

OFICINA DE POSGRADO

Tema:

**MODELO DE GESTIÓN DE RIESGO DE CRÉDITO PARA LA TOMA DE
DECISIONES EN INSTITUCIONES FINANCIERAS**

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Magíster en
Contabilidad y Auditoría con mención en Riesgos Operativos y Financieros**

Línea de Investigación:

DETECCIÓN, MEDICIÓN Y CONTROL DE RIESGOS

Autor:

Cristina Nathaly Ortiz Reyes

Director:

Mg. Diana Andrea Rosero Jiménez

Ambato – Ecuador

Agosto 2023

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE AMBATO
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Tema:

MODELO DE GESTIÓN DE RIESGO DE CRÉDITO PARA LA TOMA DE DECISIONES EN INSTITUCIONES FINANCIERAS

Línea de Investigación:

DETECCIÓN, MEDICIÓN Y CONTROL DE RIESGOS

Autor:

Cristina Nathaly Ortiz Reyes

Diana Andrea Rosero Jiménez, Eco. Mg.

CALIFICADOR

f. 

José Alfredo Villacis Yank, Ing. Mg.

CALIFICADOR

f. 

Hernán Paúl Ortiz Coloma, Dr. Mg.

CALIFICADOR

f. 


Juan Carlos Acosta Teneda, P. PhD.

OFICINA DE POSGRADOS

f. 


Hugo Rogelio Altamirano Villarroel, Dr.

SECRETARIO GENERAL PUCESA



SECRETARÍA GENERAL
PROCURADURÍA

Ambato – Ecuador

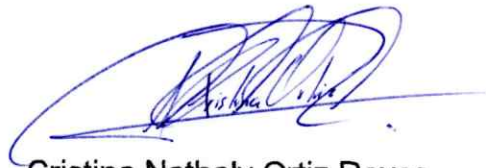
Agosto 2023

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo: **CRISTINA NATHALY ORTIZ REYES**, con cédula de ciudadanía **1804961587**, autora del trabajo de graduación titulado: "MODELO DE GESTIÓN DE RIESGO DE CRÉDITO PARA LA TOMA DE DECISIONES EN INSTITUCIONES FINANCIERAS", previa a la obtención del título profesional de **MAGISTER EN CONTABILIDAD Y AUDITORÍA CON MENCIÓN EN RIESGOS OPERATIVOS Y FINANCIEROS**, en la Oficina de POSGRADOS.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCE Ambato, el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Ambato, agosto 2023



Cristina Nathaly Ortiz Reyes

CC. 1804961587

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar un profundo agradecimiento a mis amados padres, Hugo y Jenny, cuyo amor y apoyo incondicional han sido mi mayor bendición. Su guía y sabias palabras han sido el faro que me ha iluminado en los momentos de duda y desafío. Gracias por enseñarme los valores de la perseverancia y la pasión, por alentarme a perseguir mis metas y por estar a mi lado en cada etapa de la vida. Dios me dio la dicha de nacer en un hogar lleno de amor con los padres perfectos para mí y no puedo expresar suficiente gratitud y admiración por todo lo que han hecho y continúan haciendo por mí.

Agradezco también a mis abuelitas y a todos aquellos que, de una forma u otra, contribuyeron a este viaje de aprendizaje. A mis profesores, en especial a la Eco. Mg. Diana Rosero, amigos y seres queridos que me brindaron su apoyo y aliento, ¡gracias!

Con gratitud sincera,

Cristina Nathaly Ortiz Reyes

DEDICATORIA

A mis queridos hermanos, Pamela, Pablo y Juan,

Este trabajo está dedicado a ustedes, mis pilares de inspiración y fortaleza. Su inquebrantable fe en mí y su constante apoyo han sido la guía en cada paso de mi camino. Su alegría, coraje y determinación son un recordatorio permanente de que cada sueño es alcanzable con esfuerzo, dedicación y la gracia de Dios.

Que esta obra sea un tributo a nuestra unión y al amor incondicional que compartimos. Les deseo una vida llena de logros y realización, y que sus corazones siempre encuentren la paz y felicidad que merecen.

Con cariño,

Cristina Nathaly Ortiz Reyes

RESUMEN

La administración del riesgo de crédito en las instituciones financieras de la economía popular y solidaria ha adquirido una mayor importancia debido a los constantes cambios en el marco normativo. Al encontrarse en proceso de crecimiento y expansión la institución financiera objeto de estudio, se ve la necesidad de ordenar y pulir sus procesos internos en administración integral de riesgos, para que, los mismos se adapten a su nuevo tamaño y complejidad, pues, se puede asegurar la continuidad del negocio y el cumplimiento de las normas y disposiciones que emitan las entidades de control.

Es importante para la entidad, contar con un sistema de información que sea capaz de proveer los datos necesarios para reducir o mantener bajo control los factores que pueden afectar el logro de los objetivos institucionales; es por este motivo, que el estudio centra su objetivo en diseñar un modelo de gestión de riesgo de crédito para la toma de decisiones en instituciones financieras.

La metodología que se emplea contempla una investigación de tipo histórica, documental, descriptiva y explicativa, que se utiliza para el desarrollo del estudio. El modelo propuesto se basa en el uso de matrices de transición, con énfasis en el modelo de Markov, para estimar la probabilidad de que un préstamo cambie de estado crediticio en un período determinado. Se espera que este enfoque brinde una estructura ordenada y sistemática para una gestión que genere valor, identifique oportunidades que puedan aprovecharse y permita tomar decisiones informadas.

Palabras claves: modelo de gestión, riesgo de crédito, matrices de transición, modelo de Markov.

ABSTRACT

The management of credit risk in financial institutions among popular and solidarity economy has gained greater significance due to constant changes in its regulatory framework. Being under a process of growth and expansion, the current financial institution, which is the object of this study, arises the need to streamline and refine its internal processes in a comprehensive risk management, ensuring adaptation to its new size and complexity. This becomes crucial to guarantee business continuity and compliance with regulations issued by controlling entities.

A fundamental aspect for the institution is to possess an information system capable of providing the necessary data to reduce or maintain under control the factors that may impact the achievement of institutional objectives. Consequently, this study focuses on the design of a credit risk management model to guide decision-making in financial institutions.

The applied methodology encompasses historical, documentary, descriptive, and explanatory research to support the development of the study. The proposed model is based on the use of transition matrixes, with a specific emphasis on the Markov model, to estimate the probability of a loan transitioning between credit states within a given period. The anticipated outcome of this approach is the provision of a structured and systematic framework for risk management that generates value, Centro de Lenguas identifies exploitable opportunities, and enables informed decisionmaking.

Keywords: management model, credit risk, transition matrices, Markov model..

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA.....	7
1.1. Origen y evolución histórica de la gestión de riesgos.....	7
1.2. Riesgo de crédito.....	10
1.3. Estudio de modelos de gestión de riesgo de crédito para las instituciones financieras.....	13
1.4. Análisis de los principales factores generadores de riesgo de crédito	15
CAPÍTULO II. DISEÑO DEL MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS PARA LA TOMA DE DECISIONES	18
2.1. Metodología de la investigación	18
2.2. Caracterización de la institución financiera objeto de estudio	20
2.3. Análisis de modelos de gestión de riesgo de crédito que influyen en la rentabilidad de las instituciones financieras	22
2.4. Diseño del modelo de gestión de riesgo de crédito para la toma de decisiones en la institución financiera objeto de estudio	31
CAPÍTULO III. APLICACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RIESGO DE CRÉDITO PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA INSTITUCIÓN FINANCIERA OBJETO DE ESTUDIO	40
3.1. Procedimiento de ejecución del modelo de gestión de riesgo de crédito para la toma de decisiones.....	40
CONCLUSIONES.....	60
RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Segmentación de las entidades del SFPS	3
Tabla 2. Metodologías y herramientas aplicables a la administración del riesgo de crédito.....	30
Tabla 3. Categorías y días de morosidad.....	33
Tabla 4. Estructura C02 Saldos de operaciones	41
Tabla 5. Categorías para clasificar los días de morosidad en productos microcrédito y consumo.....	45
Tabla 6. Categorización de rangos y días demora en pago en forma mensual	46
Tabla 7. Tabla dinámica categoría inicial y categoría final	46
Tabla 8. Matriz de transición categoría inicial y categoría final	47
Tabla 9. Proyección del estado de cartera a febrero 2024.....	49
Tabla 10. Porcentaje de recuperación.....	51
Tabla 11. Cálculos efectuados para establecer la pérdida esperada (PDI).....	52
Tabla 12. Cálculos efectuados para establecer la pérdida esperada (Recuperación).....	54

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Relaciones entre estructuras C02 del período marzo 2022 a febrero 2023.....	43
Ilustración 2. Días de mora y saldo por mes	44
Ilustración 3. Cálculo de Default.....	48
Ilustración 4. Cálculo default matriz proyectada	49
Ilustración 5. Cálculo probabilidad de incumplimiento.....	50
Ilustración 6. Evolución de la cartera de crédito	56
Ilustración 7. Evolución de los resultados y patrimonio técnico.....	56

INTRODUCCIÓN

A nivel global las instituciones financieras evolucionan a un ritmo acelerado, con la introducción constante de innovaciones tecnológicas en los procesos como medida de adaptación al cambio en la forma de hacer negocios post COVID 19. De acuerdo con Perfecto, Revenio, Muhammad, Bakhtawar & Waqas (2022), en este entorno cambiante el riesgo debe considerarse como una oportunidad para obtener una ventaja competitiva dentro del sistema.

Por tal razón, la administración integral de riesgos como parte importante de la estrategia institucional y del proceso de toma de decisiones, cobra cada vez más fuerza a nivel mundial, al ser considerada una herramienta ex ante que permite definir el grado de exposición al riesgo, los mecanismos de cobertura para salvaguardar los recursos y la adopción de las mejores prácticas que aseguren la sostenibilidad y continuidad del negocio.

Al respecto, se ha visto un desarrollo constante en materia de gestión de riesgos que abarca cada vez más aristas y mayor tecnificación en la medición de cada una de ellas. Partiendo desde 1975, año en el que se reunieron por primera vez los miembros del comité de Basilea, al dar lugar a la convergencia de criterios que determine las directrices para un sistema bancario resiliente, capaz de hacer frente a las crisis de forma eficiente, al evitar así riesgos sistémicos. Con lo cual, este surgimiento constituye una base para definir un modelo de gestión de riesgo que resuelva la problemática que se presenta en las organizaciones.

Dado lo expuesto, Ecuador incursionó en las políticas de gestión de riesgos tras la crisis de 1999, en primera instancia, con las normativas impuestas por la Superintendencia de Bancos (SB) para sus instituciones reguladas. Posteriormente, con la aparición de la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria (SEPS), en 2012 se inicia el marco regulatorio para el sector financiero popular y solidario, tal es así, que tres años después la Junta de Política y Regulación Monetaria y

Financiera emite la resolución No. 128-2015-F que enmarca la administración integral de riesgos para este sector económico.

Históricamente, el riesgo crediticio de Ecuador ha sido relativamente alto debido a varios factores, incluido un alto nivel de deuda externa, condiciones económicas volátiles e inestabilidad política. Esto ha llevado a un mayor costo de los préstamos para individuos y empresas, ya que los prestamistas deben tener en cuenta la posibilidad de incumplimiento.

Además, Ecuador utiliza el dólar estadounidense como moneda oficial, lo que significa que tiene menos control sobre su política monetaria y es más vulnerable a los cambios en las condiciones financieras mundiales. Esto puede generar fluctuaciones en las tasas de interés y los tipos de cambio, lo que puede afectar la capacidad de los prestatarios para pagar sus préstamos.

En este sentido la institución financiera objeto de estudio, se encuentra en proceso de crecimiento y expansión, en consecuencia, por su nivel de activos superior a los veinte millones de dólares americanos, está a la espera de la resolución de la SEPS que formalice su transición del segmento tres al segmento dos, en concordancia con la Norma para la Segmentación de las Entidades del Sector Financiero Popular y Solidario (SFPS) que dispone en su artículo uno que las entidades del sector financiero popular y solidario de acuerdo al tipo y al saldo de sus activos se ubicarán en los siguientes segmentos:

Tabla 1. Segmentación de las entidades del SFPS

Segmento	Activos (USD)
1	Mayor a 80'000.000,00
2	Mayor a 20'000.000,00 hasta 80'000.000,00
3	Mayor a 5'000.000,00 hasta 20'000.000,00
4	Mayor a 1'000.000,00 hasta 5'000.000,00
5	Hasta 1'000.000,00

Fuente: (Codificación de Resoluciones Monetarias, Financieras, de Valores y Seguros, 2022)

Dada esta situación, la organización tiene que involucrarse en exigencias normativas adicionales impuestas por los organismos de control, que requieren ser atendidas en poco tiempo.

Dentro de este marco, deben atenderse problemas relacionados con factores de riesgo de crédito, derivados de la incursión en nuevos mercados ubicados en distintas zonas geográficas a nivel nacional. Así como, preocuparse y ocuparse por los inconvenientes que genera el desconocimiento de cada vez más actividades económicas a ser financiadas a través de microcréditos, lo que, hace imperante el fortalecimiento institucional en materia de riesgo crediticio. En este sentido, la investigación propone como problema científico: ¿Cómo gestionar y controlar el riesgo de crédito en las instituciones financieras?

Idea a defender

El diseño de un modelo de gestión de riesgo de crédito permite mejorar la información para la toma de decisiones en las instituciones financieras.

Objetivo General

Diseñar un modelo de gestión de riesgo de crédito para la toma de decisiones en instituciones financieras

Objetivos Específicos:

1. Definir los elementos teóricos de un modelo de gestión de riesgo de crédito enfocados a su administración en instituciones financieras.
2. Analizar modelos de gestión de riesgo de crédito que influyen en la rentabilidad de las instituciones financieras
3. Identificar la metodología y herramientas aplicables a la administración del riesgo de crédito para el diseño de un modelo de gestión que permita una mejor toma de decisiones.

El proyecto de investigación utiliza una metodología histórica, documental por cuanto compila información de diferentes fuentes bibliográficas, descriptiva en cuanto se busca responder al cómo gestionar y controlar el riesgo, y explicativa al determinar las variables de éxito en los modelos de Gestión de Riesgos Empresariales (ERM), por sus siglas en inglés: *Enterprise Risk Managment*. Asimismo, se aplica el método deductivo, a partir de conocimientos generales comprobados y aceptados para construir verdades particulares.

De esta manera para el acopio y procesamiento de la información se utilizarán las siguientes herramientas: análisis de las bases de datos históricas de la institución, revisión de informes internos y observación de procesos y procedimientos. Asimismo, se utilizará el método analítico para procesar y utilizar la información referente a las buenas prácticas estandarizadas a nivel internacional definidas en Basilea I, II y III, COSO ERM e ISO 31000:2018, por mencionar las más relevantes. Con el objetivo de implementar el modelo de gestión de riesgo de crédito que más se ajuste al volumen y características de la institución sujeto de estudio, se analizan las variables que influyen tanto en el éxito como en el fracaso de la ejecución de estos modelos.

La primera parte describe la situación actual de la gestión de riesgos y define la relevancia que tiene en la estrategia de las instituciones. Asimismo, se plantea: el

problema científico, la idea a defender, el objetivo general y los objetivos específicos que se aspira lograr con el desarrollo del proyecto de investigación. En adición, se define los recursos informativos tanto internos como externos a utilizar y, las herramientas y metodología a través de las cuales se procesa dicha información.

La segunda parte, está formada por el Capítulo I. Estado del arte y la práctica. En el mismo se aborda el origen y evolución histórica de la gestión de riesgos con un enfoque en el riesgo de crédito, la importancia de la investigación para la institución sujeto de estudio y las inferencias a las que se llega a partir del análisis de la información científica desarrollada hasta la actualidad. Así como, el análisis de los procesos, procedimientos y teorías aplicadas a lo largo de la historia, con la consecuente definición de los principales factores generadores de riesgo de crédito de la institución. Finalmente, se exponen las conclusiones del capítulo.

En la tercera parte, el Capítulo II. Se describe las características propias de la institución financiera objeto de estudio en un estado de crecimiento y expansión, en el que se regulan los procesos internos y se incrementan los requerimientos normativos.

También, a partir de los resultados del análisis de los modelos de gestión de riesgo de crédito que influyen en la rentabilidad de las instituciones financieras, se analiza las variables que influyen en el éxito de los modelos profundizando en el modelo de gestión con el uso de matrices de transición, en el que intervienen conceptos como la probabilidad de que un préstamo se mueva de una categoría de riesgo a otra a lo largo del tiempo, tasas de recuperación en caso de incumplimiento, cálculo de pérdidas esperadas y cálculo del capital necesario para respaldar los riesgos crediticios y cumplir con los requisitos regulatorios.

Finalmente, se diseña el modelo de gestión de riesgo de crédito para la toma de decisiones a ser aplicado en la institución objeto de estudio.

En la cuarta parte, Capítulo III, se propone y aplica el procedimiento para la ejecución del modelo de gestión de riesgo de crédito, basado en matrices de transición, para la toma de decisiones en la institución financiera que es objeto de estudio. Se determina el valor de la pérdida esperada y su impacto sobre la rentabilidad con la consecuente disminución del patrimonio técnico constituido de la entidad que afecta directamente a la solvencia, y finalmente, se exponen las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA

1.1. Origen y evolución histórica de la gestión de riesgos

La gestión de riesgos ha sido una preocupación para las sociedades humanas durante siglos, originalmente manejada con la experiencia, intuición y presentimiento. El concepto moderno de gestión de riesgos tiene sus raíces en la industria de seguros. Las primeras pólizas de seguro se vendieron en el siglo XVII para cubrir el riesgo de que los barcos se hundieran o se perdieran en el mar. Las compañías de seguros unirían las primas de múltiples clientes y pagarían las reclamaciones a aquellos que experimentaron una pérdida, distribuyendo el riesgo entre todo el grupo de asegurados.

La idea de que las primeras pólizas de seguro se vendieron en el siglo XVII para cubrir el riesgo de naufragio o pérdida de barcos en el mar es un hecho histórico ampliamente reconocido en el campo de la gestión de riesgos. Si bien es difícil atribuir esta declaración específica a un solo autor, muchos autores y expertos en el campo de la gestión de riesgos han reconocido este desarrollo histórico.

Peter Bernstein (1998), en su libro "Against the Gods: The Remarkable Story of Risk", dedica un capítulo a la historia de los seguros y su desarrollo desde la antigüedad hasta la era moderna. En este capítulo, analiza el papel de las primeras pólizas de seguro para cubrir el riesgo del comercio marítimo, incluido el uso de contratos de pesca en la antigua Roma y el desarrollo de los seguros marítimos en la Inglaterra del siglo XVII.

Otros autores que han escrito sobre la historia de los seguros y su desarrollo en relación con el comercio marítimo incluyen a Michel Crouhy, Dan Galai y Robert Mark (2014) en su libro "The Essentials of Risk Management" y John Hull (2018) en su libro "Risk Management and Financial Institutions."

Con el tiempo, el concepto de gestión de riesgos se expandió más allá de la industria de seguros y hacia otras áreas de negocios y finanzas. En el siglo XX, la gestión de riesgos se formalizó más, con el desarrollo de métodos estadísticos para medir y analizar riesgos.

Las décadas de 1950 y 1960 vieron el desarrollo de la teoría de cartera moderna, que se centró en optimizar las carteras de inversión para equilibrar el riesgo y el rendimiento. Esto condujo a la creación de nuevos instrumentos financieros, como opciones y futuros, que permitieron a los inversores protegerse contra riesgos específicos.

Las décadas de 1970 y 1980 vieron la aparición de nuevos riesgos, como los riesgos ambientales y los riesgos de responsabilidad por productos defectuosos, que requerían nuevas estrategias de gestión de riesgos. La disciplina de gestión de riesgos empresariales (ERM) surgió durante este tiempo, misma que buscaba integrar la gestión de riesgos en todos los aspectos de un negocio, con el objetivo de generar una cultura organizacional que faculte que la entidad sea más flexible, medible y rentable, así como también sirva de apoyo en la generación de procesos y operaciones (Sendra & Jaquete, 2007).

Durante el mismo periodo de tiempo, se creó también el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, mismo que fue establecido en 1974 por los gobernadores de los bancos centrales de los países del Grupo de los Diez o G-10 con el objetivo de promover la cooperación entre los reguladores bancarios globales y mejorar la estabilidad del sistema bancario internacional. El Comité está involucrado en varios aspectos de la regulación bancaria, incluido el desarrollo de normas y directrices de gestión de riesgos para las instituciones financieras.

En 1988, el Comité de Basilea introdujo el Acuerdo de Capital de Basilea, también conocido como Basilea I, que estableció requisitos mínimos de capital para los bancos en función del riesgo crediticio de sus activos. Esto marcó la primera

participación importante del Comité en la gestión de riesgos, ya que el acuerdo requería que los bancos evaluaran el riesgo crediticio de sus activos y mantuvieran un nivel mínimo de capital para cubrir posibles pérdidas.

Desde entonces, el Comité de Basilea ha seguido desempeñando un papel importante en el desarrollo de normas y directrices de gestión de riesgos para los bancos e instituciones financieras en general. En las décadas de 1990 y 2000, los avances en la informática y el análisis de datos condujeron al desarrollo de herramientas de gestión más sofisticadas, como modelos de simulación de riesgos y medidas de valor en riesgo (VaR).

Posterior a ello, por la crisis financiera mundial comprendida entre 1997 y 2000 causada por una combinación de factores, incluyendo el creciente endeudamiento y la dependencia de los flujos de capital extranjero, la falta de reformas estructurales y la caída de los precios de los productos básicos, las cosas empezaron a cambiar. Esta crisis condujo a regulaciones para sectores específicos. En 2004, el Comité introdujo el marco de Basilea II, que incluía técnicas de gestión de riesgos más sofisticadas, como el uso de modelos internos para evaluar el riesgo crediticio y la consideración del riesgo operativo y de mercado además del riesgo crediticio. (Martínez & Mar, 2013)

Estas regulaciones aportan una importante pauta sobre la cantidad de riesgo que las organizaciones pueden asumir y los amortiguadores financieros con los que deben contar para garantizar su continuidad. Con estos enfoques sistemáticos en su lugar, se creó una nueva definición: "La gestión de riesgos tiene como objetivo proporcionar a los tomadores de decisiones un enfoque sistemático para hacer frente al riesgo y la incertidumbre". (Williams, y otros, 2006)

La crisis financiera mundial de 2008 destacó la importancia de una gestión de riesgos eficaz en las instituciones financieras, lo que llevó a una mayor supervisión regulatoria y un enfoque renovado en la gestión de riesgos en los años siguientes.

Tal es así, que, en 2010, el Comité introdujo el marco de Basilea III, que fortaleció aún más los requisitos de capital y liquidez e introdujo nuevos estándares de gestión de riesgos, como el marco de los bancos de importancia sistémica mundial (G-SIB), considerados de este modo porque su quiebra podría representar una amenaza para el sistema financiero internacional, en la actualidad, la lista está conformada por 30 bancos.

Tal como lo describen Sotelsek Salem & Pavón Cuéllar (2011) en su artículo Evolución de los Acuerdos de Basilea: diagnóstico de los estándares de regulación bancaria internacional, en el inicio de este milenio las instituciones financieras se enfrentan a un conjunto de cambios profundos en el entorno tecnológico, situación competitiva, exigencias de transparencia y expectativas externas sobre su actuación. De igual forma, los fuertes cambios en el marco regulatorio a nivel internacional provocan que las instituciones financieras se vean inmersas en intensos procesos de adaptación a nuevas normas, más de los que se han vivido en ningún período de la historia y que permanecerán en los próximos años.

Hoy en día, la gestión de riesgos es una función crítica en las empresas y organizaciones de todas las industrias, y la disciplina continúa evolucionando con el desarrollo de nuevos riesgos y nuevas tecnologías.

1.2. Riesgo de crédito

Origen y evolución histórica

El riesgo crediticio, ha sido una preocupación para los prestamistas a lo largo de la historia. Los orígenes del riesgo crediticio se remontan a civilizaciones antiguas como Mesopotamia y Grecia, donde se otorgaban préstamos a agricultores y comerciantes con fines agrícolas y comerciales.

En la Europa medieval, los prestamistas otorgaban préstamos a los comerciantes y otros prestatarios, a menudo a altas tasas de interés. El riesgo crediticio se mitigó mediante el uso de garantías, como terrenos u otros activos, que el prestamista podría embargar en caso de incumplimiento.

En los siglos XVII y XVIII, el concepto de riesgo de crédito comenzó a formalizarse con el surgimiento de la industria bancaria. Los bancos evaluarían a los prestatarios en función de factores como su solvencia, ingresos y garantías, y cobrarían tasas de interés acordes con el nivel de riesgo.

Los siglos XIX y XX vieron el desarrollo de nuevos instrumentos financieros, como bonos y acciones, que introdujeron nuevas formas de riesgo crediticio. Las agencias de calificación crediticia surgieron para evaluar la solvencia de los emisores de bonos, y las instituciones financieras comenzaron a desarrollar herramientas sofisticadas de gestión de riesgos para gestionar el riesgo crediticio.

La crisis financiera mundial de 2008 resaltó la importancia de una gestión eficaz del riesgo crediticio, ya que una ola de impagos de hipotecas y otras pérdidas relacionadas con el crédito desencadenó una ola de quiebras bancarias y una recesión económica más amplia. En respuesta, los reguladores de todo el mundo implementaron reglas y requisitos más estrictos para la gestión del riesgo crediticio, incluidas pruebas de estrés, requisitos de capital basados en el riesgo y requisitos mejorados de divulgación e información.

Hoy en día, el riesgo crediticio sigue siendo una preocupación fundamental para los prestamistas, los inversores y los reguladores, y la disciplina de la gestión del riesgo crediticio sigue evolucionando con los avances en el análisis de datos, la inteligencia artificial (IA) y otras tecnologías que juegan un papel cada vez más importante, pese a que como se describe en el artículo *Explain Artificial Intelligence for Credit Risk Management* (Phaure & Robin, 2020) en la industria del riesgo crediticio, el uso de técnicas de Machine Learning para el desarrollo de modelos enfrenta escepticismo,

especialmente con fines regulatorios debido a la falta de transparencia y al conocido efecto de "caja negra" de estas técnicas.

Algunas formas en las que están involucrados el análisis de datos y la inteligencia artificial en materia de gestión de riesgo de crédito son las que se describen a continuación:

Recopilación y procesamiento de datos: la gestión del riesgo crediticio requiere la recopilación y el análisis de grandes cantidades de datos. Las herramientas de análisis de datos, como la minería de datos, el análisis estadístico y los algoritmos de aprendizaje automático, se pueden utilizar para recopilar, procesar y extraer información de grandes conjuntos de datos. Estos datos se pueden utilizar para crear modelos predictivos que pueden ayudar a las instituciones financieras a comprender y gestionar mejor el riesgo crediticio.

Calificación crediticia: la calificación crediticia es el proceso de evaluar la solvencia de un prestatario. Los modelos tradicionales de calificación crediticia utilizan factores como el historial crediticio, los ingresos y la situación laboral para determinar el riesgo. Sin embargo, los modelos de calificación crediticia basados en IA pueden incorporar una gama más amplia de datos, incluidas fuentes de datos no tradicionales, como la actividad en las redes sociales, el comportamiento en línea y el historial de transacciones. Esto puede ayudar a las instituciones financieras a evaluar con mayor precisión el riesgo crediticio y tomar mejores decisiones.

Detección de fraude: El fraude es un riesgo importante en la gestión de crédito. Las herramientas de detección de fraude basadas en IA pueden analizar grandes conjuntos de datos para identificar posibles fraudes y actividades sospechosas. Estas herramientas pueden usar algoritmos de aprendizaje automático para identificar patrones y anomalías en los datos de transacciones, lo que ayuda a las instituciones financieras a detectar y prevenir el fraude.

Gestión de carteras: las instituciones financieras gestionan grandes carteras de préstamos, cada una con su propio perfil de riesgo único. Las herramientas de gestión de carteras basadas en IA se pueden utilizar para analizar los datos de la cartera e identificar áreas de riesgo. Estas herramientas también pueden brindar recomendaciones para la optimización de la cartera, lo que ayuda a las instituciones financieras a administrar mejor su exposición al riesgo crediticio.

En general, el análisis de datos y la IA son herramientas poderosas que pueden ayudar a las instituciones financieras a comprender y administrar mejor el riesgo crediticio. Al aprovechar estas tecnologías, las instituciones financieras pueden tomar decisiones crediticias más informadas, reducir la exposición al riesgo crediticio y mejorar el rendimiento de la cartera.

1.3. Estudio de modelos de gestión de riesgo de crédito para las instituciones financieras

En la actualidad, existen varios modelos de gestión del riesgo de crédito utilizados por las instituciones financieras. Algunos de los modelos más comunes incluyen:

Modelos de calificación crediticia: estos modelos utilizan métodos estadísticos para evaluar la solvencia crediticia de un prestatario en función de una variedad de factores, incluidos el historial crediticio, los ingresos y la situación laboral. Los modelos asignan una puntuación a cada prestatario, que se utiliza para evaluar el riesgo de incumplimiento.

Modelos de puntuación de comportamiento: estos modelos analizan el comportamiento histórico del prestatario, como los patrones de pago y la utilización del crédito, para predecir el riesgo crediticio futuro.

Modelos de cartera: estos modelos evalúan el riesgo crediticio general de una cartera de préstamos o inversiones, teniendo en cuenta la diversificación del riesgo entre diferentes tipos de prestatarios o industrias.

Modelos de valor en riesgo (VaR): estos modelos estiman la pérdida potencial que podría ocurrir en una cartera de préstamos o inversiones debido a movimientos adversos del mercado u otros eventos.

Sistemas expertos: estos modelos utilizan una combinación de análisis de datos y conocimiento experto para evaluar el riesgo crediticio. Por lo general, involucran un conjunto de reglas y árboles de decisión que guían a los oficiales de crédito en la evaluación de los prestatarios. Tal es así, que la Superintendencia de Bancos del Ecuador, ha desarrollado su modelo experto al cual tienen que acogerse las entidades de los sectores financiero público y privado que no cuenten con metodologías y/o sistemas internos de calificación.

Este modelo se encuentra descrito dentro de la Codificación de Resoluciones Monetarias, Financieras, de Valores y Seguros y considera que *“los factores de riesgo que determinan la calificación de un sujeto de crédito son: 2.1 Capacidad de pago y situación financiera del deudor; 2.2 Experiencia de pago; y, 2.3 Riesgo de entorno económico.”*

Redes neuronales artificiales: estos modelos están diseñados para imitar la estructura y la función del cerebro humano y se pueden usar para analizar grandes cantidades de datos para identificar patrones y predecir el riesgo crediticio.

El análisis de valor de Shapley: los valores de Shapley se pueden utilizar para identificar los factores más importantes que contribuyen al riesgo crediticio. Esta información se puede utilizar para mejorar la gestión del riesgo crediticio al resaltar las áreas de riesgo y proporcionar información sobre cómo los diferentes factores afectan la solvencia.

Cada uno de estos modelos tiene sus fortalezas y debilidades, y las instituciones financieras pueden usar una combinación de modelos para administrar el riesgo crediticio de manera efectiva. El modelo específico utilizado dependerá del apetito por el riesgo de la institución, la complejidad de su cartera de préstamos y otros factores.

1.4. Análisis de los principales factores generadores de riesgo de crédito

El riesgo crediticio, definido en la Codificación de Resoluciones Monetarias, Financieras, de Valores y Seguros, como *“la posibilidad de pérdida debido al incumplimiento del prestatario o la contraparte en operaciones directas, indirectas o de derivados que conlleva el no pago, el pago parcial o la falta de oportunidad en el pago de las obligaciones pactadas”*, incluye varios factores, tales como los que se detallan a continuación:

La capacidad de pago: Se mide en la posibilidad que un prestatario actual o potencial pueda generar los beneficios económicos necesarios para honrar sus obligaciones y mantener en el tiempo un nivel de solvencia y rentabilidad. (JPRMF, 2022)

La solvencia del prestatario: La solvencia del prestatario es un factor clave para determinar el riesgo crediticio. Esto incluye factores como su historial crediticio, ingresos, situación laboral y otros indicadores financieros.

Morosidad: Este factor debe analizarse como el indicador cuantitativo del cumplimiento oportuno de las obligaciones del sujeto de crédito. La morosidad deberá ser considerada como un elemento de riesgo progresivo, a más días de mora mayor riesgo.

Comportamiento de pago: Se refiere al análisis de la información acerca del deudor que permite conocer el grado de cumplimiento de sus obligaciones en general, esto es, tanto el comportamiento histórico de pagos en la entidad financiera, cuanto en

el sistema financiero y/o en el sector real. También se considerará el cumplimiento de sus demás obligaciones, siendo antecedentes relevantes, entre otras, el incumplimiento en su responsabilidad patronal, tributarias y pagos de servicios públicos. (JPRMF, 2022)

Condiciones económicas: Los factores económicos como la recesión, la inflación y el desempleo pueden afectar la capacidad del prestatario para pagar un préstamo, lo que aumenta el riesgo de incumplimiento.

Riesgo de entorno económico: Ciertas industrias o sectores pueden ser más susceptibles al riesgo crediticio debido a factores como la ciclicidad, la competencia, la volatilidad o su susceptibilidad a cambios tecnológicos, legales y regulatorios, fiscales, ambientales y laborales. De igual forma, cada industria tiene pronósticos de crecimiento, estabilidad y/o declinación diferente.

Riesgo geográfico: los préstamos a prestatarios en ciertas regiones geográficas pueden presentar un mayor riesgo crediticio debido a factores como la inestabilidad política, los desastres naturales o la volatilidad económica.

Calidad de la garantía: la garantía prometida por el prestatario para garantizar el préstamo puede mitigar el riesgo crediticio, pero el valor y la calidad de la garantía pueden variar y afectar la capacidad del prestamista para recuperar su inversión en caso de incumplimiento.

Riesgo de tasa de interés: las tasas de interés pueden afectar la capacidad de un prestatario para pagar un préstamo, especialmente en los casos en que el prestatario tiene un préstamo de tasa variable que podría volverse inasequible si las tasas de interés aumentan.

Riesgo de concentración: una cartera que está fuertemente concentrada en un solo prestatario, industria o región geográfica puede aumentar el riesgo crediticio debido al impacto potencial de eventos adversos en la cartera en su conjunto.

Estos factores están interrelacionados y pueden afectarse entre sí, lo que hace que la gestión del riesgo crediticio sea una tarea compleja para los prestamistas. La gestión eficaz del riesgo crediticio implica identificar, medir, monitorear y mitigar estos factores para minimizar el riesgo de pérdida debido al incumplimiento crediticio.

La revisión exhaustiva de la literatura desarrollada en este capítulo proporciona una panorámica completa del estado del arte y la práctica de la gestión de riesgo de crédito en las instituciones financieras. Establece las bases teóricas necesarias para comprender la importancia de desarrollar un modelo de gestión de riesgo de crédito sólido y actualizado, que permita tomar decisiones informadas y minimizar los riesgos asociados a la concesión de créditos.

CAPÍTULO II. DISEÑO DEL MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS PARA LA TOMA DE DECISIONES

2.1. Metodología de la investigación

El proyecto de investigación se enfoca en el diseño de un modelo de gestión de riesgo de crédito para mejorar la toma de decisiones en instituciones financieras. A continuación, se describen los elementos clave de la metodología utilizada en la investigación, en concordancia con las definiciones que aporta de ellos Bernal Torres (2010).

Tipo de investigación y enfoque de investigación

El tipo de investigación aplicada en este proyecto es histórica, documental, descriptiva y explicativa. La investigación histórica permite recopilar información relevante de diferentes fuentes bibliográficas para diseñar un modelo de gestión de riesgo de crédito adaptado a las necesidades de la institución financiera objeto de estudio. La investigación documental implica el análisis de documentos, incluyendo modelos de gestión de riesgo de crédito, para procesar y utilizar información sobre buenas prácticas estandarizadas a nivel internacional. La metodología descriptiva se utiliza para responder a la pregunta de cómo gestionar y controlar el riesgo, mientras que la metodología explicativa busca determinar los modelos de gestión de riesgo de crédito que influyen en la rentabilidad de las instituciones financieras. Además, se aplica el método deductivo utilizando conocimientos generales comprobados y aceptados para construir verdades particulares.

El enfoque de la investigación es mixto, cuali-cuantitativo. Se emplea un enfoque cualitativo para realizar registros narrativos de los fenómenos estudiados y un enfoque cuantitativo debido al perfil de la investigación, que se centra en el diseño de un modelo de gestión de riesgo de crédito utilizando matrices de transición para

calcular la pérdida esperada y determinar el impacto de la pérdida en el patrimonio técnico de la institución financiera objeto de estudio.

Tipo de recolección de la información

En este proyecto de investigación se utilizan dos tipos de fuentes de información: primarias y secundarias.

Las fuentes primarias, también conocidas como información de campo, son aquellas de las cuales se obtiene información directa y se originan en la institución financiera objeto de estudio. El investigador, al mantener una relación de dependencia con dicha institución y tener acceso a la información relevante, puede revisar bases de datos históricas, estructuras remitidas a los organismos de control e información documental que incluye manuales, procesos, procedimientos e instructivos. Además, puede interactuar con los responsables de los procesos involucrados en el estudio.

Las fuentes secundarias son aquellas que ofrecen información sobre el tema de investigación, pero que no son la fuente original de los hechos o las situaciones. Para este proyecto, se utilizan fuentes secundarias como libros, artículos científicos y normativas emitidas por los organismos de control. Estas fuentes permiten al investigador realizar un análisis crítico de los conceptos y definiciones pertinentes, y aplicar fundamentos teóricos en el diseño del modelo de gestión de riesgo de crédito para la toma de decisiones en instituciones financieras.

Procesamiento y análisis de la información

El procesamiento y análisis de la información se basa en un diagnóstico realizado previamente. Para evaluar y analizar la gestión de riesgo de crédito, se requiere conocer el comportamiento actual e histórico de la cartera. Para ello, se utilizan herramientas de investigación como la observación directa y el análisis de

documentación física y magnética, especialmente en el caso de bases de datos y estructuras. Estas herramientas permiten realizar un análisis exhaustivo y establecer un sistema aplicable para la institución financiera objeto de estudio.

En conclusión, el enfoque de investigación mixto, combinando aspectos cualitativos y cuantitativos, permite obtener una visión completa de la gestión de riesgo de crédito en la institución financiera objeto de estudio. La utilización de fuentes primarias y secundarias garantiza la obtención de información relevante y confiable. El procesamiento y análisis de la información recopilada brinda un panorama completo de la situación actual y pasada, lo que facilita el diseño de un modelo de gestión de riesgo de crédito efectivo para mejorar la toma de decisiones en las instituciones financieras.

2.2. Caracterización de la institución financiera objeto de estudio

El Código Orgánico Monetario y Financiero en su sección 6, del sigilo y reserva, dispone lo siguiente:

Art. 355.- No divulgación de información. Ninguna persona natural o jurídica que llegase a tener conocimiento de información sometida a sigilo o reserva podrá divulgarla en todo o en parte. El incumplimiento de estas disposiciones será sancionado por este código sin perjuicio de la responsabilidad penal respectiva.

Por tanto, no se menciona el nombre de la institución financiera objeto de estudio en el proyecto.

La institución financiera objeto de estudio es una entidad que forma parte del sector de la economía popular y solidaria en Ecuador. Fundada hace once años, se ha consolidado como una entidad de intermediación financiera de importancia en el mercado ecuatoriano, con un nivel de activos superior a los veinte millones de dólares americanos, lo que la ubica en el segmento dos de la segmentación de las

entidades del Sector Financiero Popular y Solidario dispuesta en la Codificación de Resoluciones Monetarias, Financieras, de Valores y Seguros.

La institución tiene su matriz en la ciudad de Ambato y cuenta con agencias en todo el territorio ecuatoriano, incluyendo las regiones Costa, Sierra y Oriente. Actualmente, el 25% de ellas tienen tres años de antigüedad y el 75% restante tienen una antigüedad inferior a un año. Esta amplia cobertura territorial le permite tener un alcance significativo en el mercado financiero ecuatoriano.

La actividad económica principal de la institución es la intermediación financiera, lo que implica la captación de recursos financieros de personas naturales y jurídicas, y su posterior colocación a través de préstamos y otros servicios financieros a los diferentes sectores de la economía, especialmente enfocados en los perfiles que se ajusten a microcrédito, como independientes con actividades económicas de agricultura, comercio y servicios que no superen los USD 100,000 en ingresos anuales, y en menor proporción, personas naturales bajo relación de dependencia o vía honorarios que acceden a créditos de consumo.

La institución cuenta con una organización estructural formalmente establecida, en la cual, como órgano rector principal está la asamblea general de representantes, formada por treinta miembros, y bajo ellos los dos consejos: administración y vigilancia. Bajo el mando del consejo de administración se encuentran las unidades de riesgos, cumplimiento y auditoría interna, así como también la Gerencia General, la cual a su vez tiene a su cargo a las diferentes jefaturas y coordinaciones que hacen parte de los procesos estratégicos, cadena de valor y de apoyo.

A partir del año 2020, la entidad en cuestión experimentó un fuerte crecimiento en sus activos, tal es así, que para alcanzar los objetivos estratégicos decide estructurar el área comercial de una forma más sólida. Con la evaluación de los manuales, procesos y perfiles del equipo comercial de crédito vigentes en ese entonces, se propusieron cambios de fondo en la normativa interna, proceso de

crédito y el personal, se instauró un área de análisis – recuperación de crédito y adicional a ello, el área de captaciones.

La entidad se enfoca en la formación de los perfiles contratados de acuerdo con el apetito de riesgo, trabaja bajo la mejora continua, la innovación de productos y servicios, la renovación de la estrategia comercial, procesos y actualización de sistemas de información. Asimismo, cuenta con canales electrónicos para servicios y productos, como web transaccional, *app móvil* y *chat bot*.

En los últimos años se levantaron formalmente los procesos de la institución, con su respectivo mapa en el que se detallan los procesos estratégicos, cadena de valor y procesos de apoyo, que están orientados a los socios, clientes y grupos de interés. Adicional a ello, se crearon áreas estratégicas y de apoyo como son administración integral de riesgos, cumplimiento, procesos, talento humano, seguridad física, seguridad de la información y tesorería, que se encuentran cursando su curva de aprendizaje, sin dejar de lado el fortalecimiento de las áreas existentes tanto administrativas como de la cadena de valor.

2.3. Análisis de modelos de gestión de riesgo de crédito que influyen en la rentabilidad de las instituciones financieras

1. Modelo de calificación crediticia: este modelo se utiliza para evaluar la solvencia crediticia de un prestatario en función de su historial crediticio, ingresos, situación laboral y otros factores relevantes. Mediante el uso de un modelo de calificación crediticia, las instituciones financieras pueden predecir mejor la probabilidad de incumplimiento y tomar decisiones crediticias más informadas. El modelo de calificación crediticia fue introducido por primera vez por FICO en la década de 1950.

2. Modelo de riesgo crediticio estructural: este modelo, desarrollado por Robert Merton en la década de 1970, utiliza un marco matemático para evaluar la

probabilidad de incumplimiento y el valor de los activos de un prestatario. El modelo considera tanto la probabilidad de incumplimiento como la pérdida potencial en caso de incumplimiento, y puede usarse para determinar el nivel apropiado de exposición al riesgo crediticio para una institución financiera.

3. Modelo de riesgo de crédito de forma reducida: este modelo, desarrollado por Darrell Duffie y Kenneth Singleton en la década de 1990, es una modificación del modelo de riesgo de crédito estructural. El modelo de forma reducida utiliza los precios de mercado del riesgo de crédito para evaluar la probabilidad de incumplimiento y la pérdida potencial en caso de incumplimiento. Este modelo es particularmente útil para evaluar el riesgo crediticio de instrumentos financieros complejos, como los derivados crediticios.

4. Modelo de cartera crediticia: este modelo, desarrollado por *Credit Suisse* en la década de 1990, evalúa el riesgo crediticio a nivel de cartera en lugar de préstamo individual. El modelo de cartera de crédito tiene en cuenta la correlación entre los riesgos de crédito y puede utilizarse para optimizar la exposición al riesgo de crédito de la cartera de una institución financiera.

5. Modelo *Credit VaR*: este modelo, desarrollado por JP Morgan en la década de 1990, utiliza la metodología de valor en riesgo (*VaR*) para evaluar el riesgo crediticio. El modelo *Credit VaR* estima la pérdida potencial en caso de incumplimiento, teniendo en cuenta la probabilidad de incumplimiento y la tasa de recuperación esperada. Este modelo es ampliamente utilizado por las instituciones financieras para evaluar el riesgo de crédito en sus carteras de negociación.

Para aplicar el modelo *Credit Value at Risk (VaR)* desarrollado por JP Morgan, las instituciones financieras necesitarían los siguientes recursos:

Data (Datos): el modelo requiere datos históricos sobre incumplimientos crediticios, tasas de recuperación y exposiciones de cartera. Estos datos deben ser completos y cubrir una amplia gama de escenarios.

Experiencia: El modelo *Credit VaR* es un modelo estadístico complejo que requiere experiencia en finanzas, estadísticas y gestión de riesgos. El desarrollo e implementación del modelo requiere conocimiento de lenguajes de programación como Python y R, así como experiencia en técnicas avanzadas de modelado.

Computing power (Poder de cómputo): el modelo *Credit VaR* requiere una cantidad significativa de poder de cómputo para ejecutar simulaciones y calcular métricas de riesgo. Esto se puede lograr mediante el uso de clústeres de computación de alto rendimiento o servicios de computación en la nube.

Gobernanza y control: Al igual que con cualquier modelo de gestión del riesgo de crédito, es importante contar con procedimientos sólidos de gobernanza y control para garantizar que el modelo sea preciso, transparente y explicable. Esto incluye el monitoreo, la validación y las pruebas continuos del modelo para garantizar que el modelo funcione según lo previsto y no sea sesgado ni discriminatorio.

Integración: El modelo *Credit VaR* debe integrarse en los procesos de gestión de riesgo de crédito existentes, incluida la suscripción, la gestión de cartera y la cobranza. Esto requiere recursos para la integración del sistema, el rediseño de procesos y la capacitación del personal.

En general, el modelo *Credit VaR* desarrollado por JP Morgan requiere recursos significativos en términos de datos, experiencia, poder de cómputo, gobierno y control e integración. Sin embargo, los beneficios potenciales de una mejor gestión del riesgo crediticio y la reducción de las pérdidas por incumplimiento crediticio pueden justificar esta inversión para las instituciones financieras que cuentan con los recursos y capacidades necesarios.

6. El modelo de gestión de riesgo de crédito que evalúa la matriz de pérdida esperada, cascadas, cosechas y transición se conoce como modelo Vista de Cartera de Crédito (CPV). El modelo CPV es una herramienta de gestión de riesgo

crediticio ampliamente utilizada que se basa en el supuesto de que el riesgo crediticio de una cartera se puede medir por su distribución de pérdida esperada.

El modelo CPV evalúa la pérdida esperada estimando la probabilidad de incumplimiento, la pérdida en caso de incumplimiento y la exposición en caso de incumplimiento para cada crédito individual en la cartera. Luego agrega estas pérdidas esperadas para calcular la distribución de pérdidas esperadas para la cartera en su conjunto.

El modelo CPV también utiliza un análisis en cascada para determinar el orden en que las pérdidas serían absorbidas por diferentes capas de la cartera, como los tramos senior frente a los tramos subordinados. Esto puede ayudar a los inversores a comprender los posibles riesgos y beneficios asociados con la inversión en diferentes capas de una cartera.

Además, el modelo CPV utiliza un análisis de cosecha para estimar los flujos de efectivo esperados que se generarían al vender diferentes activos en la cartera. Esto puede ayudar a los inversores a optimizar sus carteras vendiendo activos que se espera que generen rendimientos más bajos e invirtiendo en activos que se espera que generen rendimientos más altos.

Finalmente, el modelo CPV utiliza una matriz de transición para estimar la probabilidad de que un crédito pase de una calificación crediticia a otra durante un período de tiempo determinado. Esto puede ayudar a los inversores a comprender los riesgos potenciales asociados con la inversión en créditos que están en riesgo de degradación o incumplimiento.

En general, el modelo CPV es una herramienta integral de gestión del riesgo de crédito que puede ayudar a los inversores a evaluar la pérdida esperada, las cascadas, las cosechas y la matriz de transición de una cartera de crédito.

La implementación de un modelo de vista de cartera de crédito (CPV) requiere una variedad de recursos, incluidos datos, software y personal calificado. Estos son algunos de los recursos clave necesarios:

Datos: el modelo CPV requiere grandes cantidades de datos sobre créditos individuales en la cartera, incluida información sobre sus calificaciones crediticias, probabilidades de incumplimiento, pérdida en caso de incumplimiento y exposición en caso de incumplimiento. Estos datos se pueden obtener de una variedad de fuentes, incluidas las agencias de calificación crediticia, los estados financieros y los mercados de swaps de incumplimiento crediticio.

Software: el modelo de CPV generalmente requiere un software especializado que pueda realizar cálculos complejos relacionados con las pérdidas esperadas, las cascadas, las cosechas y las matrices de transición. Este software se puede obtener de una variedad de proveedores o se puede desarrollar internamente, según los recursos y las preferencias de la organización.

Personal calificado: el modelo CPV requiere personal calificado que pueda interpretar los datos, ejecutar el software y tomar decisiones estratégicas basadas en la salida del modelo. Esto puede incluir científicos de datos, administradores de riesgos y administradores de cartera, entre otros.

Validación del modelo: el modelo de CPV debe validarse periódicamente para garantizar que siga siendo preciso y fiable. Esto requiere recursos adicionales, incluido personal calificado que pueda evaluar los supuestos del modelo y probar su resultado con datos del mundo real.

En general, la implementación de un modelo de CPV puede ser un proceso complejo que requiere muchos recursos y requiere una gran experiencia en análisis de datos, desarrollo de software y gestión de riesgos. Sin embargo, para las instituciones financieras que pueden invertir en estos recursos, el modelo CPV

puede ser una herramienta poderosa para administrar el riesgo crediticio y optimizar el desempeño de la cartera.

7. El modelo de red neuronal artificial basado en el análisis de valor de Shapley: es un enfoque relativamente nuevo para la gestión del riesgo crediticio, y su impacto en la rentabilidad de las instituciones financieras aún no está claro. Sin embargo, el uso del análisis de valor de Shapley puede ser beneficioso para ayudar a comprender las contribuciones relativas de los diferentes factores al riesgo crediticio y para determinar qué factores son más importantes para predecir la solvencia.

El análisis de valor de Shapley es un enfoque de teoría de juegos que se puede utilizar para asignar un valor a cada característica o atributo en un modelo de riesgo crediticio. Esto puede ayudar a identificar las características más importantes en la predicción del riesgo crediticio y asignar recursos y atención en consecuencia. Al incorporar el análisis de valor de Shapley en un modelo de red neuronal artificial, las instituciones financieras pueden mejorar la precisión y solidez de sus evaluaciones de riesgo crediticio, lo que a su vez podría conducir a una mayor rentabilidad.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que el uso de redes neuronales artificiales y otras técnicas de análisis avanzadas para la gestión del riesgo crediticio requiere una gran experiencia en análisis y modelado de datos. Las instituciones financieras deben tener cuidado de garantizar que sus modelos se basen en datos y suposiciones sólidos, y que sean transparentes y explicables para los entes de control y otras partes interesadas. Además, siempre existe el riesgo de sobreajuste u otros errores de modelado, lo que podría conducir a evaluaciones de riesgo crediticio inexactas o sesgadas. Por lo tanto, si bien el uso de modelos de redes neuronales artificiales basados en el análisis de valor de Shapley parece prometedor para mejorar la gestión del riesgo crediticio, debe implementarse con precaución y rigor.

La aplicación de un modelo de red neuronal artificial basado en el análisis de valor de Shapley requiere varios recursos, entre ellos:

Data (Datos): se requiere un conjunto de datos grande y diverso para entrenar y validar el modelo. Estos datos deben incluir información sobre solicitudes de crédito anteriores, características del prestatario y resultados crediticios.

Computing power (Poder de cómputo): el modelo de red neuronal requiere una cantidad significativa de poder de cómputo para entrenar y probar el modelo. Esto se puede lograr mediante el uso de clústeres de computación de alto rendimiento o servicios de computación en la nube.

Experiencia: el desarrollo y la implementación del modelo requiere experiencia en inteligencia artificial, aprendizaje automático y análisis estadístico. Esto incluye experiencia en lenguajes de programación como Python y R, así como conocimiento de técnicas de modelado avanzadas como redes neuronales y análisis de valor de Shapley.

Gobernanza y control: Al igual que con cualquier modelo de gestión del riesgo de crédito, es importante contar con procedimientos sólidos de gobernanza y control para garantizar que el modelo sea preciso, transparente y explicable. Esto incluye el monitoreo, la validación y las pruebas continuos del modelo para garantizar que el modelo funcione según lo previsto y no sea sesgado ni discriminatorio.

Recursos para la integración: para garantizar el éxito del modelo, debe integrarse en los procesos de gestión de riesgo de crédito existentes, incluida la suscripción, la gestión de cartera y la cobranza. Esto requiere recursos para la integración del sistema, el rediseño de procesos y la capacitación del personal.

En general, la aplicación de un modelo de red neuronal artificial basado en el análisis de valor de Shapley requiere una inversión significativa de tiempo, recursos

y experiencia. Sin embargo, los beneficios potenciales de una mejor evaluación del riesgo crediticio y la rentabilidad pueden justificar esta inversión para las instituciones financieras que cuentan con los recursos y capacidades necesarios. En el cuadro que se muestra a continuación, se resume la metodología y herramientas aplicables a la administración del riesgo de crédito para el diseño de un modelo de gestión que permita una mejor toma de decisiones.

Tabla 2. Metodologías y herramientas aplicables a la administración del riesgo de crédito

No.	Modelo de Gestión de Riesgo de Crédito	Descripción	Recursos Necesarios
1	Modelo de Calificación Crediticia	Evalúa la solvencia crediticia de un prestatario	<ul style="list-style-type: none"> - Datos históricos sobre el prestatario - Conocimiento en calificación crediticia
2	Modelo de Riesgo Crediticio Estructural	Estima la probabilidad de incumplimiento y el valor de los activos de un prestatario	<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento en modelado matemático - Datos históricos sobre incumplimientos crediticios
3	Modelo de Riesgo de Crédito de Forma Reducida	Evaluación de riesgo crediticio basado en precios de mercado	<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento en derivados crediticios - Datos de precios de mercado
4	Modelo de Cartera Crediticia	Evalúa el riesgo crediticio a nivel de cartera	<ul style="list-style-type: none"> - Datos de la cartera crediticia - Conocimiento en análisis de correlación
5	Modelo Credit VaR	Estima la pérdida potencial en caso de incumplimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Datos históricos sobre incumplimientos y recuperación - Potencia de cómputo para cálculos de riesgo
6	Modelo Vista de Cartera de Crédito (CPV)	Evalúa pérdidas esperadas, cascadas, cosechas y transiciones	<ul style="list-style-type: none"> - Datos de créditos individuales - Software especializado en CPV - Personal calificado en análisis de datos
7	Modelo de Red Neuronal Artificial basado en el Análisis de Valor de Shapley	Utiliza el análisis de valor de Shapley para evaluar el riesgo crediticio	<ul style="list-style-type: none"> - Conjunto de datos de entrenamiento y validación - Potencia de cómputo para entrenamiento de la red neuronal - Experiencia en IA y aprendizaje automático

Fuente: Elaboración propia

2.4. Diseño del modelo de gestión de riesgo de crédito para la toma de decisiones en la institución financiera objeto de estudio

El modelo de gestión de riesgos se centra en el uso de matrices de transición para evaluar el riesgo de crédito, calcular probabilidad de incumplimiento y establecer la pérdida esperada en un portafolio de préstamos. En particular, se utiliza el modelo de Markov para estimar la probabilidad de que un préstamo pase de un estado crediticio a otro en un período determinado.

La importancia del modelo radica en que permite modelar el riesgo, estimar la probabilidad de incumplimiento en el próximo período y la información que desprende puede ser utilizada para tomar decisiones informadas.

A continuación, una descripción detallada del modelo propuesto incluyendo su estructura, metodología, fuentes de datos, herramientas y criterios utilizados para evaluar el riesgo.

Estructura del modelo:

El modelo de gestión de riesgo de crédito basado en matrices de transición se compone de varios elementos. En primer lugar, se construye una matriz de transición que muestra la probabilidad de que un préstamo en un determinado estado se mueva a otro estado en un período de tiempo determinado. A partir de esta matriz de transición, se pueden calcular las probabilidades de incumplimiento y establecer la pérdida esperada en un portafolio de préstamos.

Metodología:

El modelo se basa en la hipótesis de que la probabilidad de incumplimiento de un préstamo está influenciada por una serie de factores, como el historial crediticio del prestatario, la tasa de interés del préstamo, la calidad de la garantía, entre otros.

Estos factores se utilizan para clasificar los préstamos en diferentes categorías de riesgo, y se utilizan para estimar las probabilidades de incumplimiento y establecer las pérdidas esperadas en un portafolio.

Fuentes de datos:

El modelo requiere una amplia variedad de datos para funcionar correctamente, incluyendo información sobre los prestatarios, su historial crediticio, la garantía, la tasa de interés y la calidad de la cartera. Estos datos se pueden obtener de diversas fuentes, como informes de crédito, CORE financiero, estructuras de información remitidas a los organismos de control como la denominada C02 utilizada para el desarrollo del proyecto y otros.

Herramientas utilizadas:

Para construir y aplicar el modelo de gestión de riesgo de crédito basado en matrices de transición, se pueden utilizar diversas herramientas y tecnologías. Algunas de las herramientas más comunes incluyen hojas de cálculo, bases de datos, software estadístico y de modelado, y lenguajes de programación.

Criterios utilizados para evaluar el riesgo:

En el modelo de gestión de riesgo de crédito basado en matrices de transición, se utilizan varios criterios para evaluar el riesgo de un préstamo o de un portafolio de préstamos. Estos criterios incluyen la probabilidad de incumplimiento, la pérdida esperada, la rentabilidad esperada, el costo del capital y el nivel de riesgo aceptable para la institución financiera. Estos criterios se utilizan para tomar decisiones sobre la concesión de préstamos, la asignación de capital y otros aspectos clave de la gestión de riesgos de crédito.

Para la implementación del modelo en la institución financiera objeto de estudio, se aplican los siguientes pasos:

- 1) Identificar y recopilar los datos necesarios
 - a. Realizar un listado en forma mensual durante un periodo de un año de las obligaciones (considerar vigentes y las ya canceladas en el periodo analizado)
 - b. Generar rangos de amplitud en días de mora acorde a la normativa vigente y asignarles la calificación respectiva.

Tabla 3. Categorías y días de morosidad

Categoría	Productivo: Corporativo, Empresarial y PYMES	Créditos de Consumo	Vivienda de interés social y público e Inmobiliario	Microcréditos	Crédito Educativo
	Días de morosidad				
A1	0	0	0	0	0
A2	De 1 a 15	De 1 a 15	De 1 a 30	De 1 a 15	De 1 a 15
A3	De 16 a 30	De 16 a 30	De 31 a 60	De 16 a 30	De 16 a 30
B1	De 31 a 60	De 31 a 45	De 61 a 120	De 31 a 45	De 31 a 60
B2	De 61 a 90	De 46 a 60	De 121 a 180	De 46 a 60	De 61 a 90
C1	De 91 a 120	De 61 a 75	De 181 a 210	De 61 a 75	De 91 a 120
C2	De 121 a 180	De 76 a 90	De 211 a 270	De 76 a 90	De 121 a 180
D	De 181 a 360	De 91 a 120	De 271 a 450	De 91 a 120	De 181 a 360
E	Mayor a 360	Mayor a 120	Mayor a 450	Mayor a 120	Mayor a 360

Fuente: (Codificación de Resoluciones Monetarias, Financieras, de Valores y Seguros, 2022)

- c. Generar tres columnas tituladas: categoría inicial, categoría final y categoría máxima

2) Construir la matriz de transición

- a. Realizar una tabla dinámica partiendo de las tres columnas creadas, se debe colocar la categoría inicial en el estado filas, categoría final en el estado columnas y en valores el conteo de la categoría inicial
- b. Convertir los valores absolutos en cifras relativas y expresarlos en forma porcentual

- 3) Obtener la probabilidad de incumplimiento
- 4) Proyectar el estado de la cartera para el siguiente año
 - a. Multiplicar la matriz obtenida por sí misma
- 5) Calcular la probabilidad de incumplimiento (PI) de la matriz obtenida en el paso anterior denominada matriz proyectada
- 6) Determinar la probabilidad de incumplimiento (PI)
- 7) Realizar el cálculo de la pérdida esperada.

El modelo, al ser aplicable a las instituciones financieras de la economía popular y solidaria en el Ecuador, considera la fórmula establecida en febrero de 2020 por la Junta de Política Monetaria y Financiera, que se incluye en la sección IV: Norma para la gestión del riesgo de crédito en las cooperativas de ahorro y crédito y asociaciones mutualistas de ahorro y crédito para la vivienda del Capítulo XXXVII “Sector Financiero Popular y Solidario”, del Título II “Sistema Financiero Nacional”, del Libro I “Sistema Monetario y Financiero”, de la Codificación de Resoluciones Monetarias, Financieras, de Valores y Seguros:

- a. $PE = E * pi * (1 - r)$

Donde:

Probabilidad de incumplimiento (pi): Se refiere a la posibilidad de que se produzca el incumplimiento parcial o total de una obligación o la ruptura de un acuerdo del contrato crediticio durante un lapso determinado.

Nivel de exposición del riesgo de crédito (E): Representa los flujos que se espera recibir de las operaciones activas traídos a valor presente, al producirse el incumplimiento.

Tasa de recuperación (r): Indica en términos porcentuales la cantidad total de dinero recuperado de los créditos que han sido incumplidos.

Severidad de la pérdida (1 - r): Representa la cuantificación del daño que sufriría la entidad financiera regulada, luego de efectuar las gestiones de cobranza necesarias para recuperar los créditos incumplidos, ejecutar las garantías o recibirlas como dación en pago. Este componente de la fórmula se calcula como 1 menos (-) la tasa de recuperación.

8) Actualizar los procesos y procedimientos: Una vez que se han establecido los criterios de clasificación de riesgo, se deben actualizar los procesos y procedimientos existentes para que sean consistentes con el modelo planteado para la gestión de riesgo de crédito basado en matrices de transición. Esto puede implicar cambios en la forma en que se otorgan préstamos, se monitorea el desempeño de la cartera y se toman decisiones sobre la asignación de capital.

9) Capacitar al personal: Es importante capacitar al personal de la institución financiera en el modelo de gestión de riesgo de crédito basado en matrices de transición y los cambios en los procesos y procedimientos. Esto garantizará que todos los empleados estén alineados con el nuevo enfoque y puedan aplicarlo correctamente.

Dado lo planteado, la implementación del modelo de gestión de riesgo de crédito basado en matrices de transición requiere un enfoque integral que incluya la identificación y recopilación de datos, la construcción de la matriz de transición, el establecimiento de criterios de clasificación de riesgo, la actualización de procesos y procedimientos y la capacitación del personal. Al seguir estos pasos, la institución

financiera puede mejorar significativamente su capacidad para evaluar y gestionar el riesgo de crédito.

En este sentido, la aplicación del modelo de gestión de riesgo de crédito basado en matrices de transición en una institución financiera puede tener varios beneficios y resultados esperados, que incluyen:

Reducción del riesgo de crédito: Al aplicar el modelo de gestión de riesgo de crédito, la institución financiera podrá identificar y evaluar los riesgos asociados con su cartera de préstamos. Al hacerlo, podrá tomar medidas preventivas para reducir el riesgo de incumplimiento, lo que a su vez reducirá el riesgo general de la cartera.

Mejora de la rentabilidad: Al identificar y evaluar los riesgos de la cartera de préstamos, la institución financiera podrá tomar decisiones más informadas sobre la asignación de capital y la fijación de precios de los préstamos. Esto podría llevar a una mejora de la rentabilidad al ajustar los precios de los préstamos para reflejar mejor el riesgo asociado con cada préstamo individual.

Mejora de la toma de decisiones: La implementación del modelo de gestión de riesgo de crédito basado en matrices de transición también podría mejorar la toma de decisiones en la institución financiera al proporcionar información detallada sobre el riesgo asociado con cada préstamo. Esto puede ayudar a la administración a tomar decisiones más informadas y a reducir la toma de decisiones basadas en supuestos o conjeturas.

Mejora de la calidad de la cartera: Al aplicar el modelo de gestión de riesgo de crédito, la institución financiera puede tomar medidas proactivas para mitigar los riesgos asociados con la cartera de préstamos. Esto podría llevar a una mejora de la calidad de la cartera, lo que a su vez podría mejorar la percepción de los inversores y las agencias calificadoras de riesgo.

El modelo de gestión de riesgo de crédito basado en matrices de transición es una herramienta efectiva para evaluar el riesgo de crédito de una cartera de préstamos. Sin embargo, hay ciertas limitaciones y desafíos que se deben considerar al implementar este modelo, entre los que se incluyen:

Limitaciones de los datos: Una limitación importante para la implementación del modelo de gestión de riesgo de crédito basado en matrices de transición es la disponibilidad de datos históricos confiables. Si la institución financiera no tiene acceso a datos históricos confiables, el modelo no podrá predecir con precisión la probabilidad de incumplimiento de los prestatarios.

Cambios en la cartera de préstamos: Si la institución financiera cambia significativamente su cartera de préstamos, el modelo de gestión de riesgo de crédito puede no ser tan efectivo. Por ejemplo, si la institución financiera comienza a ofrecer préstamos a un segmento de mercado diferente, la matriz de transición existente puede no ser adecuada para evaluar el riesgo de crédito en esta nueva cartera.

Falta de flexibilidad: Los modelos de gestión de riesgo de crédito basados en matrices de transición son bastante rígidos y no permiten mucha flexibilidad en términos de cambios en los supuestos y metodologías. Esto puede limitar la capacidad de la institución financiera para adaptar el modelo a los cambios en la industria o en la economía en general.

Costos de implementación: Implementar el modelo de gestión de riesgo de crédito puede ser costoso en términos de tiempo y recursos, especialmente para instituciones financieras más pequeñas que tienen limitaciones presupuestarias y de personal.

Para abordar estas limitaciones y desafíos, la institución financiera debe asegurarse de contar con datos históricos confiables y actualizar constantemente su matriz de

transición para reflejar cambios en la cartera de préstamos. Además, la institución financiera debe tener un equipo suficientemente calificado que pueda evaluar continuamente la efectividad del modelo y realizar los ajustes necesarios en los supuestos y metodologías para adaptarse a los cambios en la industria o en la economía en general.

Es por esto, que la entidad debe evaluar cuidadosamente los costos y beneficios de implementar el modelo y considerar si los beneficios superan los costos.

Al respecto, la evaluación y seguimiento del modelo propuesto para la gestión de riesgo de crédito, que se basa en matrices de transición, es una tarea crítica para asegurar su efectividad y precisión a lo largo del tiempo. Para ello, a continuación, se describen los pasos clave para la evaluación y seguimiento del modelo:

1. **Medición y reporte de resultados:** La institución financiera debe definir los indicadores clave de rendimiento (KPIs) que se utilizarán para medir el desempeño del modelo, como la precisión de las predicciones de incumplimiento, la pérdida esperada de la cartera de préstamos, la rentabilidad y el costo del capital. Estos KPIs deben ser reportados regularmente a los responsables de la gestión de riesgos y a la alta dirección de la institución financiera.
2. **Análisis de desviaciones:** Se deben realizar análisis periódicos de las desviaciones entre las predicciones del modelo y los resultados reales de la cartera de préstamos. Estos análisis pueden ayudar a identificar áreas de mejora en el modelo y a realizar ajustes para mejorar su precisión.
3. **Revisión y actualización de la matriz de transición:** La matriz de transición del modelo debe ser revisada y actualizada periódicamente para asegurarse de que refleje los cambios en la cartera de préstamos y en la economía en general. Se deben realizar análisis de sensibilidad para evaluar cómo los cambios en los supuestos y metodologías afectan los resultados del modelo.

4. Mejora continua del modelo: Basado en los análisis de desviaciones y las revisiones periódicas de la matriz de transición, se deben realizar ajustes y mejoras al modelo para mejorar su precisión y eficacia. Estas mejoras pueden incluir cambios en los supuestos y metodologías utilizados en el modelo.

5. Comunicación y capacitación: Es importante que la institución financiera comunique los resultados del modelo y las mejoras realizadas a todo el personal relevante. Además, el personal debe recibir capacitación regular sobre el uso del modelo y sus resultados para asegurarse de que se utiliza de manera efectiva en la toma de decisiones de créditos.

Es por esto por lo que, la evaluación y seguimiento del modelo de gestión de riesgo de crédito basado en matrices de transición requiere un enfoque sistemático y riguroso. La institución financiera debe medir y reportar regularmente los resultados del modelo, realizar análisis periódicos de desviaciones, revisar y actualizar la matriz de transición, realizar mejoras continuas al modelo y comunicar y capacitar al personal relevante.

CAPÍTULO III. APLICACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RIESGO DE CRÉDITO PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA INSTITUCIÓN FINANCIERA OBJETO DE ESTUDIO

3.1. Procedimiento de ejecución del modelo de gestión de riesgo de crédito para la toma de decisiones

Como se detalla en el capítulo II, el modelo de gestión de riesgos a ser ejecutado se basa en el uso de matrices de transición que permitan evaluar el riesgo de crédito, cuantificar la probabilidad de incumplimiento (PI) y establecer la pérdida esperada de las operaciones activas con el objetivo de tomar decisiones más informadas.

1) Identificación y recopilación de datos

Los datos necesarios para la ejecución del modelo se encuentran en la estructura saldos de operaciones (C02) que se envía a la SEPS con periodicidad mensual. Esta estructura proporciona información detallada sobre los saldos de las operaciones de crédito y contingentes activos, así como las cancelaciones de operaciones previamente reportadas. Además, esta estructura incluye datos relevantes como el número de operación y los días de morosidad, los cuales son fundamentales para la construcción de la matriz de transición.

Tabla 4. Estructura C02 Saldos de operaciones

Nro.	CAMPO
1	Tipo de identificación del sujeto
2	Identificación del sujeto
3	Número de operación
4	Días de morosidad
5	Calificación
6	Calificación homologada
7	Tasa de interés efectiva
8	Tipo de amortización
9	Valor por vencer de 1 a 30 días
10	Valor por vencer de 31 a 90 días
11	Valor por vencer de 91 a 180 días
12	Valor por vencer de 181 a 360 días
13	Valor por vencer de más de 360 días
14	Valor que no devenga intereses de 1 a 30 días
15	Valor que no devenga intereses de 31 a 90 días
16	Valor que no devenga intereses de 91 a 180 días
17	Valor que no devenga intereses de 181 a 360 días
18	Valor que no devenga intereses de más de 360 días
19	Valor vencido de 1 a 30 días
20	Valor vencido de 31 a 90 días
21	Valor vencido de 91 a 180 días
22	Valor vencido de 181 a 360 días
23	Valor vencido de más de 360 días
24	Valor vencido de 181 a 270 días
25	Valor vencido de más de 270 días
26	Valor vencido de 91 a 270 días
27	Valor vencido de 271 a 360 días
28	Valor vencido de 361 a 720 días
29	Valor vencido de más de 720 días
30	Saldo total
31	Forma de cancelación
32	Gastos de gestión de cobranza extrajudicial por recuperación de cartera en mora y vencida
33	Gastos judiciales de recuperación de cartera vencida o castigada
34	Interés ordinario
35	Interés de mora
36	Valor en demanda judicial
37	Cartera castigada

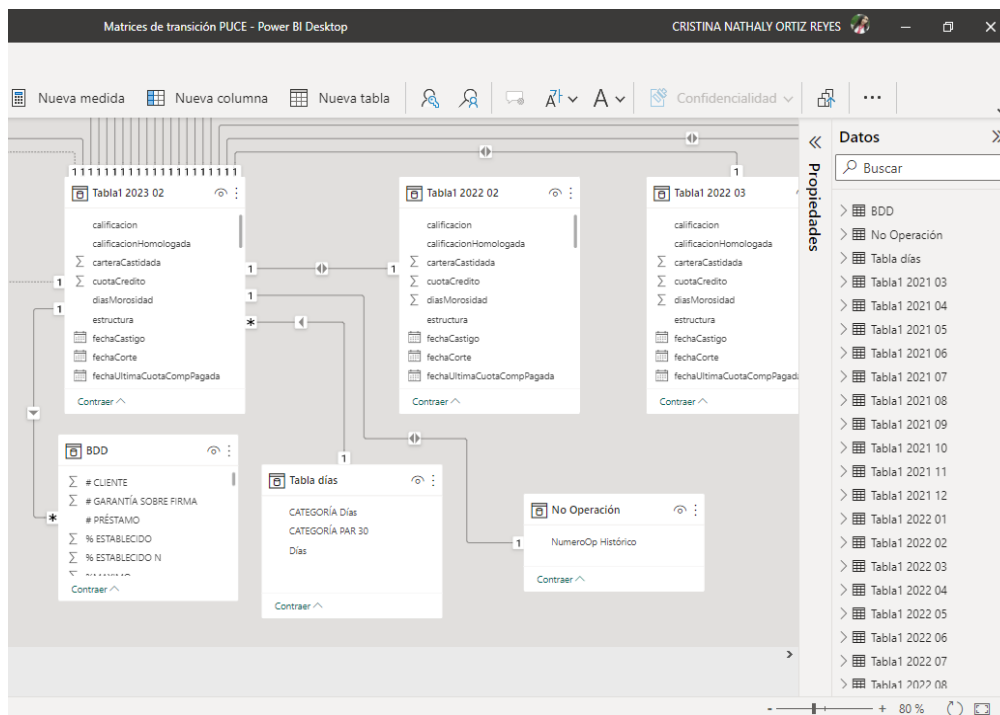
38	Fecha de castigo
39	Provisión específica
40	Provisión requerida reducida
41	Provisión constituida
42	Tipo de operación
43	Objeto del fideicomiso
44	Prima o descuento
45	Cuota del crédito
46	Fecha última cuota completa pagada

Fuente: Superintendencia de Economía Popular y Solidaria (2023)

Las tablas en formato Excel de las estructuras C02 de al menos doce períodos, en el caso de la institución financiera objeto de estudio de marzo 2022 a febrero 2023, se cargan junto con la base de datos donde constan los saldos iniciales de las operaciones en la aplicación Power BI con el objetivo de facilitar la elaboración de relaciones entre las mismas, que permita obtener, de manera ordenada, el dato histórico mensual que una misma operación ha tenido desde su otorgamiento hasta la fecha de corte respecto a los días vencidos, calificación normativa, monto inicial concedido, saldo vigente de la deuda y otros datos que aporta la estructura.

Para que la información histórica sea la adecuada, es importante que la relación entre los datos este dada por un criterio en común entre las tablas, para el desarrollo del proyecto se toma el criterio número de operación.

Ilustración 1. Relaciones entre estructuras C02 del período marzo 2022 a febrero 2023



Fuente: Elaboración propia

Una vez establecidas las relaciones, se genera una tabla en la que se establece como columna base el número de operación a la fecha de corte del informe, seguido de ello se colocan los días de atraso que tuvieron las operaciones en el período marzo 2022 hasta febrero 2023 y los saldos de las operaciones al período inicial y final.

Ilustración 2. Días de mora y saldo por mes

Matrices de transición PUCE - Power BI Desktop														
Inicio Insertar Modelado Ver Optimizar Ayuda														
Obtener datos Actualizar Nuevo objeto visual														
Número Op	Mar 2022	Abr 2022	May 2022	Jun 2022	Jul 2022	Ago 2022	Sep 2022	Oct 2022	Nov 2022	Dic 2022	Ene 2023	Feb 2023	Saldo 03 22	Saldo 01 23
6652	1265	1295	1326	1356	1387	1418	1448	1479	1509	1540	1571	1599	1.00	1.00
6664	1195	1225	1256	1286	1317	1348	1378	1409	1439	1470	1501	1529	2,048.26	1.00
6665	827	857	888	918	949	980	1010	1041	1071	1102	1133	1161	2,694.17	1.00
6675	986	1016	1047	1077	1108	1139	1169	1200	1230	1261	1292	1320	2,492.47	2,492.47
6683	435	465	496	526	557	588	618	649	679	710	741	769	1,346.84	1,346.84
6735	0	0	0	0	16	16	0	0	0	0	16	13	8,744.22	3,348.28
6797	381	411	442	472	503	534	564	595	625	656	687	715	1,060.84	1,060.84
6846	351	381	412	442	473	504	534	565	595	626	657	685	3,451.08	3,451.08
6885	395	425	456	486	517	548	578	609	639	670	701	729	391.41	391.41
7039	532	562	593	623	654	685	715	746	776	807	838	866	6,689.54	6,689.54
7041	405	435	466	496	527	558	588	619	649	680	711	739	63.30	63.30
7085	532	562	593	623	654	685	715	746	776	807	838	866	210.48	210.48
7111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,617.95	1,431.29
7149	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,451.46	1,114.90
7203	289	319	350	380	411	442	472	503	533	564	595	623	3,725.67	3,725.67
7218	0	0	0	15	16	0	0	0	0	0	0	0	5,355.43	1,341.32
7233	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,831.40	2,203.14
7253	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,278.66	5,379.47
7268	167	197	228	258	289	320	0	16	46	16	0	13	6,320.43	1,168.53
7294	474	504	535	565	596	627	657	688	718	749	780	808	3,287.32	3,287.32
7439	333	363	394	424	455	486	516	547	577	608	639	667	936.63	936.63
7476	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,266.75	1,729.41
7486	0	0	0	0	0	0	0	30	29	30	30	0	6,056.41	4,440.10
7503	364	394	425	455	486	517	547	578	608	639	670	698	436.07	436.07
7512	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,129.76	2,054.64
7538	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	5,576.91	2,260.45
7562	0	0	0	15	0	0	0	0	15	0	0	0	7,982.71	3,235.55
7585	266	296	296	295	296	327	326	327	326	298	329	326	1,211.81	502.85
7593	44	46	46	76	107	138	168	199	229	260	291	319	11,782.28	10,628.98
7595	239	269	300	330	361	392	422	453	483	514	545	573	737.43	737.43
7596	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,618.00	4,303.69
7598	296	296	327	357	388	419	449	480	510	541	572	600	268.14	162.63
7610	0	18	0	0	19	0	0	19	0	0	19	0	15,387.86	8,234.49
Total	463758	467845	473775	482662	488986	495247	494910	502005	503052	510838	519092	526988	16,286,651.46	29,010,617.49

Fuente: Elaboración propia

Inmediatamente después de realizado el listado en forma mensual durante un periodo de un año de las obligaciones tanto vigentes como las ya canceladas en el periodo analizado, se exporta la tabla de Power BI en formato csv para que la información sea utilizada a través de un libro de Excel.

Posterior a ello, se procede a generar rangos de amplitud en días de mora acorde a la normativa vigente y se asigna la calificación respectiva, con el objetivo de agrupar los valores.

Debido a que la institución financiera objeto de estudio, maneja únicamente productos de microcrédito y consumo se aplica la tabla que se detalla a continuación:

Tabla 5. Categorías para clasificar los días de morosidad en productos microcrédito y consumo

CATEGORÍAS	DÍAS DE MOROSIDAD	
A1	0	
A2	1	15
A3	16	30
B1	31	45
B2	46	60
C1	61	75
C2	76	90
D	91	120
E	+120	

Fuente: (Codificación de Resoluciones Monetarias, Financieras, de Valores y Seguros, 2022)

En el libro de Excel se genera tres columnas tituladas: categoría inicial, categoría final y categoría máxima. En la primera, se ubica la categoría de la tabla que antecede acorde a los días de atraso con fecha de corte enero 2023, mes inmediatamente anterior al mes de febrero 2023 que es la fecha a la que se está aplicando el modelo. En categoría final va la categoría de la operación con fecha febrero 2023 y en la categoría máxima, se aplica la fórmula MAX a la fila que contiene el histórico de datos para elegir el mes en que la operación presenta el mayor deterioro.

Posterior a ello, se crea una columna para medir el nivel de recuperación de la cartera por operación que permitirá definir posteriormente la recuperación de la cartera por bandas y en forma total. El porcentaje de recuperación por operación se calcula obteniendo la diferencia entre el saldo inicial de la deuda menos el saldo vigente al periodo final, para el caso de estudio, febrero 2023, y por último, este resultado se divide para el saldo inicial.

Tabla 6. Categorización de rangos y días demora en pago en forma mensual

numeroOper	dic-22	ene-23	feb-23	Saldo mar-2022	Saldo ene-23	Saldo feb-23	Deuda Inicial	Recuperación	Cat Inicial	Cat Final	Cat Máx
7085	807	838	866	210.48	210.48	210.48	412.00	49%	E	E	E
7111	0	0	0	4617.95	1431.29	1082.58	10800.00	90%	A-1	A-1	A-1
7149	0	0	0	4451.46	1114.90	749.59	10300.00	93%	A-1	A-1	A-1
7203	564	595	623	3725.67	3725.67	3725.67	5400.00	31%	E	E	E
7218	0	0	0	5355.43	1341.32	901.58	12360.00	93%	A-1	A-1	A-3
7233	0	0	0	8831.40	2203.14	1480.27	20600.00	93%	A-1	A-1	A-1
7253	0	0	0	13278.66	5379.47	4518.87	25750.00	82%	A-1	A-1	A-1
7268	16	0	13	6320.43	1168.53	1168.53	10800.00	89%	A-1	A-2	E
7294	749	780	808	3287.32	3287.32	3287.32	3780.00	13%	E	E	E
7439	608	639	667	936.63	936.63	936.63	1570.00	40%	E	E	E
7476	0	0	0	4266.75	1729.41	1452.74	8240.00	82%	A-1	A-1	A-1
7486	30	30	0	6056.41	4440.10	4083.22	8694.00	53%	A-3	A-1	A-3
7503	639	670	698	436.07	436.07	436.07	1080.00	60%	E	E	E
7512	0	0	0	5129.76	2054.64	1723.81	10150.00	83%	A-1	A-1	A-1
7538	0	0	0	5576.91	2260.45	1898.83	10800.00	82%	A-1	A-1	A-3
7562	0	0	0	7982.71	3235.55	2717.93	15450.00	82%	A-1	A-1	A-2
7585	298	329	326	1211.81	502.85	417.26	1890.00	78%	E	E	E
7593	260	291	319	11782.28	10628.98	10628.98	20600.00	48%	E	E	E
7605	514	545	572	727.42	727.42	727.42	1160.00	66%	E	E	E

Fuente: Elaboración propia

2) Construir la matriz de transición

Se realiza una tabla dinámica partiendo de las tres columnas creadas: categoría inicial, final y máxima. Se debe colocar la categoría inicial en el estado filas, categoría final en el estado columnas y en valores el conteo de la categoría inicial, como se muestra en la siguiente pantalla:

Tabla 7. Tabla dinámica categoría inicial y categoría final

Cat Inicial	Cat Final									Total general
Etiquetas de fila	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	C-1	C-2	D	E	
A-1	3,618	198	58							3,874
A-2	78	67		14						159
A-3	60	41	32	15	23					171
B-1	4	4	2	5		8				23
B-2	8	3	5	8	9	7	8			48
C-1				1	2	2		6		11
C-2	3					1	2	14		20
D	2					1	1		9	13
E	3			1						229
Total general	3,776	313	97	44	34	19	11	20	234	4,548

Fuente: Elaboración propia

Se procede a convertir los valores absolutos en cifras relativas y expresarlos en forma porcentual respecto al total de las filas. Para ello, en las opciones de la tabla dinámica, se selecciona que los valores de conteo se muestren como porcentaje del total de filas. Hecho esto, cada uno de los porcentajes representa el valor de la probabilidad de transición.

La diagonal de color amarillo muestra la probabilidad de que el crédito permanezca en esa categoría, todo lo que esté sobre esa línea muestra la probabilidad de deterioro y lo que está bajo la diagonal, de color verde, mide la probabilidad de que el crédito presente una recuperación.

Tabla 8. Matriz de transición categoría inicial y categoría final

Cat Inicial Cat Final											
Etiquet	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	C-1	C-2	D	E	Total general	
A-1	93.39%	5.11%	1.50%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	
A-2	49.06%	42.14%	0.00%	8.81%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	
A-3	35.09%	23.98%	18.71%	8.77%	13.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	
B-1	17.39%	17.39%	8.70%	21.74%	0.00%	34.78%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	
B-2	16.67%	6.25%	10.42%	16.67%	18.75%	14.58%	16.67%	0.00%	0.00%	100.00%	
C-1	0.00%	0.00%	0.00%	9.09%	18.18%	18.18%	0.00%	54.55%	0.00%	100.00%	
C-2	15.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.00%	10.00%	70.00%	0.00%	100.00%	
D	15.38%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	7.69%	7.69%	0.00%	69.23%	100.00%	
E	1.31%	0.00%	0.00%	0.44%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	98.25%	100.00%	
Total gene	83.03%	6.88%	2.13%	0.97%	0.75%	0.42%	0.24%	0.44%	5.15%	100.00%	

Fuente: Elaboración propia

3) Obtener la probabilidad de incumplimiento

Una vez que la matriz de transición está expresada en porcentajes, por cada fila se realiza la sumatoria de las celdas que se encuentran a continuación de la diagonal amarilla y con ello se obtiene el deterioro o *Default* (PI) por la categoría de días de atraso, como se muestra a continuación:

Ilustración 3. Cálculo de Default

Matriz de transición Rango Inicial y Rango Final.												
Cat Inicial	Cat Final										DEFAULT (PI)	
Etiqueta	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	C-1	C-2	D	E	Total gener	DETERIORO	
A-1	93.39%	5.11%	1.50%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	8.81%	
A-2	49.06%	42.14%	0.00%	8.81%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	22.22%	
A-3	35.09%	23.98%	18.71%	8.77%	13.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	34.78%	
B-1	17.39%	17.39%	8.70%	21.74%	0.00%	34.78%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	31.25%	
B-2	16.67%	6.25%	10.42%	16.67%	18.75%	14.58%	16.67%	0.00%	0.00%	100.00%	54.55%	
C-1	0.00%	0.00%	0.00%	9.09%	18.18%	18.18%	0.00%	54.55%	0.00%	100.00%	70.00%	
C-2	15.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.00%	10.00%	70.00%	0.00%	100.00%	69.23%	
D	15.38%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	7.69%	7.69%	0.00%	69.23%	100.00%	98.25%	
E	1.31%	0.00%	0.00%	0.44%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	98.25%	100.00%	100.00%	
Total gener	83.03%	6.88%	2.13%	0.97%	0.75%	0.42%	0.24%	0.44%	5.15%	100.00%		

Fuente: Elaboración propia

Con esos resultados se puede evaluar con anterioridad el estado de la cartera para el siguiente periodo, si las políticas, procesos y estrategias de colocación, recuperación y cobranza permanecen constantes.

Adicional a ello, la entidad consigue establecer el número de días que puede esperar el pago sin tomar medidas adicionales para la recuperación de cartera, o segmentar las acciones para cada categoría por rango de días de atraso con diferentes responsables y medidas de presión.

En la institución objeto de estudio, cualquier crédito que supere la banda A-3, hasta 30 días de atraso, es decir, de B-1, 31 días de atraso en adelante, requiere acciones especiales para la recuperación y su probabilidad de incumplimiento al llegar a esta categoría supera el 30%, con un 34.78%.

4) Proyectar el estado de la cartera para el siguiente año

a. Multiplicar la matriz obtenida por sí misma

Como lo describen Frasca, González, & Rojas (2018) una matriz de transición de n pasos se obtiene de la multiplicación de la matriz P por sí misma n veces. Motivo por el cual, P_2 , resultado de aplicar la función $MMULT$ a P , es la matriz que contiene

las probabilidades de que el proceso que se encuentra en el estado *i* pase al estado *j* o permanezca en el mismo después de un periodo, tal como se define en la probabilidad de transición de un paso de una cadena de Markov.

Tabla 9. Proyección del estado de cartera a febrero 2024

Etiquetas	Cat Inicial Cat Final										DEFAULT (PI)		Probabilidad de Incumplimiento
	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	C-1	C-2	D	E	Total general	DETERIORO		
A-1	90.25%	7.29%	1.68%	0.58%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	9.75%	0.78%	
A-2	68.02%	21.80%	1.50%	5.62%	0.00%	3.06%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	10.19%	8.69%	
A-3	54.86%	18.75%	6.19%	7.90%	5.04%	5.01%	2.24%	0.00%	0.00%	100.00%	20.19%	20.19%	
B-1	31.61%	14.08%	3.78%	10.18%	7.49%	13.89%	0.00%	18.97%	0.00%	100.00%	40.35%	50.53%	
B-2	30.81%	10.05%	5.60%	9.54%	7.57%	12.02%	4.79%	19.62%	0.00%	100.00%	36.43%	53.54%	
C-1	13.00%	2.72%	2.68%	6.66%	6.71%	13.32%	7.23%	9.92%	37.76%	100.00%	54.91%	81.60%	
C-2	26.28%	0.77%	0.22%	0.45%	0.91%	6.79%	6.38%	9.73%	48.46%	100.00%	58.19%	72.73%	
D	16.43%	0.79%	0.23%	1.00%	1.40%	1.78%	0.77%	9.58%	68.02%	100.00%	68.02%	82.55%	
E	2.59%	0.14%	0.06%	0.52%	0.00%	0.15%	0.00%	0.00%	96.54%	100.00%	100.00%	97.21%	

Fuente: Elaboración propia

5) Calcular la probabilidad de incumplimiento (PI) de la matriz proyectada

Una vez proyectado el estado de la cartera, se calcula nuevamente el *Default*, y con ello el número máximo de días que la institución puede esperar previo a llevar a cabo acciones especiales de recuperación, para la institución objeto de estudio, si las condiciones permanecen constantes, este valor es de 40.35%, que es el menor valor que supera el 30% de *Default* y se ubica en la banda B-1, de 31 a 45 días.

Ilustración 4. Cálculo *default* matriz proyectada

Proyección del estado de cartera a febrero 2024												
Etiquetas	Cat Inicial Cat Final										DEFAULT (PI)	
	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	C-1	C-2	D	E	Total general	DETERIORO	
A-1	90.25%	7.29%	1.68%	0.58%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	9.75%	
A-2	68.02%	21.80%	1.50%	5.62%	0.00%	3.06%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	10.19%	
A-3	54.86%	18.75%	6.19%	7.90%	5.04%	5.01%	2.24%	0.00%	0.00%	100.00%	20.19%	
B-1	31.61%	14.08%	3.78%	10.18%	7.49%	13.89%	0.00%	18.97%	0.00%	100.00%	40.35%	
B-2	30.81%	10.05%	5.60%	9.54%	7.57%	12.02%	4.79%	19.62%	0.00%	100.00%	36.43%	
C-1	13.00%	2.72%	2.68%	6.66%	6.71%	13.32%	7.23%	9.92%	37.76%	100.00%	54.91%	
C-2	26.28%	0.77%	0.22%	0.45%	0.91%	6.79%	6.38%	9.73%	48.46%	100.00%	58.19%	
D	16.43%	0.79%	0.23%	1.00%	1.40%	1.78%	0.77%	9.58%	68.02%	100.00%	68.02%	
E	2.59%	0.14%	0.06%	0.52%	0.00%	0.15%	0.00%	0.00%	96.54%	100.00%	100.00%	

Fuente: Elaboración propia

Con el *Default* establecido, se continúa con la cuantificación de la probabilidad de incumplimiento al realizar la sumatoria de todas las categorías iniciales hacia la derecha (filas), tomando como punto de partida el valor vencido, que se ubica desde B1 en la categoría final (columnas), como se muestra a continuación:

Ilustración 5. Cálculo probabilidad de incumplimiento

Proyección del estado de cartera a febrero 2024													
Cat Inicial	Cat Final										DEFAULT (PI)	Probabilidad de	
Etiquetas d	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	C-1	C-2	D	E		Total gener	DETERIORO	Incumplimiento
A-1	90.25%	7.29%	1.68%	0.58%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	9.75%	0.78%
A-2	68.02%	21.80%	1.50%	5.62%	0.00%	3.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	10.19%	8.69%
A-3	54.86%	18.75%	6.19%	7.90%	5.04%	5.01%	2.24%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	20.19%	20.19%
B-1	31.61%	14.08%	3.78%	10.18%	7.49%	13.89%	0.00%	18.97%	0.00%	0.00%	100.00%	40.35%	50.53%
B-2	30.81%	10.05%	5.60%	9.54%	7.57%	12.02%	4.79%	19.62%	0.00%	0.00%	100.00%	36.43%	53.54%
C-1	13.00%	2.72%	2.68%	6.66%	6.71%	13.32%	7.23%	9.92%	37.76%		100.00%	54.91%	=SUMA(E42:J42)
C-2	26.28%	0.77%	0.22%	0.45%	0.91%	6.79%	6.38%	9.73%	48.46%		100.00%	58.19%	72.73%
D	16.43%	0.79%	0.23%	1.00%	1.40%	1.78%	0.77%	9.58%	68.02%		100.00%	68.02%	82.55%
E	2.59%	0.14%	0.06%	0.52%	0.00%	0.15%	0.00%	0.00%	96.54%		100.00%	100.00%	97.21%

Fuente: Elaboración propia

6) Establecer el porcentaje de recuperación

Para establecer el porcentaje de recuperación por categoría se crea una nueva tabla dinámica con las categorías finales en las filas y en valores se incluye el valor de la deuda inicial y el saldo a la fecha de análisis, se calcula la recuperación en USD mediante la diferencia entre del monto inicial de la operación menos el saldo a la fecha de análisis y para obtener la recuperación porcentual el resultado obtenido es dividido para el monto inicial.

Tabla 10. Porcentaje de recuperación

Etiquetas de fila <input type="text"/>	Deuda Inicial	Saldo final	Recuperación	Recuperación
			USD	%
A-1	33,635,657.57	25,807,000.39	7,828,657.18	23.27%
A-2	3,252,431.00	2,422,925.02	829,505.98	25.50%
A-3	845,712.00	578,229.66	267,482.34	31.63%
B-1	366,638.00	259,394.69	107,243.31	29.25%
B-2	280,531.00	183,761.97	96,769.03	34.49%
C-1	177,335.00	134,239.58	43,095.42	24.30%
C-2	67,924.00	53,063.19	14,860.81	21.88%
D	198,774.00	156,772.54	42,001.46	21.13%
E	727,396.28	321,067.39	406,328.89	55.86%
Total general	39,552,398.85	29,916,454.43	9,635,944.42	24.36%

Fuente: Elaboración propia

7) Calcular la pérdida esperada

Para el cálculo de la pérdida esperada se toman dos fórmulas, primero la descrita por Frasca, González, & Rojas (2018) en su artículo procedimientos para calcular la pérdida esperada en entidades del sector de la economía solidaria bajo la nueva normativa de supervisión basada en riesgos, y seguido de ella la fórmula establecida por el ente de control ecuatoriano SEPS.

$$a. \quad PE = (PI) * (EA) * (PDI)$$

Donde:

PE: Pérdida esperada

PI: Probabilidad de incumplimiento. Indica la posibilidad de que, en cualquier grado, el prestatario no honre las obligaciones contraídas con el prestamista.

EA: Exposición del activo en el momento del incumplimiento. Representa el valor comprometido por el prestatario al darse el incumplimiento.

PDI: Pérdida dado el incumplimiento. Cuantifica el deterioro económico incurrido por la entidad en caso de materializarse alguna situación de incumplimiento. Se puede estimar como uno menos la tasa de recuperación (TR), donde la tasa de

recuperación es la relación entre el saldo incumplido neto de recuperaciones por concepto de capital y otros rubros, y el saldo total incumplido.

Tabla 11. Cálculos efectuados para establecer la pérdida esperada (PDI)

Etiquetas	EA Saldo cartera	PI Probabilidad Incumplimiento	PDI Pérdida dado el Incumplimiento	PE Pérdida esperada
A-1	25,807,000.39	0.78%	76.73%	154,983.53
A-2	2,422,925.02	8.69%	74.50%	156,799.38
A-3	578,229.66	20.19%	68.37%	79,838.71
B-1	259,394.69	50.53%	70.75%	92,739.57
B-2	183,761.97	53.54%	65.51%	64,442.39
C-1	134,239.58	81.60%	75.70%	82,914.68
C-2	53,063.19	72.73%	78.12%	30,149.61
D	156,772.54	82.55%	78.87%	102,075.52
E	321,067.39	97.21%	44.14%	137,767.05
Total general	29,916,454.43			901,710.44
	Ratio de la PE			3.01%

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 10, una vez definidos los datos para el cálculo, la columna PE pérdida esperada se calcula para cada una de las bandas al multiplicar: EA saldo de cartera por PI probabilidad de incumplimiento y a eso a su vez por PDI probabilidad dado el incumplimiento, obteniendo de este modo, la pérdida esperada para cada una de las categorías establecidas por número de días de atraso.

Con este método se tiene una ratio de pérdida esperada de 3.01%, que implica que, si las condiciones de la cartera permanecen igual, se tendría una afectación en los balances el próximo año de USD 901,710.44, motivo por el cual, es necesario que la administración plantee estrategias para mitigar este riesgo.

b. $PE = E * pi * (1 - r)$

Como se detalla en el diseño del modelo se considera la fórmula establecida en febrero de 2020 por la Junta de Política Monetaria y Financiera, que se incluye en la sección IV: Norma para la gestión del riesgo de crédito en las cooperativas de

ahorro y crédito y asociaciones mutualistas de ahorro y crédito para la vivienda del Capítulo XXXVII “Sector Financiero Popular y Solidario”, del Título II “Sistema Financiero Nacional”, del Libro I “Sistema Monetario y Financiero”, de la Codificación de Resoluciones Monetarias, Financieras, de Valores y Seguros

Donde:

Probabilidad de incumplimiento (π). - Es la posibilidad de que ocurra el incumplimiento parcial o total de una obligación de pago o el rompimiento de un acuerdo del contrato de crédito, en un período determinado;

Nivel de exposición del riesgo de crédito (E). - Es el valor presente (al momento de producirse el incumplimiento) de los flujos que se espera recibir de las operaciones crediticias;

Tasa de recuperación (r). - Es el porcentaje de la recaudación realizada sobre las operaciones de crédito que han sido incumplidas;

Severidad de la pérdida ($1 - r$). - Es la medida de la pérdida que sufriría la institución controlada después de haber realizado todas las gestiones para recuperar los créditos que han sido incumplidos, ejecutar las garantías o recibirlas como dación en pago. La severidad de la pérdida es igual a ($1 - \text{Tasa de recuperación}$)

Tabla 12. Cálculos efectuados para establecer la pérdida esperada (Recuperación)

Etique	EA Saldo cartera	PI Probabilidad Incumplimiento	Recuperación	PE Pérdida esperada
A-1	25,807,000.39	0.78%	23.27%	154,983.53
A-2	2,422,925.02	8.69%	25.50%	156,799.38
A-3	578,229.66	20.19%	31.63%	79,838.71
B-1	259,394.69	50.53%	29.25%	92,739.57
B-2	183,761.97	53.54%	34.49%	64,442.39
C-1	134,239.58	81.60%	24.30%	82,914.68
C-2	53,063.19	72.73%	21.88%	30,149.61
D	156,772.54	82.55%	21.13%	102,075.52
E	321,067.39	97.21%	55.86%	137,767.05
Total gen	29,916,454.43			901,710.44
	Ratio de la PE			3.01%

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla 11, una vez definidos los datos para el cálculo, la columna PE pérdida esperada se calcula para cada una de las bandas al multiplicar: EA saldo de cartera por PI probabilidad de incumplimiento y a eso a su vez por 1 menos la tasa de recuperación, obteniendo, la pérdida esperada para cada una de las categorías establecidas por número de días de atraso.

Aplicando la fórmula descrita en la norma para la administración del riesgo de crédito en instituciones de la economía popular y solidaria, se presenta una ratio de pérdida esperada de 3.01%, igual al medido en el apartado anterior, que implica que, si las condiciones de la cartera permanecen igual, se tendría una afectación en los balances el próximo año de USD 901,710.44, motivo por el cual, permanece la necesidad de que la administración plantee estrategias para mitigar este riesgo.

Tras calcular la pérdida esperada para la institución objeto de estudio, se determinó un valor de USD 901,710.44, lo que, representa una ratio de pérdida esperada del 3.01%. Al comparar este valor con la utilidad generada, la cual asciende a USD 2,765.49, se concluye que la utilidad no cubre el monto de la pérdida esperada.

En consecuencia, el siguiente paso a seguir es impactar esta pérdida directamente en el patrimonio técnico constituido de la institución, el cual tiene un valor de USD 3'930,258.24.

Esto implica que se deberá reflejar contablemente la pérdida en el patrimonio técnico, ajustando su valor para reflejar la nueva situación financiera. Esta medida se toma con el objetivo de salvaguardar la integridad y estabilidad financiera de la institución ante los riesgos asociados a la pérdida esperada.

En primera instancia se afecta la utilidad de USD 2,765.49 con la pérdida esperada de USD 901,710.44, obteniéndose un nuevo resultado negativo, es decir, pérdida de USD 898,944.95. Hecho esto, se procede a afectar el patrimonio técnico constituido de la entidad USD 3'930,258.24 con el resultado de pérdida, produciéndose el nuevo patrimonio técnico constituido de USD 3'031,313.28, como se evidencia, por la pérdida esperada se tiene una afectación patrimonial del 23%

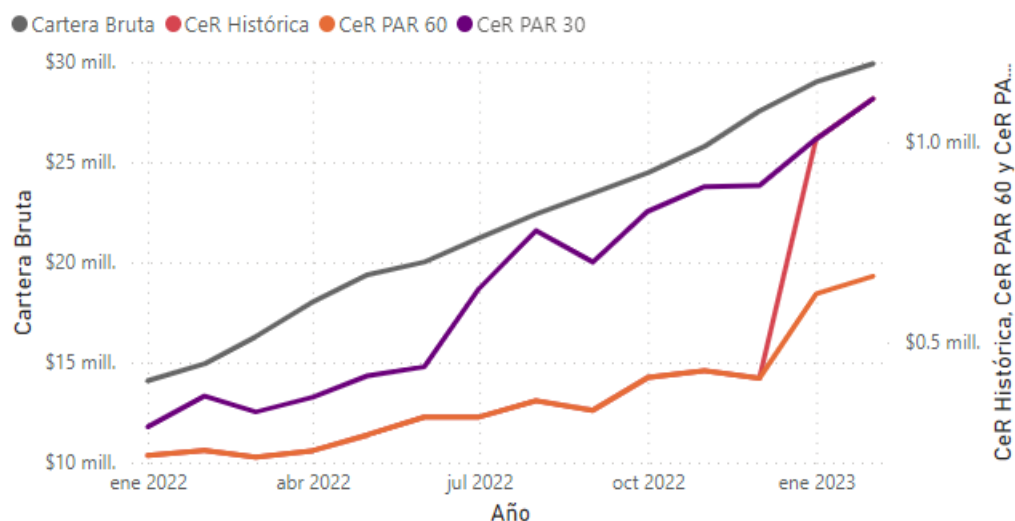
En el gráfico que se expone a continuación, se observa la evolución de la cartera bruta y cartera en riesgo con la normativa vigente hasta 2022, PAR 60, la aplicada a partir de 2023, PAR 30 y la brecha del cambio normativo con la línea denominada CeR Histórica.

Ilustración 6. Evolución de la cartera de crédito

IFI Objeto de estudio Evolución de la Cartera de Crédito, Resultados y Patrimonio Técnico



Cartera Bruta, CeR Histórica, CeR PAR 60 y CeR PAR 30 por Año y Mes

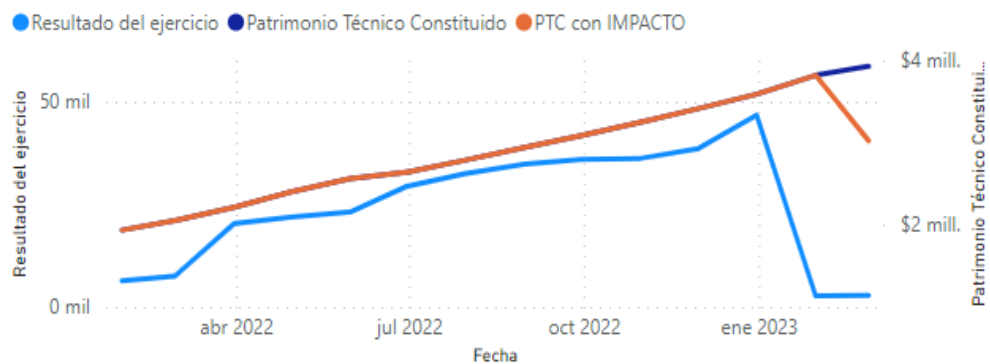


Fuente: Elaboración propia

Dicho esto, se muestra el impacto sobre el patrimonio técnico que tendría la pérdida esperada, en la línea temporal de evolución del patrimonio técnico constituido y los resultados.

Ilustración 7. Evolución de los resultados y patrimonio técnico

Resultado del ejercicio, Patrimonio Técnico Constituido y PTC con IMPACTO por Fecha



Fuente: Elaboración propia

8) Actualizar los procesos y procedimientos:

El siguiente paso, una vez determinada la pérdida esperada, es actualizar los procesos y procedimientos existentes. Esto implica adecuarlos para que sean consistentes con el modelo de gestión de riesgo de crédito basado en matrices de transición que se ha establecido.

En este sentido, es necesario revisar y modificar los procesos relacionados con la concesión de préstamos, tales como definición del mercado objetivo, promoción y prospección, análisis y verificación, aprobación y excepciones. De igual forma, se debe optimizar los procesos relacionados con el seguimiento del desempeño de la cartera y la toma de decisiones en cuanto a la asignación de capital. Estos cambios permitirán garantizar una gestión más efectiva de los riesgos crediticios.

De manera más detallada, en el caso de la concesión de préstamos, se deben incorporar los criterios de clasificación de riesgo establecidos, de manera que se evalúen de forma adecuada los perfiles de riesgo de los solicitantes y se adopten decisiones acordes con dichos perfiles.

Asimismo, se requiere mejorar el monitoreo del desempeño de la cartera de créditos, implementando mecanismos de seguimiento más rigurosos y oportunos. Esto permitirá identificar de manera temprana los posibles riesgos y tomar las medidas necesarias para mitigarlos.

En resumen, la actualización de los procesos y procedimientos existentes es un paso crucial para asegurar la coherencia y efectividad del modelo de gestión de riesgo de crédito basado en matrices de transición. Estos cambios contribuirán a fortalecer la capacidad de la institución para hacer frente a los riesgos crediticios y proteger su patrimonio.

9) Capacitar al personal:

Esta capacitación es fundamental para asegurar que todos los empleados estén alineados con el nuevo enfoque y puedan aplicarlo correctamente en su trabajo diario.

Para llevar a cabo esta capacitación, se pueden considerar las siguientes actividades:

1. Sesiones de formación: Organizar sesiones de formación donde se explique en detalle el modelo de gestión de riesgo de crédito basado en matrices de transición. Durante estas sesiones, se deben presentar los conceptos clave, las metodologías utilizadas y los criterios de clasificación de riesgo establecidos. Además, es importante destacar cómo estos aspectos se traducen en cambios específicos en los procesos y procedimientos de la institución.
2. Material educativo: Elaborar material educativo, como manuales o guías, que sirvan como referencia para el personal. Estos recursos deben contener información clara y concisa sobre el modelo de gestión de riesgo de crédito y proporcionar ejemplos prácticos de su aplicación. De esta manera, los empleados podrán consultarlos en cualquier momento y reforzar sus conocimientos.
3. Talleres prácticos: Realizar talleres prácticos donde los empleados puedan aplicar los nuevos conceptos y procedimientos en casos simulados. Estos talleres permitirán afianzar el aprendizaje teórico y brindarán la oportunidad de resolver dudas o inquietudes en un entorno controlado.
4. Seguimiento y retroalimentación: Establecer mecanismos de seguimiento para evaluar el nivel de comprensión y aplicación del personal en relación con el modelo de gestión de riesgo de crédito. Se pueden realizar evaluaciones periódicas o pruebas prácticas para evaluar el progreso y proporcionar retroalimentación

individual o grupal. Esto ayudará a identificar áreas de mejora y brindará la oportunidad de realizar ajustes adicionales en la capacitación si es necesario.

Es importante destacar que la capacitación debe ser continua y adaptarse a las necesidades cambiantes de la institución financiera. A medida que se implementen mejoras o surjan nuevas prácticas en la gestión de riesgos crediticios, se deben ofrecer actualizaciones y oportunidades de formación complementaria.

CONCLUSIONES

- La argumentación desde el marco teórico permite concluir los elementos teóricos fundamentales de un modelo de gestión de riesgo de crédito, como lo son la definición del riesgo de crédito, evolución de la calidad crediticia, modelos y metodologías de medición de riesgo, establecimiento de políticas y límites, procesos de recuperación, entre los más relevantes.
- Además, a través de una revisión exhaustiva de la literatura, se identifican los conceptos clave, las teorías y los marcos de referencia para la administración del riesgo de crédito que permiten inferir que un modelo de gestión aporta efectivamente en la toma de decisiones en instituciones financieras.
- Mediante la revisión y análisis de investigaciones en materia de modelos de gestión de riesgo de crédito, se identifican las diferentes estrategias y enfoques adoptados por las instituciones financieras para gestionar y mitigar el riesgo de crédito.
- El modelo de gestión con el uso de matrices de transición impacta positivamente en la rentabilidad al permitir medir clara y oportunamente la probabilidad de que un préstamo se mueva de una categoría de riesgo a otra a lo largo del tiempo, con esta información se pueden tomar medidas correctivas para mejorar la calidad de la cartera.
- De igual manera, al considerar tasas de recuperación en caso de incumplimiento, se precisa posibles impactos negativos sobre la rentabilidad. Asimismo, con el cálculo de pérdidas esperadas se planifica con antelación frente a escenarios de disminución de los ingresos y aumento de las pérdidas. Finalmente, un adecuado cálculo del capital necesario para

respaldar los riesgos crediticios ayuda a proteger la rentabilidad de la institución financiera y cumplir con los requisitos regulatorios.

- La metodología utilizada en esta investigación es fundamental para el análisis y cálculo de los riesgos en el contexto de la gestión de riesgo de crédito. Mediante la aplicación de matrices de transición, se logra una comprensión profunda de los factores generadores de riesgo de crédito en la institución financiera objeto de estudio.
- Esta metodología aporta una estructura sistemática para evaluar y cuantificar los riesgos, permitiendo una mejor toma de decisiones. Al utilizar criterios de clasificación de riesgo y técnicas cuantitativas, se logra una estimación precisa de la pérdida esperada en términos monetarios y la ratio en sí de pérdida esperada. Esto, a su vez, brinda una visión clara sobre la capacidad de la institución para cubrir dichas pérdidas y asignar adecuadamente el capital.

RECOMENDACIONES

- Revisar el proceso de análisis de crédito. Esta revisión debería tener como objetivo principal la identificación de áreas de mejora y la implementación de cambios necesarios para optimizar el proceso.
- Estandarizar las variables de aprobación. Se recomienda establecer una estandarización de las variables utilizadas en el análisis de crédito, asignándoles pesos y ponderaciones adecuadas. Actualmente, se realiza un análisis basado en los 5C's de crédito (carácter, capacidad, capital, colateral y condiciones), sin embargo, es importante otorgar una mayor relevancia a cada una de estas variables, considerando su impacto real en la evaluación del riesgo crediticio.
- Estas recomendaciones buscan fortalecer el proceso de análisis de crédito, garantizando una evaluación más precisa y completa de los solicitantes de crédito, lo cual se cree que contribuirá a una toma de decisiones más fundamentada y con ello a la reducción del riesgo crediticio.
- Mejorar el proceso de recuperación de cartera en riesgo. Se sugiere implementar un parámetro en el sistema de gestión que permita identificar de manera clara y precisa al abogado responsable de cada cartera en riesgo en proceso extrajudicial y judicial. Actualmente, el área legal no cuenta con un sistema o registro que facilite la asignación y seguimiento de las operaciones por parte de los abogados. Se considera que esto facilitará el seguimiento y monitoreo de cada cartera, agilizando los procesos de recuperación y contribuyendo a una mejora en los tiempos de respuesta y resultados obtenidos.
- Revisar el cumplimiento de condiciones en renovaciones y refinanciamientos: Se sugiere realizar una revisión de las condiciones establecidas para las

renovaciones y refinanciamientos de operaciones de crédito. El objetivo principal es garantizar que la capacidad de pago de los deudores no se vea comprometida al otorgarles un monto adicional que exceda su capacidad real de pago. Esto implica realizar un análisis riguroso de su capacidad de generación de ingresos, flujo de efectivo y otros indicadores relevantes. Además, se deben considerar factores externos que puedan afectar su capacidad de pago, como cambios en las condiciones económicas y del mercado.

BIBLIOGRAFÍA

- Bernal Torres, C. A. (2010). *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Bogotá, Colombia: Pearson Educación de Colombia Ltda.
- Bernstein, P. (1998). *Against the Gods: The Remarkable Story of Risk*. Nueva York: John Wiley & Sons, Inc.
- Crouhy, M., Galai, D., & Mark, R. (2014). *The essentials of risk management*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Frasica, G., González, M., & Rojas, R. (2018). Procedimientos para calcular la pérdida esperada en entidades del sector de la economía solidaria bajo la nueva normativa de supervisión basada en riesgos. *NOVUM*, 195-215.
- Hull, J. (2018). *Risk Management and Financial Institutions*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- JPRMF. (2022, Diciembre 16). Codificación de Resoluciones de la Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera. *Codificación de Resoluciones*. Quito, Pichincha, Ecuador: JPRF.
- Martínez, M., & Mar, M. d. (2013). *Gestión de Riesgo en las entidades financieras: el riesgo de crédito y morosidad*. Retrieved 3 27, 2023, from <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/3654>
- Phaure, H., & Robin, E. (2020). Artificial Intelligence for Credit Risk Management. *Deloitte SAS*, 1-8.
- Sendra, J., & Jaquete, P. S. (2007). *Enterprise Risk Management, para gestionar corporaciones de alto rendimiento*. Retrieved 3 27, 2023, from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2345735>
- Sotelsek Salem, D., & Pavón Cuéllar, L. I. (2011). Evolución de los Acuerdos de Basilea: diagnóstico de los estándares de regulación bancaria internacional. *ECONOMÍAUNAM*, 29-50.
- Williams, R., Bertsch, B., Dale, B., Van der Wiele, J., Van Iwaarden, J., Smith, M., & Visser, R. (2006). Quality and Risk Management: What Are the Key Issues? *TQM Magazine*, 67-86.