

Metodología para generar una muestra estratificadas en un proceso de auditoria operativa interna
de una cooperativa de ahorro y crédito

Ivan Tomas Rodriguez Vargas

Trabajo de Grado para optar el título de Especialista en Estadística

Director

Tulia Esther Rivera Flórez

Maestría En Estadística

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias

Escuela de Matemáticas

Especialización en Estadística

Bucaramanga

2020

Contenido

	Pág.
Introducción	14
1. Antecedentes	16
1.1 Marco legal	17
1.2 Referentes conceptuales sobre muestreo para una auditoría:	18
1.3 Referentes conceptuales sobre muestreo:	19
1.4 Trabajos aplicados:	19
2. Justificación	21
3. Objetivos	23
3.1 Objetivo General	23
3.2 Objetivos específicos	23
4. Marco Teórico.....	24
4.1 Componentes específicos de las auditorías.....	24
4.1.1 Auditoria Operativa:	24
4.1.2. Cooperativa financiera de ahorro y crédito:.....	25
4.1.3. Agencia o sede de una cooperativa de ahorro y crédito.....	25
4.2 Métodos Estadísticos para Toma de Muestras.....	26
4.2.1 Marco Muestral	26
4.2.2. Muestreo no probabilístico	27
4.2.3. Muestreo Probabilístico	28

4.3 Muestreo estratificado.....	29
4.3.1 Necesidades de estratificar.....	31
4.3.2 Tamaño de muestra	31
4.3.3 Estimadores y sus propiedades	33
4.3.4 Inesgabilidad	33
4.3.5 Varianza de los Estimadores	34
4.3.6 Estimaciones de la Varianza para Muestras estratificadas	35
4.3.7 Diseño de muestreo con variables auxiliares	35
4.3.8 Diseño de muestreo con variables auxiliares (piPT).....	36
4.3.9 Muestreo bietápico.....	37
4.3.9.1 Principios básicos de muestreo bietápico	38
4.3.9.2 Parámetros poblacionales.....	39
5. Metodología	40
5.1 Población de estudio	40
5.2 Criterios.....	40
5.3 Descripción de Variables	41
5.3.1 Variables demográficas y socioeconómicas	41
5.3.2 Variables conductuales	43
6. Resultados.....	46
6.1 Análisis descriptivo.....	46
6.1.1 Variables demográficas y socioeconómicas	47
6.1.1.1 Género del Asociado.....	47
6.1.1.2 Edad de los asociados	48

6.1.1.3 Edad vs Género	49
6.1.1.4 Estado civil.....	50
6.1.1.5 Tipo de vivienda	51
6.1.1.6 Actividad económica	52
6.1.1.7 Máximo nivel de estudio discriminando por estrato socioeconómico.....	53
6.1.2 Variables conductuales	54
6.1.2.1 Líneas de crédito	54
6.1.2.2 Saldo de Capital.....	56
6.1.2.3 Plazo de créditos	57
6.1.2.4 Valor del crédito.....	58
6.1.2.5 Valores de las cuotas.....	59
6.1.2.6 Tasas de créditos.....	60
6.1.2.7 Destino créditos	63
6.1.2.8 Fechas Desembolso.....	65
6.1.2.9 Fecha Actualización Datos	67
6.1.2.10 Clasificación del Asociado	69
6.1.2.11 Tipificación del Asociado.....	71
6.1.2.12 Resultado Evaluación crediticia del analista (PEC).....	72
6.1.2.13 Indicador de retranqueo del crédito	73
6.1.2.14 Indicador de normalización del crédito.....	74
6.1.3 Correlación lineal entre las variables cuantitativas.....	75
7. Resultados.....	76
7.1 Lineamientos usados actualmente por la auditoria interna.....	76

7.1.1 Metodología de selección actual.....	76
7.1.1.1 Segmentación y tamaño de cuotas por línea de crédito.....	77
7.1.1.2 Factor de selección al interior de cada línea de crédito.....	79
7.1.2 ¿Cómo un auditor selecciona la muestra?.....	79
7.1.3 Explicación de las características de la población a través de la muestra.....	86
7.1.3.1 Hipótesis de normalidad de la variable de interés.....	86
7.1.3.2 Análisis descriptivo de la variable de interés (VLRCRED) de la muestra tomada según de la metodología actual.....	88
7.1.4 Estimación y sesgos en la variable de interés de la muestra (metodología actual).....	89
7.1.4.1 Población y muestra por estrato según metodología actual.....	90
7.1.4.2 Calculo del Sesgos de la variable de interés a la verdadera media (metodología Actual).....	92
7.2 Metodología propuesta.....	93
7.2.1 Variables para la estratificación.....	93
7.2.2 Etapa 1 (UPM) de la nueva metodología.....	94
7.2.2.1 Tamaño de la muestra.....	97
7.2.3 Etapa 2 (USM) de la nueva metodología.....	100
7.2.3.1 Parte A Utilizando tamaño muestral de 388 individuos.....	100
7.2.3.2 Parte B Utilizando tamaño muestral de 188 individuos.....	102
7.2.4 Resultados de la metodología planteada.....	104
7.2.4.1 Resultados con 388 unidades muestrales.....	104
7.2.4.2 Resultados con 188 unidades muestrales.....	106

7.2.4.3 Calculo del Sesgos de la variable de interés a la verdadera media (metodología nueva).....	108
7.3 Comparación Metodología actual vs Nueva Metodología.....	110
8. Conclusiones.....	111
9. Recomendaciones	113
Referencias Bibliográficas	114
Apéndices.....	117

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Variables demográficas y socioeconómicas de los asociados	42
Tabla 2 Variables conductuales de los asociados	44
Tabla 3 Distribución de Frecuencias para Género de los Asociados.....	47
Tabla 4 Resumen descriptivo para la variable edad.....	48
Tabla 5 Descriptores de la edad al discriminar por género.....	49
Tabla 6 Frecuencias del Estado civil	50
Tabla 7 Nivel de estudios vs Estrato Socioeconómico	54
Tabla 8 Distribución de Frecuencias por líneas de crédito.....	54
Tabla 9 Resumen descriptivo de la variable Capital.....	56
Tabla 10 Estadístico descriptivo de la variable Plazo del crédito de los asociados.....	57
Tabla 11 Estadístico descriptivo de la variable, valor Crédito	58
Tabla 12 Estadístico descriptivo de la variable valor Cuota.....	59
Tabla 13 Estadístico descriptivo de la variable Tasa del crédito.....	61
Tabla 14 Estadístico descriptivo de la variable, destino económico del crédito	63
Tabla 15 Estadístico descriptivo de la variable Fecha de Desembolso o creación.....	65
Tabla 16 Estadístico descriptivo de la variable Fecha de actualización	67
Tabla 17 Estadístico descriptivo de la variable Clasificación de asociado.....	69
Tabla 18 Estadístico descriptivo de la variable Tipificación del asociado	71

Tabla 19 Estadístico descriptivo de la variable Resultado Evaluación crediticia PEC 72

Tabla 20 Estadístico descriptivo de la variable Indicador de retranqueo del crédito 73

Tabla 21 Estadístico descriptivo de la variable Indicador de normalización del crédito..... 74

Tabla 22 Cuotas de selección de muestras por línea (metodología actual) 77

Tabla 23 Condiciones de inclusión forzosa en muestras por línea 79

Tabla 24 Cantidad de muestras seleccionadas por línea (metodología actual)..... 84

Tabla 25 Resultados de Test de Normalidad aplicados 87

Tabla 26 Descriptivo de valor de crédito de la muestra tomada (Metodología Actual) 88

Tabla 27 Resultados de la segmentación de la población con la metodología actual..... 90

Tabla 28 Composición de la muestra (metodología actual)..... 91

Tabla 29 Medidas de tendencia central de la población y la muestra (metodología actual) 92

Tabla 30 Matriz de decisión para escoger estratos en la UPM 96

Tabla 31 Tamaños óptimos de muestra con población conocida 98

Tabla 32 Tamaño de muestra seleccionados para la etapa 2 (USM) 99

Tabla 33 Tamaño de muestras por estrato bajo metodología planteada con 2% de error
muestral y 95% de confianza 100

Tabla 34 Numero de muestras por estrato bajo metodología planteada con 3% de error
muestral..... 103

Tabla 35 Estimaciones de medias por estrato usando variable auxiliar n=388. 104

Tabla 36 Comparación de medias poblacionales y muestrales con sesgo usando 388
muestras 105

Tabla 37 Estimaciones de medias por estrato usando variable auxiliar con n=188..... 106

Tabla 38 Comparación de medias poblacionales y muestrales con n= 188..... 107

Tabla 39 Medidas de tendencia central de la población y estimación a partir de la muestra estratificada.....	108
Tabla 40 Comparación de metodologías con la estimación de la verdadera media poblacional.....	110

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Estratos en una población. Pérez, (2010, pp 168)	30
Figura 2. Composición de un estrato. Pérez, (2010, pp 168).....	30
Figura 3. Distribución de la variable Edad	48
Figura 4 Distribución de las edades por género.....	50
Figura 5. Tipo de vivienda de los Asociados	51
Figura 6. Actividad económica de los Asociados	52
Figura 7. Nivel Educativo vs Estrato socioeconómico	53
Figura 8. Histograma de Distribución del plazo en créditos.....	58
Figura 9. Histograma de la Frecuencias de la tasas en los créditos	62
Figura 10. Serie de tiempo de los desembolsos por fecha	66
Figura 11. Serie de tiempo de la actualización de datos personales de los asociados	68
Figura 12. Distribución Clasificación de asociado	69
Figura 13. Distribución del Valor del Crédito Otorgado vs Clasificación del asociado.....	70
Figura 14 Correlación entre variables cuantitativas.....	75
Figura 15 QQplot de la variable de interés (metodología actual).....	87
Figura 16 QQplot de la población y la muestra de la metodología actual (Variable Valor de crédito)	88
Figura 17 Diagrama de flujo de la UPM (selección de estratos)	95
Figura 18 Diagrama de flujo USM (Selección de muestras y estimación de medias).....	102

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A: Análisis bivariados	117

Resumen

Título: Metodología para generar una muestra estratificadas en un proceso de auditoria operativa interna de una cooperativa de ahorro y crédito*

Autor: Iván Tomas Rodríguez Vargas **

Palabras claves: muestreo probabilístico, inferencia, población, estrato.

Descripción:

El proceso de muestreo en auditoria interna se ha convertido en una clave para mejorar la efectividad y eficiencia de los resultados, haciendo inferencia estadística en la población auditada. Por lo tanto, este trabajo de grado en modalidad de metodología de investigación abarca el proceso del diseño de una muestra a través de muestreo probabilístico con el uso de estratos, para un posterior análisis comparativo con la metodología actual usada en una cooperativa de ahorro y crédito.

Inicialmente, se identifica el proceso actual usado para la creación de muestras de auditoria operativa a través de la indagación con el personal que ejecuta estas actividades identificando que metodología se usa, como se estructura, que variables usan y bajo qué criterios específicos se diseña la muestra con la cual ejecutan las funciones de control interno en una cooperativa de ahorro y crédito. Además se realiza un análisis descriptivo de las variables usadas por los auditores para conocer la relevancia e importancia dada a cada uno de estos.

Posteriormente, se plantea una metodología alternativa usando muestreo probabilístico con estratificación que se asemeje en cuanto al uso de criterios actuales que utiliza la entidad generando estimadores muestrales y poblacionales. Finalmente realiza una comparación con los parámetros de operación de la muestra actual para identificar si sirve como alternativa eficiente y eficaz en la generación de muestras posteriores.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ciencias Escuela de Matemáticas Especialización en Estadística Director Tulia Esther Rivera Flórez Especialización En Estadística

Abstract

Title: Methodology to generate a stratified sample in an internal operational audit process of a savings and credit cooperative *

Author: Iván Tomas Rodríguez Vargas **

Keywords: probability sampling, inference, population, stratum.

Description:

The internal audit sampling process has become a key to improve the effectiveness and efficiency of the results, making statistical inference in the audited population. Therefore, this degree work in research methodology modality covers the process of designing a sample through probabilistic sampling with the use of strata, for a subsequent comparative analysis with the current methodology used in a savings and credit cooperative. .

Initially, the current process used for the creation of operational audit samples is identified through inquiry with the personnel that executes these activities, identifying what methodology is used, how it is structured, what variables are used and under what specific criteria the sample is designed. with which they perform internal control functions in a savings and credit cooperative. In addition, a descriptive analysis of the variables used by the auditors is carried out in order to know the relevance and importance given to each of them.

Subsequently, an alternative methodology is proposed using probabilistic sampling with stratification that is similar in terms of the use of current criteria used by the entity, generating sample and population estimators. Finally, it makes a comparison with the operating parameters of the current sample to identify if it serves as an efficient and effective alternative in the generation of subsequent samples.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ciencias Escuela de Matemáticas Especialización en Estadística Director Tulia Esther Rivera Flórez Especialización En Estadística

Introducción

Las organizaciones financieras de carácter cooperativo llevan a cabo una gran cantidad de procesos para cumplir de manera eficiente con su actividad sustantiva que es el otorgamiento de créditos en el marco de las metas propuestas por la alta gerencia. Hoy día, muchos de estos procesos se rigen bajo normas estandarizadas a nivel nacional e incluso internacional, por ello son susceptibles de ser revisados y evaluados para que las partes interesadas en conocer aquellos resultados puedan tener el suficiente grado de confiabilidad en la información que sirve de base para la evaluación del nivel de cumplimiento de esas normas.

Como es sabido, esta labor de revisión y evaluación se lleva a cabo mediante un proceso de auditoría que determina el nivel de cumplimiento de unos objetivos o normas, según el tipo de resultado que se desee obtener se puede encontrar varias clases de auditorías entre las que se destacan las externa, interna, fiscal, financiera, operacional, etc. En el caso de una auditoría interna es la misma empresa la que implementa una metodología para determinar el nivel de cumplimiento de las funciones con el ánimo de mejorar; este trabajo se centra en la implementación de una auditoría del tipo operativa que se caracteriza por ser una evaluación total o parcial de los procesos inherentes a una empresa con el objetivo de optimizar recursos y maximizar ganancias, en ella intervienen un equipo de profesionales conocedores de los procesos internos y de la normatividad que los rige a nivel interno (políticas y procedimientos) y externo (entes de control y reguladores).

Actualmente, es común en estos procesos de auditoría acceder a grandes volúmenes de información ya que la empresa o negocio es analizado desde la particularidad de sus áreas

(administrativa, gerencial y operativa) y en cada una de ellas sus actividades subdivididas en procesos, claramente las conclusiones producidas por este tipo de evaluación pueden ser de gran utilidad para la empresa por su objetividad y nivel de detalle pero su implementación genera ciertas dificultades si no se cuenta con metodologías que demuestren efectividad en su manejo llegando a disminuir la confiabilidad del trabajo realizado por el auditor.

Para dar respuesta a esta problemática, la tendencia es recurrir al uso de técnicas estadísticas inferenciales que faciliten el tratamiento y análisis de la información relacionada con un proceso, es decir basándose en el estudio de una muestra representativa de la población objetivo, de esta forma el auditor puede desempeñar su trabajo con mayor disposición de tiempo para analizar y producir insumos (medidas de resumen y estimaciones) que le permitan encontrar las verdaderas deficiencias de un proceso.

Por lo anterior se hace necesario profundizar en el componente metodológico de selección de muestras representativas de una población, es decir, el uso de técnicas estadísticas de muestreo en el marco de una auditoría operativa ya que tradicionalmente se usa el muestreo aleatorio simple de tal manera que cada una de las unidades tiene la misma probabilidad de ser elegida sin tener en cuenta otras variables que pueden subdividir a la población en estratos más homogéneos que garanticen mayor representatividad de la muestra, mayor precisión en la estimación y más posibilidades de análisis al incluir la inferencia dentro de cada estrato. Así el objetivo de este trabajo es proponer una metodología de selección de una muestra estratificada en el caso particular de una cooperativa de ahorro y crédito que pueda ser más eficiente que el esquema de selección actualmente utilizado.

1. Antecedentes

Dado que la administración de una cooperativa se basa en gobiernos corporativos en los cuales su función consiste en mantener el equilibrio entre los objetivos económicos y sociales, entre los objetivos individuales y los comunitarios al tiempo que se logra un eficiente uso de los recursos, se hace necesario entonces, evidenciar resultados concretos de gestión que puedan ser evaluados objetivamente en espacios como la rendición de cuentas o procesos de evaluación externa. Hoy día, las cooperativas en general deben someterse a auditorías tanto internas (sistemas de control interno) como externas (conducidas por un ente de control) que son procesos que se implementan periódicamente y permiten realizar un examen de los procesos operativos y de la actividad económica principalmente para confirmar si se ajustan a lo fijado por la normatividad vigente.

En relación con las metodologías que a nivel nacional han diseñado las diferentes cooperativas para soportar los procesos de auditorías, debe aclararse que en general son documentos privados que preservan la confidencialidad, por esto a continuación se mostrará un resumen de los documentos encontrados que cubren aspectos desde lo conceptual y legal de la actividad en estudio hasta la presentación de algunos trabajos que aportan directrices generales en relación con el muestreo estratificado multivariado, componente central que sustenta esta propuesta.

1.1 Marco legal

Aunque en Colombia la supervisión de las entidades cooperativas la ejerce la Supersolidaria y dicha entidad emite directrices a través de documentos como guías y circulares que se constituyen en la normatividad vigente en el ámbito local, también se cuenta con normas internacionales que constituyen un apoyo fundamental a la hora de implementar procesos de auditoría innovadores.

En particular encontramos que un auditor puede apoyarse en las Normas internacionales de auditoría (NIA) que son un conjunto de normas expedidas por la Federación Internacional de Contadores (IFAC) las cuales permiten desarrollar un trabajo profesional con herramientas de alta calidad reconocidas a nivel mundial. A este respecto, se encontró la adaptación de la norma NIA-530 a España, documento que incluye una sección sobre Muestreo en Auditoría que se complementa con varios Anexos donde se abordan temas como la Estratificación y selección ponderada, aporta sugerencias sobre la eficiencia, pruebas de detalle (que suelen centrarse en las unidades monetarias individuales de mayor valor y por ende recurre a muestras de menor tamaño), extrapolación de los resultados de una auditoría, factores que influyen en el tamaño de muestra, métodos de selección de muestras (que incluye además del aleatorio y sistemático, el muestreo por unidad monetaria y la selección incidental) y en general orienta el paso a paso para hacer un muestreo que facilite la obtención de conclusiones útiles y bien fundamentadas.

A nivel práctico se reconoce que dichas normas son una plataforma técnica para la adecuada obtención de evidencias en el proceso de auditoría y el posterior informe sobre la razonabilidad de los estados financieros únicamente, no en vano, Moncayo (2017) en su publicación hecha en el Instituto nacional de contadores públicos afirmó, “El muestreo de

auditoría, basado en la NIA 530 es una de las herramientas más importantes con las que cuenta un auditor interno o externo, ya que le permite revisar de manera general una empresa, a partir de la revisión de cierta información que le permite crear una imagen completa de la situación de la compañía.”

1.2 Referentes conceptuales sobre muestreo para una auditoría:

Para poder garantizar el trabajo de auditoria de los auditores operativos internos, Zamarrón (2009) hace un planteamiento en términos de papeles de trabajo; el autor utiliza este término para referirse a los soportes que sirven de base para planificar una auditoria, el registro de las evidencias acumuladas y los resultados de las pruebas, los datos para determinar el tipo adecuado de informe de auditoría, y una base de análisis para los supervisores y directivos. También, entre las generalidades que plantea está la idea de orientar el trabajo con muestras de la población a auditar las cuales se deben tomar según técnicas de muestreo propuestas por el auditor.

De otro lado, Cordero, Cabrera, Caraballo & Manso (2015) destacan al muestreo estadístico y su aplicación en las actividades de auditoria en las empresas cooperativas ya que responde a determinadas necesidades que desde el punto de vista práctico presentan los auditores en el procedimiento de selección de la muestra. Al final concluyen que la utilización del muestreo estadístico permite al auditor la selección de una muestra eficiente, midiendo la suficiencia de la evidencia obtenida y cuantificando la variación debida al muestreo.

1.3 Referentes conceptuales sobre muestreo:

Situados en el ámbito de teoría estadística para muestreo citaremos aquí sólo documentos que han abordado la aplicación del muestreo estratificado en situaciones con condiciones similares a la nuestra, es decir, el diseño de una metodología de estratificación para una población en un contexto multivariado.

- Sánchez, Solanilla, Clavijo & Zambrano (2010) abordan el estudio del cálculo de tamaño de muestra en Muestreo Aleatorio Estratificado (MAE) desde una perspectiva de programación matemática; tras una revisión bibliográfica de métodos, los autores consolidan un algoritmo eficiente para determinar la afijación óptima en un MAE multivariado que es presentado en forma secuencial y tabular, fácil de seguir, también generaliza el método de obtención de muestras univariadas a través del uso de programación convexa.

- Ulloa, L. (2006) presenta en esta tesis de grado el marco teórico para el muestreo estratificado en el caso univariado y multivariado, incluyendo como novedades lo relacionado con asignación óptima integrando una restricción para restringir la solución al espacio de los números naturales y la forma de abordar el problema de asignación óptima bajo un enfoque de optimización multiobjetivo de enteros bajo tres escenarios en cuanto a cantidad de información con que se cuenta: nula, parcial y completa.

1.4 Trabajos aplicados:

- Cabrera, Caraballo, Cordero y Manso (2015) presentan los resultados de una encuesta en la que evaluaron 189 auditores internos de diferentes empresas cooperativas sobre las ventajas

y desventajas del muestreo estadístico, luego proponen una metodología de muestreo estadístico que oriente un proceso de auditoría. El trabajo es limitado en cuanto a que solo aborda el muestreo aleatorio simple con selección sistemática.

- A nivel nacional se encontró el trabajo de grado titulado: “La auditoría, origen y evolución, ¿por qué en Colombia solo se conoce a través de leyes?” (Florián, 2016) en el cual la autora presenta una revisión histórica de las auditorías en el desarrollo histórico colombiano, el trabajo concluye que estos procesos se han ceñido al modelo basado en leyes, sólo a partir de la promulgación de la constitución de 1991 se observa mayor atención a estos procesos y al control interno pero al culminar el trabajo sigue la inquietud por si la única relevancia que se otorga en el país a estos procesos es motivada por el cumplimiento de las leyes y si es claro la influencia de una auditoría estatutaria.

- A nivel internacional se identificó el trabajo denominado “Técnicas de Muestreo para Auditorías Guía teórico – práctica” (Rubuione, 2011) quien definió este documento para la auditoria general de la nación de la republica de argentina en el cual se establecen pautas que contribuyen al trabajo de los auditores de esa entidad para que desarrollen sus metodologías de muestreo en los planes de auditoria basados en la búsqueda de la eficiencia, resaltando el uso de todas las para muestreo probabilístico y no probabilístico y cuya aplicación es de uso de proyecto a ejecutar según las circunstancias que lo requieran.

- Finalmente citamos el trabajo de Alejo y García (2017) quienes en su tesis para optar por el título de especialista en auditoría de sistemas de la información toman como referente la Sesión 404 de la ley Sarbanes Oxley tanto a nivel nacional como internacional, analizan sus beneficios y alcance como normativa en el marco del control interno de una organización; los autores destacan que su implementación permite ir más allá de evaluar las posibilidades de fraude

incluyendo la posibilidad de mejoramiento continuo de los procesos financieros, luego, a manera de aplicación, presentan un diagnóstico de una entidad bancaria colombiana para la cual proponen un modelo que se basa en dos elementos: los datos y los procesos. Su propuesta es plasmada gráficamente incluyendo nueve etapas: contextualización interna, identificación de aplicaciones, identificación de riesgos, análisis de riesgos, evaluación de riesgos, tratamiento de riesgos, sistemas de control interno, auditoría y comunicación. Lo anterior se complementa determinando los papeles de trabajo a utilizar (evidencias), marcas de auditoría (signos que identifican el concepto) y productos a entregar. El trabajo no incluye muestreo aleatorio como metodología para la selección de la información a analizar.

2. Justificación

La administración de una cooperativa financiera se basa en gobiernos corporativos cuya función consiste en mantener el equilibrio entre los objetivos económicos y los sociales, entre los objetivos individuales y los comunitarios, promoviendo el uso eficiente de los recursos y en igual medida, exigiendo que se rindan cuentas por la administración de esos recursos. Para evidenciar el resultado de lo anteriormente planteado, las cooperativas en general deben someterse a auditorías, esta actividad consiste en realizar un examen de los procesos operativos y de la actividad económica para confirmar si se ajustan a lo fijado por las leyes y la normatividad interna adicional a los buenos criterios.

Ante la necesidad de implementar una metodología que soporte los procesos de auditoría interna, una primera opción es la toma de muestras aleatorias considerando como criterio la cantidad de unidades de crédito desembolsados, a partir de ahí se producen ciertos resúmenes sin validar el cumplimiento de los supuestos que permitan hacer una inferencia válida, por ello se ve la necesidad de ajustar el proceso para que cumpla con las condiciones para hacer inferencia estadística lo cual facilitará la formulación de conclusiones pues se dispondrá tanto de estimadores como de medidas de precisión claramente definidos.

De otro lado en cuanto al tamaño de muestra, se puede estar presentando que se estén extrayendo y analizando más unidades de las requeridas, en cuyo caso se estaría incurriendo en un mayor volumen de trabajo o también se puede estar presentando que se extraigan y analicen una cantidad menor de unidades que aquellas que resulten suficientes para arribar a una opinión confiable, en cuyo caso se estaría poniendo en riesgo el sustento mismo de las opiniones.

Es por esto que este proyecto se propone diseñar una metodología de muestreo usando estratificación de la población que pueda aportar resultados más confiables a través del cálculo de estimadores estadísticos y sus respectivas medidas de variación que nos lleven a determinar si la metodología actual es eficiente o no.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Proponer una metodología de muestreo estratificado que sirva de base para auditar las actividades operativas y de control relacionadas con los procesos misionales de otorgamiento de crédito en una cooperativa de ahorro y crédito según la normatividad vigente.

3.2 Objetivos específicos

Evaluar cuáles son los factores que tienen mayor importancia en la metodología actual (muestreo aleatorio simple)

Identificar las variables que puedan lograr una segmentación apropiada de la población.

Determinar que estratos o subgrupos resultan relevantes en el marco de una actividad de control operativo como lo es una auditoría interna.

Probar usando criterios estadísticos cuál método de muestreo es más eficiente (muestreo no probabilístico vs muestreo probabilístico estratificado).

Estructurar la metodología de selección de muestras para una población específica de una cooperativa de ahorro y crédito.

4. Marco Teórico

4.1 Componentes específicos de las auditorías

4.1.1 Auditoria Operativa:

Abarca la evaluación objetiva, constructiva, sistemática y profesional de las actividades relativas a los procesos de gestión de una entidad, con la finalidad de determinar el grado de eficiencia, eficacia con que son manejados y controlados los recursos en general, de manera que cumpla con las políticas implementadas con la finalidad de alcanzar los objetivos establecidos por la alta Gerencia. Su alcance es ilimitado, esto se debe a que todos los procesos de una entidad pueden ser auditados sin considerar que sea un proceso financiero o no. La auditoría operativa cubre todos los aspectos internos o externos que lo interrelacionan.

El tener alcance ilimitado y la posibilidad de contener diversidad de hallazgos, implica que, una auditoría operativa pueda requerir profesionales de diferentes disciplinas. Su objetivo es identificar las debilidades en el sistema de control implementado por la Compañía con la finalidad de diagnosticar e implementar recomendaciones que permitan reforzar el sistema de control.

Toda auditoria operativa tiene las siguientes características:

- **Estratégicas.** Se enfocan en los aspectos críticos o relevantes que se identifiquen en el desarrollo de la auditoría.

- **Objetivas.** Al desarrollarlas se debe asegurar que los hallazgos y las conclusiones se fundamenten en lo posible su en evidencia verificable.
- **Confiables.** La información que presente y reporte la auditoría debe ser veraz y exacta, de manera que minimice los riesgos de interpretación.
- **Diligentes.** Se deben atender con eficiencia y oportunidad los requerimientos del organismo competente de control.
- **Efectivas.** Las recomendaciones y acciones correctivas, preventivas o de mejoramiento a aplicar, respecto de las situaciones detectadas, deben mejorar el sistema de control.

4.1.2. Cooperativa financiera de ahorro y crédito:

Es una entidad del sector solidario (sin ánimo de lucro) constituida conforme a la ley y cuyo objeto social es servir las necesidades financieras de sus socios y de terceros mediante el ejercicio de las actividades propias de una entidad de crédito.

4.1.3. Agencia o sede de una cooperativa de ahorro y crédito

Punto de atención para el público en general que se ubica geográficamente en zonas sobre las cuales la cooperativa ofrece sus servicios financieros de ahorro y crédito y donde las personas realizan los procesos de asociación o vinculación cooperativa.

En las agencias se ejecutan las actividades de análisis para el otorgamiento de crédito a los asociados, por tal razón son la fuente de ejecución de auditorías operativas tomando la población

de estas como objetivo a evaluar bajo un rango de tiempo específico el cual es predefinido por la gerencia de auditoria.

4.2 Métodos Estadísticos para Toma de Muestras

Son metodologías de muestreo usadas para determinar qué parte de una población en estudio debe examinarse con el fin de garantizar la validez de las inferencias estadísticas para dicha población.

4.2.1 Marco Muestral

Existen circunstancias donde el identificar todo un grupo de elementos o individuos puede ser complicado (poblaciones infinitas, ej.: el número de total de abejas en el mundo) o en otras circunstancias donde conocer el total de la población puede ser posible (poblaciones finitas como por ejemplo el número total de asociados de la cooperativa financiera). A este respecto, Ochoa (2015) refiere que todos estos elementos que componen la población que queremos conocer y de la cual vamos a hacer un estudio o inferencia a través de la selección de muestras conforman el marco muestral y cada uno de sus elementos son las unidades muestrales del estudio.

Para tomar un ejemplo más real podemos usar la medición del nivel de satisfacción de los asociados de una cooperativa según la velocidad con la que fue atendida su solicitud de crédito, a partir de todos los asociados a los cuales se les desembolsó un crédito en un periodo específico. La lista de asociados tomados en ese determinado periodo de tiempo es nuestro marco muestral, la población hace referencia a todos los asociados de la cooperativa que estén vinculados sin tener

o no créditos desembolsados y nuestra población objetivo los asociados que solicitaron créditos. Una vez se cuenta con el marco muestral es posible la extracción de una muestra para ser analizada usando los métodos inferenciales.

4.2.2. Muestreo no probabilístico

Cuando no se utiliza un mecanismo aleatorio que garantice la participación de todas las unidades muestreables para seleccionar el subconjunto a estudiar y hacer afirmaciones o inferencias sobre una población específica decimos que el muestreo es no probabilístico. Para Martínez (2011), este tipo de muestreo se basa en el conocimiento que tenga la persona que va a realizar el estudio sobre dicha población para seleccionar los elementos y se advierte que una muestra no probabilística es útil para propósitos descriptivos pero no es viable la implementación de métodos inferenciales.

Este tipo de muestreo generalmente se usa en situaciones donde no se puede contar con marcos muestrales o acceso a todos los individuos de una población como por ejemplo un estudio de mercado sobre consumo de algún producto en la población de un país, allí generalmente se usan técnicas como seleccionar la muestra por juicio, por selección experta o intencional, por selección de muestra casual o fortuita o muestrear por cuota entre otros métodos.

Cabe aclarar que para la realización de este proyecto estamos bajo unas condiciones privilegiadas, ya que no vamos a usar este tipo de muestreo pues contamos con el listado de la población objetivo, es decir el marco muestral requerido, disponible en forma digital al cual podemos acceder vía muestreo aleatorio o cualquier otro método de muestreo que se decidiera implementar.

4.2.3. Muestreo Probabilístico

El muestreo probabilístico es una técnica en la cual las muestras son recogidas mediante un método que les brinde a todos los individuos del marco muestral o poblacional una probabilidad diferente de cero de ser seleccionados. Muchos consideran que por metodología este proceso es el ajuste más estricto para un muestreo ya que elimina los sesgos que pueden generarse cuando la selección es guiada por otros criterios. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la técnica de muestreo que un auditor elija se debería adecuar al mejor cumplimiento del objetivo planteado.

En el muestreo probabilístico, podemos identificar diversas técnicas de selección en las cuales existe un nivel de complejidad que varía desde simple hasta complejo; en ese orden de ideas, se destacan el muestreo aleatorio simple, muestreo sistemático, muestreo aleatorio estratificado, muestreo por conglomerados, muestreo bietápico, conglomerados sin submuestreo, muestreo multietápico y muestreo por fases.

Esta diversidad nos hace tomar conciencia de que la técnica de muestreo a utilizar nos determinará en gran medida la calidad en los posibles hallazgos del auditor, y esto sucede porque se trata de evaluar para nuestro caso una parte de la población objetivo de manera imparcial eliminando todo posible sesgo en las muestras porque todos los individuos tienen probabilidad mayor a cero de ser elegidos para hacer inferencia en la población.

Finalmente queremos destacar la reflexión que hace Gutiérrez (2015) cuando afirma:

“Una muestra al azar no necesariamente es una muestra probabilística. En la mala práctica, algunos investigadores utilizan métodos aleatorios de inclusión de elementos sin disponer de un marco de muestreo y sin cumplir las dos condiciones básicas; de esta manera, aunque

los elementos sean escogidos de manera aleatoria o al azar, la muestra resultante no se puede catalogar como una muestra probabilística” (p.21).

Es decir, el muestreo probabilístico se sustenta en marcos de muestrales estrictos que nos permitan garantizar la asignación de probabilidad a cada0 unidad muestral, no basta con contar con el mecanismo aleatorio, los elementos son fundamentales.

4.3 Muestreo estratificado

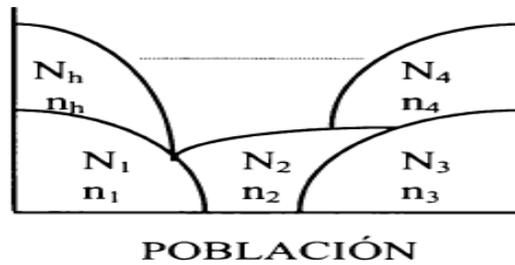
Cuando nos encontramos con poblaciones que incluyen elementos de distinta clase o naturaleza se pueden usar procedimientos más complejos para seleccionar las muestras. Así, Pérez (2010) postula que cuando tenemos una población heterogénea de N individuos, se puede pensar en considerar dividirla en L subpoblaciones que incluyan unidades más homogéneas entre sí a las cuales se les denomina estratos.

La muestra estratificada de tamaño n se obtiene seleccionando n_h elementos ($h=1,2,\dots, L$) de cada uno de los L estratos en que se subdivide la población de forma independiente. Así, la muestra estratificada se obtiene seleccionando una muestra aleatoria simple en cada estrato de forma independiente, no obstante, en general nada impide utilizar diferentes tipos de selección en cada estrato. Para un estrato en particular pueden pertenecer todas sus unidades a la muestra, parte de ellas o ninguna.

Podemos representar gráficamente la población subdividida en h estratos de tamaño N_h en cada uno de los cuales se selecciona de manera independiente n_h unidades tal como se indica en la siguiente gráfica:

Figura 1.

Estratos en una población

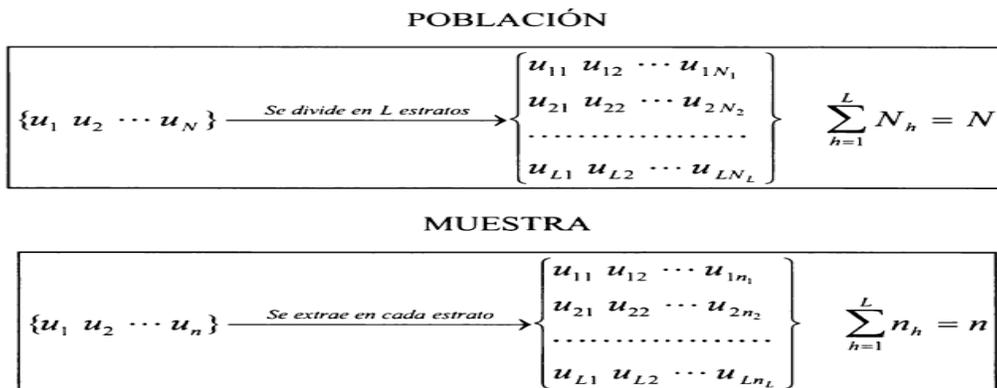


Nota Tomado de. Pérez, (2010) pp 168

Simbólicamente, la representación de una población dividida en estratos y la formación de la muestra estratificada se expresarían así:

Figura 2.

Composición de un estrato.



Nota. Tomado de: Pérez, (2010) pp 168

4.3.1 Necesidades de estratificar

Existen muchos conceptos por los cuales se tenga la necesidad de tomar la población y dividirla en estratos o subgrupos entre los cuales esta:

- Por razones administrativas: existen marcos de muestreo que ya tienen dividida la población en subgrupos formados naturalmente.

- Porque se desee garantizar que la muestra seleccionada sea representativa con respecto al comportamiento de la población según la información auxiliar.

- Se requieren estimativos con alta precisión discriminados para cada sub-población. (Aumentar el tamaño de muestra en los estratos menos representados.)

- Menor Costo: distintos esquemas operativos para diversos estratos.

- Reducción de la varianza en la estimación: se reduce el margen de error de la estimación global pues permite optimizar el tamaño de muestra por estrato, incluso en un diseño óptimo se hace que los estratos más homogéneos (menor desviación estándar en la variable de interés) tengan menor tamaño de muestra.

4.3.2 Tamaño de muestra

Los elementos teóricos que se presentarán a continuación se basan en Ulloa (2006) donde se adopta la siguiente notación:

- El subíndice $h = 1, 2, 3, \dots, L$ denota el estrato
- El subíndice $i = 1, 2, 3, \dots, N_h$ la unidad dentro del estrato h
- N_h número total de unidades en el estrato h

- n_h número de unidades de la muestra en el estrato h
- Y_{hi} valor obtenido para la i-ésima unidad del estrato h
- $n=(n_1, n_2 , \dots , n_L)'$ vector del número de unidades de la muestra
- $W_h = \frac{N_h}{N}$ tamaño relativo del estrato h
- $f_h = \frac{n_h}{N_h}$ fracción de muestreo en el estrato h
- $\bar{Y}_h = \frac{\sum_{i=1}^{N_h} y_{hi}}{N_h}$ media poblacional del estrato h
- $\bar{y}_h = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} y_{hi}}{n_h}$ media muestral del estrato h
- σ_h^2 : varianza en cada estrato
- $S_h^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N_h} ((y_{hi} - \bar{Y}_h))^2}{N_h - 1}$ varianza muestral en el estrato h
- c_h costo por unidad de muestreo en el estrato h
- U Población

La siguiente es la fórmula de la teoría de muestreo que indica cómo hacer el cálculo del tamaño de muestra en el caso de la estimación de una media poblacional a través de un muestreo estratificado proporcional, z es el cuantil asociado al nivel de confianza que se desee para la estimación y e es el margen de error aceptado:

$$n = \frac{z^2 \sum_{h=1}^L W_h \sigma_h^2}{e^2}$$

De otro lado, la distribución del tamaño muestral n entre los L estratos o subpoblaciones suele llamarse técnicamente afijación y tiene las siguientes opciones:

- Afijación simple: a cada estrato le corresponde igual número de unidades muestrales.
- Afijación proporcional: la distribución de n se hace proporcional al tamaño del estrato.

- Afijación óptima: Se tiene en cuenta la dispersión de los resultados en el estrato, de modo que donde haya más variabilidad se asigna más tamaño de muestra.

4.3.3 Estimadores y sus propiedades

Un estimador es una función definido sobre una muestra aleatoria cuyo valor pretende informar sobre un parámetro poblacional desconocido, en relación con el estimador de la media poblacional usada en un muestreo aleatorio estratificado el Ulloa (2006) lo define como:

$$\bar{y}_{st} = \frac{\sum_{h=1}^L N_h \bar{y}_h}{N} = \sum_{h=1}^L W_h \bar{y}_h$$

De otro lado, el estimador usual de la media muestral es denotado por \bar{y} y vendría dado por la expresión:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{h=1}^H n_h \bar{y}_h}{n}$$

4.3.4 Insesgabilidad

Esta propiedad se refiere al hecho de que la esperanza del estimador de la media poblacional usada en muestreo estratificado, es decir, \bar{Y}_{st} es la media poblacional

Tomando como referencia a (Cochran, 1990), cuyo teorema se emplea para demostrar los resultados asociados a las distribuciones de probabilidad que se dan en los análisis de varianza de los datos, su teorema 1 nos dice que si en cada estrato la estimación muestral \bar{y}_h es insesgada, entonces \bar{y}_{st} es una estimación insesgada de la media poblacional \bar{y}

$$\begin{aligned}
 E(\bar{y}_{st}) &= E\left(\sum_{h=1}^L W_h \bar{y}_h\right) \\
 &= \sum_{h=1}^L W_h \bar{Y}_h \\
 &= \bar{Y}
 \end{aligned}$$

4.3.5 Varianza de los Estimadores

Esta propiedad se refiere al hecho de que un estimador con varianza menor, es probable que el resultado esté más próximo al verdadero valor del parámetro

El teorema 2 (Cochran, 1990), nos dice que si las muestras se extraen independientemente en los diferentes estratos entonces

$$V(\bar{y}_{st}) = \sum_{h=1}^L W_h^2 V(\bar{y}_h)$$

Donde $V(\bar{y}_h)$ es la varianza de \bar{y}_h sobre muestras repetidas del estrato de prueba h

También para la varianza tenemos un Teorema 3 tomado de (Cochran, 1990), que nos dice que, para el muestreo aleatorio estratificado, la varianza de la estimación \bar{y}_{st} es:

$$\begin{aligned}
 V(\bar{y}_{st}) &= \frac{1}{N^2} \sum_{h=1}^L N_h (N_h - n_h) \frac{S_h^2}{n_h} \\
 &= \sum_{h=1}^L W_h^2 \frac{S_h^2}{n_h} (1 - f_h)
 \end{aligned}$$

4.3.6 Estimaciones de la Varianza para Muestras estratificadas

Una vez se haya creado el estrato desde de la población o marco muestral a trabajar y usando una metodología de selección aleatoria simple para la toma de la muestra en dicho estrato, una estimación insesgada de S_h^2 sería:

$$S_h^2 = \frac{1}{n_h - 1} \sum_{i=1}^{n_h} (y_{hi} - \bar{y}_h)^2$$

De esto se obtendría el siguiente resultado basado en el teorema 4 (Cochran, 1990), que nos dice que con muestreo aleatorio estratificado una estimación insesgada de la varianza de \bar{y} es:

$$\hat{V}(\bar{y}_{st}) = \sum_{h=1}^L \frac{W_h^2 S_h^2}{n_h} - \sum_{h=1}^L \frac{W_h S_h^2}{N}$$

Hay que tener en cuenta que para calcular éste estimador en una muestra estratificada debe haber cuando menos dos unidades provenientes cada uno de los estratos

4.3.7 Diseño de muestreo con variables auxiliares

Para diseñar una metodología de muestreo estratificado se puede optar por el uso de variables auxiliares en donde las probabilidades de inclusión están dadas a priori de manera independiente para cada individuo utilizando de manera teórica este proceso para describir las propiedades de otros estimadores

Siendo $p_1(s_1), p_2(s_2), \dots, p_L(s_L)$ los diseños de muestreo utilizados en cada estrato $h = 1, \dots, L$, entonces el diseño de muestreo estratificado se define como

$$p(s) = \prod_{h=1}^L p_h(s_h)$$

Y siendo π_i un número positivo, tal que $0 < \pi_i \leq 1$, que representa la probabilidad de inclusión del k-ésimo elemento, el diseño de muestreo de Poisson se define de la siguiente manera

$$p(s) = \prod_{k \in s} \pi_k \prod_{k \notin s} (1 - \pi_k) \text{ para todo } s \in Q$$

Donde Q es el soporte que contiene a todas las posibles muestras sin reemplazo.

Para el diseño de muestreo Poisson, las probabilidades de inclusión de primer y segundo orden están dadas por:

$$\pi_k = \pi_k$$

$$\pi_{kL} = \begin{cases} \pi_k \text{ para todo } k = L \\ \pi_k \pi_L \text{ en otro caso} \end{cases}$$

4.3.8 Diseño de muestreo con variables auxiliares (piPT)

En este diseño de muestreo con reemplazo, los valores óptimos de las probabilidades de selección para cada elemento de la población tendrán que estar dados por:

$$p_k = \frac{y_k}{t_y}$$

Siendo X_k , el valor de una característica auxiliar continua para el elemento k-ésimo tal que: $X_k > 0$ para todo $k \in U$ y X_k está disponible y es conocida para todos los elementos de la población.

Con esto se define un diseño de muestreo con probabilidad de selección proporcional al tamaño de la característica auxiliar, de la siguiente manera:

$$p(s) = \begin{cases} \frac{m!}{n_1(s)! \dots n_N(s)!} \prod_U \left(\frac{1}{p_k}\right)^{n_k(s)} & \text{si } \sum_U n_k(s) = m \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Donde m es el tamaño de muestra elegido, $n_k(s)$ es el número de veces que el elemento k-ésimo es seleccionado en la muestra realizada s y p_k es la probabilidad de selección del elemento k-ésimo dada por

$$p_k = \frac{X_k}{t_x}$$

Con t_x el total poblacional de la característica auxiliar x.

Para un diseño de muestreo con reemplazo y con probabilidades de selección proporcionales al tamaño de una característica de información auxiliar, las probabilidades de inclusión de primer y segundo orden están dadas por

$$\pi_k = 1 - (1 - p_k)^m$$

$$\pi_{kL} = 1 - (1 - p_k)^m - (1 - p_L)^m + (1 - p_k - p_L)^m$$

Respectivamente. En donde $p_k = \frac{X_k}{t_x}$

4.3.9 Muestreo bietápico

También llamado muestreo a dos etapas, donde se estima el total de cada clúster t_i mediante una sub-muestra dentro de los estratos seleccionados de la población. En la estimación de los parámetros de interés se encuentran dos fuentes de variabilidad cada una en cada etapa. Es decir, existe variabilidad debido a la selección de las unidades primarias de muestreo o conglomerados y, por supuesto, también existe variabilidad debido a la selección de una muestra de elementos, unidades secundarias de muestro en los estratos seleccionados.

Una vez se dispone del marco de muestreo de elementos dentro de los estratos definidos, se dispone la selección de las sub-muestras de elementos. Par esto se plantea que el principio básico del muestreo en varias etapas es el proceso jerárquico que se realiza por los siguientes pasos:

- Construcción del marco de muestreo de unidades (conglomerados en las primeras etapas del diseño muestral).
- Aplicación de un diseño muestral y selección de la muestras (o sub-muestras) de cada marco de muestreo

Se tiene como notación los siguientes elementos cuando se usa muestreo en etapas; para nuestro caso identificamos el ejemplo con dos etapas así:

- Unidad Primaria de Muestreo o UPM a la primera subdivisión en conglomerados de la población original
- Unidad Secundaria de Muestreo o USM a la sub-subdivisión de la población, es decir la subdivisión de las UPM

4.3.9.1 Principios básicos de muestreo bietápico

- **Invarianza:** sugiere que la probabilidad de selección de una muestra de unidades de muestreo (conglomerados o elementos) no depende del diseño de muestreo de la anterior etapa
- **Independencia:** interpretado como que el sub-muestreo de cualquier unidad de muestreo se lleva a cabo de manera independiente con las otras unidades de muestreo, en la misma etapa o en etapas superiores o inferiores.

Este diseño de muestreo bietápico debe cumplir las dos propiedades de Invarianza y de independencia. La Invarianza significa que los diseños de muestreo $p_i(s_i)$ de la segunda etapa no

dependen del resultado en la primera etapa, es decir, que el diseño de muestreo siempre debe ser el mismo dentro de cada una de las unidades primarias de muestreo.

$$P_r(S_i = s_i | S_I = s_I) = P_r(S_i = s_i)$$

Indicándonos que $p_i(\cdot | s_I) = p_i(\cdot)$

Con esto nos explica que la independencia significa que el proceso de selección de muestras en la segunda etapa dentro de cada unidad primaria de muestreo no depende de los procesos de selección utilizados en las restantes unidades primarias de muestreo.

Para muestra aleatoria S_I en la primera etapa se cumple que:

$$P_r\left(\bigcup_{i \in S_I} s_i | S_I\right) = \prod_{i \in S_I} P_r(s_i | S_I)$$

Y la muestra de elementos – o unidades secundarias de muestreo – viene dada por

$$S = \bigcup_{i \in S_I} S_i, \text{ con } S_i \in Q^i$$

4.3.9.2 Parámetros poblacionales. La media poblacional es

$$\begin{aligned} \bar{y}_U &= \frac{\sum_{k \in U} y_k}{N} \\ \bar{y}_U &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N_I} \sum_{k \in U} y_k \\ \bar{y}_U &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N_I} N_i \bar{y}_i \end{aligned}$$

Donde $\bar{y}_i = \frac{1}{N} \sum_{k \in U} y_k$ es la media de la i -ésima unidad primaria de muestreo $i = 1, \dots, N_I$

5. Metodología

El trabajo que aquí se propone se enmarca dentro del tipo análisis cuantitativo con un enfoque inferencial basado en la estimación de medias y proporciones.

5.1 Población de estudio

Para la ejecución de esta metodología usamos como población de estudio el número de asociados de la cooperativa con corte a 31 de diciembre de 2018 que corresponde a 38.698 asociados en estado vigente u activos (individuos que según sus movimientos financieros pueden acceder a créditos entregados u otorgados por la entidad). En el desarrollo del presente proyecto se cuenta con la información de los 2.589 afiliados a los cuales se les han otorgado créditos en la sede principal de la cooperativa financiera durante el período de tiempo de 2016 a 2018; esta será nuestra población objetivo la cual a su vez constituye el Marco Muestral para el diseño de muestreo, dicho listado incluye tanto personas naturales como jurídicas.

5.2 Criterios

De otro lado para comparar la metodología actual con el muestreo estratificado se tomará como referencia criterios como:

Precisión y error de muestreo: es la medida con la que se pretende demostrar el supuesto de similitud entre el valor del estimador (de la muestra) y el valor del parámetro (de la población), la diferencia entre estos valores define en gran medida este término.

Errores no atribuibles al muestreo: medida que nos permita evidenciar la diferencia que existe entre el estimador y el parámetro, y que no se deba al azar ni al tamaño de muestra sino a falencias en la metodología usada.

De otro lado, para efectos de segmentación, la creación de estratos se realizó a la luz del análisis descriptivo y del conocimiento derivado de la experiencia del personal a cargo del proceso de asignación de créditos.

5.3 Descripción de Variables

El conjunto de variables disponibles se presenta en dos categorías: demográficas y conductuales, para las cuales se resume la siguiente información:

5.3.1 Variables demográficas y socioeconómicas

Son las variables que nos identifican a las unidades muestrales (registros) bajo condiciones netamente de la persona, disponemos de las características generales listadas en la Tabla 1.

Tabla 1

Variables demográficas y socioeconómicas de los asociados

Variable	Notación	Descripción	Escala de medición
Edad del asociado	EDAD	Edad del asociado al momento de la revisión de auditoría	De razón
Género del asociado	SEXO	Categoría dada al asociado según el sexo reportado según la escala de MASCULINO, FEMENINO (Personas Naturales) y EMPRESA (Personas Jurídicas)	Nominal
Estado civil de los asociados	ESTCIVIL	Clasificación dada al asociado según la información reportada en un valor de la escala: CASADO, DIVORCIADO, SEPARADO, SOLTERO, UNION LIBRE, VIUDO.	Nominal
Tipo de vivienda del asociado	TIPVIVIENDA	Clasificación dada al asociado según la información reportada, es un valor en la escala: ALQUILER, FAMILIAR, PROPIA	Nominal
Actividad económica del asociado	ACTECONOMICA	Clasificación dada al asociado según la escala: ASALARIADOS Y PENSIONADOS, RENTISTA DE CAPITAL SOLO PARA PERSONAS NATURALES, TRANSPORTE DE PASAJEROS, COMERCIO AL POR MENOR EN ESTABLECIMIENTOS NO ESPECIALIZADOS, OTRAS ACTIVIDADES DE SERVICIOS PERSONALES N.C.P. y OTROS	Nominal

Variable	Notación	Descripción	Escala de medición
		TIPOS DE COMERCIO AL POR MENOR NO REALIZADO EN ESTABLECIMIENTOS	
Estrato socioeconómico del asociado	ESTRATO	Clasificación del inmueble residencial del asociado según documentación allegada a la hora de la solicitud del crédito, incluye los valores enteros del 1 al 6.	Ordinal
Nivel educativo del asociado	NIVELEDU	Es el nivel de educación del asociado medido en la escala: NINGUNA, PRIMARIA, SECUNDARIA, TECNICO, UNIVERSIDAD, POSTGRADO	Ordinal

Nota. Fuente tomada de cooperativa financiera

5.3.2 Variables conductuales

Son las variables que nos identifican a las unidades muestrales (registros) bajo condiciones de comportamiento con los productos de crédito que han tomado y por ende las que tienen mayor relevancia para la ejecución de este proyecto.

Tabla 2

Variables conductuales de los asociados

Variable	Notación	Descripción	Escala de medición
Código de Crédito	CODCRED	Código Único Asignado al crédito otorgado o desembolsado	Nominal
Nombre de la Línea de Crédito	LINEA	Nombre de la línea de crédito que se le otorgó al asociado	Nominal
Saldo de Capital	CAPITAL	Valor que adeuda en pesos del capital prestado a la fecha de corte de la ejecución de la auditoria	De razón
Plazo del crédito	PLAZO	Plazo otorgado al crédito desembolsado mínimo 3 meses máximo 120 meses	Razón
Valor desembolso	VLRCRED	Valor del préstamo otorgado al asociado en pesos colombianos	De razón
Valor cuota	VLCUOTA	Valor de la cuota que paga el asociado	De razón
Tasa del crédito	TASA	Porcentaje de la tasa con la que se liquidaron los intereses del crédito otorgado al asociado	De razón
Destino económico del crédito	DESTINOCRED	Destino asignado al crédito por el analista según información allegada por el asociado en 38 escalas	Nominal
Fecha de Desembolso o creación	FECHADESEM	Fecha de desembolso o creación del crédito desembolsado	Ordinal
Fecha de actualización	FECHAACT	Fecha del último movimiento que recibió la operación o crédito otorgado en el sistema	Ordinal

Variable	Notación	Descripción	Escala de medición
Clasificación del asociado	CLASE_SCORING	Clasificación que se le otorga al asociado según un modelo de scoring para determinar su capacidad económica en la escala REF0, REF1, REF2 Y REF3 de menor a mayor riesgo en la recuperación de cartera.	Ordinal
Tipificación del asociado	TIPOASOCIA	Segmentación realizada a los asociados según comportamientos de créditos anteriores con ingresos en la escala: NORMAL, PREFERENCIAL, PREFERENCIAL A, PREFERENCIAL AA, PREFERENCIAL AAA, RENOVACION PRESTA U, PREFPLUS, PREF. MASTER, RETANQUE 1, RETANQUEO 2 y DON PEDRO	Ordinal
Resultado Evaluación crediticia PEC que hace el analista de crédito	RESULPEC	Clasificación dada por el analista de crédito cuando evalúa la documentación de la solicitud de crédito del asociado y lo asigna en la escala de: APROBADO, PENDIENTE RECHAZADO, NO CONSULTADO	Nominal
Observaciones al crédito para desembolso	OBSERV	Observación contextual que registra el analista de crédito en el sistema de información a la hora de la	Ordinal

Variable	Notación	Descripción	Escala de medición
		aprobación, incluye condiciones para el crédito según su análisis.	
Indicador de retranqueo del crédito	RETANQUEO	Indica si el crédito sufrió un retranqueo (concepto que se atribuye si una vez cumplida la mitad de los pagos del plazo , este se vuelve a replantear a su monto original prestado, se mide como un SI/NO	Nominal
Indicador de normalización del crédito	NORMALIZADO	Indica si el crédito sufrió una normalización durante la vigencia que lleva (concepto que se utiliza para indicar si el crédito presentó una nueva ampliación de plazo de las cuotas para bajar su monto de pago en el periodo pactado), sólo se registra si/no.	Nominal

Nota. Fuente tomada de cooperativa financiera

6. Resultados

6.1 Análisis descriptivo

En este espacio se presentan las variables del marco Muestral definido para la aplicación de la metodología bajo la segmentación realizada (variables demográficas socioeconómicas y

variables de conductuales) lo cual nos permitirá el conocimiento de las principales características de los individuos a nivel grupal.

6.1.1 Variables demográficas y socioeconómicas

6.1.1.1 Género del Asociado

Tabla 3

Distribución de Frecuencias para Género de los Asociados

Categoría	Frecuencia	Porcentaje %
Empresa	13	0.5
Femenino	1356	52.4
Masculino	1220	47.1

Según se observa en la Tabla 3 es claro que en esta sede principal de la cooperativa financiera, la demanda por créditos se ha orientado más hacia las personas naturales y dentro de esta categoría son las mujeres las que más han accedido a esta clase de servicio.

6.1.1.2 Edad de los asociados

Tabla 4

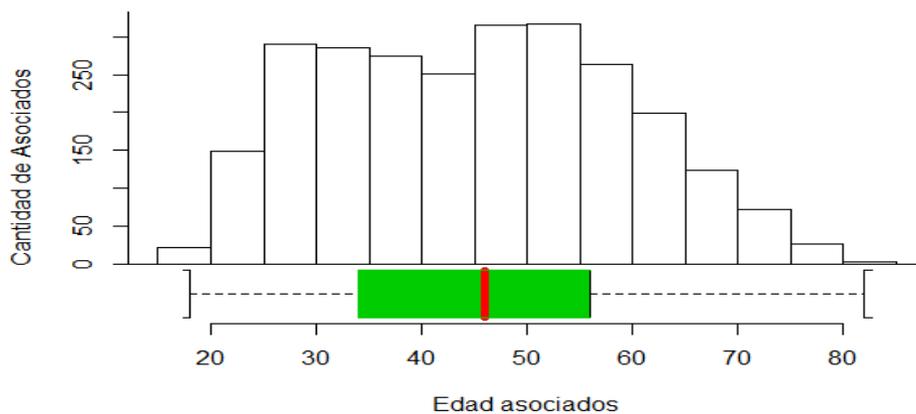
Resumen descriptivo para la variable edad

	Cantidad	Media	Mediana	Desviación estándar	Asimetría	Curtosis	Mínimo	Máximo
EDAD	2589	45.66	46.0	13.98	0.15	-0.87	18	82

La edad de los asociados objeto del presente estudio presenta una alta variación (Rango= 44 años), la edad promedio se ubica en cerca de 45 años, las edades se distribuyen asimétricamente a derecha (Ver Figura 3 y coeficiente de asimetría), sin embargo, la edad mediana de 46 años con lo cual el sesgo es leve y tanto la edad promedio como la desviación estándar podrían ser descriptores adecuados para la variable.

Figura 3.

Distribución de la variable Edad



6.1.1.3 Edad vs Género

Tabla 5

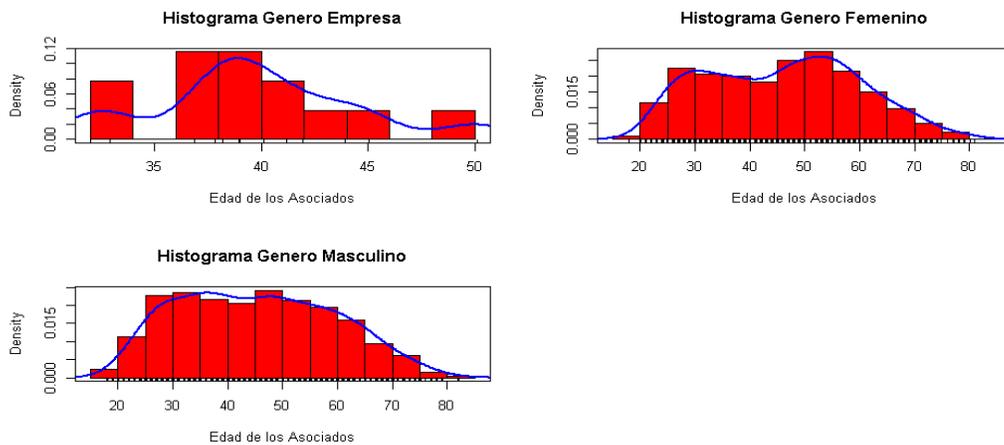
Descriptores de la edad al discriminar por género

Género	Media	Desviación estándar	Coefficiente de Asimetría	Curtosis	Mínimo	Máximo	Coefficiente de Variación
Empresa	39.84	4.81	0.29	-0.45	32	50	0.12
Femenino	46.0	13.91	0.09	-0.88	18	81	0.30
Masculino	45.33	14.09	0.19	-0.86	18	82	0.31

Para la variable género se incluye como una de las categorías a las personas jurídicas; las edades asociadas a la categoría Empresa varían menos (Rango= 18 años) lo cual es lógico si recordamos que estas corresponden a la edad del representante legal. Podemos decir que son poblaciones homogéneas sobre todo en los géneros femenino y masculino cuyo coeficiente de variabilidad es muy similar, la única diferencia sería que para las mujeres la distribución de la edad si podría ser simétrica pero la inspección visual de Figura 4 nos sitúa en un contexto bimodal.

Figura 4.

Distribución de las edades por género



El análisis visual de la figura 4 nos ilustra sobre la asimetría y la dispersión presentada en la distribución discriminando por género; se observa que para el género masculino y el género femenino la edad presenta distribución muy similar.

6.1.1.4 Estado civil

Tabla 6

Frecuencias del Estado civil

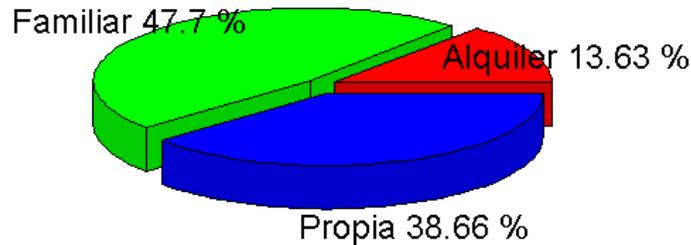
Estados	Frecuencia	Porcentaje
Casado	1053	40.67
Divorciado	29	1.12
Separado	214	8.26
Soltero	863	33.33
Unión Libre	346	13.36
Viudo	84	3.24

La distribución del estado civil de los asociados está dada por una mayoría en estado casado y soltero, las dos categorías incluyen cerca del 73% de los asociados. Lo demás asociados que corresponden a los estados civiles “unión libre, separado, viudo y divorciados” representan el 26% restante del marco Muestral definido para este proyecto. Esta variable se usa para conocer las situaciones jurídicas del asociado que lo relacionan a cada uno con la familia de donde proviene, o con la familia que ha formado, y con ciertos hechos fundamentales de la misma personalidad.

6.1.1.5 Tipo de vivienda

Figura 5.

Tipo de vivienda de los Asociados



Esta variable es usada en las empresas financieras del sector cooperativo y en si en las entidades bancarias del sector financiero para conocer las condiciones de vida del asociado y sus posibles capacidades económicas frente modelos de scoring para el otorgamiento de créditos; en nuestro caso observamos que 48% corresponde a viviendas de tipo familiar cuyo bien se destina a la satisfacción de necesidades del núcleo familiar del asociado (vivienda, negocio etc.). El otro segmento del 38% corresponde a asociados cuya vivienda es de carácter propio lo cual aumenta los puntajes otorgados por los modelos de scoring para la entrega de créditos, y en último tenemos

los asociados con vivienda en alquiler correspondiente al 14% que son asociados que deben destinar parte de sus ingresos a rentas mensuales en sus sitios de vivienda actual. En resumen podemos concluir que la población objetivo consta de una mayoría, 86.36%, que cuenta con condiciones óptimas para otorgamiento de crédito.

6.1.1.6 Actividad económica

Figura 6.

Actividad económica de los Asociados

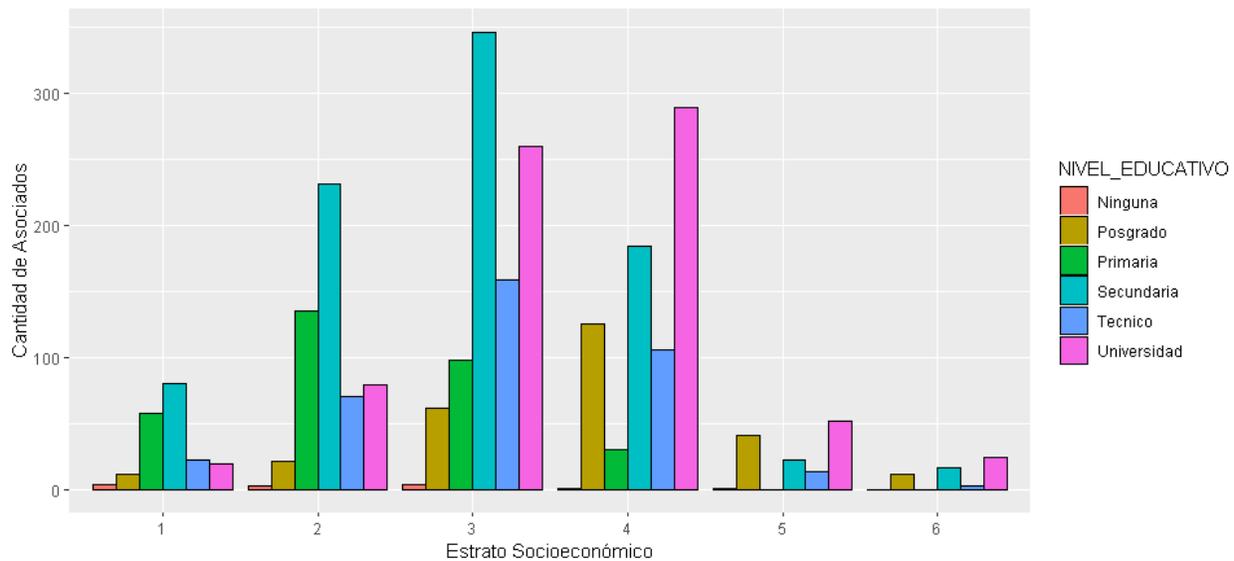


El 72% de los asociados de la población objetivo son personas naturales en condición de asalariados y pensionados, lo que significa que tienen un ingreso fijo certificable que claramente debe tener variabilidad según las condiciones de cada uno; un 24% pertenece a empresarios o personas independientes (de la micro o pequeña empresa) que realizan sus actividades en establecimientos de comercio. Por otra parte sólo un 4% restante de los asociados se ubicó en otras actividades que corresponden a: rentista de capital solo para personas naturales, transporte de pasajeros, otras actividades de servicios personales n.c.p. y otros tipos de comercio al por menor no realizado en establecimientos.

6.1.1.7 Máximo nivel de estudio discriminando por estrato socioeconómico

Figura 7.

Nivel Educativo vs Estrato socioeconómico



La distribución por nivel educativo al interior de cada estrato ubica de una manera típica en nuestro medio, en los estratos 1 y 2 el máximo nivel de estudios alcanzado es primaria o secundaria, luego en estratos 3 y 4 aparece una presencia importante de la categoría Universidad la cual predomina en los estratos altos. De otro lado, los estratos socioeconómicos 2, 3 y 4 son los que más presencia de individuos tienen (85.17%), esto nos indica que los servicios financieros de la cooperativa financiera en la agencia principal están más orientados a estos sectores sociales y en ese orden de ideas deberá que considerarse si juntos pueden constituir un solo estrato o habrá que diferenciarlos según el comportamiento en otras variables.

Tabla 7

Nivel de estudios vs Estrato Socioeconómico

	Ninguna	Primaria	Secundaria	Técnico	Universidad	Postgrado	Frecuencia Relativa
Estrato 1	4	58	80	23	20	12	7.61%
Estrato 2	3	135	231	71	79	22	20.90%
Estrato 3	4	98	346	159	260	62	35.88%
Estrato 4	1	30	184	106	289	125	28.39%
Estrato 5	1	0	23	14	52	41	5.06%
Estrato 6	0	0	17	3	24	12	2.16%
Frecuencia Relativa	0,50%	12,40%	34,03%	14,52%	27,96%	10,58%	100%

6.1.2 Variables conductuales

6.1.2.1 Líneas de crédito

Tabla 8.

Distribución de Frecuencias por líneas de crédito

Nro.	Nombre de la Línea	Frecuencia Absoluta	Frecuencia relativa
1	Asalariado y pensionado pago presencial	1092	42,1784
2	Asalariado y pensionado pago por nomina	569	21,9776
3	Microempresas o pequeños negocios	261	10,0811
4	Campañas comerciales	225	8,6906
5	Empresas pyme	183	7,0684
6	Pequeños negocios con fondo	144	5,5620
7	Microempresas con fondo garantías	38	1,4677

Nro.	Nombre de la Línea	Frecuencia Absoluta	Frecuencia relativa
8	Fondo para adquirir vivienda	28	1,0815
9	Empresas pyme con fondo garantías	13	0,5021
10	Libre inversión en activos	10	0,3862
11	Alianzas empresas	9	0,3476
12	Vivienda para colaboradores	6	0,2317
13	Pymes con fondo de garantías	5	0,1931
14	Banco aliado comercial	2	0,0772
15	Adquisición de vivienda de interés social	1	0,0386
16	Agropecuarias microempresarios	1	0,0386
17	Banco aliado microcrédito	1	0,0386
18	Libre inversión no dependientes	1	0,0386
Total		2589	100

Nota. Datos tomados de la cooperativa financiera

La agencia seleccionada para el desarrollo de la presente metodología de muestreo nos permite identificar que en el periodo en mención se han desembolsado créditos en 18 líneas de las 55 con las que cuenta la cooperativa financiera y cuyo segmento más significativo se encuentran en las 5 primeras líneas con un 90% de participación (ver Tabla 8).

No obstante se puede decir que en esta agencia o sede seleccionada se presenta una gran afluencia de desembolsos de créditos a aquellos asociados que son empleados o pensionados, ya que representan el 64% de los créditos. Esto se da porque las sedes dependiendo de su ubicación geográfica pueden presentar tendencias hacia ciertas líneas de crédito y en nuestro caso no es la excepción pues al ser la sede principal y estar ubicada en el sector comercial y central de la ciudad de Bucaramanga; es allí donde se aglomeran el mayor número de empresas que tienen personal vinculado a sus nóminas.

El pago presencial o pago en caja de esta sede representa el 42% de los créditos desembolsados según la línea “Asalariado y pensionado pago presencial” lo que nos indica que se presenta alta afluencia de los asociados a la sede o agencia en estudio y en la cual la entidad aprovecha para actividades de actualización de información y ofrecimiento de nuevos portafolios de servicios

6.1.2.2 Saldo de Capital. Esta variable representa el valor en pesos que adeuda el asociado únicamente del capital (no incluye intereses).

Tabla 9.

Resumen descriptivo de la variable Capital

	Saldo de Capital
Media	\$ 21.940.627
Error típico	\$ 611.660
Mediana	\$ 13.000.000
Moda	\$ 10.000.000
Desviación estándar	\$ 31.122.620
Varianza de la muestra	\$ 968.617.495.917.955
Curtosis	88
Coficiente de asimetría	7
Rango	\$ 599.397.600
Mínimo	\$ 602.400
Máximo	\$ 600.000.000
Cuartil Q1	\$ 7.000.000
Cuartil Q2	\$ 13.000.000
Cuartil Q3	\$ 25.635.000

En la Tabla 9 observamos que el valor que adeuda en pesos del capital prestado a los asociados en el periodo definido para la población objetivo tiene un promedio de \$21.940.627 pesos, valor bastante alejado del saldo mediano (\$13.000.000), lo que confirma una distribución sesgada y validada con la observación del coeficiente de asimetría (ver Tabla 9). El 50% de los saldos de capitales se distribuyen entre \$ 7.000.000 y \$ 25.635.000.

6.1.2.3 Plazo de créditos

Tabla 10.

Estadístico descriptivo de la variable Plazo del crédito de los asociados

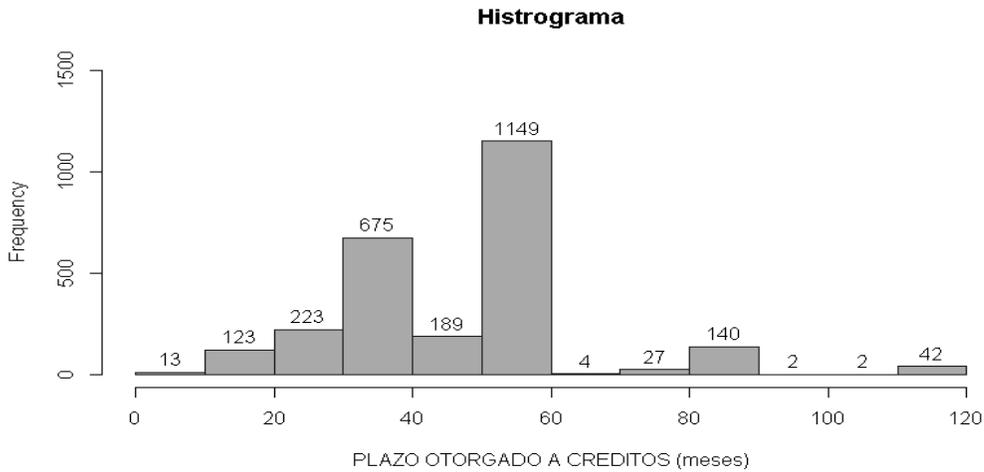
	Plazo del crédito
Media	49,81460023
Error típico	0,377499174
Mediana	60
Moda	60
Desviación estándar	19,20799486
Varianza de la muestra	368,9470665
Curtosis	1,508077698
Coeficiente de asimetría	0,564051349
Rango	118
Mínimo	2
Máximo	120
Registros	2589

El plazo otorgado al crédito desembolsado presenta un rango de variación de 118 meses lo cual sugiere alta variabilidad, sin embargo, el promedio del plazo del crédito es de 50 meses,

como se observa en la Tabla 10 y Figura 8 la distribución es sesgada a derecha con una alta concentración en plazos por debajo de los 60 meses.

Figura 8.

Histograma de Distribución del plazo en créditos



6.1.2.4 Valor del crédito. Esta variable representa el valor en pesos que adeuda el asociado incluyendo capital e intereses.

Tabla 11

Estadístico descriptivo de la variable, valor Crédito

	Valor Desembolso
Media	\$ 29.970.361
Error típico	\$ 812.877
Mediana	\$ 18.025.740
Moda	\$ 15.428.640
Desviación estándar	\$ 41.360.976

	Valor Desembolso
Varianza de la muestra	\$ 1.710.730.345.952.360
Curtosis	67
Coefficiente de asimetría	6
Rango	\$ 716.390.990
Mínimo	\$ 645.270
Máximo	\$ 717.036.260
Cuartil Q1	\$ 9.261.480
Cuartil Q2	\$ 18.025.740
Cuartil Q3	\$ 36.740.286

En la tabla 11 observamos que existe una alta variabilidad con un rango de variación de más de setecientos millones de pesos, el préstamo adeudado promedio corresponde a un valor de \$29.979.361 pesos con lo cual se corrobora la heterogeneidad en estos datos; el coeficiente de asimetría en Tabla 11 nos confirman una distribución altamente asimétrica a derecha pero con una alta concentración por debajo de los \$ 36.740.286 (75%) y cuyo rango intercuartílico está en \$ 27.478.810, particularmente el 50% intermedio de los saldos de capital está entre \$ 9.261.480 y \$ 36.740.286 pesos.

6.1.2.5 Valores de las cuotas

Tabla 12

Estadístico descriptivo de la variable valor Cuota

	Valor Cuota
Media	\$ 915.562
Error típico	\$ 218.463

	Valor Cuota
Mediana	\$ 363.734
Moda	\$ 833.333
Desviación estándar	\$ 11.115.901
Varianza de la población	\$ 123.563.259.321.598
Curtosis	1865
Coefficiente de asimetría	42
Rango	\$ 518.953.816
Mínimo	\$ 28.267
Máximo	\$ 518.982.083
Cuartil Q1	\$ 215.544
Cuartil Q2	\$ 363.764
Cuartil Q3	\$ 681.117

El Valor de la cuota que paga el asociado tiene un mínimo de \$28.267 pesos y un máximo de \$518.982.083 pesos. Este valor mínimo normalmente es un valor atípico para una cuota que se pague por un préstamo otorgado, lo que nos indica que pueden ser saldos de los créditos con valor único pendiente por pagar; de otro lado, el valor de la cuota promedio es de \$915.562 pesos lo cual deja en evidencia una heterogeneidad significativa en los datos. La mediana nos indica que el 50% de los asociados pagan valores menores o iguales a \$ 363.374 lo que comprueba que el valor máximo de cuota.

6.1.2.6 Tasas de créditos. Esta variable representa el porcentaje de la tasa con la que se liquidaron los intereses del crédito que se desembolsó a los asociados.

Tabla 13*Estadístico descriptivo de la variable Tasa del crédito*

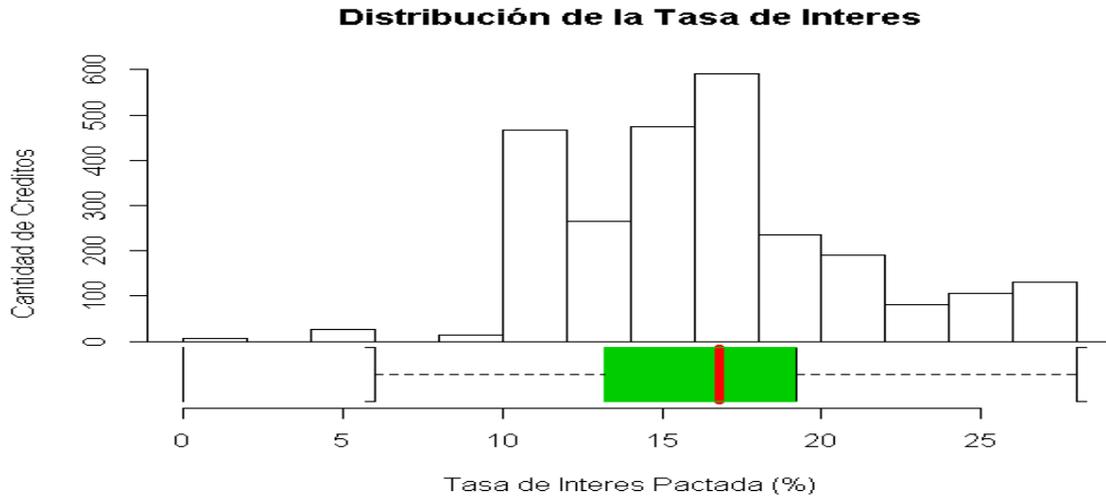
	<i>Tasa del crédito</i>
Media	16,8013907
Error típico	0,09173884
Mediana	16,8
Moda	11,88
Desviación estándar	4,66787559
Varianza de la muestra	21,7890625
Curtosis	0,39517967
Coefficiente de asimetría	0,49797365
Rango	28
Mínimo	0
Máximo	28
Registros	2589
Cuartil Q1	13,2
Cuartil Q2	16,8
Cuartil Q3	19,2

En la tabla 13 observamos que el Porcentaje de la tasa con la que se liquidaron los intereses del crédito otorgado al asociado tiene un valor de tasa mínimo de 0% y un valor máximo de tasa de interés de 28%. Aunque la tasa promedio de interés es del 16,8% la Figura 9 nos muestra una distribución asimétrica a derecha con lo cual la descripción debe orientarse a través de los cuartiles, de esta manera diríamos que un 50% de los créditos se encuentran con tasas de interés entre 13.2% y 19,2%, muy homogéneos Rango intercuartílico=6%). Esto nos indica que podemos calcular aquellas tasas que se consideran atípicas tanto por encima del cuartil tres, como por debajo de este

ya que al observar el valor mínimo (0%) y el valor máximo (28%), estos son distantes de nuestras medidas de agrupamiento central tal y como no lo muestra la siguiente figura.

Figura 9.

Histograma de la Frecuencias de la tasas en los créditos



Como se puede observar en la figura 9, existen valores atípicos; por lo tanto al calcular estos con el rango intercuartílico nos dice que por debajo del cuartil uno se considera inusual (outliers) todo aquella tasa que este por debajo de 10.2% y lo mismo para las tasas que están por encima del cuartil tres con porcentajes de 22.2%.

La explicación de estas tasas de interés atípicas por debajo de 10.2% son el resultados de tasas aplicadas a líneas que pertenecen a créditos cuya destinación es lo referente a adquisición de viviendas de interés social las cuales están regidas por el estado y subsidiadas en parte y por ello difieren del más del 50% de las demás tasas de interés. En el caso de las tasas con valor de 0% corresponde a créditos que tienen pendiente la última cuota y cuyo porcentaje es cero debido a que solo van a cancelar el valor pendiente de saldo de capital.

Aquellas tasas que están por encima del cuartil tres con porcentajes superiores al 22.2% corresponden a líneas de crédito clasificadas por el ente regulador como microcrédito y cuyas tasas de interés son las más altas del mercado debido a los costos inmersos que son dados por el estado a través de los diferentes decretos y normativas expedidas al respecto.

6.1.2.7 Destino créditos

Tabla 14

Estadístico descriptivo de la variable, destino económico del crédito

Destino económico del crédito	Frecuencia	Frecuencia relativa
Activos fijos asociados preferenciales	14	0,5407
Adquisición y construcción vivienda nueva	1	0,0386
Capital de trabajo	398	15,3727
Capital de trabajo asociados preferenciales	104	4,0170
Cartera difícil cobro	1	0,0386
Compra de activos fijos	39	1,5064
Compra de cartera Control prepa. Pagad AAA,AA,A	174	6,7207
Compra de cartera	361	13,9436
Compra de cartera asociados preferenciales	1	0,0386
Compra de vivienda nueva y usada. Asociados preferenciales master	1	0,0386
Compra de vivienda nueva o usada	7	0,2704
Compra o reforma de vivienda	6	0,2317
Compra o reforma de vivienda o lote perfil 2	2	0,0772
Compra reforma de vivienda o lote perfil 1	1	0,0386
Compra vivienda nueva o usada perfil 1	25	0,9656
Financiación impuesto predial	1	0,0386

Destino económico del crédito	Frecuencia	Frecuencia relativa
Lec general	1	0,0386
Libre destino	87	3,3604
Libre destino convenios	8	0,3090
Libre destino otras pagadurías	1	0,0386
Libre destino pagadurías AAA	50	1,9312
Libre destino pagadurías AAA,AA,A	910	35,1487
Micro empresarial hipoteca	1	0,0386
Pagadurías especiales	111	4,2874
Perfil alto capital de trabajo	14	0,5407
Perfil alto activos productivos	3	0,1159
Perfil base activos productivos	1	0,0386
Perfil base capital de trabajo	21	0,8111
Prestación de servicios AAA, AA, A	7	0,2704
Profundización pyme	1	0,0386
Pyme hipoteca	6	0,2317
Refinanciación presta pronto	1	0,0386
Reforma de vivienda	1	0,0386
Remodelación de vivienda nueva o usada	2	0,0772
Segmento libranza	10	0,3862
Segmento pago personal	203	7,8409
Segmento micro empresarial	12	0,4635
Vehículo comercial	2	0,0772

Nota. Fuente entidad cooperativa financiera

En la tabla anterior se muestran 38 diferentes destinos de los créditos para los créditos otorgados, siendo el mayor uso el libre destino pagadurías AAA, AA, A (35.14%) cuyo destino está incluido aquellos como empresas del sector público, sector energético, sector industrial entre

otros; le siguen Capital de trabajo (15.37%), Compra de cartera con el (13.94%) y Segmento personal (7.84%), el restante 27.69% se distribuyen por las demás categorías dejando como la categoría con menor participación la compra o reforma de vivienda o refinanciación presta pronto que son destinos definidos para segmentos de poca participación comercial

6.1.2.8 Fechas Desembolso

Tabla 15

Estadístico descriptivo de la variable Fecha de Desembolso o creación

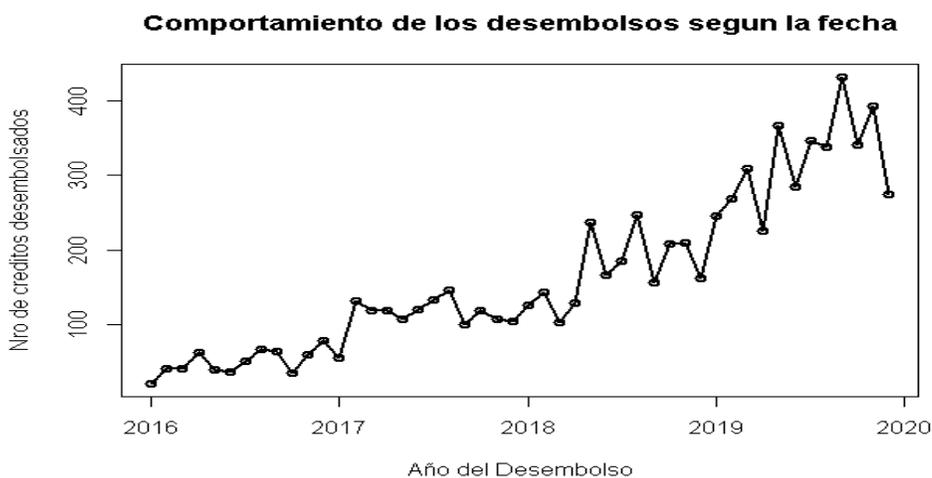
Fecha Desembolso	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa acumulada
De enero a Abril del 2016	61	2,356%	2,356%
De Mayo a Agosto del 2016	67	2,588%	4,944%
De Septiembre a Diciembre del 2016	82	3,167%	8,111%
De enero a Abril del 2017	129	4,983%	13,094%
De Mayo a Agosto del 2017	169	6,528%	19,621%
De Septiembre a Diciembre del 2017	152	5,871%	25,492%
De enero a Abril del 2018	165	6,373%	31,866%
De Mayo a Agosto del 2018	268	10,351%	42,217%
De Septiembre a Diciembre del 2018	251	9,695%	51,912%
De enero a Abril del 2019	342	13,210%	65,122%
De Mayo a Agosto del 2019	434	16,763%	81,885%
De Septiembre a Diciembre del 2019	469	18,115%	100,000%

Nota. Fuente entidad cooperativa financiera

La Fecha de desembolso o inicio del ciclo de vida del crédito desembolsado según su plazo, presenta 12 categorías, la distribución por fecha muestra una tendencia creciente con lo cual la mayor cantidad de créditos que se han otorgado se ubican en los años 2018 y 2019 del período de tiempo en estudio (ver Figura 10).

Figura 10.

Serie de tiempo de los desembolsos por fecha



Este comportamiento nos indica que la entidad financiera tuvo un incremento de sus desembolsos en esta sede o agencia posiblemente debido al comportamiento del mercado o economía local que aumento las solicitudes hechas en este periodo.

6.1.2.9 Fecha Actualización Datos

Tabla 16

Estadístico descriptivo de la variable Fecha de actualización

Fecha Actualización	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa acumulada
De enero a Abril del 2016	8	0,309%	0,309%
De Mayo a Agosto del 2016	18	0,695%	1,004%
De Septiembre a Diciembre del 2016	21	0,811%	1,815%
De enero a Abril del 2017	35	1,352%	3,167%
De Mayo a Agosto del 2017	53	2,047%	5,214%
De Septiembre a Diciembre del 2017	75	2,897%	8,111%
De enero a Abril del 2018	92	3,553%	11,665%
De Mayo a Agosto del 2018	166	6,412%	18,076%
De Septiembre a Diciembre del 2018	187	7,223%	25,299%
De enero a Abril del 2019	285	11,008%	36,307%
De Mayo a Agosto del 2019	517	19,969%	56,277%
De Septiembre a Diciembre del 2019	775	29,934%	86,211%
De enero a Abril del 2020	357	13,789%	100,000%

Esta fecha se refiere a la actualización de datos que hace el asociado en el sistema de información cuando este solicita alguna consulta o servicio con la entidad; cada vez que un asociado realiza alguna actividad o consulta sea en la agencia o sede e inclusive de manera telefónica, sus datos son actualizados para identificar cambios de dirección de residencia, teléfonos, actividad económica u cualquier otra que sirva a la entidad para su ubicación o gestión

que se necesite realizar. La figura 11 nos ilustra visualmente el comportamiento de estas actualizaciones.

Figura 11.

Serie de tiempo de la actualización de datos personales de los asociados



Con esta figura podemos deducir que durante los dos primeros años (2016 y 2017), parte de esta población objetivo no efectuó muchas actualizaciones posteriores a su desembolso de crédito referente a sus datos almacenados en los sistemas de información y que para el año 2018 y 2019 se incrementó este comportamiento tal vez debido al mismo aumento que se presentó en las fechas de desembolso que nos ilustra el comportamiento del desembolso (ver Figura 10), ya que es requisito que para el estudio de un crédito el asociado actualice sus datos para que la entidad pueda gestionar dicha solicitud.

6.1.2.10 Clasificación del Asociado

Tabla 17

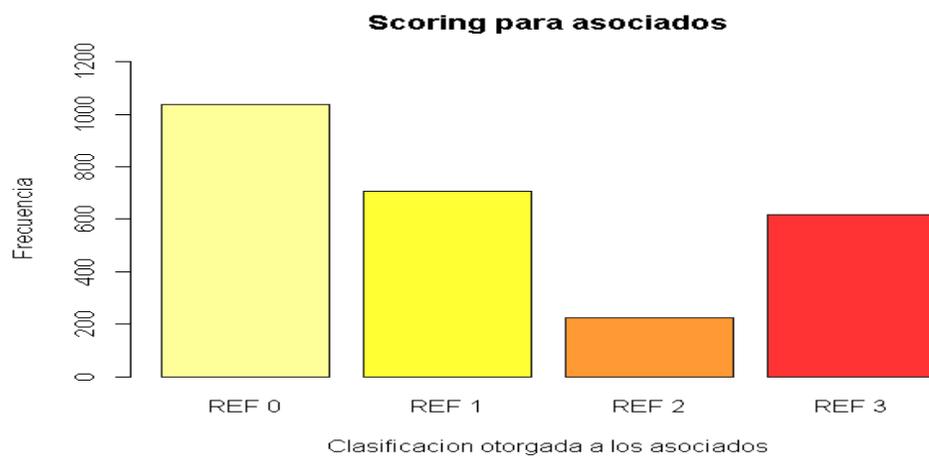
Estadístico descriptivo de la variable Clasificación de asociado

Clase	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa acumulada
REF 0	1039	40,131%	40,131%
REF 1	708	27,346%	67,478%
REF 2	226	8,729%	76,207%
REF 3	616	23,793%	100,000%

Esta variable nos identifica la clasificación que se le otorga al asociado según un modelo de scoring para determinar su capacidad económica; presenta 4 categorías, siendo la de mayor participación (REF0) con un porcentaje de 40,131% y la menor (REF 2) con un porcentaje de 8,73%. En la figura 12, se describe gráficamente este comportamiento de cada uno de los datos correspondientes a esta variable.

Figura 12.

Distribución Clasificación de asociado

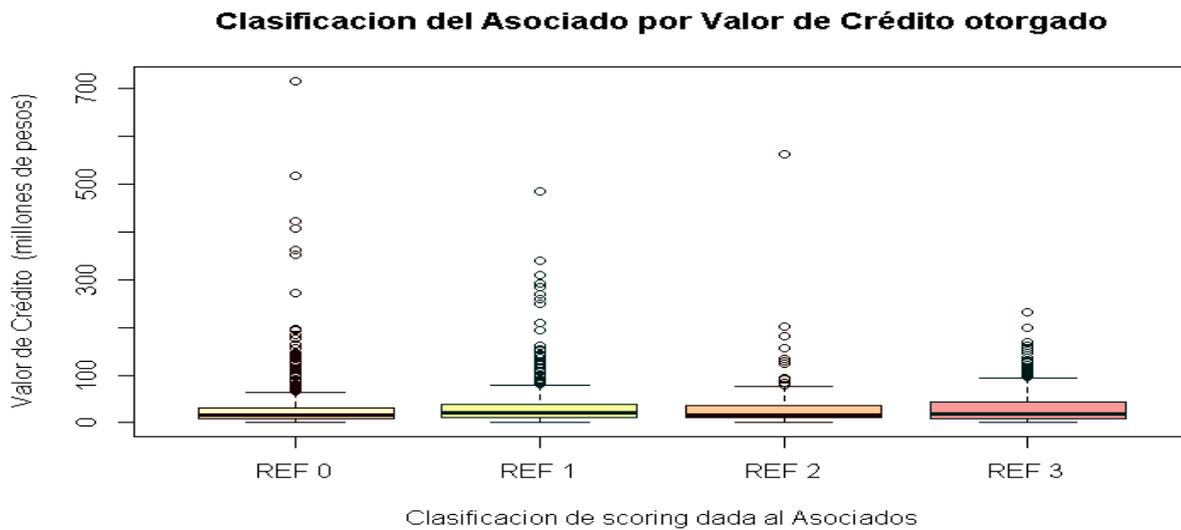


Esta variable por tratarse de una calificación otorgada en el análisis para el otorgamiento de crédito, garantiza objetividad en las revisiones posteriores pues identifica el riesgo que puede llegar a tener el asociado debido a sus ingresos frente a sus egresos soportados con activos y pasivos. Los cuatros niveles o clases evidenciadas en la figura anterior, determinan un riesgo más bajo a los clasificados como (REF 0), y un nivel de riesgo más alto a los clasificados como (REF 3).

Para complementar la interpretación de esta variable se presenta el siguiente grafico que permite analizar la distribución del valor de crédito según la categoría de riesgo crediticio que se le dio según al análisis dado a cada uno.

Figura 13.

Distribución del Valor del Crédito Otorgado vs Clasificación del asociado



El valor de crédito otorgado a los asociados se distribuye de manera similar en las cuatro clasificaciones de los asociados con valores atípicos más altos para la clasificación REF1 (ver

Figura 13) acorde a su clasificación de riesgo menor y cuyo valor más alto está cercano o iguales al monto máximo de los créditos desembolsados (ver Tabla 11).

En general el comportamiento del valor de crédito es homogéneo en las cuatro clasificaciones de riesgo dadas a los asociados.

6.1.2.11 Tipificación del Asociado

Tabla 18

Estadístico descriptivo de la variable Tipificación del asociado

Tipo asociado	Frecuencia	Frecuencia relativa
Normal	2168	83,739%
Preferencial	35	1,352%
PREFERENCIAL A	87	3,360%
PREFERENCIAL AA	95	3,669%
PREFERENCIAL AAA	29	1,120%
RENOVACION PRESTA U	14	0,541%
PREFPLUS	15	0,579%
Pref. Master	117	4,519%
RETANQUEO 1	14	0,541%
RETANQUEO 2	9	0,348%
Don Pedro	6	0,232%

Nota. Fuente entidad cooperativa financiera

La Segmentación realizada a los asociados según comportamientos de créditos anteriores con ingresos presenta 11 clasificaciones, siendo la mayor tipificación normal (83,74%) y la menor (la de Don Pedro (0,232%).

Al identificarse la tipificación normal en el 83.74% de los asociados nos indica que el pago de los diferentes servicios financieros que tuvieron anteriormente los asociados objeto de este estudio se comporta de manera normal o a tiempo según esta tipificación dada.

Esta tipificaciones dadas a los asociados se hacen en base a comportamientos de pago, capacidad económica, origen de los recursos (por ejemplo la tipificación preferencial A, preferencial AA y preferencial AAA se da a los asociados cuyos recursos de un salario o sueldo y las empresas para las cuales están empleados son fuertes financieramente). Igualmente sucede con preferencial master y don pedro que hace referencia a clientes con hábitos de pago en créditos anteriores muy buenos y su tipificación se da basados en la mora que obtuvieron en esos créditos ya cancelados.

6.1.2.12 Resultado Evaluación crediticia del analista (PEC)

Tabla 19

Estadístico descriptivo de la variable Resultado Evaluación crediticia PEC

Escala	Frecuencia	Frecuencia Relativa
NO CONSULTADO	2459	94,979%
RECHAZADO	31	1,197%
APROBADO	94	3,631%
PENDIENTE	5	0,193%

Es la clasificación dada por el analista de crédito de la entidad cuando revisa la documentación presentada por el asociado para evaluar el monto de dicho préstamo. Dicha escala

se basa en la asignación de puntos y sirve para ubicar al asociado en la tipificación que le da la entidad según las categorías que se muestran en la Tabla 19.

Las escalas asignadas de APROBADO, PENDIENTE RECHAZADO, NO CONSULTADO fueron creadas por la entidad, siendo la mayor la escala “NO CONSULTADO” con un 94,98% y la menor la “PENDIENTE” con un 0,19%.

La tipificación de mayor proporción “NO CONSULTADA” quiere decir que el analista cuando reviso los documentos no hizo consulta de comportamientos anteriores de la vida crediticia del asociado debido a diferentes factores que la entidad tienen definido (monto solicitado, resultado de consultas de centrales de riesgo etc.) y por lo cual todos los créditos marcados con esta tipificación se les exige un codeudor para poder hacer el desembolso.

6.1.2.13 Indicador de retranqueo del crédito

Tabla 20

Estadístico descriptivo de la variable Indicador de retranqueo del crédito

Retanqueo	Frecuencia	Frecuencia relativa
SI	140	5,407%
NO	2449	94,593%

Como la población objetivo de estudio se encuentra en un rango de fechas determinado, existen algunos créditos que presentan algún cambio durante su vida o lapso de tiempo denominado retranqueo, situación o figura a la que se accede una vez cumplida la mitad de los pagos del plazo y permite replantear el monto original prestado, en los datos sólo el 5,4% de socios han utilizado este recurso.

6.1.2.14 Indicador de normalización del crédito**Tabla 21***Estadístico descriptivo de la variable Indicador de normalización del crédito*

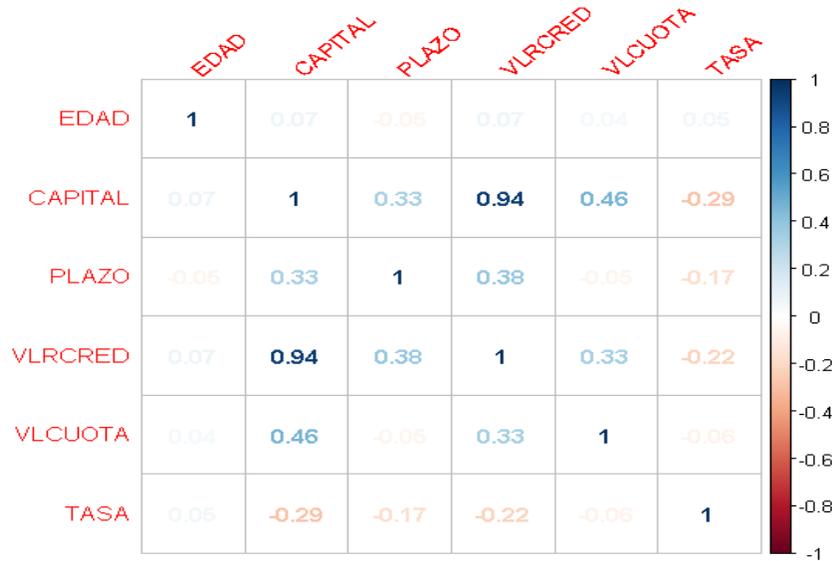
Normalizado	Frecuencia	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
SI	93	3,592%	3,592%
NO	2496	96,408%	100,000%

El total de créditos objetivo de este estudio sufrió en 3,59% de las veces una normalización durante la vigencia que lleva, este concepto que se refiere a una ampliación de plazo en cuanto a cuotas para bajar su monto de pago en el periodo pactado inicialmente.

6.1.3 Correlación lineal entre las variables cuantitativas

Figura 14.

Correlación entre variables cuantitativas



Podemos observar que no todas las variables presentan correlaciones importantes. Sólo se encuentra una fuerte correlación positiva entre el valor del crédito “VLRCRED” y la variable “CAPITAL” relación obvia ya que si el capital aumenta, el valor del crédito también lo va a hacer con lo cual bastaría con considerar una sola de las dos.

Complementario a los análisis univariados presentados anteriormente se realizaron otros análisis del comportamiento de la variable de interés (Valor de crédito) al discriminar por variables categóricas como: Edad, tasa de crédito, plazo crédito y clasificación del asociado (ver Anexo A). En ellos se observa que ninguna de estas variables logra segmentar la población en subconjuntos homogéneos intraestrato y heterogéneos entre estratos, hecho que sería la evidencia necesaria para pensar que podría segmentarse la población a través de ellas.

7. Resultados

7.1 Lineamientos usados actualmente por la auditoría interna

A continuación se describen los métodos con los cuales el área de control interno (Auditoría Interna) ejecuta sus actividades de muestreo para auditar los desembolsos para un periodo dado.

7.1.1 Metodología de selección actual

El área de auditoría interna usa un muestreo no probabilístico por cuotas para definir el tamaño de muestra único con el cual el cada profesional que desarrolla las actividades de auditoría operativa debe realizar sus actividades. Para esto se le entrega al auditor un listado con el total de la población (unidades de muestreo) y del cual este debe seleccionar en un juicio subjetivo 180 unidades para ejecutar sus actividades bajo unos lineamientos de selección para el papel de trabajo.

Los lineamientos son las cuotas y segmentos que el auditor debe tener en cuenta a la hora de la selección de la muestra realizando las fases de segmentación, tamaño de muestras por segmentos y variables de inclusión forzosa en cada segmento.

El segmento es una división por líneas de crédito que recibe el auditor y del cual debe tomar la población objeto de la auditoría y dividirla en grupos por la variable conductual “línea de crédito” y cuya agrupación es direccionada desde el plan de auditoría interna de la entidad junto

con el tamaño de muestra a seleccionar de cada segmento que es definido de forma proporcional a la colocación de créditos a nivel general por parte de la cooperativa financiera. Y como procedimiento final el auditor selecciona los registros a incluir en la muestra mediante muestreo por conveniencia (no aleatorio) que es definido por su juicio a la hora de seleccionar las unidades muestreables del ejercicio de auditoria para solicitar los soportes al encargado de la agencia o sedes a la cual va a auditar.

7.1.1.1 Segmentación y tamaño de cuotas por línea de crédito. Cuando el auditor recibe su población objetivo, este cuenta con unas condiciones mínimas de selección por cada línea con la que cuenta la cooperativa financiera para lo cual debe tener en cuenta las siguientes cuotas.

Tabla 22

Cuotas de selección de muestras por línea (metodología actual)

Nro. Segmento	Nombre de línea	Cantidad mínima de créditos a incluir	Condiciones para la inclusión
1	Campañas Comerciales	10	No tiene
2	Libre Inversión en Activos Libre Inversión No dependientes	5	No se pueden incluir créditos cuyo destino sea póliza de vehículos
3	Asalariado y Pensionado Pago por Nomina	30	No tiene
4	Asalariado y Pensionado Pago Presencial	30	No Tiene
5	Empresas pyme con fondo garantías Empresas pyme	30	No Tiene

Nro. Segmento	Nombre de línea	Cantidad mínima de créditos a incluir	Condiciones para la inclusión
	Pymes con Fondo de Garantías		
	Microempresas con fondo garantías		
6	Microempresas o pequeños negocios Pequeños negocios con fondo	30	No tiene
	Vivienda para colaboradores		
7	Fondo para adquirir vivienda Adquisición de vivienda de interés social	2	No Tiene
8	Alianzas Empresas	8	No tiene
9	Agropecuarias Microempresarios	25	No tiene
10	Demás Líneas	10	No tiene
	TOTAL	180	

Nota. Datos de la entidad cooperativa financiera

En los casos en que la sede o agencia auditada no haya desembolsado u otorgado créditos en el periodo a evaluar sobre ciertas líneas definidas como de inclusión obligatoria, este debe aumentar las cantidades mínimas exigidas en las demás líneas hasta completar las 180 muestras exigidas para la ejecución de su trabajo.

7.1.1.2 Factor de selección al interior de cada línea de crédito. Una vez teniendo en cuenta las condiciones de selección por línea, el auditor debe aplicar unos factores que definen la escogencia de la muestra para cumplir con la cantidad mínima o la que se necesite a partir de esta así:

Tabla 23

Condiciones de inclusión forzosa en muestras por línea

Numero	Factor de escogencia o selección
1	Créditos con montos iguales o superiores a 50 millones
2	Créditos con normalización
3	Créditos a asociados clasificados como REF 3

Nota. Datos de la entidad cooperativa financiera

Estas condiciones se deben tener en cuenta a la hora de seleccionar las muestras de cada línea; siempre y cuando se den y aplicadas según su juicio subjetivo. Si alguno de los factores no se encuentra inmerso en las características de la línea ya sea porque no se cumple o porque no se tiene ningún crédito con dicha característica, se hace caso omiso para la escogencia de la muestra.

7.1.2 ¿Cómo un auditor selecciona la muestra?

Se realiza el ejercicio de tomar los 2589 registros o unidades auditables del marco Muestral definido para la ejecución de este proyecto y se procede a aplicar los factores de selección tanto de línea como al interior de cada una de ellas para poder identificar la variabilidad que arrojan los datos de una muestra de 180 registros según la ejecución que normalmente haría un auditor en la

cooperativa financiera en sus actividades cotidianas y basados en el juicio subjetivo de un muestreo no probabilístico.

Como se trata de un muestreo no probabilístico, y basándonos en la experiencia de un auditor interno de la cooperativa financiera en estudio, se le solicita a este el apoyo para poder hacer la simulación del muestreo para que lo haga usando los criterios de una persona que ha ejecutado el proceso en repetidas veces.

Se toma la base de datos y se agrupan por líneas según se requiere y bajo los lineamientos dados en la Tabla 23 para poder escoger las muestras grupo a grupo así:

Primer paso: al filtrar el primer grupo bajo la línea de crédito “campanas comerciales” se identifican en la base de registros un total de 225 unidades auditables para lo cual se procede a aplicar los 3 conceptos de condición de inclusión forzosa (ver Tabla 23). El primer filtro “Créditos con montos iguales o superiores a 50 millones” nos arroja un total de 38 registros; procedemos a aplicar el segundo filtro “Créditos con normalización” y obtenemos un total de 3 registros los cuales se incluyen en la muestra. Una vez seleccionados estos tres, procedemos a quitar el segundo filtro y aplicamos el tercer filtro “Créditos a asociados clasificados como REF 3” y obtenemos un total de 9 registros de los cuales seleccionamos los de mayor a menor monto escogiendo los 7 primeros y completando los 10 registros necesarios de esta línea.

Segundo Paso: tomamos el segundo grupo que contiene las líneas “Libre Inversión en Activos” y “Libre Inversión No dependientes” y obtenemos un total de 11 registros a los cuales les aplicamos el primer filtro y encontramos que ninguno lo cumple. Procedemos a aplicar el segundo filtro y obtenemos 1 registro el cual se ingresa en los registros de muestra; pasamos a quitar el filtro anterior y aplicamos el tercer filtro con lo cual obtenemos 2 registros más los cuales se incluyen en la muestra y los dos restantes se obtienen de tomar los 11 registros, quitar los 3 ya

seleccionados y ordenar por monto de mayor a menor para sacar los 2 faltantes y así obtener los 5 registros necesarios del grupo 2.

Tercer paso: filtramos la base de datos por el tercer grupo que contiene la línea “Asalariado y Pensionado Pago por Nomina” el cual nos da un total de 569 unidades auditables. Procedemos a aplicar el primer filtro y obtenemos un total de 77 registros con lo cual aplicamos el segundo filtro y nos arroja un total de 2 registros los cuales se incluyen en la muestra; pasamos a quitar el filtro anterior y aplicar el tercero con lo que obtenemos 19 registros que se incluyen en la muestra. Al realizar estos pasos tenemos 21 muestras y para completarlas volvemos a tomar el primer filtro y quitando las 21 muestras anteriores, se procede a ordenar las restantes 56 unidades auditables por monto de mayor a menor y así obtener 9 de estas para completar las 30 muestras necesarias en este grupo.

Cuarto paso: filtramos la base por el grupo 4 que contiene la línea “Asalariado y Pensionado Pago Presencial” y obtenemos un total de 1092 registros. Procedemos con el primer filtro y obtenemos un total de 184 registros; aplicamos el segundo filtro y nos da 7 registros que se incluyen en la muestra. Pasamos a eliminar este filtro y aplicamos el tercero para lo cual obtenemos 57 registros. Como el total de este filtro supera la cantidad necesaria, se ordenan los registros por el monto desembolsado de mayor a menor y se seleccionan 23 de estas para cumplir con el total de 30 muestras en este grupo.

Quinto paso: se filtra la base de datos por el grupo 5 con las líneas “Empresas pyme con fondo garantías”, “Empresas pyme” y “Pymes con Fondo de Garantías” con las cuales se obtienen un total de 196 registros. Se aplica el primer filtro y obtenemos 40 registros; con el segundo filtro obtenemos 1 registros el cual se incluye como muestra. Se quita el anterior y se aplica el tercer filtro y obtenemos 15 registros que también se incluyen en la muestra. Los restantes los obtenemos

de aplicar el primer filtro “Créditos con montos iguales o superiores a 50 millones” quitando ya las muestras seleccionadas (16) para ordenar los 23 restantes de mayor a menor en el monto desembolsado y tomar 13 de estos para completar las 30 muestras de este grupo.

Sexto paso: tomamos la base filtrada por el grupo 6 que contienen las líneas “Microempresas con fondo garantías”, “Microempresas o pequeños negocios” y “Pequeños negocios con fondo” para obtener un total de 448 registros. Aplicamos el primer filtro y se observan 69 registros por lo que se procede con el segundo filtro para obtener un total de 2 registros que se incluyen a la muestra. Se aplica el tercer filtro y se obtienen 21 registros que son incluidos en el grupo de muestras. Con esto se procede a aplicar nuevamente el primer filtro y ordenar los 46 restantes de mayor a menor en el monto desembolsado y tomar 7 de estos para completar las 30 muestras de este grupo.

Séptimo paso: filtramos el grupo 7 con las líneas “Vivienda para colaboradores”, “Fondo para adquirir vivienda” y “Adquisición de vivienda de interés social” obteniendo un total de 35 registros. Se aplica el segundo filtro y no se encuentran registros con esta condición por lo que se quita y se aplica el tercer filtro obteniendo 8 registros de los cuales se toman 2 registros de mayor monto desembolsado y así completar los registros requeridos en este grupo.

Octavo paso: filtramos por el grupo 8 que contiene la línea “Alianzas Empresas” dando como resultado 9 registros; Al aplicar el segundo filtro obtenemos 1 registro que se incluye como muestra elegida. Se retira el anterior filtro y se aplica el tercer filtro y obtenemos 1 registro que cumple con la condición por lo cual se agrega como muestra obteniendo 2 registros en los 3 filtros; retornado nuevamente al filtro uno y ordenando de mayor a menor por monto desembolsado para tomar 6 de estos y completar la muestra de 8 registros para este grupo.

Noveno paso: se filtra por el grupo 9 con la línea “Agropecuarias Microempresarios” el cual arroja un solo registro. Este registro no cumple con ninguno de los 3 filtros de inclusión forzosa pero al pertenecer a la línea se incluye como muestra quedando pendiente 24 unidades de muestra en este grupo.

Decimo paso: Se filtra por el grupo 10 que se denomina “demás líneas” y que para la base de datos tomados como población a auditar en el periodo mencionado corresponde a las líneas “banco aliado comercial” y “banco aliado microcrédito” con un total de 3 registros. Estos registros no cumplen con ninguno de los 3 filtros de inclusión forzosa pero al pertenecer a la línea se incluye como muestra quedando pendiente 7 unidades de muestra en este grupo.

Undécimo paso: como se tiene un faltante de 31 muestras para completar las 180 muestras requeridas para la ejecución de las pruebas de auditoria; el auditor consultado nos indica que el juicio que se aplica es mirar cuantos registros hay de los grupos 3 y 4, 5 y 6 cuyas muestras mínimas son de 30 por grupo y según la cantidad estos, se procede a revisar de los no escogidos cuales cumplen los requisitos de inclusión forzosa y se procede a escoger aleatoriamente entre ellos hasta completar los registros de muestras faltantes. Si en los grupos 3 y 4 no se completasen las muestras faltantes, se tomarían en el mismo orden de los grupos 5 y 6 respectivamente hasta llegar al total de muestras necesarias.

En nuestro caso particular, en el grupo 3 se dejaron 47 registros que cumplen con el filtro 1 sin seleccionar y para el grupo 4 un total de 154 registros sin escoger que también cumplen con el filtro 1. Debido a esto el auditor nos dice, según su criterio personal, que se deben seleccionar 16 del grupo 3 y 15 del grupo 4 bajo la metodología aplicada de montos desembolsados de mayor a menor valor.

Con este procedimiento se obtiene como resultado un total de 180 unidades muestrales distribuidas por grupos de líneas según se muestra en la siguiente.

Tabla 24

Cantidad de muestras seleccionadas por línea (metodología actual)

Grupo definido	Nombre de línea	Unidades incluidas en la muestra	Observaciones
1	Campañas Comerciales	10	Las 10 unidades muestreables cumplen todos o algunos de los requisitos de inclusión forzosa
	Libre Inversión en Activos		2 de las 5 unidades tomadas como muestra son seleccionadas sin cumplir los requisitos de inclusión forzosa al no existir más que los cumplieren
2	Libre Inversión dependientes	5	
3	Asalariado y Pensionado Pago por Nomina	46	Las 30 unidades muestreables cumplen todos o algunos de los requisitos de inclusión forzosa. Se incluyen 16 muestras adicionales debido a que en el grupo 9 y grupo 10 no se completaron las cantidades mínimas de muestras
4	Asalariado y Pensionado Pago Presencial	45	Las 30 unidades muestreables cumplen todos o algunos de los requisitos de inclusión forzosa

Grupo definido	Nombre de línea	Unidades incluidas en la muestra	Observaciones
			Se incluyen 15 muestras adicionales debido a que en el grupo 9 y grupo 10 no se completaron las cantidades mínimas de muestras
5	Empresas pyme con fondo garantías Empresas pyme Pymes con Fondo de Garantías	30	Las 30 unidades muestreables cumplen todos o algunos de los requisitos de inclusión forzosa
6	Microempresas con fondo garantías Microempresas o pequeños negocios Pequeños negocios con fondo	30	Las 30 unidades muestreables cumplen todos o algunos de los requisitos de inclusión forzosa
7	Vivienda para colaboradores Fondo para adquirir vivienda Adquisición de vivienda de interés social	2	Las 2 unidades muestreables cumplen algunos de los requisitos de inclusión forzosa
8	Alianzas Empresas	8	Las 8 unidades muestreables cumplen todos o algunos de los requisitos de inclusión forzosa
9	Agropecuarias Microempresarios	1	Solo se cuenta con un desembolso de esta línea en la base de registros del marco Muestral de la agencia o sede auditada
10	Demás Líneas	3	Solo se cuenta con 3 registros en estas líneas en la población

Grupo definido	Nombre de línea	Unidades incluidas en la muestra	Observaciones
			objetivo del marco Muestral de la agencia o sede auditada
	TOTAL	180	

7.1.3 Explicación de las características de la población a través de la muestra.

Con los datos seleccionados como muestras no probabilísticas sino a juicio del auditor, procedemos a analizar los resultados de estos para poder determinar si con ellos se puede hacer inferencia estadística de la población objetivo basados en la variable de interés “VALOR DEL CREDITO” ya que esta define el riesgo expuesto en recursos monetarios para la cooperativa financiera y es la razón de mayor peso al tomar los créditos superiores a 50 millones como factor decisorio para la revisión de todo el procedimiento de análisis y otorgamiento de crédito.

7.1.3.1 Hipótesis de normalidad de la variable de interés. Ejecutamos una prueba de normalidad sobre la variable de interés “VALOR DEL CREDITO” para poder determinar si los datos que se tomaron como muestras, se ajustan a una distribución normal. Tanto la evaluación gráfica (ver Figura 14) como las pruebas estadísticas a continuación no nos permiten concluir que los datos soporten el supuesto de normalidad.

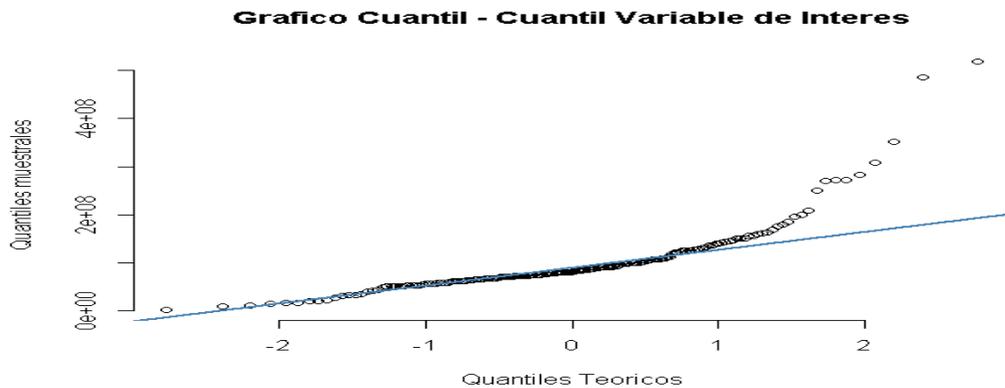
Tabla 25

Resultados de Test de Normalidad aplicados

Prueba	Estadístico	Valor P
Shapiro Wilks	W=0.73	2.2e-16
Kolmogorov-Smirnov	D=0.18	2.2e-16

Figura 15.

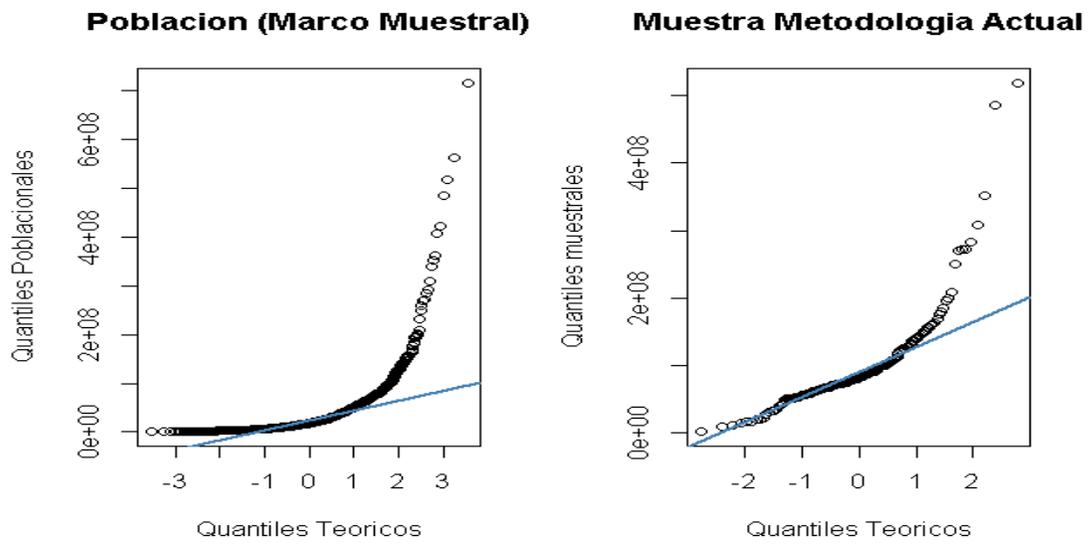
QQplot de la variable de interés (metodología actual)



Si realizamos una comparación entre la variable de interés (Valor de crédito) tanto para la población objetivo de estudio como para la muestra tomada de la metodología actual del área de auditoría interna, resulta muy evidente la asimetría de los datos tanto en la población como en la muestra (ver Figura 16).

Figura 16.

QQplot de la población y la muestra de la metodología actual (Variable Valor de crédito)



7.1.3.2 Análisis descriptivo de la variable de interés (VLRCRED) de la muestra tomada según de la metodología actual

Tabla 26

Descriptivo de valor de crédito de la muestra tomada (Metodología Actual)

Valor Crédito desembolsado	
Media	\$ 99.881.309
Mediana	\$ 81.352.860
Moda	\$ 71.449.380
Desviación estándar	\$ 69.654.902
Curtosis	13
Coficiente de asimetría	3
Mínimo	\$ 2.087.568
Máximo	\$ 518.982.083

Valor Crédito desembolsado	
Cuartil Q1	\$ 64.620.274
Cuartil Q2	\$ 81.352.860
Cuartil Q3	\$ 117.338.553

Podemos observar que los datos de la muestra según esta metodología actual y dada su forma no probalística de escogencia de la misma (Ver numeral 8.1.1.), arroja valores de créditos de montos altos, dado que la mediana esta por un valor de \$ 81.352.860 lo que nos indica que el 50% de esta muestra tiene valores superiores o iguales a ese dato, dada la asimetría positiva y que el monto que más se repite es mayor o igual a \$71.449.380. Su rango intercuartílico es \$ 52.7178.279 donde el 50% de estos créditos está entre los valores de \$ 64.620.274 a \$ 117.338.553, más adelante se verá que uno los criterios de inclusión para la toma de muestras explicados en la tabla 23 es tomar créditos con montos mayores a \$50.000.000.

7.1.4 Estimación y sesgos en la variable de interés de la muestra (metodología actual)

Para poder realizar una estimación total de la población objetivo (2589 créditos) con el total de muestras obtenidas al ejecutar la metodología actual (180 créditos), tenemos que tomar las condiciones de la metodología actual expuestas en el numeral 8.1.1., específicamente las descritas en la Tabla 22 que define las cuotas de selección de muestra por línea con el fin de poder validar los sesgos que se presenten a la media poblacional de la variable de interés “VALOR DE CREDITO” comparada con la media Muestral de la variable de interés de la muestra tomada por la metodología actual.

Teniendo en cuenta los segmentos (estratos) que se hacen en la metodología actual (ver Tabla 22), se hace necesario aplicar la misma segmentación a la población objetivo (marco Muestral de este estudio) con el fin de validar en cuanto a variabilidad.

7.1.4.1 Población y muestra por estrato según metodología actual. Al realizar la segmentación de la población objetivo frente a la metodología actual obtenemos los siguientes resultados como nos lo indica la siguiente tabla.

Tabla 27.

Resultados de la segmentación de la población con la metodología actual

Nro. segmento	Número de registros en la población	Número de registros en la muestra
1	225	10
2	11	5
3	569	46
4	1092	45
5	196	30
6	448	30
7	35	2
8	9	8
9	1	1
10	3	3
TOTAL	2589	180

Con esta segmentación la metodología actual basada en muestreo no probabilístico pretende hacer inferencia en cada estrato definido por líneas como se explica en la Tabla 22 y procederemos a validar sus resultados.

Teniendo en cuenta que la metodología actual aplica un factor de selección al interior de cada estrato construido a partir de las líneas de crédito (ver Tabla 23). Realizamos un comparativo de dichos factores a nivel poblacional y Muestral como no lo ilustra la siguiente tabla.

Tabla 28

Composición de la muestra (metodología actual)

Registros	Cantidad	Factor 1. Créditos superiores a 50.000.000	Factor 2. Créditos Normalizados (escala SI)	Factor 3. Créditos de clasificación REF 3
Poblacionales	2589	415	93	616
Muestrales	180	163	19	103

En este resultado podemos observar como la metodología actual implica que los factores de selección de la Tabla 23 dan una clara orientación a que esta debe contener créditos superiores a \$ 50.000.000 ya que el 100% de los registro de las muestras (180), el 90% tienen inmersa esta cualidad. El factor 2 solo está contenido en el 10% del total de las muestras y el factor 3 está contenido en el 57% de las muestras de esta metodología.

Estos resultados se dan porque como se explicó anteriormente en el numeral 8.1. “lineamientos usados actualmente” el criterio de selección no es un criterio estadístico y no todos los individuos tuvieron la misma probabilidad de ser seleccionados para la muestra por lo tanto, los conceptos de error Muestral y tamaño de muestra mínimo para acotar el error Muestral no pueden ser aplicados bajo selección a conveniencia y la imposibilidad de hacer afirmaciones generales con rigor estadístico sobre la población objetivo.

Aun así estos resultados pueden ser una buena imagen del marco Muestral estudiado pero con la duda de que no se usaron métodos estadísticos como el margen de error y el intervalo de

confianza para medir la precisión, dando crédito a la experticia de los auditores internos se puede asumir el riesgo de concluir a partir de estos datos pero con el riesgo de incurrir en sesgos debidos al azar.

7.1.4.2 Calculo del Sesgos de la variable de interés a la verdadera media (metodología Actual). Para validar esta muestra se procede a calcular los sesgos que presenta la variable de interés de la muestra y la estimación a la media poblacional de la variable de interés “VALOR DE CREDITO” ya que es el referente de selección que más impacta como factor de escogencia y de evaluación por parte de la entidad.

Tabla 29.

Medidas de tendencia central de la población y la muestra (metodología actual)

	VALOR DE CREDITO	
	Población	Muestra
Media	\$ 29.970.361	\$ 99.881.309
Mediana	\$ 18.025.740	\$ 81.352.860
Moda	\$ 12.330.300	\$ 71.449.380

Estas medidas nos ilustran la magnitud del error que puede producir la metodología actual, por ejemplo, mientras que en la población objetivo el 50% de los créditos desembolsados son menores o iguales a \$ 18.025.740, el análogo en la muestra es \$ 81.352.860. Lo mismo sucede con la media poblacional y muestral cuyo sesgo está por encima de los \$ 69.610.948 siendo muy alto y haciendo que cualquier inferencia, bien sea a través de la media o la mediana, basada en esa muestra sea totalmente desacertada.

7.2 Metodología propuesta

Dada la metodología actual que se usa, se plantea la nueva metodología bajo un muestreo probabilístico bietápico donde todos los registros que se toman como población objetivo (Marco Muestral de este estudio) con selección acorde a un esquema de muestreo estratificado.

Con este diseño Muestral se puede brindar flexibilidad en las necesidades de clasificación que requiere la entidad cooperativa a la hora de realizar auditorías internas de tipo operativo siempre bajo niveles de precisión estadística, posibilitando en caso de requerirse un aumento en la muestra en alguno que impacta en los estratos, con el fin de mejorar la precisión para profundizar o ampliar el análisis en algún tema en específico.

7.2.1 Variables para la estratificación

Debido a que la propuesta de esta metodología busca generar una opción para que el área de auditoría interna tenga más elementos estadísticos que fortalezcan las escogencias de sus muestras, se tomará como variable de estratificación la variable “Líneas de Crédito” por la importancia que tiene para la entidad de cooperativa a la cual se le está realizando este estudio y cuya recomendación fue dada por las mismas personas responsables del área ya que su misión corporativa así lo exige. Esta estratificación tendrá su debido sustento estadístico para su escogencia en cada paso y estar acompañado del soporte computacional con la herramienta estadística R que se usara en cada etapa del diseño Muestral.

7.2.2 Etapa 1 (UPM) de la nueva metodología

En la unidad principal de muestreo de la metodología y tomando como variable de estratificación a “Líneas de Crédito”, se identifica que en el marco Muestral del objeto de este estudio se cuenta con un total de 18 líneas (ver Tabla 8) por lo que pretendemos calcular el número de estratos a escoger a través de una búsqueda iterativa, 18 bucles, y de los cuales dependerán otros bucles anidados como se explica a continuación:

Primer Bucle: se ejecutan 18 ciclos (total de líneas de crédito) y empezamos a disminuir de a un valor hasta llegar a cero tomando el número del ciclo como el número de líneas con las cuales vamos a probar la estratificación.

Segundo Bucle anidado al primero: en este bucle interno, generamos 30 ciclos (número definido como suficiente debido a que estamos buscando resultados estadísticamente más confiable y lo logramos con mayor número de pruebas) y generamos en cada uno de ellos una muestra probabilística con tamaño proporcional al tamaño del estrato en la población.

Tercer bucle anidado al segundo: en este bucle se toma línea a línea (del total de líneas) y por cada una de ellas generamos una muestra usando muestreo aleatorio simple; a cada una se le calcula la estimación de media poblacional usando una variable auxiliar que para nuestro estudio es la variable “CAPITAL” debido a su alta correlación que presenta frente a la variable de interés “VALOR DE CREDITO” que es de 94% (ver Figura 14)

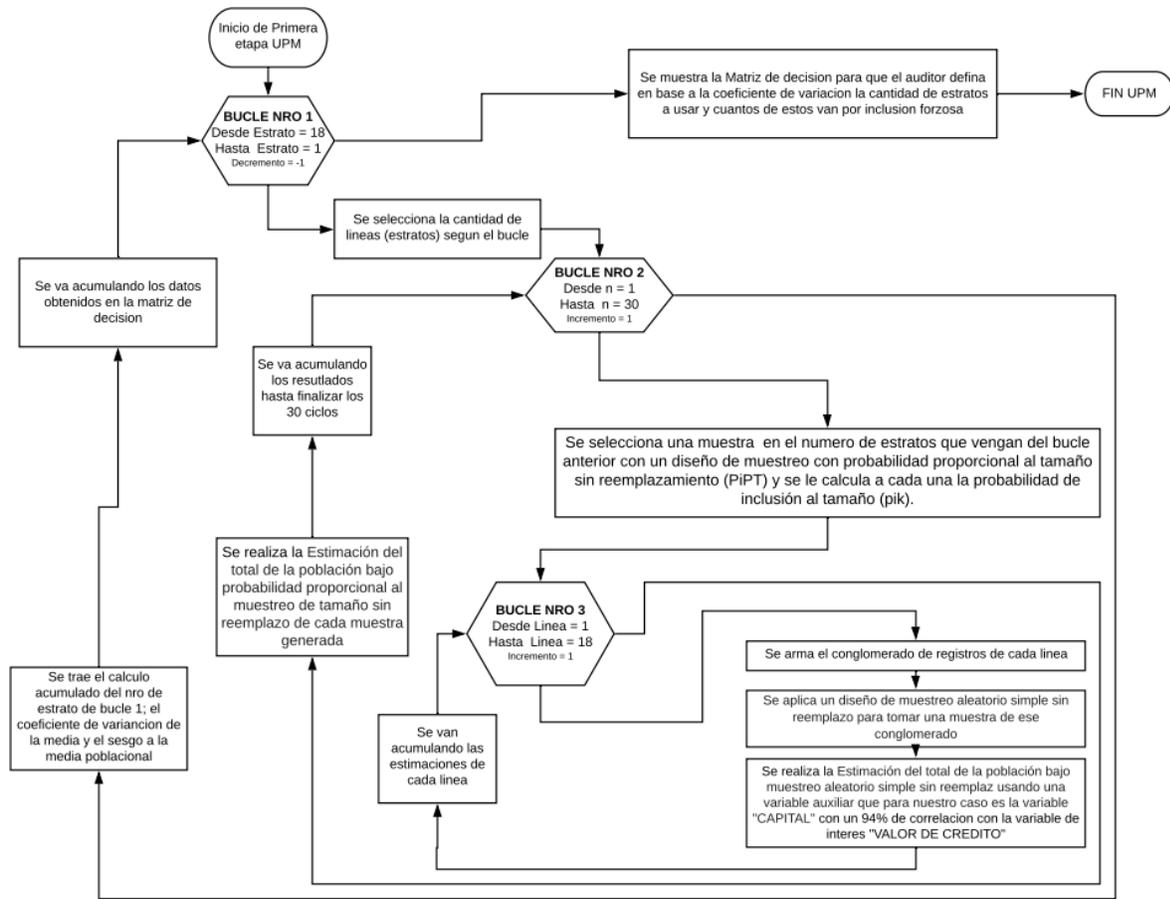
Todos los resultados de cada bucle (estimaciones muestrales, sesgos a la media, coeficientes de variación etc.) se van acumulando para obtener al final un archivo denominado matriz de decisión con el cual el auditor tomara el número de estratos a trabajar basándose en el

coeficiente de variación y el sesgo al promedio que le arroja cada resultado (con 1 estrato, 2, 3,4....., 18).

Para un mejor entendimiento del proceso se crea un diagrama de flujo de los bucles que se ejecutan en esta como lo indica la siguiente figura

Figura 17.

Diagrama de flujo de la UPM (selección de estratos)



Una vez ejecutado este proceso obtenemos nuestra tabla denominada matriz de decisión tal y como se observa a continuación:

Tabla 30*Matriz de decisión para escoger estratos en la UPM*

Nro. de Estratos	Líneas de Inclusión Forzosa	Coefficiente de Variación Estimado	Sesgo al promedio
18	18	NA	\$ 8.029.734
17	14	NA	\$ 8.030.161
16	14	NA	\$ 8.034.126
15	13	NA	\$ 8.034.885
14	12	NA	\$ 8.046.433
13	11	NA	\$ 8.014.078
12	9	NA	\$ 8.054.506
11	8	NA	\$ 8.046.272
10	8	NA	\$ 7.983.702
9	6	NA	\$ 7.959.153
8	6	NA	\$ 8.058.722
7	6	NA	\$ 8.045.375
6	4	1.0138	\$ 8.055.336
5	2	NA	\$ 8.032.181
4	2	NA	\$ 7.918.628
3	1	2.3746	\$ 8.135.407
2	0	2.3254	\$ 8.028.683
1	0	NA	\$ 8.088.666

En la Tabla 30 identificamos que los estratos 4 y 5 y del 7 al 18 no cuentan con valores asignados (NA) en el coeficiente de variación estimado debido a que en el bucle 3 donde generamos muestras aleatoria simples (M.A.S.) de cada grupo de registros por líneas; algunas de estas no generan valores de estimación por eso al calcular el coeficiente de variación estimado de la población nos arroja este tipo de resultados. No obstante, se podría bajar el número de ciclos

de del bucle 2 (de 30 a un número inferior) para no tomar tantas muestras y con obtener más datos en el estimador pero perderíamos precisión en los cálculos estadísticos ya que a mayor número de muestras podemos ser más precisos con los datos estadísticos.

El estrato 1 al ser un una sola línea de crédito el estimador arroja un dato infinito (nano) por no tener variabilidad con los las otras muestras y por tanto su coeficiente de variación no puede ser estimado.

Con estos resultados nos queda que tomando el menor coeficiente de variación estimado la etapa uno de nuestro metodología le arroja al auditor interno que la puede trabajar 6 estratos de los cuales 4 de ellos son de inclusión forzosa y que trabajar con este número de estratos de la va dar un sesgo estimado al promedio poblacional de \$ 8.055.336 estimado con la variable auxiliar “CAPITAL”.

7.2.2.1 Tamaño de la muestra. Para el cálculo del tamaño Muestral, fijamos de antemano unos parámetros que dependen de nuestro tipo de estudio los cuales son el total en la población finita (2589 registros), un nivel de confianza para las estimaciones y un error muestral admisible.

Para esto se diseña un bucle en la herramienta estadísticas R para crear una tabla que contenga los valores de los errores muestrales admisibles en un rango entre 0.01% y 0.05%, los niveles de confianza usuales del 95% al 99% junto con el tamaño de la población que para nuestro caso es conocida y así poder aportar una herramienta para que el auditor operativo pueda tomar la decisión del tamaño de muestra que sería:

Tabla 31*Tamaños óptimos de muestra con población conocida*

Nro.	Nivel de confianza %	Error Muestral %	Tamaño de muestra optimo
1	0,99	0,01	1422
2	0,99	0,02	604
3	0,99	0,03	309
4	0,99	0,04	183
5	0,99	0,05	120
6	0,98	0,01	1290
7	0,98	0,02	515
8	0,98	0,03	257
9	0,98	0,04	151
10	0,98	0,05	99
11	0,97	0,01	1200
12	0,97	0,02	460
13	0,97	0,03	227
14	0,97	0,04	133
15	0,97	0,05	87
16	0,96	0,01	1130
17	0,96	0,02	420
18	0,96	0,03	205
19	0,96	0,04	119
20	0,96	0,04	78
21	0,95	0,01	1071
22	0,95	0,02	388
23	0,95	0,03	188
24	0,95	0,04	109
25	0,95	0,05	71

Para el desarrollo de nuestro proyecto y con el objetivo de ejecutar esta metodología bajo conceptos que no afecten la operatividad del área y que a su vez esto conlleve a una toma de decisión para su implementación, se propone realizar la segunda etapa (USM) teniendo en cuenta dos tamaños de muestras de la siguiente manera

Tabla 32

Tamaño de muestra seleccionados para la etapa 2 (USM)

Nro.	Nivel de confianza %	Error Muestral %	Tamaño de muestra óptimo
Etapa 2 (USM) Parte A	0,95	0,02	388
Etapa 2 (USM) Parte B	0,95	0,03	188

La parte A de la etapa 2 se ejecutara con 388 unidades muestrales, un nivel de confianza del 95% y un error muestral del 2%, éste caso aumenta casi al doble el tamaño de muestra frente a la metodología actual (ver Tabla 22) que es 180 unidades muestrales.

La parte B de la etapa 2 se ejecutará con 188 unidades muestrales, un nivel de confianza del 95% y un error muestral del 3%. Este tamaño es muy similar a la metodología actual que considera una muestra de 180 unidades.

7.2.3 Etapa 2 (USM) de la nueva metodología

7.2.3.1 Parte A Utilizando tamaño muestral de 388 individuos. En esta etapa ya contamos con el número de estratos a trabajar (6) por lo cual procedemos a identificar cuáles son dichos estratos a incluir, basados en el diseño de muestreo por probabilidades donde calculamos la probabilidad de inclusión de cada estrato, se reparte el tamaño de muestra total proporcional al tamaño del estrato en la población como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 33

Tamaño de muestras por estrato bajo metodología planteada con 2% de error muestral y 95% de confianza

Estratos o líneas	Nro. registros poblacionales	Nro. De unidades a escoger	Probabilidad de inclusión calculada
ASALARIADO Y PENSIONADO PAGO PRESENCIAL	1092	171	1.00
ASALARIADO Y PENSIONADO PAGO POR NOMINA	569	89	1.00
MICROEMPRESAS O PEQUEÑOS NEGOCIOS	261	41	1.00
CAMPAÑAS COMERCIALES	225	35	1.00
EMPRESAS PYME	183	29	0.8280
PEQUEÑOS NEGOCIOS CON FONDO	144	23	0.6515
Total	2474	388	

En la Tabla 33 observamos que la probabilidad de inclusión calculada para los primeros estratos es de 1.00, lo que nos indica que esos estratos deben estar contenidos obligatoriamente y

dos de ellos cuentan con probabilidad de inclusión del 83% y 65% respectivamente como nos lo indicó el resultado de la matriz de decisión (ver Tabla 30)

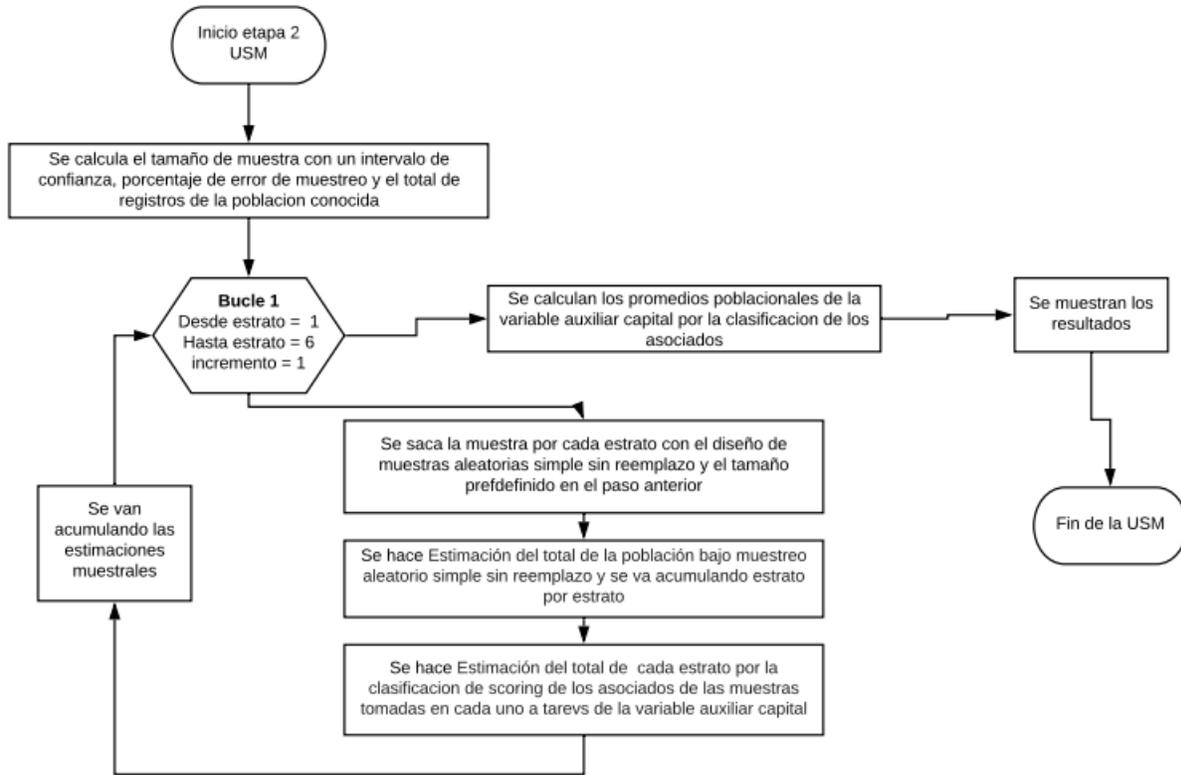
También observamos que el total de registros poblacionales de los cuales tomamos la muestra equivalen a 2474 lo que nos indica que nuestras unidades muestrales serán tomadas del 95% de la población objetivo de este estudio y solo un 5 % no se tendrá en cuenta.

Con estos datos y el número total de unidades por cada estrato a seleccionar procedemos a crear un bucle en nuestra herramienta estadística R que nos recorra estrato por estrato (6 ciclos) para seleccionar con diseño de muestreo aleatorio simple sin reemplazo el tamaño de muestra para cada estrato según la Tabla 33 y poder estimar en cada unidad secundaria de muestreo (USM) el acumulado de la estimación total de los seis estratos y la estimaciones de medias por cada uno con la variable “CLASE_SCORING” otorgada al asociado que solicito el crédito (ver Tabla 2) y que se define como factor de inclusión (ver Tabla 23).

Una vez ejecutado el ciclo se procede a calcular el promedio poblacional de la variable de auxiliar “CAPITAL” por estar altamente correlacionada con la variable de interés “VALOR DE CRÉDITO” (ver Figura 14) y mostrar los resultados estadísticos nuestra metodología. A continuación se ilustra de manera visual el proceso de la etapa 2 de la unidad secundaria de muestreo USM así:

Figura 18.

Diagrama de flujo USM (Selección de muestras y estimación de medias)



7.2.3.2 Parte B Utilizando tamaño muestral de 188 individuos. En esta parte B de la etapa 2, ejecutamos los mismos pasos de la parte A solo que trabajamos con 188 individuos como muestra total y se reparte este tamaño proporcional al tamaño de cada estrato quedando descrito el proceso como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 34

Numero de muestras por estrato bajo metodología planteada con 3% de error muestral

Estratos o líneas	Nro. registros poblacionales	Nro. de unida a escoger	Probabilidad de inclusión calculada
ASALARIADO Y PENSIONADO PAGO PRESENCIAL	1092	83	1.00
ASALARIADO Y PENSIONADO PAGO POR NOMINA	569	43	1.00
MICROEMPRESAS O PEQUENOS NEGOCIOS	261	20	1.00
CAMPAÑAS COMERCIALES	225	17	1.00
EMPRESAS PYME	183	14	0.8280
PEQUEÑOS NEGOCIOS CON FONDO	144	11	0.6515
Total	2474	188	

En la Tabla 34 observamos que la probabilidad de inclusión calculada para los primeros 4 estratos, la probabilidad de inclusión de los 2 estratos siguientes y el total de registros poblacionales de los cuales vamos a tomar la muestra son iguales que en la parte A de esta etapa (ver Tabla 33). Este resultado se da porque la selección de estratos y el cálculo de la probabilidad de inclusión se realizaron en la etapa 1 (UPM) y en esta parte de la etapa 2 solo estamos repartiendo proporcionalmente el tamaño total de muestra en cada estrato que para nuestro caso actual es de 188 unidades muestreables y un error del 3% (ver Tabla 31).

Procedemos a realizar el mismo ciclo ilustrado en la Figura 18 con el tamaño de muestra definido para esta parte B.

7.2.4 Resultados de la metodología planteada

Una vez ejecutadas las etapas de UPM y USM de la metodología planteada en este proyecto y a manera de aplicación, procedemos a revisar los resultados arrojados en la estimación de medias por cada estrato bajo los dos tamaños de muestras definidos (ver Tabla 32)

7.2.4.1 Resultados con 388 unidades muestrales.

Tabla 35

Estimaciones de medias por estrato usando variable auxiliar n=388.

Estratos	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación
	CAPITAL_RE F0	CAPITAL_RE F1	CAPITAL_RE F2	CAPITAL_RE F3
Asalariado y Pensionado pago presencial	\$ 19.635.129	\$25.562.346	\$17.026.923	\$20.146.501
Asalariado y Pensionado pago por nomina	\$ 43.600.000	\$26.290.000	\$16.828.571	\$14.367.143
Microempresas o Pequeños Negocios	\$ 17.331.250	\$24.720.000	\$10.066.667	\$38.672.500
Campañas comerciales	\$17.100.000	\$21.180.000	\$64.186.667	\$17.561.429
Empresas pyme	\$19.192.857	\$23.800.000	\$39.250.000	\$41.650.000
Pequeños negocios con fondo	\$13.344.444	\$22.240.000	\$ -	\$14.211.111

En la Tabla 35 nos visualiza el resultado de estimaciones de medias cuando trabajamos con 388 unidades muestrales y un error muestral del 2%, observamos que no hubo estimación de la media de la variable auxiliar para el estrato “Pequeños negocios con fondo” en asociados con clasificación de scoring (REF2) debido a que en la muestra no se encontraron registros para este tipo de asociados. En los demás datos observamos los valores estimados del resultado de la aplicación de la metodología por cada clasificación asignada a los asociados

A continuación procedemos a generar los promedios estimados frente a los promedios poblacionales para evaluar el sesgo que produce nuestra metodología con n=388.

Tabla 36.

Comparación de medias poblacionales y muestrales con sesgo usando 388 muestras

Variable Capital por clasificación de scoring de los asociados	Promedio Estimado	Promedio Poblacional	Sesgo
CAPITAL-REF0	\$ 21.700.613	\$ 20.182.153	-\$ 1.518.460
CAPITAL-REF1	\$ 23.965.391	\$ 23.073.899	-\$ 891.492
CAPITAL-REF2	\$ 24.559.805	\$ 21.882.844	-\$ 2.676.961
CAPITAL-REF3	\$ 24.434.781	\$ 23.625.297	-\$ 809.483

En la Tabla 36 observamos que los promedios estimados están muy cercanos a los promedios poblacionales cuyo sesgos están por debajo de ellos con valores entre los -\$2.676.961 y los -\$809.483. Sin embargo, estos resultados estimados pueden ser más cercanos a al promedio poblacional debido a que en comparación con la metodología actual estamos usando el doble de las muestras y por lo tanto se disminuye la variación entre los individuos o unidades muestrales.

Al analizar el factor de escogencia (ver Tabla 23) que se ejecuta con la metodología actual del área puntualmente con la clasificación (REF3), podemos identificar que es el sesgo menor; lo que nos da una claridad sobre la exactitud de la metodología cuando se aumenta el tamaño de muestra planteada en la etapa 2 (USM) parte A de este proyecto (ver Tabla 32) en comparación con los datos analizados de medidas de tendencia central.

7.2.4.2 Resultados con 188 unidades muestrales.

Tabla 37

Estimaciones de medias por estrato usando variable auxiliar con n=188

Estratos	Estimación CAPITAL_ REF0	Estimación CAPITAL_ REF1	Estimación CAPITAL_ REF2	Estimación CAPITAL_ REF3
Asalariado y Pensionado pago presencial	\$18.648.035	\$30.739.130	\$22.683.333	\$24.437.835
Asalariado y Pensionado pago por nomina	\$17.915.385	\$15.829.167	\$20.360.000	\$15.852.308
Microempresas o Pequeños Negocios	\$15.271.429	\$29.320.000	\$ -	\$38.875.000
Campañas comerciales	\$23.900.000	\$17.037.500	\$91.280.000	\$16.140.000
Empresas pyme	\$20.100.000	\$23.800.000	\$ -	\$80.000.000
Pequeños negocios con fondo	\$11.500.000	\$27.000.000	\$ -	\$15.025.000

En la Tabla 37 se visualiza el resultado de estimaciones de medias cuando trabajamos con 188 unidades muestrales y un error muestral del 3%, en el cual podemos identificar que no hubo estimación de la media de la variable auxiliar de los estratos (Microempresas o Pequeños

Negocios, Empresas pyme y Pequeños negocios con fondo) en asociados con clasificación de scoring (REF2); continuando con la tendencia mostrada en el ejercicio anterior con mayor muestra (ver Tabla 35) pero sumando dos estratos que tampoco tuvieron registros al tomar un tamaño menor de muestra como el que estamos observando y concluyendo que este fenómeno se puede seguir presentando al seguir disminuyendo el tamaño de la muestra

Continuando con el ejercicio de comparación procedemos a generar los promedios estimados frente a los promedios poblacionales (reales) para evaluar la cercanía o sesgo que se da en la metodología con 188 unidades muestrales.

Tabla 38

Comparación de medias poblacionales y muestrales con n= 188

Variable Capital por clasificación de scoring de los asociados	Promedio Estimado	Promedio Poblacional	Sesgo
CAPITAL-REF0	\$ 17.889.141	\$ 20.182.153	\$ 2.293.012
CAPITAL-REF1	\$ 23.954.300	\$ 23.073.899	-\$ 880.400
CAPITAL-REF2	\$ 22.387.222	\$ 21.882.844	-\$ 504.378
CAPITAL-REF3	\$ 31.721.690	\$ 23.625.297	-\$ 8.096.393

En la Tabla 38 con el uso de un tamaño menor de muestra se puede observar que los promedios estimados siguen siendo muy cercanos a los promedios poblacionales con una pequeña diferencia del promedio estimado con la clasificación REF3 cuyo sesgo es de -\$ 8.096.0393. No obstante el uso de un tamaño menor de muestra que se aplicó en la parte B de la etapa 2 (USM) con 188 unidades muestrales sigue un compartimiento de variabilidad baja entre los individuos

demostrando que la metodología planteada para la selección de muestras es precisa y arroja resultados deseables usando un tamaño de muestra similar a la metodología actual

7.2.4.3 Calculo del Sesgos de la variable de interés a la verdadera media (metodología nueva). Para validar los dos tamaños de muestra (ver Tabla 32) se procede a calcular los sesgos que presenta la variable de interés de la muestra por la metodología estratificada y la estimación a la media poblacional de la variable de interés “VALOR DE CREDITO” ya que es el referente de selección que más impacta como factor de escogencia y de evaluación por parte de la entidad.

Tabla 39

Medidas de tendencia central de la población y estimación a partir de la muestra estratificada

VALOR DE CREDITO			
	Población	Muestra con 388 unidades muestrales	Muestra con 188 unidades muestrales
Media	\$ 29.970.361	\$ 31.163.797	\$ 32.560.274
Mediana	\$ 18.025.740	\$ 19.049.640	\$ 20.837.232
Moda	\$ 12.330.300	\$ 5.416.308	\$ 5.416.308

Estas medidas nos ilustran la distancia entre la población y la muestra basada en la metodología estratificada. Podemos identificar que con el primer tamaño de muestra de 388 unidades muestrales y 2% de error muestral los sesgos son menores con diferencias cortas en cada unidad de medida central. Mientras que en la población objetivo el 50% de los créditos desembolsados se encuentran menores o iguales a \$ 18.025.740, en la muestra el 50% de los créditos desembolsados se encuentran menores o iguales a \$ 19.049.640 solamente con un sesgo de \$ 1.023.900. Lo mismo sucede con la media poblacional y Muestral cuyo sesgo está por encima

\$ 1.193.436 siendo muy cercano a la verdadera media y mostrando que la inferencia que se puede hacer con esta muestra es representativa de la población.

Ahora, con el tamaño de muestra de 188 unidades muestrales y 3% de error muestral se aumentan los sesgos con las unidades de medida central poblacional pero estas no son tan distantes validando un buen diseño muestral debido a que el tamaño de muestra se redujo en un poco más del 50% y solo se aumentó en una unidad porcentual el error muestral. Este resultado nos ilustra que en la población muestral el 50% de estos individuos se encuentran con un valor adeudado menor o igual a \$ 20.837.232 con un sesgo de \$ 2.811.492 por encima frente al comportamiento de la mediana poblacional. Caso similar que se presenta con la media poblacional que presenta un sesgo de \$ 2.589.913 el cual sigue siendo cercano a la verdadera media muestral teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente en cuanto a la reducción del tamaño muestral que se hizo para obtener este valor.

Las medias muestrales presentan un sesgo entre ellas por valor de \$ 1.396.477 lo cual se puede interpretar debido a que al tomar un tamaño menor de muestras, la variabilidad entre estos individuos aumenta y por eso el aumento del sesgo.

De lo anterior se deduce que los sesgos cercanos a los datos poblacionales son el resultado del uso de muestreo probabilístico bietápico con estratificación por dos etapas y suficiencia estadística para demostrar su validez con cualquiera de los dos tamaños de muestra, y cuya elección está dada por la decisión que llegue a adoptar la entidad cooperativa y la revisión de costos y personal disponible para su ejecución.

7.3 Comparación Metodología actual vs Nueva Metodología

Como la metodología actual del área de auditoria interna es un diseño no probabilístico y la metodología o planteada es un diseño probabilístico bietápico, la comparación que podemos realizar es a través de las medidas de tendencia central que se dieron tanto para la metodología actual (ver Tabla 29) y para la metodología estratificada (ver Tabla 37) donde identificamos que los sesgos a la verdadera media en la metodología actual están muy distantes en comparación a los sesgos de la metodología estratificada

Tabla 40

Comparación de metodologías con la estimación de la verdadera media poblacional

Población o Marco Muestral	Metodología Actual		Metodología Nueva (estratificada) con 388 unidades muestrales		Metodología Nueva (estratificada) con 188 unidades muestrales		
	Muestra	Sesgo	Muestra	Sesgo	Muestra	Sesgo	
	Media estimada	\$29.970.361	\$99.881.309	\$69.610.948	\$31.163.797	\$1.193.436	\$32.560.274

8. Conclusiones

El análisis descriptivo nos permitió evidenciar que la variable de interés es asimétrica por lo cual tanto la descripción como la inferencia deben incluir el uso de la mediana y en general de los cuartiles. Además, dicho análisis nos permitió identificar que la mayoría de las variables demográficas y conductuales usadas en este estudio no tienen la capacidad de ser variables estratificadoras ya que no logran mostrar comportamientos significativamente diferentes en la distribución de la variable Valor del crédito. En este sentido, se abre la posibilidad de utilizar una técnica multivariada que podría ser análisis de clúster para explorar posibles agrupamientos que mejoren la estratificación de la población objetivo.

Las variables que determinan el rumbo de las auditorias tal y como los define la entidad cooperativa actualmente son “VALOR DE CREDITO” y “CAPITAL” debido a que el carácter de la organización es financiero y son ellas las que están en relación directa con la misión de la empresa; en consecuencia, toda metodología planteada para apoyar un auditoria operativa interna debe centrarse en estudiar su comportamiento.

Las evidencias encontradas (Tabla 39 y Tabla 40) nos muestran claramente que la metodología planteada puede ser una alternativa eficiente para interactuar con una población; teniendo en cuenta que si se quiere igualar los costos operativos, en cuanto a tiempo de los auditores en la ejecución, se podría aplicar según nuestro ejemplo un error muestral del 3% y que si se quiere ser más precisos se trabajaría con un error muestral de menor valor como se hizo en el desarrollo de la metodología al usar un 2%.

El uso de recursos computacionales y los sistemas de información en conjunto con las herramientas estadísticas constituyen una potente alternativa para resolver el problema de selección de la muestra optima en el marco de un proceso evaluativo como lo es una auditoria interna, se espera que como dirección futura de este trabajo se pueda incluir elementos teóricos de mayor envergadura en relación con el uso de software para optimizar tamaños de muestra usando métodos de optimización de programación matemática.

9. Recomendaciones

Se recomienda al área de auditoría interna la aplicación de esta metodología en su selección de muestras para el trabajo operativo realizado en las sedes o agencias de la entidad por el alto grado de precisión con él que se podría llegar a conceptualizar los ejercicios de auditoría que se ejecutan actualmente.

Se recomienda al área de auditoría interna de la entidad cooperativa que se diseñen cartas con diferentes tamaños de muestras en base a los errores muestrales que se quieran asumir para poder comparar los resultados de esta metodología planteada con el uso de estratificación de las muestras frente a otras auditorías ejecutadas de periodos anteriores y así poder evaluar su eficiencia para describir el comportamiento de los asociados de cualquier sede de la Cooperativa.

Referencias Bibliográficas

- Aguilar, J. (2014), Riesgos Cooperativos, obtenido de <http://riesgoscooperativos.blogspot.com/2014/06/implementacion-de-la-gestion-integral.html>
- Alejo, D. & García, E. (2017). Modelo de auditoría para el mejoramiento del sistema de control interno de instituciones financieras en Colombia basado en lineamientos de la Ley Sarbanes Oxley sección 404 (Tesis de especialización). Bogotá-Colombia.
- Bouza, C., Sira, M., Allende, A., Valcárcel, E. & Pedreira, L. la afijación multicriterio de la muestra en el modelo estratificado multivariado. Obtenido de https://www.academia.edu/23226848/LA_AFIJACION_MULTICRITERIO_DE_LA_MUESTRA_EN_EL_MODELO ESTRATIFICADO_MULTIVARIADO
- Cardozo, H. (2006). Auditoría del sector solidario – aplicación de normas internacionales. Bogotá: Ecoe ediciones Ltda.
- Clavijo, J., Sánchez, A., Solanilla, L. & Zambrano, A. (2010). Afijación óptima de tamaños de muestra en muestreo aleatorio estratificado vía programación matemática. Comunicaciones en estadística. 3(1), 7-23.
- Cochran, W. (1990) Técnicas de Muestreo. México: Compañía Editorial Continental.
- Cordero, J., Cabrera, N., Caraballo, I. y Manso, S. (2015) El muestreo estadístico, herramienta para proteger la objetividad e independencia de los auditores internos en las empresas cooperativas. Descargado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5233986.pdf>
- Florián, C. (2016). La auditoría, origen y evolución ¿por qué en Colombia solo se conoce a través de leyes?. Tesis de grado. Universidad Libre de Colombia. Obtenida de <http://www.unilibre.edu.co/bogota/pdfs/2016/4sin/B20.pdf>

Fundación CIBEI (2019), La importancia de las NIAS. Obtenido de <https://www.fundacioncibei.org/importancia-de-las-nias/>

Gutiérrez, H. (2015) Estrategias de Muestreo. Diseño de encuestas y estimación de parámetros 2ª ed. Bogotá, Colombia: Lemoine Editores

Martínez, C. (2011). Estadística básica aplicada 4ª ed. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones

Moncayo, C. (2017), La eficiencia del muestreo en auditoría, obtenido de <https://www.incp.org.co/la-eficiencia-del-muestreo-en-auditoria/>

Montilla, O., Montes, C., Mejía, E. (2008) Universidad Libre, Cali, Colombia.

Nahun, F. (2018), Técnicas para el muestreo en auditoría, obtenido de <https://www.auditool.org/blog/auditoria-interna/4267-tecnicas-para-el-muestreo-en-auditoria>

Neyman, J. (1934): On the two different aspects of the representative method: the method of statistical sampling and the method of purposive selection”, J. Royal Stat. Soc, 97(4), (pp,558-625).

Norma internacional de auditoría 530, Muestreo de auditoría. Obtenido de <http://www.icac.meh.es/NIAS/NIA%20530%20p%20def.pdf>

Ochoa, C. (2015): Muestreo probabilístico o no probabilístico. Descargado de <https://www.netquest.com/blog/es/blog/es/muestreo-probabilistico-o-no-probabilistico-ii>

Panez, Chacaliaza & Asociados y Panez & Faesa miembros de la red RSM (2018), Características de la auditoría operativa Perú. Obtenido de <https://www.rsm.global/peru/es/aportes/blog-rsm-peru/caracteristicas-de-la-auditoria-operativa>

Pérez, C. (2010) Técnicas de Muestreo Estadístico. 1ra ed. Madrid: GACETA

Rubione, M. (2011). Técnicas de Muestreo para Auditorías Guía teórico – práctica de la auditoría general de la nación república de Argentina. Obtenida de <https://www.coursehero.com/file/40752096/Tecnicas-de-muestreo-para-auditoríaspdf/>

Soto, W. C. (2009). Cooperativismo e identidad global. Buenos Aires: El Cid Editor.

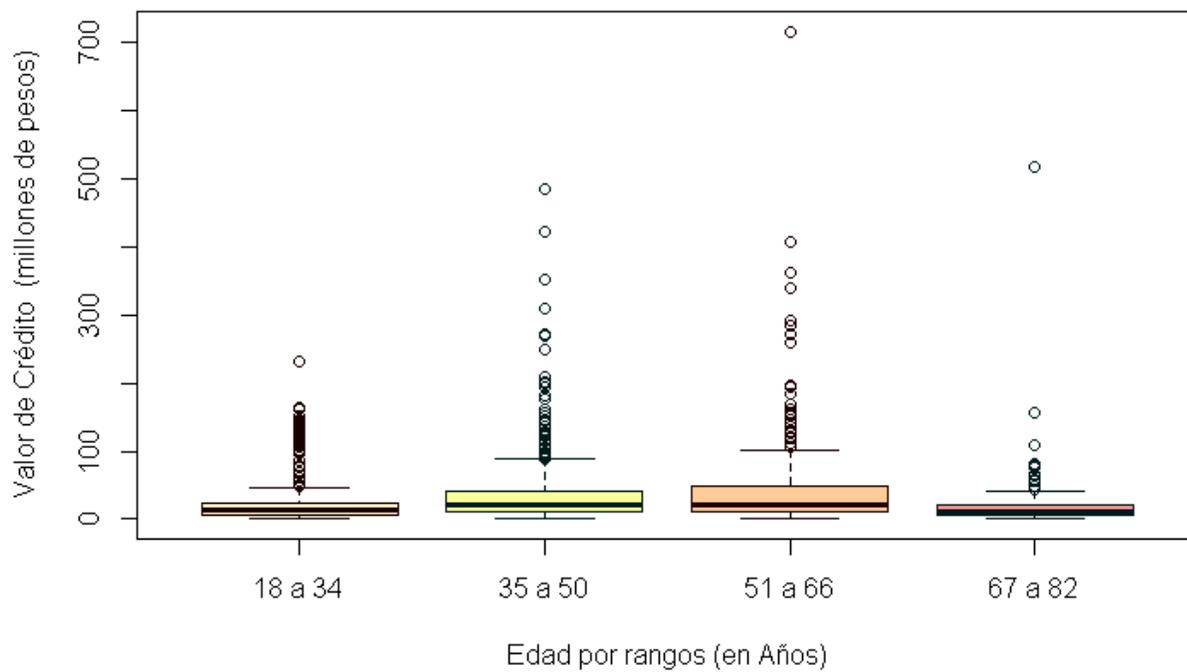
Ulloa, L. (2006). Optimización multiobjetivo en la asignación óptima en muestreo estratificado multivariado (Tesis de maestría). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila- México.

Apéndices

Apéndice A: Análisis bivariados

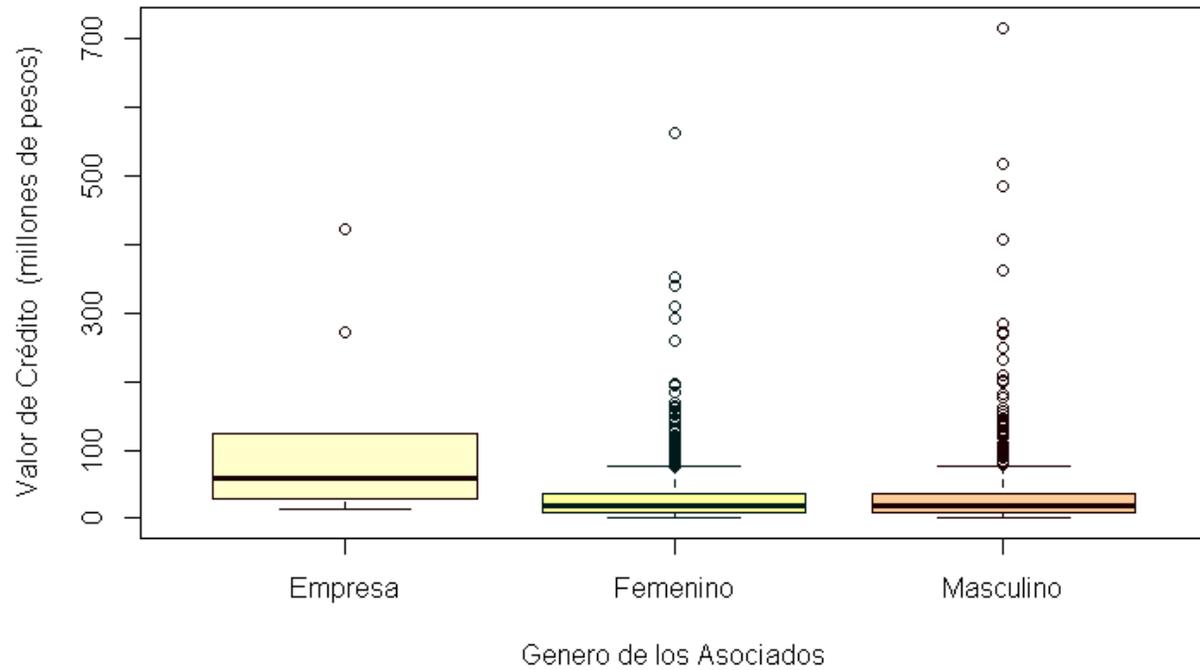
Valor del Crédito Otorgado vs Edad del asociado

Edad del Asociados por Valor de Crédito otorgado



Valor del Crédito Otorgado vs Género

Genero por Valor de Crédito otorgado



Valor del crédito otorgado vs Plazo del crédito

Plazo del Crédito por Valor de Crédito otorgado

