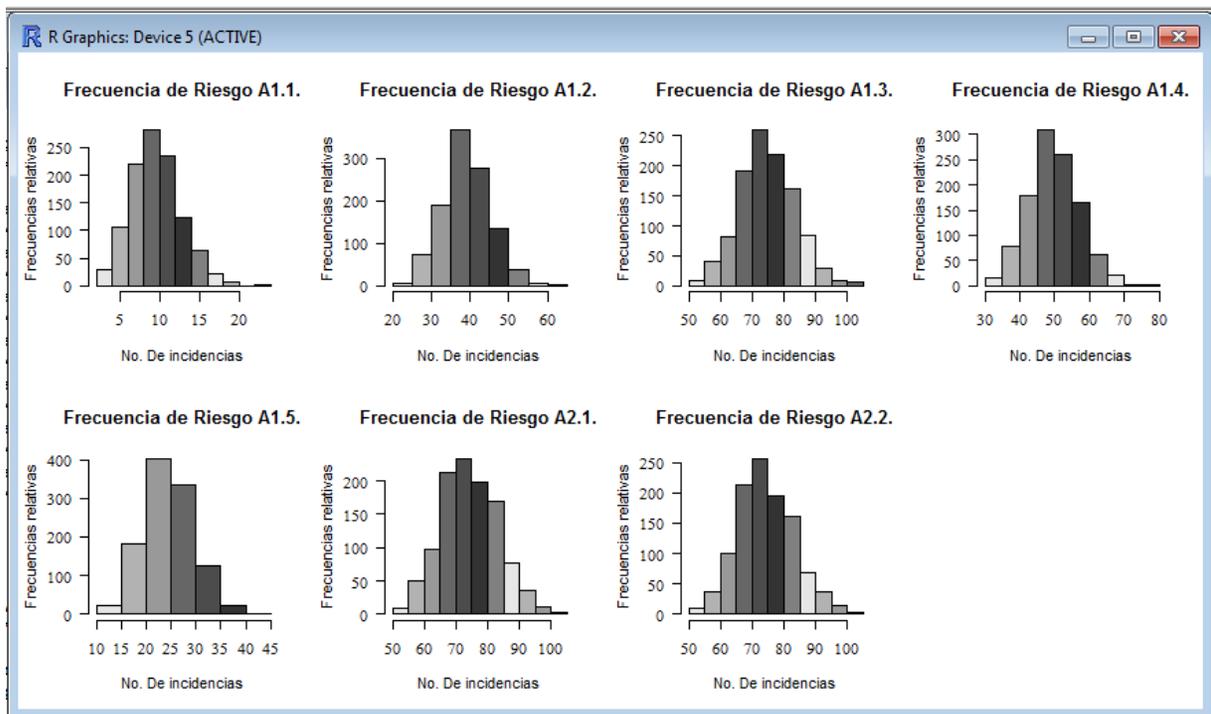
```
hist(A1.3,main='Frecuencia de Riesgo A1.3.', ylab='Frecuencias relativas',xlab='No. De incidencias',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))
```

```
hist(A1.4,main='Frecuencia de Riesgo A1.4.', ylab='Frecuencias relativas',xlab='No. De incidencias',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))
```

```
hist(A1.5,main='Frecuencia de Riesgo A1.5.', ylab='Frecuencias relativas',xlab='No. De incidencias',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))
```

```
hist(A2.1,main='Frecuencia de Riesgo A2.1.', ylab='Frecuencias relativas',xlab='No. De incidencias',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))
```

```
hist(A2.2,main='Frecuencia de Riesgo A2.2.', ylab='Frecuencias relativas',xlab='No. De incidencias',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))
```



Anexo 1.3

#Para comparar de mejor forma las medidas de tendencia hacemos un comparativo de sus diagramas de caja:

```
t<-c(c(A1.1),c(A1.2),c(A1.3),c(A1.4),c(A1.5),c(A2.1),c(A2.2)))
```

#Se asignó un vector que contenga el histórico de los riesgos en un período de 3 años.

```
fac<-gl(7,1095)
```

#gl(n,m), me permite crear un vector el cual asigna n dígitos repetidos de forma consecutiva m veces.

#Regresamos a la pantalla a que muestre sólo un gráfico por ejecución.

```
win.graph(width=9,height=5)
par(mfrow=c(1,1),font=2,font.lab=4,font.axis=2,las=1)
```

#Procedemos a realizar el gráfico de diagramas de caja con la información de frecuencias vector t:

```
bx<-boxplot(t~fac,main='Distribucion de Frecuencias por Riesgo en los 3
años',xlab='Riesgos',ylab='Frecuencia',col=gray(c(.95,.9,.85,.7,.6,.5,.4)),lwd=2)
text(1:7,bx$st[3,]-1,paste("Median: ",round(bx$st[3,],2)),adj=c(0.5,1),font=2)
```

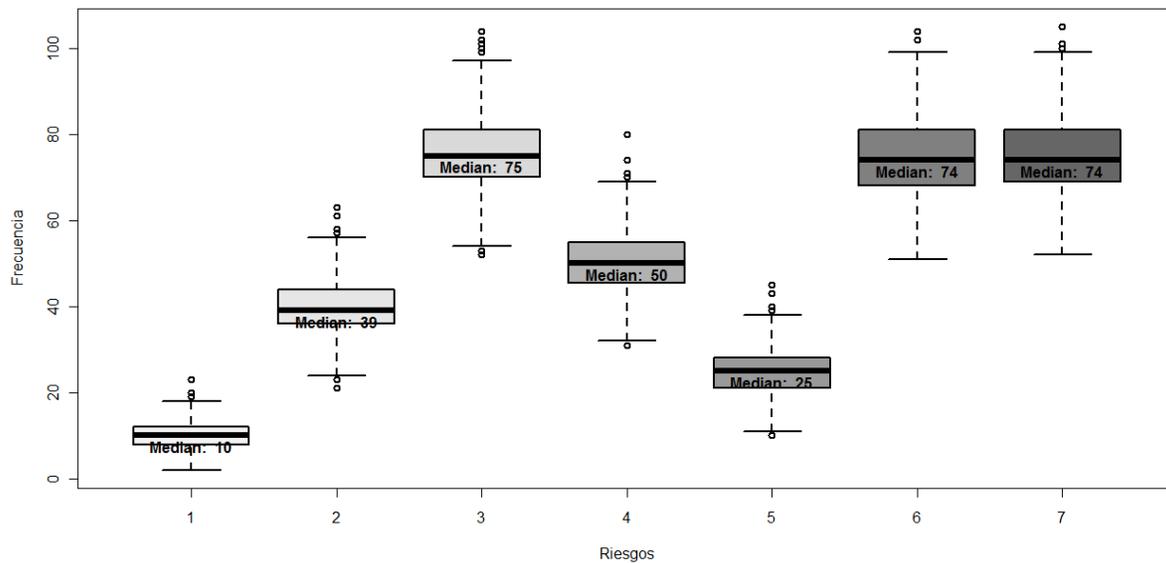
```

R Console
+ col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5))
> hist(A2.1,main='Frecuencia de Riesgo A2.1.', ylab='Frecuencias relativas',xlab='No. De incidencias',
+ col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5))
> t<-c(c(A1.1),c(A1.2),c(A1.3),c(A1.4),c(A1.5),c(A2.1),c(A2.2)))
> fac<-gl(7,1095)
> bx<-boxplot(t~fac,main='Distribucion de Frecuencias por Riesgo en los 3 años',xlab='Riesgos',ylab='Frecuencia',col=gray(c(.95,.9,.85,.7,.65
> text(1:7,bx$st[3,]-1,paste("Median: ",round(bx$st[3,2]),adj=c(0.5,1),font=2)
> win.graph(width=9,height=5)
> par(mfrow=c(1,1),font=2,font.lab=1,font.axis=5,las=1)
+ bx<-boxplot(t~fac,main='Distribucion de Frecuencias por Riesgo en los 3 años',xlab='Riesgos',ylab='Frecuencia',col=gray(c(.95,.9,.85,.7,.65
Error: inesperado símbolo in:
"par(mfrow=c(1,1),font=2,font.lab=1,font.axis=5,las=1)
bx"
> text(1:7,bx$st[3,]-1,paste("Median: ",round(bx$st[3,2]),adj=c(0.5,1),font=2)
> hist(A2.2,main='Frecuencia de Riesgo A2.2.', ylab='Frecuencias relativas',xlab='No. De incidencias',
+ col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5))
> hist(A2.2,main='Frecuencia de Riesgo A2.2.', ylab='Frecuencias relativas',xlab='No. De incidencias',
+ col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5))
> hist(A2.2,main='Frecuencia de Riesgo A2.2.', ylab='Frecuencias relativas',xlab='No. De incidencias',
+ col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5))
> bx<-boxplot(t~fac,main='Distribucion de Frecuencias por Riesgo en los 3 años',xlab='Riesgos',ylab='Frecuencia',col=gray(c(.95,.9,.85,.7,.65
> text(1:7,bx$st[3,]-1,paste("Median: ",round(bx$st[3,2]),adj=c(0.5,1),font=2)
> bx<-boxplot(t~fac,main='Distribucion de Frecuencias por Riesgo en los 3 años',xlab='Riesgos',ylab='Frecuencia',col=gray(c(.95,.9,.85,.7,.65
> text(1:7,bx$st[3,]-1,paste("Median: ",round(bx$st[3,2]),adj=c(0.5,1),font=2)
> |

```



Distribución de Frecuencias por Riesgo en los 3 años



#Utilizamos en R la función summary(), la cual nos muestra información de los cuartiles, máximos y mínimos en cada línea de riesgo:

```

summary(c(A1.1))
summary(c(A1.2))
summary(c(A1.3))
summary(c(A1.4))
summary(c(A1.5))
summary(c(A2.1))
summary(c(A2.2))

```

```

R Console
> par(mfrow=c(1,1),font=2,font.lab=4,font.axis=2,las=1)
> bx<-boxplot(t~fac,main='Distribucion de Frecuencias por Riesgo en los 3 años'$
> text(1:7,bx$st[3,]-1,paste("Median: ",round(bx$st[3,],2)),adj=c(0.5,1),font=2)
> summary(c(A1.1))
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
 2.00   8.00   10.00   10.05  12.00   23.00
> summary(c(A1.2))
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
21.00  36.00  39.00   39.63  44.00   63.00
> summary(c(A1.3))
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
52.00  70.00  75.00   75.24  81.00  104.00
> summary(c(A1.4))
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
31.00  45.50  50.00   50.17  55.00   80.00
> summary(c(A1.5))
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
10.00  21.00  25.00   24.94  28.00   45.00
> summary(c(A2.1))
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
51.00  68.00  74.00   74.67  81.00  104.00
> summary(c(A2.2))
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
52.00  69.00  74.00   74.86  81.00  105.00
> |

```

Anexo 1.4

Cálculo de datos atípicos

#Barrera exterior superior=Tercer cuartil + 3 . RIC . Tal que RIC= Q3-Q1

```
ExtMax<-c(24,68,114,83.5,49,120,117)
```

```
table(A1.1[A1.1>ExtMax[1]])
```

```
table(A1.2[A1.2>ExtMax[2]])
```

```
table(A1.3[A1.3>ExtMax[3]])
```

```
table(A1.4[A1.4>ExtMax[4]])
```

```
table(A1.5[A1.5>ExtMax[5]])
```

```
table(A2.1[A2.1>ExtMax[6]])
```

```
table(A2.2[A2.2>ExtMax[7]])
```

```
A1.1Fraude_interno.<-length(A1.1[A1.1>ExtMax[1]])
```

```
A1.2Fraude_externo.<-length(A1.2[A1.2>ExtMax[2]])
```

```
A1.3Relaciones_laborales_y_seguridad_en_el_puesto_de_trabajo.<-
```

```
length(A1.3[A1.3>ExtMax[3]])
```

```
A1.4Incidencias_en_el_negocio_y_fallas_en_los_sistemas.<-
```

```
length(A1.4[A1.4>ExtMax[4]])
```

```
A1.5Daños_a_activos_materiales.<-length(A1.5[A1.5>ExtMax[5]])
```

```
A2.1Clientes_productos_y_prácticas_empresariales.<-length(A2.1[A2.1>ExtMax[6]])
A2.2Ejecución_entrega_y_gestión_de_procesos.<-length(A2.2[A2.2>ExtMax[7]])
```

```
A1.1Fraude_interno.
A1.2Fraude_externo.
A1.3Relaciones_laborales_y_seguridad_en_el_puesto_de_trabajo.
A1.4Incidencias_en_el_negocio_y_fallas_en_los_sistemas.
A1.5Daños_a_activos_materiales.
A2.1Clientes_productos_y_prácticas_empresariales.
A2.2Ejecución_entrega_y_gestión_de_procesos.
```

```
> A1.1Fraude_interno.
[1] 0
> A1.2Fraude_externo.
[1] 0
> A1.3Relaciones_laborales_y_seguridad_en_el_puesto_de_trabajo.
[1] 0
> A1.4Incidencias_en_el_negocio_y_fallas_en_los_sistemas.
[1] 0
> A1.5Daños_a_activos_materiales.
[1] 0
> A2.1Clientes_productos_y_prácticas_empresariales.
[1] 0
> A2.2Ejecución_entrega_y_gestión_de_procesos.
[1] 0
`
```

Anexo 1.5

#Sobre dispersión:

#El primer paso es determinar la media y la varianza de cada una de las líneas de riesgo contempladas en el #estudio.
Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

FPOIS() Nos permitirá generar los valores aleatorios poisson para cada una de los riesgos.

#Se agrega matriz de riesgos en R.

```
DATOS<-c('A1.1','Fraude interno',10,mean(A1.1),var(A1.1),if(var(A1.1)>
mean(A1.1)){'Contiene sobredispersión'})
```

```
else{'No tiene sobredispersión'},if(var(A1.1)> mean(A1.1)){var(A1.1)-
mean(A1.1)}else{'NA'},
'A1.2','Fraude externo',40,mean(A1.2),var(A1.2),if(var(A1.2)>
mean(A1.2)){'Contiene sobredispersión'})
```

```
else{'No tiene sobredispersión'},if(var(A1.2)> mean(A1.2)){var(A1.2)-
mean(A1.2)}else{'NA'},
```

```

'A1.3','Relaciones laborales y seguridad en el puesto de
trabajo',75,mean(A1.3),var(A1.3),if(var(A1.3)>
mean(A1.3)){'Contiene sobredispersión'}else{'No tiene
sobredispersión'},if(var(A1.3)> mean(A1.3)){var(A1.3)-mean
(A1.3)}else{'NA'},
'A1.4','Incidencias en el negocio y fallas en los
sistemas',50,mean(A1.4),var(A1.4),if(var(A1.4)> mean
(A1.4)){'Contiene sobredispersión'}else{'No tiene
sobredispersión'},if(var(A1.4)> mean(A1.4)){var(A1.4)-mean
(A1.4)}else{'NA'},
'A1.5','Daños a activos materiales',25,mean(A1.5),var(A1.5),if(var(A1.5)>
mean(A1.5)){'Contiene
sobredispersión'}else{'No tiene sobredispersión'},if(var(A1.5)>
mean(A1.5)){var(A1.5)-mean(A1.5)}else{'NA'},
'A2.1','Clientes productos y prácticas
empresariales',75,mean(A2.1),var(A2.1),if(var(A2.1)> mean(A2.1))
{'Contiene sobredispersión'}else{'No tiene sobredispersión'},if(var(A2.1)>
mean(A2.1)){var(A2.1)-mean(A2.1)}else
{'NA'},
'A2.2','Ejecución entrega y gestión de
procesos',75,mean(A2.2),var(A2.2),if(var(A2.2)> mean(A2.2))
{'Contiene sobredispersión'}else{'No tiene sobredispersión'},if(var(A2.2)>
mean(A2.2)){var(A2.2)-mean(A2.2)}else
{'NA'})
MRISK<-matrix(DATOS,7,7, by="T", dim=list(c(),c
('ID','RIESGO','LAMBDA','MEDIA','VARIANZA','SOBREDISPERSIÓN','NO.SO
BREDISPERSIÓN'))
MRISK

```



```

> F3R()
      media  varianza
1 10.05479 10.12497
2 39.62557 38.39715
3 75.23927 74.81656
4 50.17443 51.58289
5 24.93607 24.61200
6 74.67306 78.14713
7 74.85571 78.92249
>

```

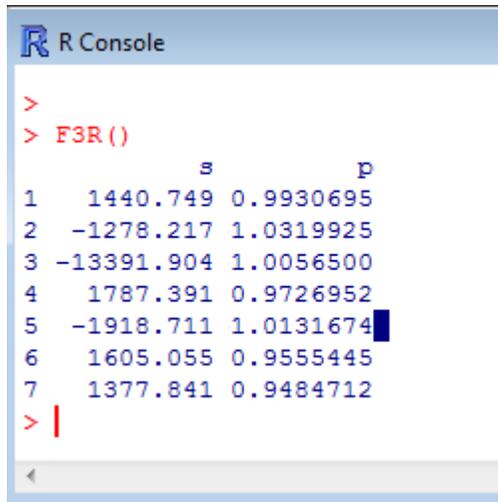
Sobre dispersión Binomial Negativa por momentos:

```

MOMENTOS<-data.frame(A1.1,A1.2,A1.3,A1.4,A1.5,A2.1,A2.2)
MOMENTOS
F3R<-function(){ media<-
c(mean(A1.1),mean(A1.2),mean(A1.3),mean(A1.4),mean(A1.5),mean(A2.1),mean(A2.
2))
      varianza<-
c(var(A1.1),var(A1.2),var(A1.3),var(A1.4),var(A1.5),var(A2.1),var(A2.2))
      s<-c((media*media)/(varianza-media))
      p<-c(media/varianza)
      sp<-data.frame(s,p)
      return(sp) }

```

F3R()



```

R Console
>
> F3R()
      s      p
1 1440.749 0.9930695
2 -1278.217 1.0319925
3 -13391.904 1.0056500
4 1787.391 0.9726952
5 -1918.711 1.0131674
6 1605.055 0.9555445
7 1377.841 0.9484712
>

```

Anexo 1.6

#Tamaño de la muestra A1.1, A1.4, A2.1 y A2.2

```
length(A1.1)
length(A1.4)
length(A2.1)
length(A2.2)
```

#El total de observaciones de frecuencias anuales en los 3 años es de 1095 observaciones, con lo cual se procede a
#simular una Binomial Negativa con el mismo número de observaciones para comparar con las muestras generadas
#previamente de parámetros Poisson.

```
set.seed(3434)
BNA1.1<-rnbinom(1095,prob=0.9930695,size=1440.75)
set.seed(3434)
BNA1.4<-rnbinom(1095, prob=0.9726952, size=1787.391)
set.seed(3434)
BNA2.1<-rnbinom(1095, prob=0.9555445, size=1605.055)
set.seed(3434)
BNA2.2<-rnbinom(1095, prob=0.9484712, size=1377.841)
win.graph(width=9,height=5)
par(mfrow=c(2,2),font=2,font.lab=4,font.axis=2,las=1)

hist(A1.1,main='Frecuencia de Riesgo A1.1.', ylab='Frecuencias relativas.',xlab='No.
De incidencias.
Poisson( $\lambda=10$ )',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))

hist(BNA1.1,main='Frecuencia de Riesgo A1.1.', ylab='Frecuencias
relativas',xlab='No. De incidencias.
Binomial Negativa. (p=0.9930695, s=1440.749).',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))

hist(A1.4,main='Frecuencia de Riesgo A1.4.', ylab='Frecuencias relativas.',xlab='No.
De incidencias.
Poisson( $\lambda=50$ )',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))

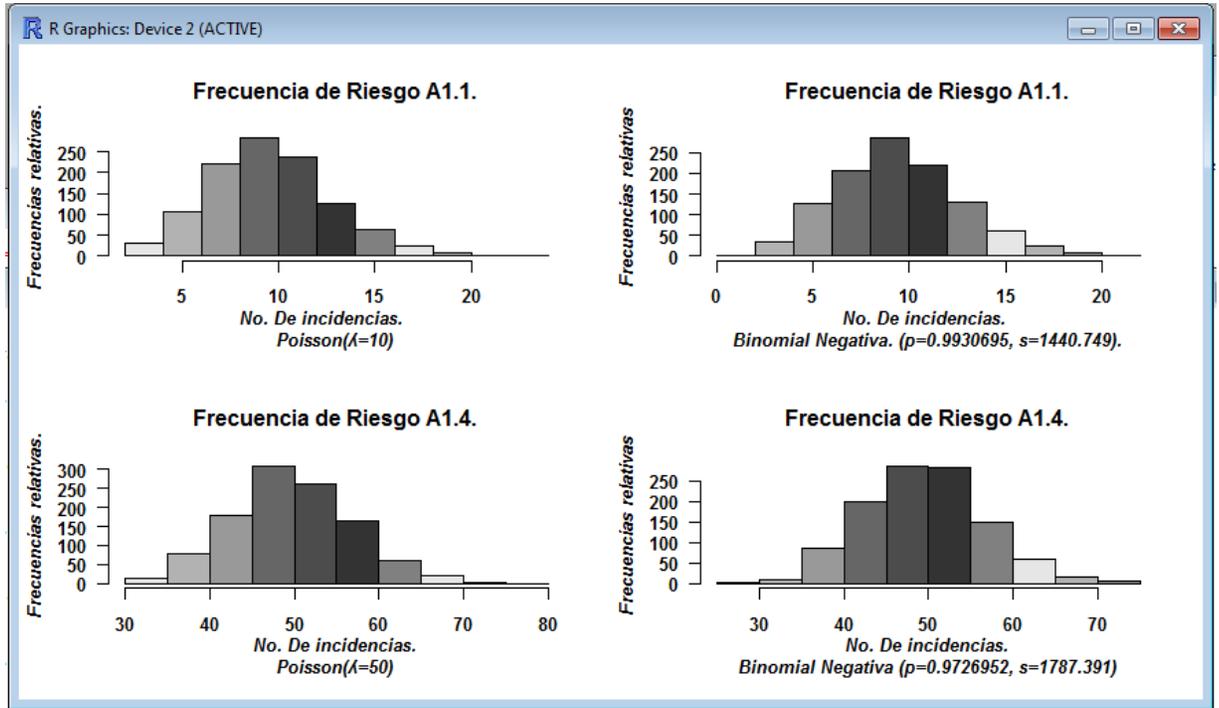
hist(BNA1.4,main='Frecuencia de Riesgo A1.4.', ylab='Frecuencias
relativas',xlab='No. De incidencias.
Binomial Negativa (p=0.9726952, s=1787.391)',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))

hist(A2.1,main='Frecuencia de Riesgo A2.1.', ylab='Frecuencias relativas.',xlab='No.
De incidencias.
Poisson( $\lambda=74$ )',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))

hist(BNA2.1,main='Frecuencia de Riesgo A2.1.', ylab='Frecuencias
relativas',xlab='No. De incidencias.
Binomial Negativa (p=0.9555445, s=1605.055)',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))
```

```
hist(A2.2,main='Frecuencia de Riesgo A2.2.', ylab='Frecuencias relativas.',xlab='No. De incidencias.
Poisson( $\lambda=74$ )',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))
```

```
hist(BNA2.2,main='Frecuencia de Riesgo A2.2.', ylab='Frecuencias
relativas',xlab='No. De incidencias.
Binomial Negativa. (p=0.9484712, s=1377.841)',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))
```



#Análisis Exploratorio de Severidad:

#En R podemos utilizar las siguientes funciones las cuales nos permiten obtener información sobre la distribución

#Log-normal (μ, σ).

#1- dlnorm: proporciona la función de masa de probabilidad..... `dlnorm(x, meanlog = 0, sdlog = 1, log = FALSE)`

#2- plnorm: proporciona la función de distribución..... `plnorm(q, meanlog = 0, sdlog = 1, lower.tail = TRUE, log.p = FALSE)`

#3- qlnorm: proporciona la función de cuantiles..... `qlnorm(p, meanlog = 0, sdlog = 1, lower.tail = TRUE, log.p = FALSE)`

#4- rlnorm: genera valores aleatorios..... `rlnorm(n, meanlog = 0, sdlog = 1)`

#Para generar la simulación de Severidad, procedemos a crear una función que nos permita simular de forma

#aleatoria posibles impactos de riesgo de acuerdo a los parámetros establecidos en la Tabla 3.3.B. Fuente de

#Información procedemos del presente trabajo.

#Proponemos un vector μ y un vector σ , los cuales contienen los siguientes parámetros:

```
MEDIA<-c(0,4.43,7.17,3.61,5.07,6.95,3.76)
```

```
DESVIACION<-c(0,1.34,1.91,1.16,1.22,2.26,1.40)
```

```
#De forma temporal establecemos los vectores de riesgo para los riesgos:  
#A1.1.=x1, A1.2=x2, A1.3=x3, A1.4=x4, A1.5=x5, A2.1=x6 y A2.2=x7 respectivamente.
```

```
x1<-rep(0,365)  
x2<-rep(0,365)  
x3<-rep(0,365)  
x4<-rep(0,365)  
x5<-rep(0,365)  
x6<-rep(0,365)  
x7<-rep(0,365)
```

```
EVENTOS<-data.frame(x1,x2,x3,x4,x5,x6,x7)  
AÑOS<-data.frame(EVENTOS,EVENTOS,EVENTOS)  
i=1  
j=1
```

```
F1<-function(){while(i<=7){EVENTOS[ij]<-rlnorm(365,MEDIA[ij],DESVIACION[ij])  
i=i+1}  
return(EVENTOS)}
```

```
F1()
```

#F1() genera los vectores de los riesgos A1.1, A1.2.....A2.2. Ahora procedemos a generarlos para cada año en la función

```
#F2():
```

```
F2<-function(AÑO1=1,AÑO2=2,AÑO3=3){AÑOS[1:21]<-data.frame(F1(),F1(),F1())  
AÑO1<-return(AÑOS[1:7])  
AÑO2<-return(AÑOS[8:14])  
AÑO3<-return(AÑOS[15:21])  
}
```

#Ahora si podemos generar de manera repetitiva simulaciones de las severidades anuales con la #función F2().

#Sin embargo es necesario dejar fija las observaciones para estudiar el impacto, por tanto:

```
set.seed(111) #Se fija semilla para año1  
año1<-F2(1)  
set.seed(222) #Se fija semilla para año2  
año2<-F2(2)  
set.seed(333) #Se fija semilla para año3  
año3<-F2(3)
```

#Se genera muestra para cada riesgo, considerando los 3 años:

```
A1.1<-c(año1[1:365,1],año2[1:365,1],año3[1:365,1])
```

```

A1.2<-c(año1[1:365,2],año2[1:365,2],año3[1:365,2])
A1.3<-c(año1[1:365,3],año2[1:365,3],año3[1:365,3])
A1.4<-c(año1[1:365,4],año2[1:365,4],año3[1:365,4])
A1.5<-c(año1[1:365,5],año2[1:365,5],año3[1:365,5])
A2.1<-c(año1[1:365,6],año2[1:365,6],año3[1:365,6])
A2.2<-c(año1[1:365,7],año2[1:365,7],año3[1:365,7])

```

#Visualizamos los primeros registros:

```

head(A1.1)
head(A1.2)
head(A1.3)
head(A1.4)
head(A1.5)
head(A2.1)
head(A2.2)

```

Gráfica de Barras con porcentajes:

```

severidad_array <- array(c(sum(A1.1),sum(A1.2),sum(A1.3),sum(A1.4),
sum(A1.5),sum(A2.1),sum(A2.2)
),c(1,7),
dimnames = list(
c("Riesgos"),
c("[A1.1]", "[A1.2]",
"[A1.3]", "[A1.4]",
"[A1.5]", "[A2.1]",
"[A2.2]"
)
)
)

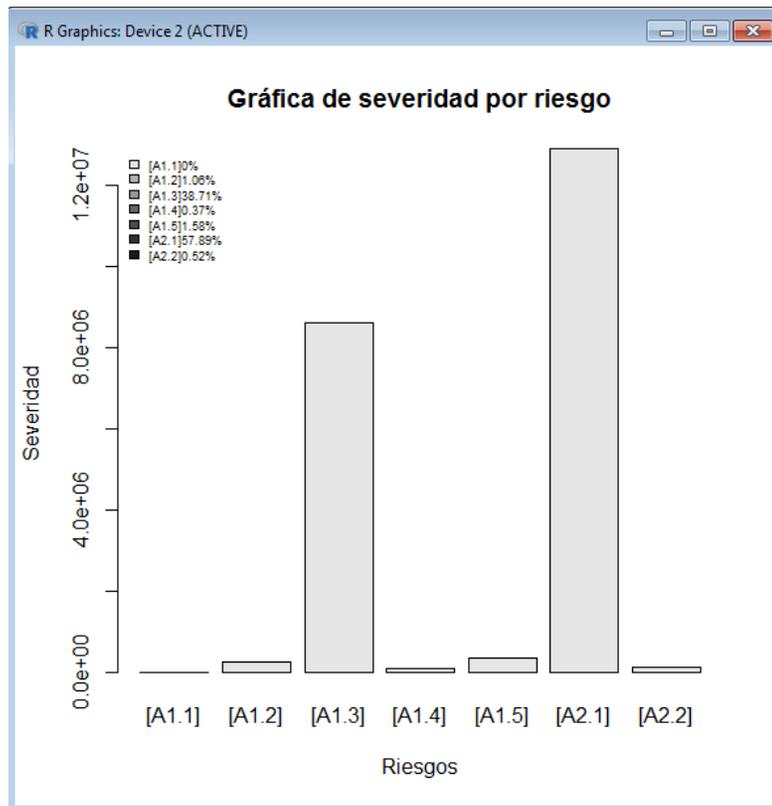
pct<-round(severidad_array/sum(severidad_array)*100,2)
datos<-c(paste("[A1.1]",pct[1,1],"%",sep=""),
paste("[A1.2]",pct[1,2],"%",sep=""),
paste("[A1.3]",pct[1,3],"%",sep=""),
paste("[A1.4]",pct[1,4],"%",sep=""),
paste("[A1.5]",pct[1,5],"%",sep=""),
paste("[A2.1]",pct[1,6],"%",sep=""),
paste("[A2.2]",pct[1,7],"%",sep="")
)

severidad<-c(severidad_array[1,1],severidad_array[1,2],severidad_array[1,3],
severidad_array[1,4],severidad_array[1,5],severidad_array[1,6],
severidad_array[1,7])

barplot(severidad_array, main="Gráfica de severidad por riesgo",
xlab="Riesgos",ylab="Severidad",col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.1)))

```

```
legend("topleft",datos,
      cex=0.6,bty="n",
      fill=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.1))
      )
```



Anexo 1.7

#Para comparar de mejor forma las medidas de tendencia hacemos un comparativo de sus diagramas de caja:

```
t<-(c(c(A1.1),c(A1.2),c(A1.3),c(A1.4),c(A1.5),c(A2.1),c(A2.2))))
```

#Se asignó un vector que contenga el histórico de los riesgos en un período de 3 años.

```
fac<-gl(7,1095)
```

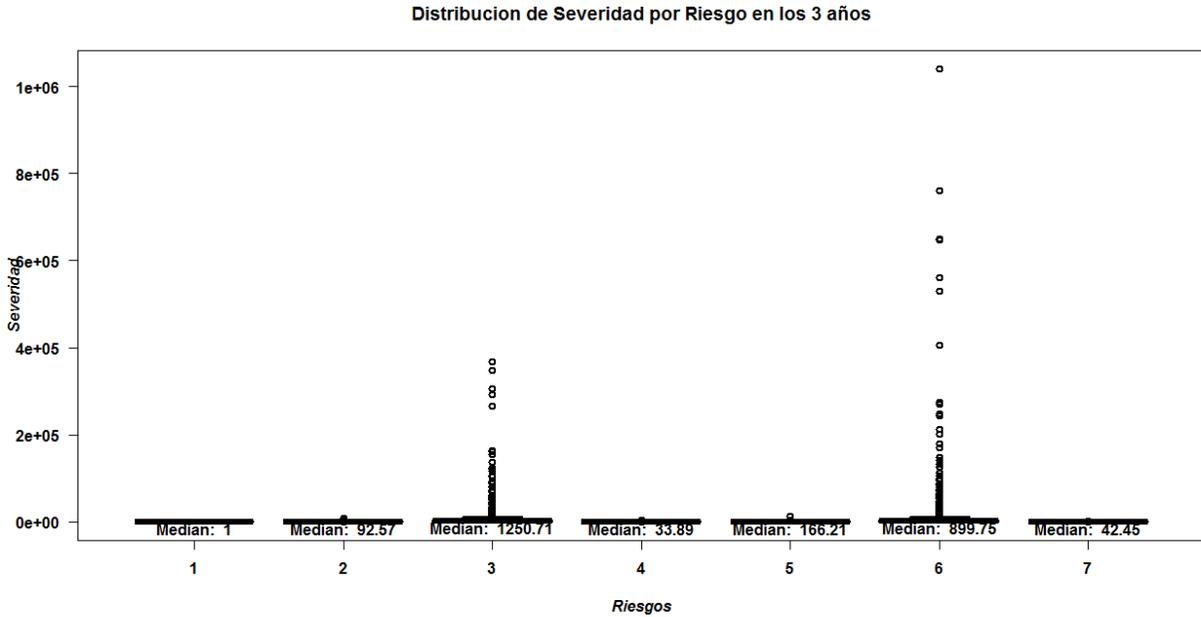
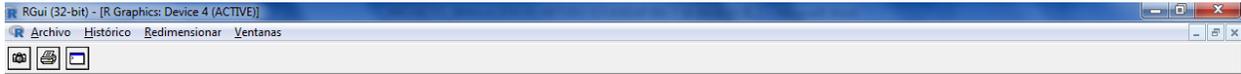
#gl(n,m), me permite crear un vector el cual asigna n dígitos repetidos de forma consecutiva m veces.

#Regresamos a la pantalla a que muestre sólo un gráfico por ejecución.

```
win.graph(width=9,height=5)
par(mfrow=c(1,1),font=2,font.lab=4,font.axis=2,las=1)
```

#Procedemos a realizar el gráfico de diagramas de caja con la información de Severidad del vector t:

```
bx<-boxplot(t~fac,main='Distribucion de Severidad por Riesgo en los 3 años',xlab='Riesgos',ylab='Severidad',col=gray(c(.95,.9,.85,.7,.6,.5,.4)),lwd=2)  
text(1:7,bx$st[3,]-1,paste("Median: ",round(bx$st[3,],2)),adj=c(0.5,1),font=2)
```



#Utilizamos en R la función summary(), la cual nos muestra información de los cuartiles, máximos y mínimos en cada #línea de riesgo:

```
summary(c(A1.1))  
summary(c(A1.2))  
summary(c(A1.3))  
summary(c(A1.4))  
summary(c(A1.5))  
summary(c(A2.1))  
summary(c(A2.2))
```

```

> summary(c(A1.1))
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
     1      1      1      1      1      1
> summary(c(A1.2))
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
0.977  37.320  92.570  215.900 199.100 7945.000
> summary(c(A1.3))
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
   2.8   386.7 1251.0  7873.0  4701.0 368600.0
> summary(c(A1.4))
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
0.929  16.320  33.890   74.990   75.980 4097.000
> summary(c(A1.5))
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
3.959   76.810 166.200  320.700  350.500 13880.000
> summary(c(A2.1))
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
   0.4   222.4   899.7 11770.0  4271.0 1040000.0
> summary(c(A2.2))
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
0.4044 16.4100  42.4500 106.6000 109.4000 2541.0000

```

Anexo 1.8

Cálculo de datos atípicos

#Barrera exterior superior=Tercer cuartil + 3 . RIC . Tal que RIC= Q3-Q1

```
ExtMax<-c(1,684.44,17643.90,254.96,1171.57,16416.80,388.37)
```

```

table(A1.1[A1.1>ExtMax[1]])
table(A1.2[A1.2>ExtMax[2]])
table(A1.3[A1.3>ExtMax[3]])
table(A1.4[A1.4>ExtMax[4]])
table(A1.5[A1.5>ExtMax[5]])
table(A2.1[A2.1>ExtMax[6]])
table(A2.2[A2.2>ExtMax[7]])

```

```

A1.1Fraude_interno.<-length(A1.1[A1.1>ExtMax[1]])
A1.2Fraude_externo.<-length(A1.2[A1.2>ExtMax[2]])
A1.3Relaciones_laborales_y_seguridad_en_el_puesto_de_trabajo.<-
length(A1.3[A1.3>ExtMax[3]])
A1.4Incidencias_en_el_negocio_y_fallas_en_los_sistemas.<-
length(A1.4[A1.4>ExtMax[4]])
A1.5Daños_a_activos_materiales.<-length(A1.5[A1.5>ExtMax[5]])
A2.1Clientes_productos_y_prácticas_empresariales.<-length(A2.1[A2.1>ExtMax[6]])
A2.2Ejecución_entrega_y_gestión_de_procesos.<-length(A2.2[A2.2>ExtMax[7]])

```

```

A1.1Fraude_interno.
A1.2Fraude_externo.
A1.3Relaciones_laborales_y_seguridad_en_el_puesto_de_trabajo.
A1.4Incidencias_en_el_negocio_y_fallas_en_los_sistemas.
A1.5Daños_a_activos_materiales.
A2.1Clientes_productos_y_prácticas_empresariales.
A2.2Ejecución_entrega_y_gestión_de_procesos.

```

#Incidencias que sobrepasan la cota máxima por riesgo:

```
R Console
>
> A1.1Fraude_interno.<-length(A1.1[A1.1>ExtMax[1]])
> A1.2Fraude_externo.<-length(A1.2[A1.2>ExtMax[2]])
> A1.3Relaciones_laborales_y_seguridad_en_el_puesto_de_trabajo.<-length(A1.3[A1$
> A1.4Incidencias_en_el_negocio_y_fallas_en_los_sistemas.<-length(A1.4[A1.4>Ext$
> A1.5Daños_a_activos_materiales.<-length(A1.5[A1.5>ExtMax[5]])
> A2.1Clientes_productos_y_prácticas_empresariales.<-length(A2.1[A2.1>ExtMax[6]$
> A2.2Ejecución_entrega_y_gestión_de_procesos.<-length(A2.2[A2.2>ExtMax[7]])
>
> A1.1Fraude_interno.
[1] 0
> A1.2Fraude_externo.
[1] 55
> A1.3Relaciones_laborales_y_seguridad_en_el_puesto_de_trabajo.
[1] 108
> A1.4Incidencias_en_el_negocio_y_fallas_en_los_sistemas.
[1] 46
> A1.5Daños_a_activos_materiales.
[1] 52
> A2.1Clientes_productos_y_prácticas_empresariales.
[1] 115
> A2.2Ejecución_entrega_y_gestión_de_procesos.
[1] 52
>
> |
```

#Sobredispersión:

#El primer paso en el camino es determinar la media y la varianza de cada una de las líneas de riesgo
#contempladas en el estudio, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

FPOIS() Nos permitirá generar los valores aleatorios poisson para cada una de los riesgos.

#Agregamos matriz de riesgos en R.

```
DATOS<-c('A1.1','Fraude interno',10,mean(A1.1),var(A1.1),if(var(A1.1)>
mean(A1.1)){'Contiene sobredispersión'}
```

```
else{'No tiene sobredispersión'},if(var(A1.1)> mean(A1.1)){var(A1.1)-
mean(A1.1)}else{'NA'},
```

```
'A1.2','Fraude externo',40,mean(A1.2),var(A1.2),if(var(A1.2)>
mean(A1.2)){'Contiene sobredispersión'}
```

```
else{'No tiene sobredispersión'},if(var(A1.2)> mean(A1.2)){var(A1.2)-
mean(A1.2)}else{'NA'},
```

```

'A1.3','Relaciones laborales y seguridad en el puesto de
trabajo',75,mean(A1.3),var(A1.3),if(var(A1.3)>
mean(A1.3)){'Contiene sobredispersión'}else{'No tiene
sobredispersión'},if(var(A1.3)> mean(A1.3)){var(A1.3)-mean
(A1.3)}else{'NA'},
'A1.4','Incidencias en el negocio y fallas en los
sistemas',50,mean(A1.4),var(A1.4),if(var(A1.4)> mean
(A1.4)){'Contiene sobredispersión'}else{'No tiene
sobredispersión'},if(var(A1.4)> mean(A1.4)){var(A1.4)-mean
(A1.4)}else{'NA'},
'A1.5','Daños a activos materiales',25,mean(A1.5),var(A1.5),if(var(A1.5)>
mean(A1.5)){'Contiene
sobredispersión'}else{'No tiene sobredispersión'},if(var(A1.5)>
mean(A1.5)){var(A1.5)-mean(A1.5)}else{'NA'},
'A2.1','Clientes productos y prácticas
empresariales',75,mean(A2.1),var(A2.1),if(var(A2.1)> mean(A2.1))
{'Contiene sobredispersión'}else{'No tiene sobredispersión'},if(var(A2.1)>
mean(A2.1)){var(A2.1)-mean(A2.1)}else
{'NA'},
'A2.2','Ejecución entrega y gestión de
procesos',75,mean(A2.2),var(A2.2),if(var(A2.2)> mean(A2.2))
{'Contiene sobredispersión'}else{'No tiene sobredispersión'},if(var(A2.2)>
mean(A2.2)){var(A2.2)-mean(A2.2)}else
{'NA'})
MRISK<-matrix(DATOS,7,7, by="T", dim=list(c(),c
('ID','RIESGO','LAMBDA','MEDIA','VARIANZA','SOBREDISPERSIÓN','NO.SO
BREDISPERSIÓN'))
MRISK

```



```

> F3R()
      media varianza
1 10.05479 10.12497
2 39.62557 38.39715
3 75.23927 74.81656
4 50.17443 51.58289
5 24.93607 24.61200
6 74.67306 78.14713
7 74.85571 78.92249
>

```

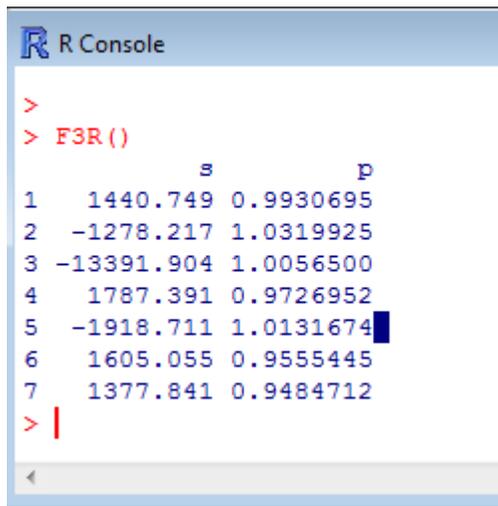
Por momentos:

```

MOMENTOS<-data.frame(A1.1,A1.2,A1.3,A1.4,A1.5,A2.1,A2.2)
MOMENTOS
F3R<-function(){ media<-
c(mean(A1.1),mean(A1.2),mean(A1.3),mean(A1.4),mean(A1.5),mean(A2.1),mean(A2.
2))
  varianza<-
c(var(A1.1),var(A1.2),var(A1.3),var(A1.4),var(A1.5),var(A2.1),var(A2.2))
  s<-c((media*media)/(varianza-media))
  p<-c(media/varianza)
  sp<-data.frame(s,p)
  return(sp) }

```

F3R()



```

R Console
>
> F3R()
      s      p
1 1440.749 0.9930695
2 -1278.217 1.0319925
3 -13391.904 1.0056500
4 1787.391 0.9726952
5 -1918.711 1.0131674
6 1605.055 0.9555445
7 1377.841 0.9484712
>

```

#Tamaño de la muestra A1.1, A1.4,A2.1 y A2.2

```
length(A1.1)
length(A1.4)
length(A2.1)
length(A2.2)
```

#Todos son de 1095, con lo cual se procede a simular una Binomial Negativa con el mismo número de observaciones para comparar con las muestras obtenidas anteriormente con los parametros de poisson.

```
set.seed(3434)
BNA1.1<-rnbinom(1095,prob=0.9930695,size=1440.75)
set.seed(3434)
BNA1.4<-rnbinom(1095, prob=0.9726952, size=1787.391)
set.seed(3434)
BNA2.1<-rnbinom(1095, prob=0.9555445, size=1605.055)
set.seed(3434)
BNA2.2<-rnbinom(1095, prob=0.9484712, size=1377.841)

win.graph(width=9,height=5)
par(mfrow=c(2,2),font=2,font.lab=4,font.axis=2,las=1)

hist(A1.1,main='Frecuencia de Riesgo A1.1.', ylab='Frecuencias
relativas.',xlab='No. De incidencias.
Poisson( $\lambda=10$ )',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))

hist(BNA1.1,main='Frecuencia de Riesgo A1.1.', ylab='Frecuencias
relativas',xlab='No. De incidencias.
Binomial Negativa. (p=0.9930695,
s=1440.749).',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))

hist(A1.4,main='Frecuencia de Riesgo A1.4.', ylab='Frecuencias
relativas.',xlab='No. De incidencias.
Poisson( $\lambda=50$ )',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))

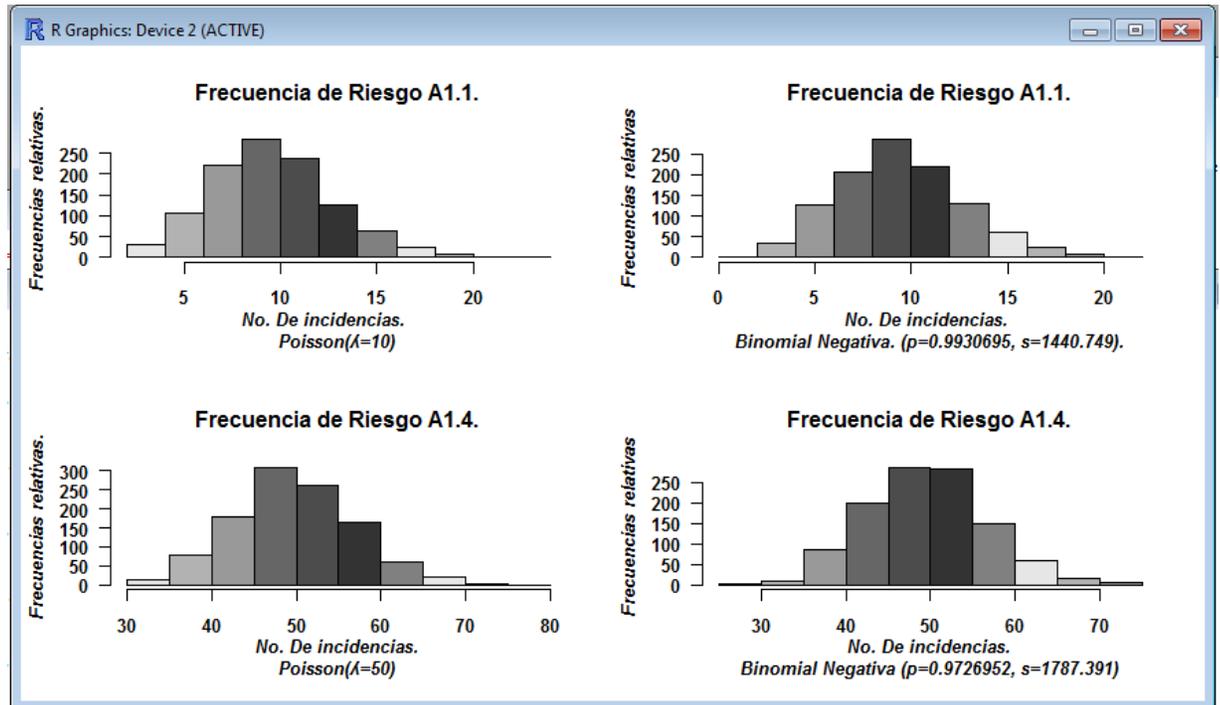
hist(BNA1.4,main='Frecuencia de Riesgo A1.4.', ylab='Frecuencias
relativas',xlab='No. De incidencias.
Binomial Negativa (p=0.9726952, s=1787.391)',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))

hist(A2.1,main='Frecuencia de Riesgo A2.1.', ylab='Frecuencias
relativas.',xlab='No. De incidencias.
Poisson( $\lambda=74$ )',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))

hist(BNA2.1,main='Frecuencia de Riesgo A2.1.', ylab='Frecuencias
relativas',xlab='No. De incidencias.
Binomial Negativa (p=0.9555445, s=1605.055)',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))

hist(A2.2,main='Frecuencia de Riesgo A2.2.', ylab='Frecuencias
relativas.',xlab='No. De incidencias.
Poisson( $\lambda=74$ )',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))
```

```
hist(BNA2.2,main='Frecuencia de Riesgo A2.2.', ylab='Frecuencias
relativas',xlab='No. De incidencias.
Binomial Negativa. (p=0.9484712,
s=1377.841)',col=gray(c(.9,.7,.6,.4,.3,.2,.5)))
```



Anexo 1.9

Simulación de Montecarlo.

#Para el riesgo A1.1: Fraude interno no cuenta con información para el cálculo.

#Para el riesgo A1.2: Fraude externo, se realiza el cálculo con los siguientes parámetros:

#Parámetros de Poisson:

$l <- 39$

#Parámetros de lognormal:

$m <- 4.43$

$d <- 1.34$

#Simulación Montecarlo:

$set.seed(111)$

$poisson <- rpois(1000000, l)$

$max <- (max(poisson))$

$matriz <- matrix(1:max, 1000000, max, byrow=TRUE)$

for (i in 1:1000000)

```

{ for (j in 1:max)
  if (matriz[i,j]<=poisson[i]){ matriz[i,j]<-rlnorm(1,m,d)
  }else{matriz[i,j]<-0}
}
matriz1<-matrix(1,max,1,byrow=TRUE)
SMC<-matriz%*%matriz1
head(SMC)
lines(SMC,lwd=2,col="sienna")

```

#Ordenamos

```

SMC<-sort(SMC)
head(SMC)
hist(SMC,main="",col="grey",breaks=40)
quantile(SMC,c(.80,.90,.95,.999,.9999))
mean(SMC)

```

```

R Console
+   if (matriz[i,j]<=poisson[i]){ matriz[i,j]<-rlnorm(1,m,d)
+   }else{matriz[i,j]<-0}
+ }
> matriz1<-matrix(1,max,1,byrow=TRUE)
> SMC<-matriz%*%matriz1
> head(SMC)
      [,1]
[1,] 11052.276
[2,]  6107.793
[3,]  4498.639
[4,]  6352.931
[5,]  8098.348
[6,] 16823.538
> lines(SMC,lwd=2,col="sienna")
>
> #Ordenamos
> SMC<-sort(SMC)
> head(SMC)
[1]  915.5434 1131.4534 1163.1983 1167.9704 1194.2325 1231.3310
> hist(SMC,main="",col="grey",breaks=40)
> quantile(SMC,c(.80,.90,.95,.999,.9999))
      80%      90%      95%      99.9%      99.99%
10072.83 11815.97 13577.05 28398.68 46959.88
> mean(SMC)
[1] 8029.128

```

#Para el riesgo A1.3: Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo, se realiza el cálculo con los #siguientes parámetros:

```

remove(list=ls())
#Parámetros de Poisson

```

$\lambda <- 75$

```
#Parámetros de lognormal:
```

```
m<-7.19
```

```
d<-1.91
```

```
#Simulación Montecarlo:
```

```
set.seed(111)
```

```
poisson<-rpois(1000000,l)
```

```
max<-(max(poisson))
```

```
matriz<-matrix(1:max,1000000,max,byrow=TRUE)
```

```
for (i in 1:1000000)
```

```
{ for (j in 1:max)
```

```
  if (matriz[i,j]<=poisson[i]){ matriz[i,j]<-rlnorm(1,m,d)
```

```
  }else{matriz[i,j]<-0}
```

```
}
```

```
matriz1<-matrix(1,max,1,byrow=TRUE)
```

```
SMC<-matriz%*%matriz1
```

```
head(SMC)
```

```
lines(SMC,lwd=2,col="sienna")
```

```
#Ordenamos
```

```
SMC<-sort(SMC)
```

```
head(SMC)
```

```
hist(SMC,main="",col="grey",breaks=40)
```

```
quantile(SMC,c(.80,.90,.95,.999,.9999))
```

```
mean(SMC)
```

```

R Console
+   }else{matriz[i,j]<-0}
+ }
> matriz1<-matrix(1,max,1,byrow=TRUE)
> SMC<-matriz%*%matriz1
> head(SMC)
      [,1]
[1,] 303709.8
[2,] 292798.8
[3,] 373280.2
[4,] 406756.5
[5,] 935802.2
[6,] 705281.5
> lines(SMC,lwd=2,col="sienna")
>
> #Ordenamos
> SMC<-sort(SMC)
> head(SMC)
[1] 79099.00 85460.78 87385.10 87711.54 90572.70 92089.77
> hist(SMC,main="",col="grey",breaks=40)
> quantile(SMC,c(.80,.90,.95,.999,.9999))
      80%      90%      95%      99.9%      99.99%
774230.1 979249.8 1223004.3 4763206.5 11460501.4
> mean(SMC)
[1] 616468
> |

```

#Para el riesgo A1.4: Incidencias en el negocio y fallas en los sistemas, se realiza el cálculo con los siguientes parámetros:

```
remove(list=ls())
```

#Parámetros de Binomial Negativa:

```
p<-0.9727
s<-1787.39
```

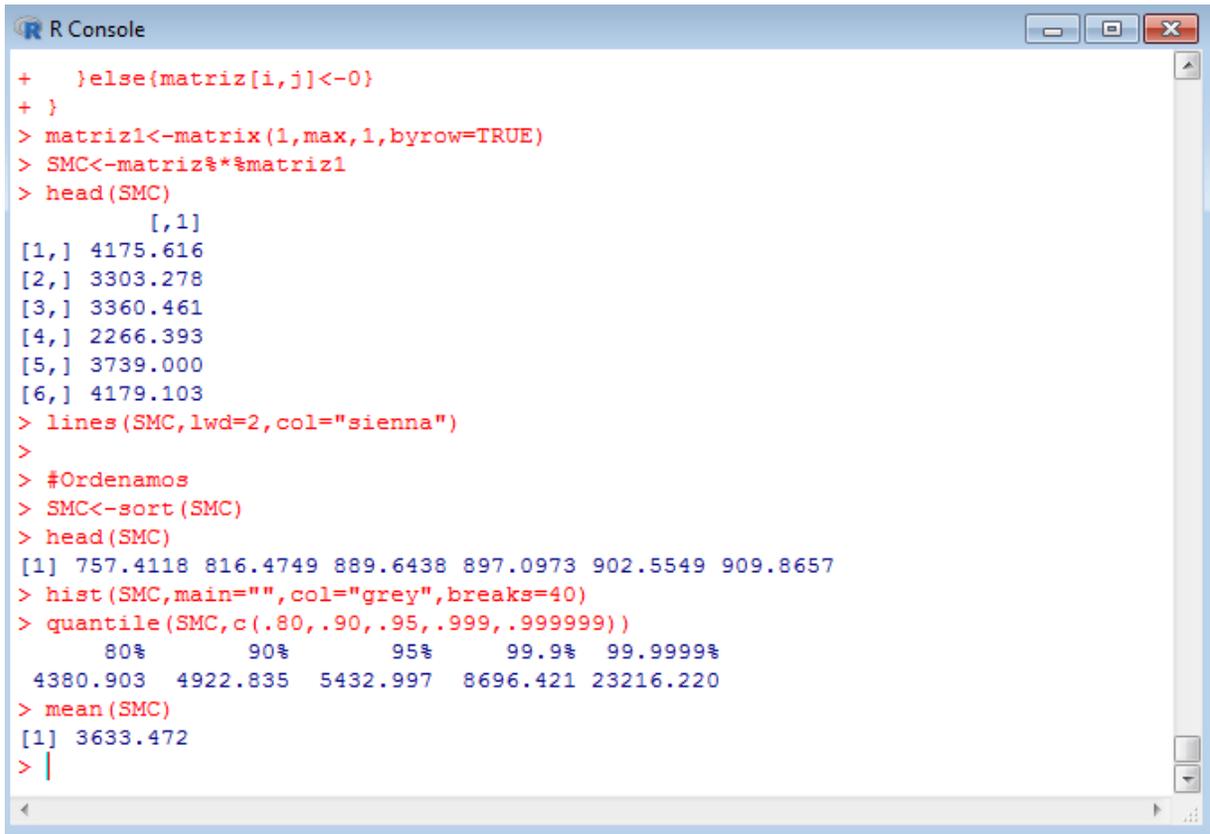
#Parámetros de lognormal:

```
m<-3.61
d<-1.16
set.seed(111)
binomial<-rbinom(1000000,prob=p,size=s)
max<-max(binomial)
matriz<-matrix(1:max,1000000,max,byrow=TRUE)
for(i in 1:1000000)
{ for(j in 1:max)
  if(matriz[i,j]<=binomial[i]){ matriz[i,j]<-rlnorm(1,m,d)
  }else{matriz[i,j]<-0}
}
matriz1<-matrix(1,max,1,byrow=TRUE)
```

```
SMC<-matriz%*%matriz1
head(SMC)
lines(SMC,lwd=2,col="sienna")
```

#Ordenamos

```
SMC<-sort(SMC)
head(SMC)
hist(SMC,main="",col="grey",breaks=40)
quantile(SMC,c(.80,.90,.95,.999,.999999))
mean(SMC)
```



```
R Console
+ }else{matriz[i,j]<-0}
+ }
> matriz1<-matrix(1,max,1,byrow=TRUE)
> SMC<-matriz%*%matriz1
> head(SMC)
      [,1]
[1,] 4175.616
[2,] 3303.278
[3,] 3360.461
[4,] 2266.393
[5,] 3739.000
[6,] 4179.103
> lines(SMC,lwd=2,col="sienna")
>
> #Ordenamos
> SMC<-sort(SMC)
> head(SMC)
[1] 757.4118 816.4749 889.6438 897.0973 902.5549 909.8657
> hist(SMC,main="",col="grey",breaks=40)
> quantile(SMC,c(.80,.90,.95,.999,.999999))
      80%      90%      95%      99.9% 99.9999%
4380.903 4922.835 5432.997 8696.421 23216.220
> mean(SMC)
[1] 3633.472
> |
```

#Para el riesgo A1.4. Incidencias en el negocio y fallas en los sistemas, se realiza el cálculo con los siguientes #parámetros para comparar resultados de Binomial Negativa:

#Parámetros de Poisson

```
l<-50
```

#Parámetros de lognormal:

```
m<-3.61
```

```
d<-1.16
```

#Simulación Montecarlo:

```
set.seed(111)
```

```

poisson<-rpois(1000000,l)
max<-(max(poisson))
matriz<-matrix(1:max,1000000,max,byrow=TRUE)
for (i in 1:1000000)
{ for (j in 1:max)
  if (matriz[i,j]<=poisson[i]){ matriz[i,j]<-rlnorm(1,m,d)
  }else{matriz[i,j]<-0}
}
matriz1<-matrix(1,max,1,byrow=TRUE)
SMC<-matriz%*%matriz1
head(SMC)
lines(SMC,lwd=2,col="sienna")

```

#Ordenamos

```

SMC<-sort(SMC)
head(SMC)
hist(SMC,main="",col="grey",breaks=40)
quantile(SMC,c(.80,.90,.95,.999,.9999))
mean(SMC)

```

```

R Console
2: In matriz[i, j] <- rlnorm(1, m, d) :
  Reached total allocation of 1999Mb: see help(memory.size)
> matriz1<-matrix(1,max,1,byrow=TRUE)
> SMC<-matriz%*%matriz1
> head(SMC)
      [,1]
[1,] 4370.326
[2,] 2307.324
[3,] 3822.186
[4,] 3185.507
[5,] 2069.060
[6,] 2793.778
> lines(SMC,lwd=2,col="sienna")
>
> #Ordenamos
> SMC<-sort(SMC)
> head(SMC)
[1] 856.0385 860.3264 884.8894 889.5430 906.0929 914.7131
> hist(SMC,main="",col="grey",breaks=40)
> quantile(SMC,c(.80,.90,.95,.999,.9999))
      80%      90%      95%      99.9%      99.99%
4363.482 4901.513 5411.294 8682.108 11895.305
> mean(SMC)
[1] 3619.756
> |

```

#Para el riesgo A1.5: Daños a activos materiales, se realiza el cálculo con los siguientes parámetros:

```
remove(list=ls())
```

```
#Parámetros de Poisson
```

```
l<-25
```

```
#Parámetros de lognormal:
```

```
m<-5.07
```

```
d<-1.22
```

```
#Simulación Montecarlo:
```

```
set.seed(111)
```

```
poisson<-rpois(1000000,l)
```

```
max<- (max(poisson))
```

```
matriz<-matrix(1:max,1000000,max,byrow=TRUE)
```

```
for (i in 1:1000000)
```

```
{ for (j in 1:max)
```

```
  if (matriz[i,j]<=poisson[j]){ matriz[i,j]<-rlnorm(1,m,d)
```

```
  }else{matriz[i,j]<-0}
```

```
}
```

```
matriz1<-matrix(1,max,1,byrow=TRUE)
```

```
SMC<-matriz%*%matriz1
```

```
head(SMC)
```

```
lines(SMC,lwd=2,col="sienna")
```

```
#Ordenamos
```

```
SMC<-sort(SMC)
```

```
head(SMC)
```

```
hist(SMC,main="",col="grey",breaks=40)
```

```
quantile(SMC,c(.80,.90,.95,.999,.9999))
```

```
mean(SMC)
```

```

R Console
+ }
> matriz1<-matrix(1,max,1,byrow=TRUE)
> SMC<-matriz%*%matriz1
> head(SMC)
      [,1]
[1,] 9088.395
[2,] 6493.613
[3,] 3939.172
[4,] 2089.703
[5,] 7210.727
[6,] 2177.234
> lines(SMC,lwd=2,col="sienna")
>
> #Ordenamos
> SMC<-sort(SMC)
> head(SMC)
[1] 443.6746 695.9385 723.6147 736.0614 744.3300 757.0401
> hist(SMC,main="",col="grey",breaks=40)
> quantile(SMC,c(.80,.90,.95,.999,.9999))
      80%      90%      95%      99.9%      99.99%
10736.55 12733.80 14698.12 29724.12 47931.28
> mean(SMC)
[1] 8373.309
> SMC_A1.5<-SMC
> |

```

#Para el riesgo A2.1: Clientes, productos y prácticas empresariales, se realiza el cálculo con los siguientes parámetros:

```
remove(list=ls())
```

#Parámetros de Binomial Negativa:

```
p<-.95554
```

```
s<-1605.06
```

#Parámetros de lognormal:

```
m<-6.84
```

```
d<-2.26
```

```
set.seed(111)
```

```
binomial<-rnbinom(1000000,prob=p,size=s)
```

```
max<-(max(binomial))
```

```
matriz<-matrix(1:max,1000000,max,byrow=TRUE)
```

```
for (i in 1:1000000)
```

```
{ for (j in 1:max)
```

```
  if (matriz[i,j]<=binomial[i]){ matriz[i,j]<-rlnorm(1,m,d)
```

```
  }else{matriz[i,j]<-0}
```

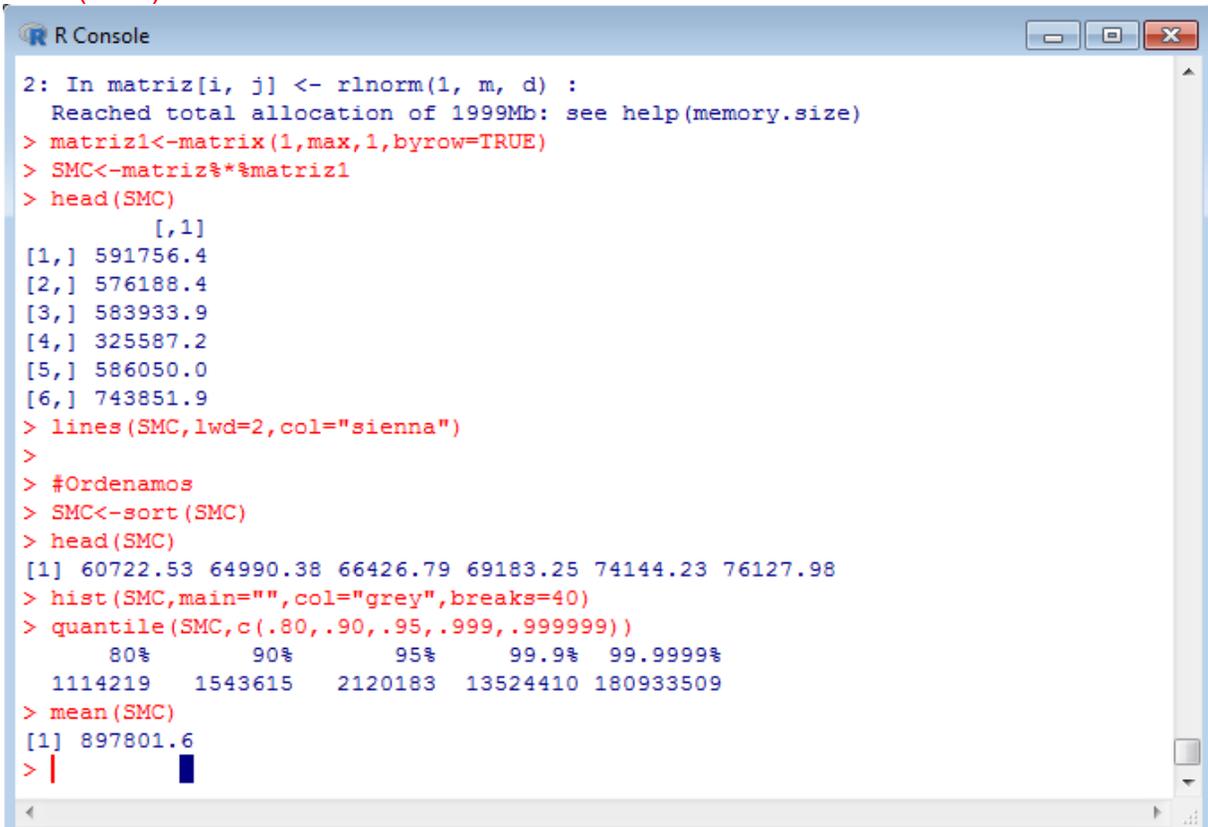
```
}
```

```
matriz1<-matrix(1,max,1,byrow=TRUE)
```

```
SMC<-matriz%*%matriz1
```

```
head(SMC)
lines(SMC,lwd=2,col="sienna")
```

```
#Ordenamos
SMC<-sort(SMC)
head(SMC)
hist(SMC,main="",col="grey",breaks=40)
quantile(SMC,c(.80,.90,.95,.999,.999999))
mean(SMC)
```



```
R Console
2: In matriz[i, j] <- rlnorm(1, m, d) :
  Reached total allocation of 1999Mb: see help(memory.size)
> matriz1<-matrix(1,max,1,byrow=TRUE)
> SMC<-matriz%*%matriz1
> head(SMC)
      [,1]
[1,] 591756.4
[2,] 576188.4
[3,] 583933.9
[4,] 325587.2
[5,] 586050.0
[6,] 743851.9
> lines(SMC,lwd=2,col="sienna")
>
> #Ordenamos
> SMC<-sort(SMC)
> head(SMC)
[1] 60722.53 64990.38 66426.79 69183.25 74144.23 76127.98
> hist(SMC,main="",col="grey",breaks=40)
> quantile(SMC,c(.80,.90,.95,.999,.999999))
      80%      90%      95%      99.9%      99.9999%
1114219 1543615 2120183 13524410 180933509
> mean(SMC)
[1] 897801.6
> |
```

#Para el riesgo A2.1: Clientes, productos y prácticas empresariales, se realiza el cálculo con los siguientes

#parámetros para comparar con resultados de Binomial Negativa:

#Parámetros de Poisson

```
l<-74
```

#Parámetros de lognormal:

```
m<-6.84
```

```
d<-2.26
```

#Simulación Montecarlo:

```
set.seed(111)
```

```
poisson<-rpois(1000000,l)
```

```
max<-max(poisson)
```

```

matriz<-matrix(1:max,1000000,max,byrow=TRUE)
for (i in 1:1000000)
{ for (j in 1:max)
  if (matriz[i,j]<=poisson[i]){ matriz[i,j]<-rlnorm(1,m,d)
  }else{matriz[i,j]<-0}
}
matriz1<-matrix(1,max,1,byrow=TRUE)
SMC<-matriz%*%matriz1
head(SMC)
lines(SMC,lwd=2,col="sienna")

```

#Ordenamos

```

SMC<-sort(SMC)
head(SMC)
hist(SMC,main="",col="grey",breaks=40)
quantile(SMC,c(.80,.90,.95,.999,.9999))
mean(SMC)

```

```

R Console
+   }else{matriz[i,j]<-0}
+ }
> matriz1<-matrix(1,max,1,byrow=TRUE)
> SMC<-matriz%*%matriz1
> head(SMC)
      [,1]
[1,] 319699.5
[2,] 286493.0
[3,] 395054.5
[4,] 565460.6
[5,] 1514487.0
[6,] 1197461.7
> lines(SMC,lwd=2,col="sienna")
>
> #Ordenamos
> SMC<-sort(SMC)
> head(SMC)
[1] 67599.66 71007.66 71344.97 74007.80 78034.64 79188.07
> hist(SMC,main="",col="grey",breaks=40)
> quantile(SMC,c(.80,.90,.95,.999,.9999))
      80%      90%      95%      99.9%      99.99%
1104069 1529638 2101287 13489928 39827542
> mean(SMC)
[1] 889664
> |

```

#Para el riesgo A.2:2 Ejecución, entrega y gestión de procesos, se realiza el cálculo con los siguientes parámetros:

```
remove(list=ls())
```

```
#Parámetros de Binomial Negativa:
```

```
p<-.94847
```

```
s<-1377.84
```

```
#Parámetros de lognormal:
```

```
m<-3.76
```

```
d<-1.4
```

```
set.seed(111)
```

```
binomial<-rnbinom(1000000,prob=p,size=s)
```

```
max<-max(binomial)
```

```
matriz<-matrix(1:max,1000000,max,byrow=TRUE)
```

```
for (i in 1:1000000)
```

```
{ for (j in 1:max)
```

```
  if (matriz[i,j]<=binomial[i]){ matriz[i,j]<-rlnorm(1,m,d)  
  }else{matriz[i,j]<-0}
```

```
}
```

```
matriz1<-matrix(1,max,1,byrow=TRUE)
```

```
SMC<-matriz%%matriz1
```

```
head(SMC)
```

```
lines(SMC,lwd=2,col="sienna")
```

```
#Ordenamos
```

```
SMC<-sort(SMC)
```

```
head(SMC)
```

```
hist(SMC,main="",col="grey",breaks=40)
```

```
quantile(SMC,c(.80,.90,.95,.999,.9999))
```

```
mean(SMC)
```

```

R Console
+   if (matriz[i,j]<=binomial[i]){ matriz[i,j]<-rlnorm(1,m,d)
+   }else{matriz[i,j]<-0}
+ }
> matriz1<-matrix(1,max,1,byrow=TRUE)
> SMC<-matriz%*%matriz1
> head(SMC)
      [,1]
[1,] 6413.483
[2,] 8652.895
[3,] 7054.150
[4,] 6264.252
[5,] 9105.089
[6,] 9146.338
> lines(SMC,lwd=2,col="sienna")
>
> #Ordenamos
> SMC<-sort(SMC)
> head(SMC)
[1] 1928.710 2058.379 2141.328 2162.110 2301.361 2310.726
> hist(SMC,main="",col="grey",breaks=40)
> quantile(SMC,c(.80,.90,.95,.999,.9999))
      80%      90%      95%      99.9%      99.99%
10326.21 11770.11 13211.47 25179.09 40245.09
> mean(SMC)
[1] 8565.098

```

#Para el riesgo A.2.2: Ejecución, entrega y gestión de procesos, se realiza el cálculo con los siguientes #parámetros para comparar con resultados de Binomial Negativa:

#Parámetros de Poisson

$l <- 74$

#Parámetros de lognormal:

$m <- 3.76$

$d <- 1.4$

#Simulación Montecarlo:

```

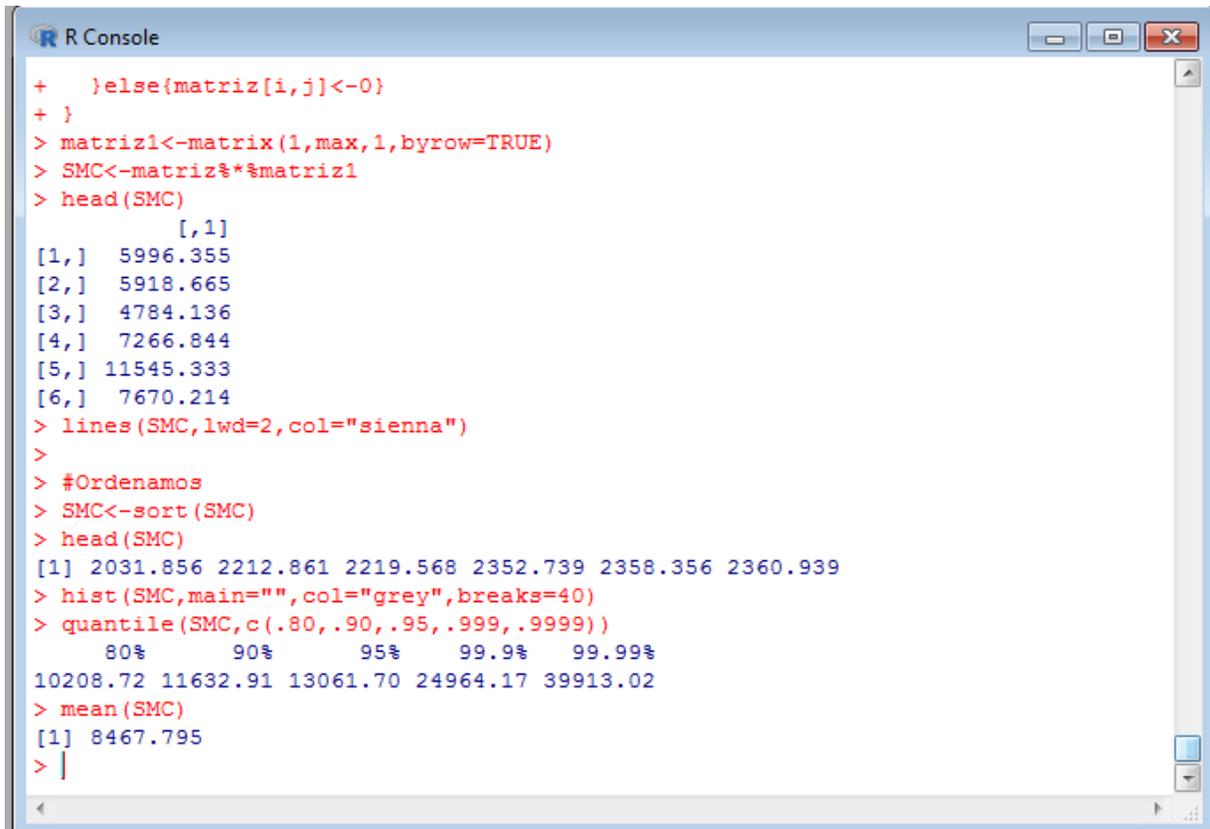
set.seed(111)
poisson<-rpois(1000000,l)
max<-max(poisson)
matriz<-matrix(1:max,1000000,max,byrow=TRUE)
for (i in 1:1000000)
{ for (j in 1:max)
  if (matriz[i,j]<=poisson[i]){ matriz[i,j]<-rlnorm(1,m,d)
  }else{matriz[i,j]<-0}
}
matriz1<-matrix(1,max,1,byrow=TRUE)
SMC<-matriz%*%matriz1

```

```
head(SMC)
lines(SMC,lwd=2,col="sienna")
```

#Ordenamos

```
SMC<-sort(SMC)
head(SMC)
hist(SMC,main="",col="grey",breaks=40)
quantile(SMC,c(.80,.90,.95,.999,.9999))
mean(SMC)
```



```
R Console
+   }else{matriz[i,j]<-0}
+ }
> matriz1<-matrix(1,max,1,byrow=TRUE)
> SMC<-matriz%*%matriz1
> head(SMC)
      [,1]
[1,] 5996.355
[2,] 5918.665
[3,] 4784.136
[4,] 7266.844
[5,] 11545.333
[6,] 7670.214
> lines(SMC,lwd=2,col="sienna")
>
> #Ordenamos
> SMC<-sort(SMC)
> head(SMC)
[1] 2031.856 2212.861 2219.568 2352.739 2358.356 2360.939
> hist(SMC,main="",col="grey",breaks=40)
> quantile(SMC,c(.80,.90,.95,.999,.9999))
      80%      90%      95%      99.9%      99.99%
10208.72 11632.91 13061.70 24964.17 39913.02
> mean(SMC)
[1] 8467.795
> |
```

```

R Console
+   }else{matriz[i,j]<-0}
+ }
> matriz1<-matrix(1,max,1,byrow=TRUE)
> SMC<-matriz%*%matriz1
> head(SMC)
      [,1]
[1,] 5996.355
[2,] 5918.665
[3,] 4784.136
[4,] 7266.844
[5,] 11545.333
[6,] 7670.214
> lines(SMC,lwd=2,col="sienna")
>
> #Ordenamos
> SMC<-sort(SMC)
> head(SMC)
[1] 2031.856 2212.861 2219.568 2352.739 2358.356 2360.939
> hist(SMC,main="",col="grey",breaks=40)
> quantile(SMC,c(.80,.90,.95,.9999))
      80%      90%      95%      99.99%
10208.72 11632.91 13061.70 39913.02
> mean(SMC)
[1] 8467.795
> |

```

#Para el riesgo AI.I: Fraude interno, se realiza el cálculo con los siguientes parámetros:

```
remove(list=ls())
```

#Parámetros de Binomial Negativa:

```
p<-.993
```

```
s<-1440.75
```

#Parámetros de lognormal:

```
m<-8.164
```

```
d<-1.830
```

```
set.seed(111)
```

```
binomial<-rnbinom(1000000,prob=p,size=s)
```

```
max<-max(binomial)
```

```
matriz<-matrix(1:max,1000000,max,byrow=TRUE)
```

```
for (i in 1:1000000)
```

```
{ for (j in 1:max)
```

```
  if (matriz[i,j]<=binomial[i]){ matriz[i,j]<-rlnorm(1,m,d)
```

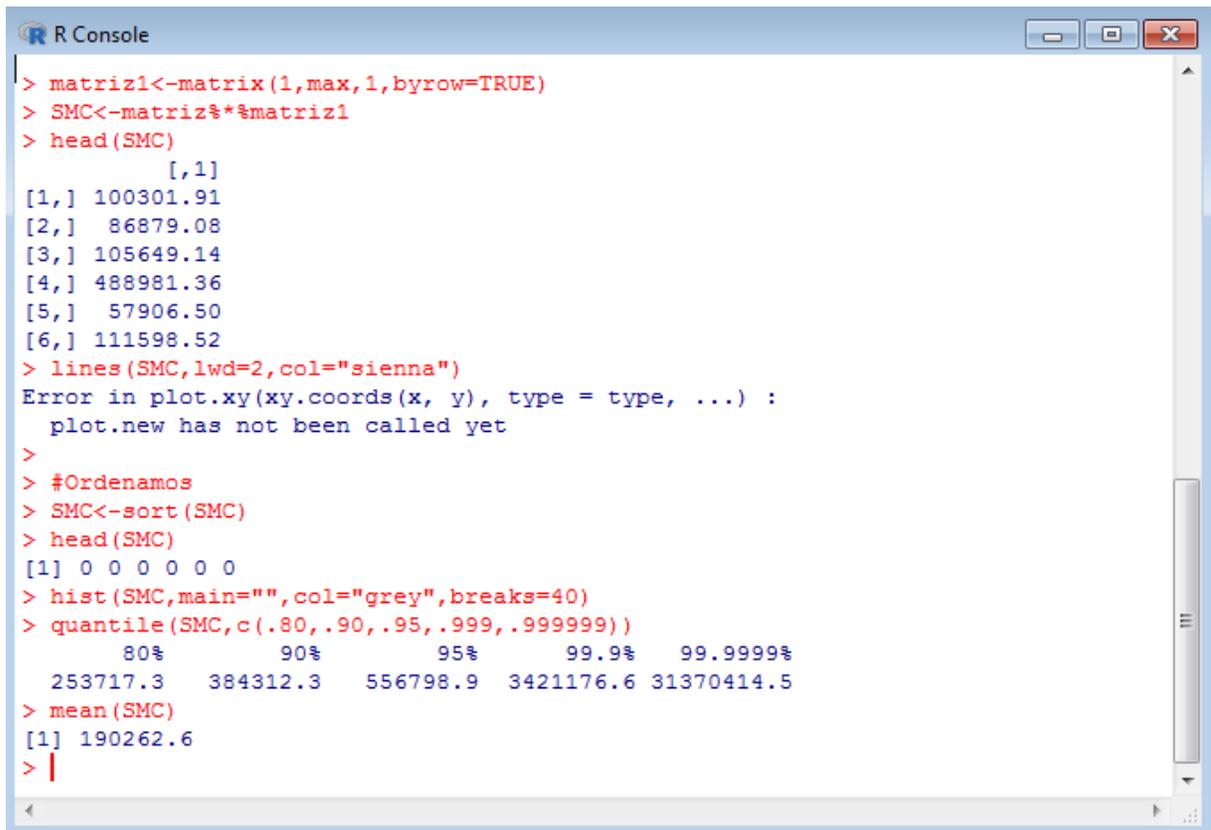
```
  }else{matriz[i,j]<-0}
```

```
}
```

```
matriz1<-matrix(1,max,1,byrow=TRUE)
```

```
SMC<-matriz%*%matriz1
head(SMC)
lines(SMC,lwd=2,col="sienna")
```

```
#Ordenamos
SMC<-sort(SMC)
head(SMC)
hist(SMC,main="",col="grey",breaks=40)
quantile(SMC,c(.80,.90,.95,.999,.999999))
mean(SMC)
```



```
R Console
> matriz1<-matrix(1,max,1,byrow=TRUE)
> SMC<-matriz%*%matriz1
> head(SMC)
      [,1]
[1,] 100301.91
[2,]  86879.08
[3,] 105649.14
[4,] 488981.36
[5,]  57906.50
[6,] 111598.52
> lines(SMC,lwd=2,col="sienna")
Error in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...) :
  plot.new has not been called yet
>
> #Ordenamos
> SMC<-sort(SMC)
> head(SMC)
[1] 0 0 0 0 0 0
> hist(SMC,main="",col="grey",breaks=40)
> quantile(SMC,c(.80,.90,.95,.999,.999999))
      80%      90%      95%      99.9%      99.9999%
253717.3 384312.3 556798.9 3421176.6 31370414.5
> mean(SMC)
[1] 190262.6
> |
```

Bibliografía

1. Santiago Medina Hurtado PhD. Ing. Johanna Alexandra Jaramillo.(2007).Modelación de Riesgo Operativo mediante el uso sistemas de inferencia difusos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas.
2. Victor Manuel González Guzmán. (Segunda edición). Análisis estadístico de series de tiempo económicas.Thomson.
3. D&A Consultores. (2005). La cuantificación del riesgo operaciones.
4. Deutscher Genossenschafts-und Raiffeisenverband e. V. (Confederación Alemana de Cooperativas) .(2010). Matriz de Riesgo Operacional
5. PricewaterhouseCoopers. (2007). Riego Operacional
6. David Pacheco López. (2009). Riesgo Operacional: Conceptos y Mediciones. Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras Chile.
7. Jiménez Rodríguez Enrique. 2012. El capital regulatorio por riesgo operacional. Metodologías para su medición y control. Madrid, España. Editorial Delta Publicaciones. ISBN 978-84-92954-75-9. Vol. 1.
8. Medina Hurtado Santiago, Ing. Jaramillo Johanna Alexandra. Modelación de Riesgo Operativo mediante el uso sistemas de inferencia difusos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, (2007).
9. Javier Gorgas García, Nicolás Cardiel López, Jaime Zamorano Calvo Febrero 2011. Estadística básica para estudiantes de ciencias. Departamento de Astrofísica y Ciencias de la Atmósfera. Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid.
10. Da Costa, L. (2004). Operational Risk with Excel and VBA. Wiley Finance. New Jersey: Jhon Wiley and Sons, Inc.
11. Basel II: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: A Revised Framework-Comprehensive Version. Basel. (Disponible en: <http://www.bis.org/publ/bcbs128.htm> Consultado el: 23 de enero de 2017).
12. Jhon Aldrich(1997). R.A. Fisher and the making of máximum likelihood 1912-1922” Statistical Sience 12(3):162-176. Vol. 12, No. 3. (Disponible en: <http://www.medicine.mcgill.ca/epidemiology/hanley/bios601/Likelihood/Fisher%20and%20history%20of%20mle.pdf> Consultado el: 23 de enero de 2017).
13. Modelos para análisis de riesgo operativo, Jesús Ávila Mar, ITAM 2007
14. Alexander, C., 2007. Valor en Riesgo Operacional. En: Fernández-Laviada, A. ed.: La Gestión del Riesgo Operacional: de la Teoría a su Aplicación. Madrid: Ediciones 2010.

15. García Pérez Almudena. 2007. Una aportación al análisis de solvencia: la teoría del valor extremo. Universidad de Alcalá.
16. Mejía Quijano Rubí Consuelo. 2006. Administración de Riesgos - Un enfoque empresarial. Medellín. Rústica. ISBN: 958-8281-23-7.
17. Hildebrand, D. y Lyman Ott,R. (1997). Estadística aplicada a la administración y a la economía. Addison – Wesley Iberoamericana.

Artículos:

- I. Juan Amieva Huerta y Bernardo Urriza González. Enero 2000. Crisis Bancarias: Causas, costos, duración, efectos y opciones de política. Serie política fiscal. Naciones Unidas, CEPAL. Santiago de Chile, División de desarrollo Económico.
- II. Banco de Pagos Internacionales. Junio 2006. Convergencia internacional de medidas y normas de capital. Basilea (Suiza). Press & Communications. ISBN: 92-9197-559-1 (en línea). (Disponible en: http://www.bis.org/publ/bcbs128_es.pdf Consultado el 23 de enero de 2017).
- III. Banco de Pagos Internacionales. Diciembre de 2010 (rev. junio de 2011). Basilea III: Marco regulador global para reforzar los bancos y sistemas bancarios. Basilea (Suiza). Press & Communications. ISBN: 92-9197-571-0 (en línea). (Disponible en: http://www.bis.org/publ/bcbs189_es.pdf Consultado el 5 de enero de 2017).
- IV. Banco de Pagos Internacionales. Octubre 2006. Principios Básicos para una supervisión bancaria eficaz. Basilea (Suiza). Press & Communications. ISBN 92-9197-558-3. (Disponible en: <http://www.bis.org/publ/bcbs129esp.pdf> . Consultado el 23 de enero de 2017).
- V. Günther Held . Noviembre de 2007. Nuevo marco de capital para la banca: alcances a su implantación en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. Serie política fiscal. Naciones Unidas, CEPAL. División de desarrollo Económico.
- VI. Paulina Lomelí G. Diciembre 2008. México frente a la crisis financiera a nivel mundial. Bien común. No. 168. Fundación Rafael Preciado Hernández A.C. Editorial Centrales. (Disponible en: <http://www.fundacionpreciado.org.mx/> .Consultado el20 de mayo de 2013).
- VII. Henio Millán Valenzuela. 1999. Las causas de la crisis financiera en México. Toluca, México. El colegio Mexiquense, A.C. Economía, Sociedad y Territorio, vol. II, núm. 5, enero-junio. (Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11100502> Consultado el: 5 de mayo de 2015)

- VIII. Rodríguez de Codes Elorriaga Elena, Julio 2011. Las nuevas medidas de Basilea III en materia de capital. Dialnet OIA Articles.
(Disponible en: http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/title/nuevas-medidas-basilea-iii-materia-capital/id/53622992.html
Consultado el: 15 de mayo de 2015
Disponible en:
<http://www.bde.es/f/webbde/Secciones/Publicaciones/InformesBoletinesRevistas/RevistaEstabilidadFinanciera/10/Nov/Fic/ref0119.pdf>
Consultado el: 23 de enero de 2017)
- IX. Horacio Fernández Castaño. 2008. Riesgos Financieros y económicos. Medina Hurtado Santiago, Jaramillo Johanna Alexandra. Capítulo 2. Modelación de Riesgo Operativo mediante el uso sistemas de inferencia difusos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas. Sello editorial Universidad de Medellín. ISBN: 978-958-8348-35-3
Disponible en:
<http://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/1295/Riesgos%20financieros%20y%20econ%C3%B3micos.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Consultado el: 23 de enero de 2017)
- X. Eduardo Martínez Abascal, Octubre 2010. Basilea III: 'Core capital' y 'Tier 1'. Expansión.com
<http://www.expansion.com/2010/10/12/opinion/tribunas/1286912924.html>
- XI. Informe anual 2011. Comisión Nacional Bancaria y de Valores.
<http://www.cnbv.gob.mx/transparencia/focalizada/documents/informe%20anual%202011%20pdf.pdf>.
- XII. Rubén Marasca, María Figueroa, Darío Stefanelli y Ana María Indri. Diciembre 2003. Basilea II: Hacia un nuevo esquema de medición de riesgos. Superintendencia de Entidades Financieras y Cambiarias. Gerencia de Análisis del Sistema.
(Disponible en: http://www.felaban.com/boletin_clain/basileaII.pdf Consultado el: 5 de mayo de 2015.
Disponible en: <http://docplayer.es/24737427-Basilea-ii-hacia-un-nuevo-esquema-de-medicion-de-riesgos.html> Consultado el: 23 de enero de 2017)
- XIII. Marco Javier Flores C. 2013. Cuantificación del riesgo operacional mediante modelos de pérdidas agregadas y simulación Monte Carlo. Ecuador. Analítika. Revista de análisis estadístico. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército, Quito, Ecuador. 4 (2013), Vol. 5(1).
(Disponible en : http://www.numericaiid.com/pdf/vol5/ANAJun2013_39_48.pdf
CONSULTADO EL : 23 de enero de 2017)
- XIV. Reginaldo Pedreira Lapa. Metodología para la construcción de la gestión de los riesgos laborales. Premio Internacional FISO 2005.

- XV. Josué Manuel Fera Domínguez, Enrique José Jiménez Rodríguez. 2007. El modelo de Distribución de Pérdidas Agregadas (LDA): Una Aplicación al Riesgo Operacional. Proyectos de excelencia 2007. Referencia PO6-SEJ01537.
(Disponible en: http://www.riesgooperacional.com/docs/7%20%20archivo_dpo3639.pdf
Consultado el: 23 de enero de 2017)
- XVI. David Pacheco López. Agosto 2009. Riesgo Operacional Conceptos y Mediciones. Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras Chile (SBIF). Dirección de Estudios y Análisis Financiero. Departamento de Estudios Unidad de Riesgos. (Disponible en: https://www.sbif.cl/sbifweb/internet/archivos/publicacion_8511.pdf Consultado el: 23 de junio de 2015)

Páginas de internet:

- I. **Banco de México.**
<http://www.banxico.org.mx/dyn/portal-mercado-cambiario/index.html>
Fecha de consulta 11 de mayo de 2016
- II. **Fundación Preciado.**
<http://www.fundacionpreciado.org.mx/>
Fecha de consulta 20 de mayo de 2013
- III. **OTC Bulletin Board (OTCBB).**
www.otcbb.com
Fecha de consulta 20 de mayo de 2013
- IV. **Revista académica de economía.**
Félix Esteban Jiménez Figueredo; Katerine Jiménez Alfonso; María de los Ángeles Jiménez Pupo. 2010. Administración de Riesgo Bancario. Revista académica de economía. Sección Observatorio de la Economía Latinoamericana. Universidad Las Tunas, Cuba. Nº 134. Número Internacional Normalizado de Publicaciones Seriadadas ISSN 1696-8352.
(Disponible en: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2010/fap.htm> Consultado el 23 de enero de 2017).
- V. **Página Oficial de Bank for International Settlements**
<http://www.bis.org/bcbs/>
Fecha de consulta 30 de mayo de 2013
- VI. **Página Oficial de Bank for International Settlements.** Principios Básicos para una Supervisión Bancaria Eficaz.
<http://www.bis.org/publ/bcbs129esp.pdf>
Fecha de consulta 01 de enero de 2017
- VII. **Página Oficial de Bank for International Settlements.** Basilea III: Marco regulador global para reforzar los bancos y sistemas bancarios.

http://www.bis.org/publ/bcbs189_es.pdf

Fecha de consulta 30 de junio de 2015

- VIII. Comisión Nacional Bancaria y de Valores.**
(Disponible en: <http://www.cnbv.gob.mx>
Consultado el: 29 de junio 2013)
- IX. Comisión Nacional Bancaria y de Valores. Basilea III en México.**
(Disponible en:
[http://www.cnbv.gob.mx/Documents/Basilea%203%20en%20M%C3%A9xico%20\(v16\).pdf](http://www.cnbv.gob.mx/Documents/Basilea%203%20en%20M%C3%A9xico%20(v16).pdf) Consultado el: 29 de junio 2013)
- X. Comisión Nacional Bancaria y de Valores. Informe anual 2011.**
(Disponible en: <http://www.cnbv.gob.mx>
Consultado el: 29 de junio 2013.
Disponible en: <http://www.cnbv.gob.mx/TRANSPARENCIA/Transparencia-Focalizada/Documents/Informe%20Anual%202011%20PDF.pdf>
Consultado el: 23 de enero de 2017.)
- XI. Revista en línea AUSBANC.**
Luis Pineda.2011. La Junta Europea de Riesgo Sistémico y las Autoridades de Supervisión Europea. El nuevo marco europeo de la supervisión financiera. AUSBANC. Marzo 2011. No. 249. Pág. 4, Párrafo 6.
(Disponible en: <https://issuu.com/ausbanc/docs/raus3opredrec> Consultado el: 5 de enero de 2017).
- XII. La gran Enciclopedia de Economía.**
(Disponible en: <http://www.economia48.com/spa/d/riesgo/riesgo.htm> Consultado el: 5 de enero de 2017).
- XIII. El economista.es. EEUU- Tesoro inyecta 200.000 mln usd para Fannie Mae y Freddie Mac, 8 de Septiembre 2008.**
(Disponible en:
<http://www.eleconomista.es/empresas-finanzas/noticias/739114/09/08/EEUU-Tesoro-inyecta-200000-mln-usd-para-Fannie-Mae-y-Freddie-Mac.html>
Consultado el: 5 de enero de 2017).
- XIV. Club de Gestión de Riesgos de España.**
(Disponible en:
http://www.clubgestionriesgos.org/es/jornadas/primeras_jornadas/programa/presentacion_de_d._marino_sanchez-cid.ppt Consultado el: 6 de mayo de 2014).

- XV. El economista.es.** México cumple Basilea III. Julio 2013.
<http://eleconomista.com.mx/sistema-financiero/2013/07/15/banca-mexicana-cumple-basilea-iii>
Fecha de consulta 27 de julio de 2013.
- XVI. Expansión.com.** Eduardo Martínez Abascal, 12 de Octubre 2010. Basilea III: 'Core capital' y 'Tier 1'.
(Disponible en:
<http://www.expansion.com/2010/10/12/opinion/tribunas/1286912924.html>
Consultado el: 5 de enero de 2017).
- XVII. G20 México.**
<http://www.g20mexico.org/es/g20> **Fecha de consulta 27 de julio de 2013.**
- XVIII. Expansión.** Genaro Mejía; Isabel Mayoral. 6 de abril de 2011. Regulación, 'pan comido' para los bancos.
(Disponible en: <http://www.cnnexpansion.com/economia/2011/04/05/basilea-prueba-superada-paara-bancos> Consultado el: 1 de octubre de 2015.
Disponible en: <http://expansion.mx/economia/2011/04/05/basilea-prueba-superada-paara-bancos> Consultado el: 23 de enero de 2017.)
- XIX. Análisis de Riesgos.** Análisis y cuantificación del Riesgo. Gestión de Riesgos /Análisis y Cuantificación. (Disponible en:
[http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/Analisis_Riesgos/pages/pdf/metodologia/4AnalisisycuantificaciondelRiesgo\(AR\)_es.pdf](http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/Analisis_Riesgos/pages/pdf/metodologia/4AnalisisycuantificaciondelRiesgo(AR)_es.pdf) Consultado el: 23 de enero de 2017.)
- XX. Pablo Ignacio Chena, Leandro Tomás Amoretti, Germán Kielmayer.** GUÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MATRICES DE RIESGO DE LAVADO DE ACTIVOS Y FINANCIAMIENTO DEL TERRORISMO. UNA PROPUESTA EN BASE A LA EXPERIENCIA ARGENTINA. No. 1. ISBN: 978-987-27169-0-5.
(Disponible en: <http://www.uif.gov.ar/uif/index.php/es/> Consultado el: 10 de septiembre de 2013.
Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/14409360/guia-para-la-construccion-de-matrices-de-riesgo-uif/24> Consultado el: 26 de enero de 2017.)
- XXI. Wikilibro EOI.** GESTIÓN DE RIESGOS en Gestión de proyectos
(Disponible en:
http://www.eoi.es/wiki/index.php/GESTI%C3%93N_DE_RIESGOS_en_Gesti%C3%B3n_de_proyectos Consultado el: 24 de enero de 2017).
- XXII. ASM Consultores de Riesgo.** Riesgo operativo.
www.riesgobancario.com
Fecha de consulta 18/09/2013.

- XXIII.** Métodos en la simulación de Montecarlo.
<http://www.cs.nyu.edu/courses/fall06/G22.2112-001/MonteCarlo.pdf>
Fecha de consulta 05/10/2013.
- XXIV.** Ajuste de distribuciones. (STATGRAPHICS® Centurion XVI.)
http://www.est.uc3m.es/esp/nueva_docencia/leganes/ing_industrial/Estadistica/practicas_in_d/enunciados/Prac_3b_ajuste.pdf
Fecha de consulta 16/11/2016.
- XXV.** Diagnósis y Crítica del modelo -Ajuste de distribuciones con STATGRAPHICS® Centurion XVI.
http://www.est.uc3m.es/esp/nueva_docencia/comp_col_leg/ing_tec_inf_gestion/estadistica/Practicas/Guion_ajuste.pdf
Fecha de consulta 17/11/2016.
- XXVI.** Manual STATGRAPHICS® Centurion XVI.
<http://www.statgraphics.net/wp-content/uploads/2015/03/Centurion-XVI-Manual-Principal.pdf>
Fecha de consulta 16 de Noviembre de 2016.
- XXVII.** STATGRAPHICS® Centurion XVI.
<http://www.statgraphics.net/descargas/>
Fecha de consulta 16 de noviembre de 2016.
- .