

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Gestión

Maestría en Gestión Financiera y Administración de Riesgos Financieros

**Metodología de evaluación y optimización del portafolio de inversiones
del Fideicomiso Mercantil FONAG**

Lorena Monserrath Cortez Torres

Tutor: Edison Xavier Carrillo Lanas

Quito, 2020



Cláusula de Cesión de Derecho de Publicación de Tesis

Yo, Lorena Monserrath Cortez Torres, autora de la tesis intitulada *Metodología de evaluación y optimización del portafolio de inversiones del Fideicomiso Mercantil FONAG* mediante el presente documento de constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Máster en Gestión Financiera y Administración de Riesgos Financieros en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

Quito, 10 de septiembre del 2020

Lorena Monserrath Cortez Torres

Resumen

El objetivo de este trabajo es proponer al Fideicomiso FONAG, una metodología que permita la construcción de un portafolio óptimo de inversiones, considerando las limitaciones de inversión que tienen las instituciones que trabajan con fondos públicos, es decir, considerando únicamente instrumentos emitidos por el sector público y negociados en el mercado de valores ecuatoriano; esto con el fin de diversificar el riesgo y obtener los máximos rendimientos de los recursos disponibles.

Este estudio analiza los referentes teóricos relacionados, y los principios conceptuales de tres metodologías propuestas: el modelo de Markowitz, el de Black Litterman y el Modelo Primal – Dual, para seleccionar el modelo que mejor se ajusta a las necesidades de la institución y efectuar su aplicación práctica.

Para esto se toma como base la información administrativa financiera proporcionada por el Fideicomiso FONAG, al 31 de diciembre del 2019, y la información que se encuentra disponible en la Bolsa de Valores de Quito y Guayaquil.

Al efectuar el análisis de los 3 modelos sugeridos, se identifica que el modelo de Black Litterman no es aplicable a la realidad del FONAG, ya que este modelo para su aplicación requiere como punto de partida esencial, de un indicador bursátil para calcular los rendimientos implícitos del mercado; sin embargo, en nuestro país únicamente se cuenta con el ECUINDEX, índice que refleja el desenvolvimiento del mercado accionario de valores ecuatoriano y no del mercado de valores de renta fija, instrumentos a los que el FONAG tiene limitada su inversión.

Una vez efectuada la aplicación de los otros dos modelos sugeridos y realizado un análisis de los resultados obtenidos en diferentes escenarios según la aversión al riesgo que se desee adoptar, se concluye que la aplicación de la teoría de Markowitz es de gran utilidad, sobre todo para construir y optimizar un portafolio a largo plazo y para complementar la gestión del portafolio a corto plazo se podría utilizar el modelo Primal Dual que permite optimizar las inversiones generando el mayor rendimiento posible con la mínima inversión requerida, sin dejar saldos improductivos de caja y cubriendo los requerimientos de efectivo mensuales.

Palabras clave: Análisis Financiero, Gestión Financiera, Gestión de Riesgos Financieros, Optimización de Portafolios de Inversiones.

El presente trabajo lo dedico en primer lugar a Dios, por llenar de alegría mi vida y por ser esa mano incondicional que siempre me ayuda a levantarme, quien ha permitido que la sabiduría guíe mis pasos y ha sido mi fortaleza para alcanzar mis metas.

A mis padres por ser el pilar fundamental y el ejemplo a seguir de trabajo y superación, por sus sabios consejos y el valioso apoyo que me han brindado en todo momento; quienes han sabido educarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino.

A mis hermanos por su ayuda y apoyo incondicional ya que siempre están presentes en todo momento.

Agradecimientos

Agradezco a Dios, por su infinito amor reflejado en los regalos invaluable que me entrega día a día, por ser la fuerza que me motiva a vencer las dificultades y seguir el camino correcto; por los dones y capacidades que me han permitido culminar una de las etapas más importantes de mi vida.

A mis padres, que al depositar su confianza en mi, me han dado seguridad al realizar el presente trabajo, por su apoyo y comprensión en cada etapa de mi vida y por el esfuerzo que han realizado al darme la educación.

Agradezco también el apoyo de mis hermanos, porque han contribuido positivamente para llevar a cabo esta difícil jornada.

A mis maestros que han impartido conocimientos y experiencias enriquecedoras. Especialmente agradezco a mi tutor, el Ing. Xavier Carrillo, que como profesional y amigo me ha guiado en el desarrollo y conclusión de la tesis.

Al Fideicomiso FONAG, que confió en mi capacidad profesional al apoyarme con mis estudios y abrirme las puertas de la institución para proporcionarme la información necesaria para el desarrollo de este trabajo.

Tabla de contenidos

Tablas y Gráficos.....	15
Introducción.....	17
Capítulo Primero. Planteamiento del Problema	19
1. Descripción de la realidad problemática	19
2. Pregunta central	20
3. Objetivos general y específicos	20
4. Justificación.....	21
5. Delimitación del problema	23
Capítulo Segundo. Marco Normativo.....	25
1. Marco normativo	25
Capítulo Tercero. Marco Teórico	27
1. Antecedentes de la investigación.....	27
1.1 Fondos de Agua	27
1.2 Investigaciones previas internacionales.....	30
1.3 Investigaciones previas en Ecuador.....	35
2. Bases teóricas	37
2.1 Fideicomiso	37
2.2 Riesgo	39
2.3 Riesgo de Mercado	39
2.4 Definición de Mercado Financiero.....	39
2.4.1 Mercados Bursátil Ecuatoriano	39
2.4.2 Aspectos Relevantes del Mercado de Valores.....	40
2.4.3 Valores Públicos de Renta Fija.....	43
2.4.4 Objetivo de la inversión.....	44
2.4.5 Vector de Precios.....	44
2.4.6 Metodologías de selección de portafolio óptimo de inversiones.....	45
2.4.6.1 Análisis Fundamental	45
2.4.6.2 Análisis Técnico	46
2.4.6.3 Modelo de Markowitz	47
2.4.6.4 Modelo de Black Litterman.....	55
2.4.6.5 Modelo Primal – Dual	59
Capítulo Cuarto. Metodología	63

1.	Métodos de Investigación.....	63
2.	Fuentes de Información	63
3.	Técnicas para la recopilación de la Información.....	64
4.	Tratamiento de la Información	64
Capítulo Quinto. Marco Empírico		65
1.	La empresa.....	65
1.1	Presentación del Fideicomiso Mercantil FONAG.....	65
1.2	Misión.....	65
1.3	Visión	66
1.4	Capital Patrimonial	66
1.5	Resumen de Participación por constituyente.....	67
1.6	Organigrama Institucional	68
1.7	Estructura Organizacional	68
2.	Portafolio de Inversiones Fideicomiso FONAG	70
2.1	Portafolio de inversiones por tipo de instrumento financiero.....	70
2.2	Portafolio de inversiones por emisor	71
2.3	Evolución del Portafolio de Inversiones.....	72
2.4	Valores de Renta Fija	74
2.5	Curva de Rendimiento	76
3.	Análisis Fundamental	78
4.	Aplicación del modelo de Markowitz	80
4.1	Obtención de Información Histórica y Preparación de Base de Datos.....	81
4.2	Análisis inicial de datos.....	82
4.3	Cálculo de Rentabilidad Mensual.....	83
4.4	Cálculo de la Rentabilidad Promedio y Riesgo de los Activos	83
4.5	Análisis del riesgo de los Activos	84
4.6	Elaboración de la Matriz de Correlaciones.....	84
4.7	Elaboración de Matriz de Varianzas y Covarianzas.....	85
4.8	Cálculo del Rendimiento del Portafolio	85
4.9	Cálculo del Riesgo del Portafolio.....	86
4.10	Optimización de Markowitz Mediante Solver.....	86
4.11	Construcción del Portafolio de Mínima Varianza	87
4.12	Construcción del Portafolio de Sharpe	87
4.13	Construcción de Varias Alternativas de Portafolios.....	87

4.14	Construcción de la frontera eficiente.....	89
4.15	Construcción de la Línea de Mercado de Capitales CML.....	89
4.16	Análisis de resultados	90
5.	Aplicación del modelo Primal - Dual.....	94
5.1	Desarrollo del Modelo Primal - Dual (Primera Opción).....	94
5.1.1	Análisis de Resultados de la Opción 1 del Modelo Primal Dual.....	97
5.2	Desarrollo del Modelo Pimal - Dual (Segunda Opción).....	97
5.2.1	Análisis de Resultados.....	100
	Conclusiones y Recomendaciones	101
1.	Conclusiones.....	101
2.	Recomendaciones	102
	Lista de Referencias.....	103
	Anexos.....	107
	Anexo 1 Negociaciones de Valores de Renta Variable por Emisor	107
	Anexo 2 Características de los Bonos del Estado.....	109
	Anexo 3 Precios Promedio de los Activos Financieros en %.....	114
	Anexo 4 Rendimiento de los Activos Financieros	116
	Anexo 5 Análisis de Riesgos de los Activos Financieros	118
	Anexo 6 Datos Iniciales para la Construcción del Modelo Primal – Dual.....	122

Tablas y Gráficos

Tabla 1 Mecanismos Financieros de Protección del Aguan en Latino América.....	29
Tabla 2 Participación Patrimonial por Constituyente.....	67
Tabla 3 Portafolio de Inversiones por Instrumento Financiero	70
Tabla 4 Portafolio de Inversiones por Emisor	71
Tabla 5 Evolución del Portafolio de Inversiones del Fideicomiso FONAG	72
Tabla 6 Rentabilidad Anual vs Inflación Anual	74
Tabla 7 Volumen Nacional Negociado (Miles de dólares)	78
Tabla 8 Volumen de Negociaciones de Valores de Renta Fija (Miles de dólares)	79
Tabla 9 Codificación de Activos Financieros.....	82
Tabla 10 Vector de Rentabilidades y Volatilidad.....	83
Tabla 11 Matriz de Correlaciones	84
Tabla 12 Matriz de Varianzas y Covarianzas.....	85
Tabla 13 Matriz de Pesos o Vector de Participaciones	86
Tabla 14 Riesgo e Índice de Sharpe del Portafolio	86
Tabla 15 Alternativas de Portafolios de Inversión y su Composición	88
Tabla 16 Análisis Comparativo de Portafolios de Inversión en Distintos Escenarios ...	92
Tabla 17 Alternativas de Inversión.....	95
Tabla 18 Resultados Opción 1 Modelo Primal Dual.....	95
Tabla 19 Flujo de Caja Opción 1 Modelo Primal Dual.....	96
Tabla 20 Resultados Opción 2 Modelo Primal Dual.....	98
Tabla 21 Flujo de Caja Opción 2 Modelo Primal Dual.....	99
Tabla 22 Negociaciones de Valores de Renta Variable por Emisor.....	107
Tabla 23 Características de los Bonos del Estado	109
Tabla 24 Precios Promedio de los Activos Financieros %.....	114
Tabla 25 Rendimiento de los Activos Financieros.....	116
Tabla 26 Requerimientos y Stock de Seguridad.....	122
Gráfico 1 Causas que Ocasianan Riesgo de Mercado.....	30
Gráfico 2 Partes que Interviene en un Fideicomiso.....	38
Gráfico 3 Hipótesis de la Teoría de Markowitz	47
Gráfico 4 Curvas de Distribución.....	50

Gráfico 5 Frontera Eficiente y Línea de Mercado de Capitales	53
Gráfico 6 Pasos del Proceso de Modelado	55
Gráfico 7 Hipótesis de la Teoría de Black Litterman.....	56
Gráfico 8 Hipótesis de la Teoría Primal – Dual	59
Gráfico 9 Parámetros generales del modelo	60
Gráfico 10 Parámetros generales del modelo	61
Gráfico 11 Capital Patrimonial.....	66
Gráfico 12 Organigrama Institucional.....	68
Gráfico 13 Portafolio de Inversiones del FONAG	70
Gráfico 14 Portafolio de Inversiones por Instrumento	71
Gráfico 15 Portafolio de Inversiones por Emisor.....	72
Gráfico 16 Evolución del Portafolio de Inversiones del Fideicomiso FONAG	73
Gráfico 17 Rentabilidad Anual vs Inflación del Fideicomiso FONAG	75
Gráfico 18 Curva de Rendimiento de Valores de Renta Fija del FONAG, al 30 de junio del 2019	76
Gráfico 19 Curva de Rendimiento Emisiones Públicas.....	77
Gráfico 20 Curva de Rendimiento Emisiones Públicas.....	80
Gráfico 21 Precios de los Instrumentos de Renta Fija del Sector Público	83
Gráfico 22 Frontera Eficiente	89
Gráfico 23 Frontera Eficiente y Línea de Mercado de Capitales	90
Gráfico 24 Composición del Portafolio Óptimo de Sharpe.....	91
Gráfico 25 Distribución de Frecuencias del Rendimiento del Título A	118
Gráfico 26 Distribución de Frecuencias del Rendimiento del Título B	118
Gráfico 27 Distribución de Frecuencias del Rendimiento del Título C	119
Gráfico 28 Distribución de Frecuencias del Rendimiento del Título D.....	119
Gráfico 29 Distribución de Frecuencias del Rendimiento del Título E	120
Gráfico 30 Distribución de Frecuencias del Rendimiento del Título F.....	121

Introducción

La globalización y el creciente desarrollo tecnológico ha acelerado la evolución de los mercados financieros y con ello también la dinámica interna de las instituciones, esto demanda una evolución del conocimiento al mismo ritmo y en consecuencia el desarrollo de la gestión de riesgos ha tomado importancia en el área financiera en los últimos años (Quintero 2017, 2).

La permanente evolución de las empresas y el surgimiento de nuevas necesidades en cuanto a responsabilidad social, sostenibilidad y medio ambiente ha impulsado al desarrollo de nuevas y diversas metodologías de aplicación, así nace la necesidad de buscar solución ante diversos eventos de amenazas e incertidumbres propias de las actividades de las instituciones; además, las malas prácticas o carencia de gestión de riesgos institucionales, han ocasionado graves consecuencias a la sociedad a nivel mundial y la obligación de buscar mecanismos que ayuden a regular dichos riesgos, pues, a lo largo de los años, el uso inadecuado de los instrumentos financieros ha provocado el deterioro de capital de algunas empresas y economías e incluso ha ocasionado crisis financieras mundiales, tal como fueron la mexicana (1994-1995), la asiática (1997), la quiebra de empresas como Enron, WorldCom (2001/2002), la crisis hipotecaria y crediticia en Estados Unidos 2007 -2008” (Esquivel y Vásquez 2008, 13).

En función de los eventos ocurridos a lo largo del tiempo, las herramientas para gestionar el riesgo financiero han ido evolucionando con la finalidad de garantizar capacidad de respuesta ante los cuatro tipos de riesgos financieros: riesgo de crédito, riesgo de liquidez, riesgo operativo y riesgo de mercado (Basilea 2014).

En efecto, con este trabajo y en base a las necesidades y realidad del Fideicomiso FONAG, se pretende coadyuvar en la gestión del riesgo de mercado, a través de la identificación de una metodología que permita la evaluación y optimización de su portafolio de inversiones y para esto se propone el estudio de 3 metodologías: el modelo de Markowitz, el de Black Litterman y el Modelo Primal – Dual.

Capítulo Primero

Planteamiento del problema

1. Descripción de la realidad problemática

El Fondo Ambiental para la Protección de las Cuencas y Agua –FONAG se creó, en enero del año 2000, esta iniciativa, auspiciada por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), la acogió la Alcaldía Metropolitana de Quito a través de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS). Convirtiéndose este fondo de agua en el pionero del mundo, a partir del FONAG se crearon réplicas del modelo en otras ciudades del país y más de diez en toda América Latina y el Caribe.

El capital patrimonial del FONAG se nutre de aportes financieros mixtos procedentes de los Constituyentes del Fondo: Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento- EPMAPS, Empresa Eléctrica Quito- EEQ, The Nature Conservancy- TNC, Cervecería Nacional, Camaren y Tesalia Springs CO.¹

El Fideicomiso Mercantil FONAG es un mecanismo económico financiero, permanente y estable que utiliza los rendimientos del patrimonio para cofinanciar actividades, programas y proyectos de rehabilitación, conservación y mantenimiento de las cuencas hídricas desde donde se abastecen de agua a los habitantes del Distrito Metropolitano de Quito- DMQ y sus áreas de influencia, con el fin de garantizar agua en calidad y cantidad a más de 2 millones 300 mil habitantes.

El patrimonio de la institución con el transcurso del tiempo se ha ido fortaleciendo gracias a las aportaciones continuas realizadas por la EPMAPS,² permitiendo abarcar proyectos de mayor envergadura y con ello ha ido surgiendo nuevas necesidades de información, tecnología y de profesionales altamente capacitados en el área financiera, que se desempeñen con creatividad en la gestión de instrumentos para el ahorro, el financiamiento y la inversión; capaces de tomar los aportes confiados por los

¹ Tomado de la página web [http:// www.fonag.org.ec](http://www.fonag.org.ec)

² En abril del 2007 se expidió la Ordenanza Metropolitana 199, hoy en día ordenanza 213, en la que, la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento –EPMAPS se compromete a transferir constantemente al patrimonio del fideicomiso, una contribución del 2% de las planillas pagadas por los usuarios del servicio de “agua potable y alcantarillado”, para que sean invertidos en la protección de las fuentes de agua. Tomado de la Escritura Pública de Segunda Reforma Integral al Fideicomiso Mercantil FONAG, publicada el 4 de Julio del 2011, 37, 38.

constituyentes y entidades aliadas, administrarlos de forma eficiente e invertirlos en instrumentos financieros que generen el mayor rendimiento posible y transformarlos en proyectos productivos que garanticen la conservación del medio ambiente y de las fuentes hídricas, cumpliendo de esta manera con el principal objetivo de la institución y fortaleciendo su capital; pues el Fideicomiso FONAG es una institución sin fines de lucro con finalidad social, *cuya principal fuente de financiamiento autónoma se basa en la inversión de instrumentos financieros.*

Al momento las decisiones de inversión no son sustentadas en un modelo de optimización de portafolios, basado en la ciencia como las matemáticas o la estadística y al no contar con una herramienta o metodología para gestionar el riesgo de mercado, se hace difícil la tarea de contar con un portafolio de inversiones optimizado donde se genere el mayor rendimiento posible y se minimice el nivel de riesgo.

La institución tampoco cuenta con una cultura o gestión de riesgos financieros que permitan proveer la probabilidad de situaciones adversas y sus posibles consecuencias negativas que pondrían en peligro su continuidad; es imprescindible generar estrategias orientadas a minimizar el riesgo, aprovechar las oportunidades orientando sus finanzas a un futuro sostenible, conocer en forma clara y oportuna el comportamiento financiero de la entidad y del mercado financiero permitirá la optimización de sus recursos; por tanto, implementar una metodología de evaluación y optimización de inversiones del portafolio es indispensable.

2. Pregunta central

¿Cuál de las metodologías planteadas ayudará al Fideicomiso FONAG a modelar en forma óptima su portafolio de inversiones de renta fija, con el fin de obtener el mayor beneficio posible y reducir su nivel de riesgo, considerando las limitaciones de inversión que tienen las instituciones que manejan fondos públicos?

3. Objetivos general y específicos

Objetivo general:

Aplicar una metodología que permita optimizar los recursos disponibles del Fideicomiso Mercantil FONAG construyendo un portafolio de inversiones de renta fija emitidos por el sector público y negociados en el mercado de valores ecuatoriano, que permita diversificar el riesgo de exposición y obtener los máximos rendimientos de los

recursos disponibles, con el fin de reinvertir en proyectos productivos y ampliar el campo de acción en pro de la conservación del agua y la biodiversidad.

Objetivos específicos:

- ✓ Identificar y seleccionar los instrumentos financieros de renta fija, de origen público que generen los mejores rendimientos en el mercado bursátil ecuatoriano.
- ✓ Analizar las tres metodologías propuestas para la selección de un portafolio óptimo de inversiones.
- ✓ Determinar la máxima rentabilidad posible, el valor del riesgo y las curvas de rendimiento del mercado.
- ✓ Proponer una metodología apropiada de optimización de inversiones del portafolio basado en las particularidades del Fideicomiso Mercantil FONAG y las leyes que lo rigen.

4. Justificación

Al momento el análisis financiero de esta institución se centra básicamente en la evaluación del cumplimiento de ejecución presupuestaria, ya que a través de este se evalúa si la gestión del FONAG ha sido eficiente o no y de esto depende la aprobación del presupuesto para el siguiente ejercicio económico, por lo que considero necesario complementar este análisis incrementando una evaluación más profunda donde se incluya la optimización del portafolio a través de la diversificación de inversiones y el análisis del riesgo del mismo, con el fin de obtener información relevante, útil y necesaria que ayude a tomar decisiones más acertadas, información que hasta la presente fecha no se ha generado al interior de la institución, pues para obtener el análisis financiero en ciertos temas puntuales, la institución se ha visto en la necesidad de contratar los servicios profesionales de consultores externos.

La EMAPS, principal constituyente, creó este fondo con la finalidad de coadyuvar a la conservación y mantenimiento del páramo y las cuencas hídricas, misma que en forma periódica realiza estudios con el fin de establecer la rentabilidad o conveniencia de preservar su funcionamiento, por lo que la prevalencia del fondo depende de su buena gestión, de ahí la importancia de medir y analizar los riesgos de mercado que puedan poner el peligro su continuidad y por ende las acciones encaminadas a la preservación del líquido vital para las generaciones futuras.

El agua es un recurso agotable y es obligación preservarlo, por lo que la implementación de una metodología de selección óptima del portafolio de inversiones que complemente el análisis financiero es imprescindible, pues esta es la principal fuente de financiamiento propia de la institución y en caso de que el FONAG no cumpla con el objetivo para el cual fue creado, los constituyentes disminuirán su aporte e inclusive correría el riesgo de cancelar el fondo, lo que conllevaría a corto plazo a obtener agua de menor calidad con una disminución importante en su caudal y la EPMAPS se vería obligada a realizar inversiones de infraestructura cada vez más costosas para poder purificar el líquido y hacerlo apto para el consumo humano. A largo plazo, la consecuencia es más grave aún, estas fuentes sin ningún cuidado podrían agotarse más rápido, obligando a buscar nuevas posibilidades de abastecimiento en fuentes más lejanas con costos muy elevados, esta información reveló un estudio realizado por DHI, organización dedicada a la investigación y consultoría en el campo de la ingeniería hidráulica y de los recursos de agua (Environments, DHI The Expert in Water 2012).

El contar con una metodología apropiada para la optimización del portafolio permitirá determinar si es conveniente o no efectuar inversiones en ciertos instrumentos financieros, definir un orden de preferencia, e identificar el porcentaje que se requiere invertir en los diferentes instrumentos que ofrece el mercado bursátil ecuatoriano, con el fin de generar el mayor rendimiento posible a un riesgo dado; de forma que se optimice su portafolio y se tenga en forma clara su capacidad de financiamiento e inversión propia.

Además se ha de especificar que el fideicomiso FONAG al ser el fondo de agua pionero en el mundo ha ido adaptando sus procesos internos conforme a las necesidades que han ido surgiendo a través de los años y al no existir un organismo de control para este tipo de instituciones, que regule el desarrollo de un plan de gestión y administración de contingencias ante la presencia de riesgos financieros, entre ellos el riesgo de mercado; (como en el caso de las instituciones financieras que son reguladas por la normativa de la Superintendencia de Bancos), es en dicho aspecto que la presente investigación cobra mayor importancia, ya que podría servir de referencia para la implementación en los fondos de agua de las otras ciudades del país como FONAPA, FORAGUA, FOPAR, FONDO DE PÁRAMOS TUNGURAHUA, e incluso para los fondos de agua existentes en América Latina y el Caribe que aún se encuentran en camino de optimizar sus recursos y procesos administrativos financieros y que siempre toman como punto de referencia al Fideicomiso Mercantil FONAG.

5. Delimitación del problema

La investigación se llevará a cabo en las instalaciones del Fideicomiso FONAG, ubicado en la ciudad de Quito, en base a la información contenida en los balances y portafolio de inversiones al 31 de diciembre del 2019, y se tomará información adicional de la página web de la Bolsa de Valores de Quito y Guayaquil.

La gestión de riesgos financieros considera 4 tipos de riesgos existentes en las entidades: riesgo de crédito, riesgo de mercado, riesgo de liquidez y riesgo operativo.

La presente investigación se centrará en el riesgo de mercado, dando prioridad a una de las necesidades más sentidas de la organización; cabe mencionar que el riesgo de crédito no existe por tratarse de una institución con un fin social, por lo que no se otorga créditos de ningún tipo, pues no existe la probabilidad de incumplimiento de la contraparte.

Una vez realizado un análisis de los instrumentos financieros negociados en el mercado bursátil ecuatoriano, y efectuado el diagnóstico del portafolio de inversiones que mantiene actualmente la institución, se propondrá un portafolio optimizado, basado en una metodología que permita generar los mayores rendimientos a un nivel de riesgo aceptado, considerando las limitaciones de inversión que tiene la institución al manejar fondos públicos, por lo que el análisis se centrará en instrumentos de renta fija de deuda pública.

Se analizará la evolución de los portafolios de inversiones que ha mantenido el fideicomiso durante los últimos 7 años, además se analizará el comportamiento histórico de los últimos 5 años y 7 meses de los instrumentos financieros en los que puede invertir la institución y su plazo de vencimiento.

Se deberá considerar los lineamientos de la normativa interna y política relacionada al manejo de inversiones financieras; sin embargo, a la fecha de realización del presente trabajo, el FONAG no cuenta con un manual o instructivo específico en cuanto al manejo y administración del portafolio de inversiones, simultáneamente se está trabajando en su elaboración a través de un consultor externo.

Finalmente, para seleccionar la metodología de optimización de portafolios de inversión que más se ajuste a las necesidades y requerimientos de la institución, se propone el análisis de los tres modelos:

- Método de optimización de Markowitz.
- Modelo es el de Black Litterman.
- Modelo matemático Primal - Dual de programación lineal.

Capítulo Segundo

Marco normativo

La recopilación y adaptación de normativas existentes en el país y el mundo y su aplicación en una institución del sector no financiero, se verá plasmado en el desarrollo del presente trabajo, y para esto es necesario empaparse de los diversos conceptos y conocimientos al respecto, es así que se han investigado las normativas que rigen en nuestro país; sin embargo, para las entidades del sector real no existe una institución reguladora ni normativa específica que obligue la eficiente gestión y administración de riesgos financieros, por lo que para ello se ha tomado como referencia el siguiente marco normativo.

1. Marco normativo

En el ámbito nacional el fideicomiso está regulado dentro del marco legal vigente de la siguiente normativa:

La Constitución de la República del Ecuador en el artículo No. 299 (36) establece que “Los recursos públicos se manejarán en la banca pública. La ley establecerá los mecanismos de acreditación y pagos, así como de inversión de recursos financieros. Se prohíbe a las entidades del sector público invertir sus recursos en el exterior sin autorización legal”, por lo que se deberá considerar que, por tratarse de un fideicomiso donde el 87% de su patrimonio proviene del sector público a través de las aportaciones de la EPMAPS principal constituyente, sus inversiones se ven limitadas a la adquisición de instrumentos emitidos por el sector público.

La Ley del Mercado de Valores, libro II contenido en el Código Orgánico Monetario y Financiero, en su Capítulo III define los lineamientos de las sociedades administradoras de fondos y fideicomisos y garantiza la sostenibilidad económica de la institución para un tiempo mínimo de 80 años, además el artículo 37, establece las normas que rigen las inversiones y compraventa de activos financieros del sector público, a través de las bolsas de valores establecidas en el país (Bejarano -Inversiones Financieras del Sector Publico 2000, 1).

El Código Orgánico de Planificación y Finanza Públicas (2010) que vincula la planificación y el presupuesto, las políticas pública y la inversión pública y que a más de normar el Presupuesto General del Estado y los presupuestos de entidades públicas, en su

Capítulo IV del Componente de Endeudamiento Público, en sus Secciones de la I a la VI, regula los principios y procesos de financiamiento y deuda pública, así como la emisión de bonos y otros títulos a través de la Bolsa de Valores y cuyo pago de capital e intereses de instrumentos de deuda interna y externa se efectúa a través del Banco Central del Ecuador.

Escritura Pública de Constitución, Segunda Reforma Integral al Fideicomiso Mercantil FONAG, publicada el 4 de Julio del 2011 y demás normas que regulan este tipo de fideicomisos.

Decreto Ejecutivo 589, Inversiones Financieras del Sector Público y su reglamento en su capítulo II, Artículo 2, establecen que “Las entidades del sector público no financiero únicamente podrán invertir sus recursos en las instituciones financieras pública, a través de una cuenta corriente en el Banco Central del Ecuador”

Demás reglamentos dictados por el Consejo Nacional de Valores, la Superintendencia de Compañías y demás normas que regulan este tipo de fideicomisos.

En el Segundo Suplemento del Registro Oficial No.22, 26 de junio del 2017. Resolución No. 3852017 (Apruébese la Codificación de Resoluciones Monetarias, Financieras, de Valores y Seguros), en el Artículo 18, numeral 3, establece que “la tasa que sea determinada por el vector de precios será asumida como tasa libre de riesgo para la valoración de inversiones de renta fija”.

Capítulo Tercero

Marco Teórico

1. Antecedentes de la investigación

1.1 Fondos de Agua

Es deber de todos proteger y conservar las fuentes de agua y sus ecosistemas, por ello, en los últimos años alrededor del mundo, se han adoptado varios mecanismos económicos para apoyar el financiamiento de la protección de los recursos hídricos y el medio ambiente, tales como: cargos y tarifas por aprovechamiento, cargos y tarifas por contaminación, mercados de agua, permisos transables de contaminación, subsidios, pago por servicios ambientales (PSA); varios de los cuales han sido aplicados por países como Francia, Japón, Australia, Ecuador, Colombia y Argentina (Echeverría Bonilla 2011, 9).

Por ejemplo, en Costa Rica a partir del año 1996, se aplica el esquema de pago por servicios ambientales (PSA), donde el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) se financia con recursos que provienen del canon del uso y aprovechamiento de agua y de recursos del impuesto selectivo de consumo a los combustibles.

En Guatemala se ejecuta el Programa de Incentivos Forestales (PINFOR), mismo que a pesar de trabajar en pro del agua, mantiene un enfoque más relacionado a lo forestal y no está ligado a un pago específico por el uso del agua.

En El Salvador se ha aplicado en varias localidades, el pago por la protección de la cuenca hidrográfica y recientemente se ha creado un Fondo de Agua que forma parte del Fondo Ambiental de El Salvador.

En Costa Rica de igual forma se ha financiado un Fondo de Agua con alianzas públicas y privadas.

Resumiendo, la mayoría de países de Centro América como Guatemala, Nicaragua, El Salvador y Honduras aplican mecanismos locales de PSA, con diferentes grados de desarrollo e impacto, generalmente se fijan en un tema específico, siendo parte de proyectos de desarrollo, razón por la que muchos de estos esquemas económicos no permanecen en el tiempo, pues su financiamiento no es permanente y constante. “Muchas

iniciativas nacen como proyectos financiados por donantes externos, y cuando los fondos del proyecto se agotan, es difícil que haya continuidad” (Echeverría Bonilla 2011, 10).

En los últimos años se han venido realizando varios foros internacionales donde se intercambian experiencias y se busca estrategias para garantizar el cuidado y preservación de las fuentes de agua, es así que en el VII Foro Iberoamericano de Regulación (FIAR), organizado por ADERASA Asociación de Entes Reguladores de Agua y Saneamiento de las Américas en el año 2015, se concluyó que es indispensable proteger los ecosistemas de las fuentes de agua y para esto es necesario identificar y promover mecanismos financieros de inversión en infraestructura verde que involucre a la población a través de un porcentaje de la tarifa del servicio de agua potable, tarifa generalmente canalizada por las Entidades Prestadoras del Servicio de Agua Potable EPS, lo que permitiría prevenir interrupciones de sistemas de agua, evitar costos de operación elevados e incluso generar un retorno económico (Coronel 2016, 2).

La creación de Fondos de Agua ha sido el mecanismo para conservación de fuentes de agua a largo plazo, más versátil y eficaz para ayudar al cumplimiento del objetivo en mención, ya que al ser un mecanismo tan dinámico se adapta a las diferentes realidades, logrando así una sostenibilidad financiera, ya que permite asegurar recursos económicos y generar fondos para invertir en actividades de investigación, conservación, restauración y protección del recurso hídrico, construyendo alianzas con varios actores públicos y privados.

La figura financiera más utilizada para consolidar los Fondos de Agua es a través de los Fideicomisos que garantizan el uso adecuado de los recursos en actividades para el fin que fueron creados.

Los actores de este mecanismo pueden ser constituyentes que generalmente aportan continuamente al fondo y tienen incidencia en la toma de decisiones o aportantes que realizan aportaciones puntuales que pueden ser capitalizadas o para la realización de una actividad concreta.

De acuerdo al informe de inversión en infraestructura verde de EDERASA 2015, existe la tendencia creciente de promover la inversión pública y privada para protección de fuentes de agua; sin embargo, no en todos los países las EPS pueden aplicar este mecanismo, pues depende del marco legal y político que rige en cada región.

La alianza de fondos de Agua, promovida por TNC, indica que al año 2016, en Latinoamérica se encuentran constituidos 19 fondos y alrededor de 22 están en fase de estudio y pre-factibilidad (Coronel 2016, 20).

Entre los cuales se podría mencionar:

Tabla 1
Mecanismos Financieros de Protección del Agua en Latino América

Mecanismos Financieros que reciben aportes de las EPS		
EPS	País – Ciudad	Nombre del mecanismo
Empresa de Acueducto y Agua Potable de Bogotá	Colombia – Bogotá	Agua Somos
EPM	Colombia - Medellín	Cuenca Verde
SAGUAPAC	Bolivia - Santa Cruz de la Sierra	ARAS
SEDAPAL	Perú – Lima	Fondo de Agua de Lima
EPMAPS	Ecuador – Quito	FONAG
Fondos de Agua que no perciben aportes las EPS		
EPS	País - Ciudad	Nombre del mecanismo
N/A	México	Fondo de Agua de Monterrey
N/A	República Dominicana	Fondo Agua de Yaque del Norte y de Santo Domingo
N/A	Hoduras	Fondo de Agua de Tegucigalpa
N/A	Nicaragua	FUNCAGUA
N/A	Colombia	Fondos de Sierra Nevada y Cartagena

Fuente: (Coronel 2016)

Elaboración: Autora

En nuestro país, la tendencia es que las EPS inviertan en mecanismos financieros como fondos de agua. Estos mecanismos a su vez han logrado integrar esfuerzos públicos y privados, para garantizar la protección de recursos hídricos a largo plazo; en la mayoría de ciudades son empresas públicas las que prestan el servicio de agua potable, a excepción de Guayaquil, donde a partir del año 2001, International Water Services - Interagua Cía. Ltda. es quien presta este servicio y en Loja el Municipio (Coronel 2016, 11).

En Cuenca, el Fondo del Agua para la Conservación de la Cuenca del Río Paute (FONAPA), trabaja bajo la figura de fideicomiso mercantil y tiene como constituyente a la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento ETAPA EP³; sin embargo, esta no realiza aportes periódicos al fondo (7).

En Ambato, el Fondo de Manejo de Páramos Tungurahua y Lucha contra la Pobreza (FMPLPT), es un fideicomiso mercantil que tiene como constituyente a la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato EMAPA, quien realiza aportes anuales al fondo, de este aporte el 40% se invierte en actividades de protección, la diferencia se capitaliza (FMPLPT 2014).

³ En el año 2011 fue la última vez que ETAPA realizó un aporte al fondo.

En Portoviejo, la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Portoviejo EPMAPAP, realiza acciones de sensibilización, recuperación y protección de las cuencas hídricas, a través de su Dirección de Operación y Mantenimiento, mas no, a través de un fondo de agua. (EPMAPAP 2016).

En Loja, el Fondo Regional del Agua FORAGUA, tiene como constituyentes a 12 municipios ente ellos Loja, Celica, Puyango, Zaruma, Zamora, Paltas y 8 en proceso de adhesión, este fondo recibe aportes recurrentes provenientes de una tasa ambiental (FORAGUA 2019)

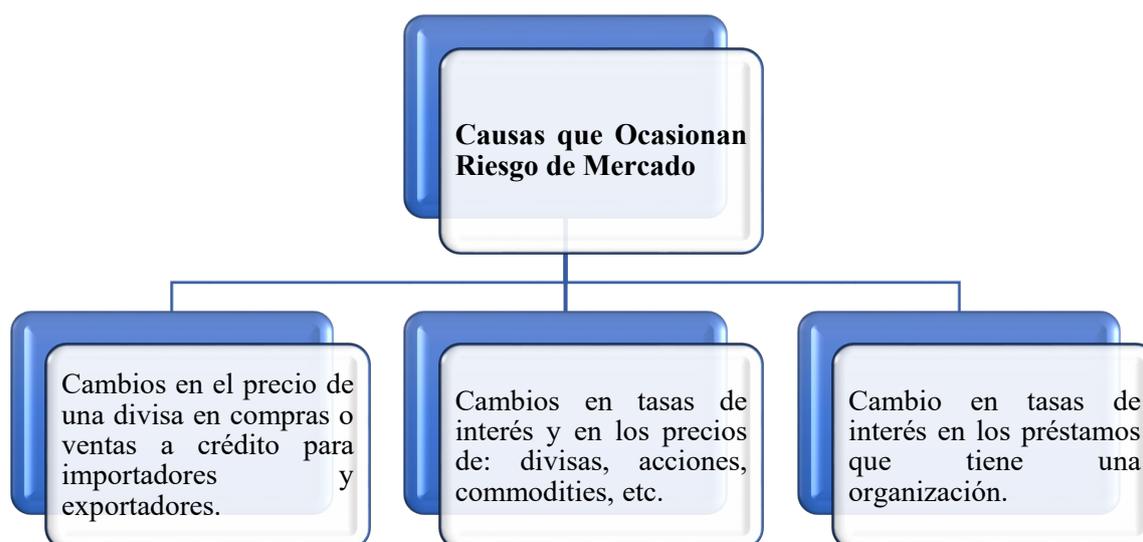
En Guayaquil, en el año 2015 se creó el Fondo de Agua de Guayaquil, mismo que recibe aportaciones periódicas de \$30.000,00 anuales de la Empresa Pública Municipal Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil EP –EMAPAG, empresa que se encarga del control y regulación de los servicios proporcionados por Interagua (Coronel 2016, 8).

En Quito, el Fondo para la Protección del Agua FONAG (fideicomiso mercantil), tiene como principal constituyente a la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito, quien realiza anualmente aportes al fondo, de los cuales el 30% se puede invertir en actividades de protección del agua.

1.2 Investigaciones previas internacionales

El riesgo de mercado puede ocasionarse por:

Gráfico 1 Causas que Ocasianan Riesgo de Mercado



Fuente: (Quintero 2017, 2)
Elaboración: Autora

Las entidades pretenden obtener rendimientos con los flujos financieros producto de una buena inversión en instrumentos financieros para minimizar el riesgo de mercado, por lo que los inversionistas administran el riesgo a través de la aversión al riesgo, es decir ante rendimientos similares se elegirá aquel instrumento que tenga menor riesgo y ante la igualdad de riesgo se elegirá el instrumento que produzca mayor rendimiento para asegurar la continuidad de la institución.

Las pasadas crisis financieras han generado cierta desconfianza en el uso de instrumentos financieros e incentiva a las instituciones a mantener un análisis más riguroso en cuanto a la selección óptima de estos instrumentos y la gestión de sus riesgos a través de la identificación, cuantificación, control y monitoreo de los mismos, buscando reducir la probabilidad de ocurrencia de eventos de pérdida.

En consecuencia, con el paso de los años se han desarrollado varias metodologías para medir el riesgo de mercado basadas en herramientas estadísticas y matemáticas (paramétricas y no paramétricas) como método de varianzas, covarianzas y la simulación histórica, en la actualidad la técnica más utilizada es la de valor en riesgo VAR que mide la máxima pérdida aceptada dado un nivel de confianza.

También se han desarrollado varias metodologías para la optimización de portafolios de inversiones, según la Teoría Económica de las Finanzas a partir del año 1950 se han desarrollado varios modelos como (Álvarez García 2004, 3): MMV - Modelo de medias y varianzas (Markowitz), Modelo de mercado de Sharpe, CAPM – Modelo de valoración de activos de capital, CAPM – Multifactor, APT – Modelo de valoración de precios a través del arbitraje, OPM - Modelo de valoración de precios a través de opciones.

La Teoría de Selección de Portafolio realizada por Harry Markowitz, desde su creación en 1952, ha tenido una gran aceptación y ha sido considerada el principal referente teórico para el desarrollo de nuevos modelos de optimización de portafolios y carteras de inversión, así en la actualidad contamos con varios estudios al respecto como modelos auto regresivos, de heterocedasticidad condicional y modelos econométricos como GARCH-M y el IGARCH-M, que han mejorado ciertas limitaciones que presenta el modelo original de referencia (Terán 2015, 10).

Con el paso de los años se ha visto necesario crear nuevas metodologías que neutralicen ciertas limitaciones observadas en el modelo original al momento de ponerlo en práctica, como estructuras de portafolios con baja diversificación, alto riesgo, poco

intuitivas e inestables en cuanto a pronósticos de rentabilidad esperada (Michaud, 1989) (Franco Arbeláez, Avendaño Rúa y Barbutín Díaz 2011, 6).

Así nace la teoría de Markowitz con metodología Ewma para calcular el riesgo, en la que, a más de considerar los rendimientos de los activos se incorpora al factor de riesgo como una variable adicional, pues se estima que las series históricas son heterocedásticas y su varianza no es constante en el tiempo, al asumir que las series que presentan relativa estabilidad cambian a periodos de alta volatilidad y viceversa, permitiendo dar más peso a información actual y de esta manera el modelo se ajusta a un comportamiento más real de la serie.

Existen varias investigaciones realizadas respecto a la gestión y administración del riesgo de mercado, donde se enfatiza la importancia y necesidad de contar con una metodología o modelo que permita el eficiente manejo y optimización de los portafolios de inversiones; por lo que para el desarrollo de la presente investigación se toma como referencia varios libros e investigaciones actuales en los que se identifican las problemáticas y los niveles de riesgos a los que se exponen las organizaciones con el fin de ayudar a una toma de decisiones más acertadas.

El trabajo realizado por P Xidonas, G Mavrotas and J Psarras (2010), presenta un enfoque metodológico alternativo para modelar la fase de selección de seguridad en la selección de instrumentos financieros (acciones), donde se considera la naturaleza multidimensional inherente al problema e incorpora los objetivos y preferencias del inversor, basándose en perfiles particulares de inversión, este enfoque es aplicado en la bolsa de valores de Atenas y concluye que esta metodología multi-criterio MCDM permite integrar el modelo tradicional de Markowitz MV con criterios relevantes convirtiéndola en una herramienta poderosa para la toma de decisiones en la sección y evaluación de acciones.

Por otro lado, Dimitris Bertsimas, Vishal Gupta y Ioannis Ch. Paschalidis (2012), proponen una nueva perspectiva donde la idea clave es reemplazar el marco estadístico en el enfoque original de modelo Black-Litterman (BL) con criterios de optimización inversa, donde se amplía el alcance de aplicación del modelo BL y se incorpora información sobre volatilidad y dinámica de mercado, lo que permite ampliar el enfoque media varianza del modelo original e incorporar medidas de riesgo; para esto presentan 2 tipos de estimadores tipo BL: (MV-IO) una varianza promedio cartera de optimización inversa y (RMV-IO) una cartera de optimización inversa de varianza media robusta y usando la simulación numérica y backtesting histórico concluyen que ambos métodos a

menudo demuestran una mejor compensación de riesgo-rendimiento que el modelo BL y son más robustos a las opiniones incorrectas de los inversores. Esta investigación se llevó a cabo en Massachusetts.

Otro texto a referirse para la realización del presente trabajo es Inversiones Instrumentos de renta fija, valoración de bonos y análisis de cartera del autor Martín Mato, Miguel Ángel, (2007), donde se habla de la descripción y análisis profundo de los instrumentos de renta fija y sus mercados, clasificación de riesgos, valoración a través de matemática financiera, así como de técnicas de inmunización a tipos de interés.

En América Latina también se han efectuado algunos trabajos relacionados, y uno de ellos es el realizado por Katherine Betancourt Bejarano, Carlos Mario García Díaz, y Viviana Lozano Riaño (2013), realizan un trabajo publicado en la Revista Atlántica de Economía y proponen la aplicación de la Teoría de Markowitz con metodología EWMA para la toma de decisiones sobre cómo invertir su dinero, aplicado en el mercado accionario colombiano, este nuevo modelo de optimización de portafolio basado en la teoría de Markowitz permite ofrecer una metodología clara para diseñar diferentes alternativas de inversión dependiendo de la rentabilidad que se espera ganar y el riesgo que se está dispuesto asumir, ubicando el portafolio óptimo en la frontera eficiente a través del análisis matemático de la evolución de las rentabilidades de los diferentes activos.

La investigación realizada por Yaneth Patricia Romero Álvarez (2013), Docente Investigadora del Departamento de Ciencias Contables, Facultad de Ciencias Económicas, de la Universidad de Antioquia, en la que efectúa la selección de carteras con metodologías estudiadas y aplicadas en Colombia, menciona que la meta principal de los inversionistas en los mercados financieros es lograr maximizar los rendimientos de su portafolio pero bajo el escenario de un mínimo de riesgos y concluye que todos los agentes pueden seleccionar el mismo portafolio a pesar de que su actitud hacia el riesgo sea diferente.

Otro trabajo considerado es el de Guillermo Buenaventura Vera y Andrés Cuevas (2005), donde proponen un modelo de optimización en Excel, modelo que permita la creación de portafolios eficientes en el mercado financiero colombiano, utilizando el modelo Markowitz y concluye que la rentabilidad esperada se debe medir a largo plazo y no a corto plazo y está sujeta a variaciones de acuerdo al comportamiento futuro de los mercados.

Carolina Estrada Lasso (2015), en su trabajo de tesis de maestría aplica un modelo de optimización de un portafolio de bonos de tasa fija y tasa flotante en el mercado Colombiano, con un enfoque estocástico, donde como primer paso establece la rentabilidad esperada, la volatilidad, duración, valor en riesgo y las funciones de distribución de probabilidad a través de un análisis de la rentabilidad y el riesgo de cada uno de los activos seleccionados según su comportamiento histórico, como segundo paso determina la volatilidad de los activos que no se negocian frecuentemente, a través de la curva de rendimiento de mercado, a continuación se determina las correlaciones de Pearson entre los rendimientos de los activos y se conforma las carteras óptimas; además se define el VAR por el método de simulación Monte Carlo y se verifica el modelo a través de pruebas de Backtesting.

Los autores Cruz Trejos Eduardo Arturo, Urrutia Mosquera Jorge Andrés, Medina Varela Pedro Daniel (2011), en su objetivo de crear herramientas de fácil manejo para invertir en activos financieros y optimizar portafolios en forma sencilla, proponen un modelo DUAL PRIMAL para la construcción de un portafolio de inversiones de renta fija, con el fin de maximizar el rendimiento con la mínima inversión requerida, utilizando los saldos improductivos de caja y optimizando las reservas para incrementar los ingresos adicionales del inversionista o la empresa, para esto el modelo matemático incorpora algunas variables, analiza la relación existente entre ellas y las restricciones en cuanto a tiempo y disponibilidad monetaria del inversor, todo esto es plasmado en Excel con la ayuda de la herramienta Solver y finalmente complementa el análisis con la determinación de la tasa interna de retorno.

El artículo Optimización de un portafolio de proyectos a través de la aplicación de programación lineal y el CAPM, realizado por María Alejandra Blanco Murillo (2017), Docente de la Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, tiene como propósito, aplicar un modelo lineal de optimización de Portafolio con el fin de maximizar el retorno al inversor y concluye que el modelo lineal es una alternativa que permite identificar los proyectos que deben contener el portafolio.

También se tomará de guía el trabajo realizado por Martinez Torres, Claudia; Restrepo Jorge, Velásquez Juan, (2004), titulado Selección de Portafolios Usando Simulación y Optimización Bajo Incertidumbre, donde bajo el contexto de que los métodos generalmente utilizados para la conformación de un portafolio son basados en supuestos que no son reales en mercados emergente, propone una metodología basada en

simulación y optimización bajo incertidumbre para la conformación de un portafolio óptimo, cuya aplicación se realiza en el mercado Colombiano y la Bolsa de Nueva York.

Por último, se revisa el trabajo de Lady Mayerly Bernard Suárez, Néstor Raúl Ortiz Pimiento y Juan Benjamín Duarte (2015), quienes usando el método de las restricciones y la técnica multicriterio plantean un procedimiento que permite apoyar el proceso de decisión de los inversionistas al seleccionar un portafolio que cumpla con sus expectativas económicas y con aquellas relacionadas con Responsabilidad Social Empresaria.

1.3 Investigaciones previas en Ecuador

La inestabilidad política y la gran dependencia del precio del petróleo que ha tenido el Ecuador en la última década, hace que su sistema financiero se mantenga en constante peligro de insolvencia y por esta razón es indispensable la aplicación de métodos de medición de riesgos con el fin de efectuar una correcta gestión y administración de los mismos (Herrera Villalva y Terán Sunca 2008, 2).

En la actualidad existe cada vez más empresas del sector no financiero que reconocen la volatilidad de los ingresos, las fallas en los procesos, en los controles, en los sistemas, etc., que en cualquier momento afectan los resultados de sus operaciones inclusive la supervivencia de la empresa por lo que surge la necesidad de medir este riesgo e implementar medidas o políticas que les permitan prevenir y mitigarlos.

Mercado de Valores Ecuatoriano

Para incentivar el desarrollo del mercado de valores en nuestro país, en el año de 1906 se crea la Bolsa de Comercio y el Código de Comercio, 30 años más tarde en la ciudad de Guayaquil se establece la Bolsa de Valores y Productos del Ecuador, organización que tuvo una fugaz existencia de mayo de 1935 a junio del 1936, debido a varios factores como: oferta de títulos valores reducida, falta de conocimiento del público en este tipo de inversiones financieras, baja capacidad de ahorro del país, inestabilidad política de la época, estructura industrial poco desarrollada.

Con la creación de la Comisión de Valores – Corporación Financiera Nacional en 1965 se impulsa la concesión del crédito, el desarrollo industrial y la creación de bolsas de valores y con el crecimiento económico del país en 1969 el Presidente de la República dispuso el establecimiento de las bolsas de valores de Quito y Guayaquil como sociedades anónimas regidas por la Ley de Compañías y controladas por la Superintendencia de Compañías y en 1970 iniciaron sus operaciones, formalizándose así el mercado bursátil en el país; sin embargo, en sus inicios el sector privado tenía limitado acceso al mercado bursátil, pues principalmente circulaban títulos emitidos por el sector público.

El 28 de Mayo de 1993, se expide la primera ley de Mercado de Valores donde se establece la constitución de las casas de valores y las bolsas de valores dejan de ser compañías anónimas y se convierten en corporaciones civiles sin fines de lucro, en 1998 se expide una nueva Ley de Mercado de Valores, esta ley se reformó el 20 de mayo del 2014 por la Ley Orgánica para el Fortalecimiento y Optimización del Sector Societario y Bursátil, Suplemento R.O. No. 249, cuatro meses más tarde la normativa relacionada a políticas monetaria, crediticia, financiera y cambiaria se consolidó en un solo cuerpo legal con la promulgación del Código Orgánico Monetario y Financiero en el 2do. Suplemento de R.O. No. 332 y como parte de la Función Ejecutiva se creó la Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera, que entre sus principales funciones está, crear las políticas públicas, la regulación y supervisión monetaria, crediticia, financiera, cambiaria, de seguros y valores (Bonilla Nieto 2006, 36).

Actualmente la Ley de Mercado de Valores forma parte del Código Orgánico Monetario y Financiero, como Libro II (Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros 2018).

Breves Antecedentes Histórico del Fideicomiso Mercantil

El fideicomiso mercantil, aparece en nuestra legislación en 1963 sin marcar avances trascendentales. Treinta años después, en 1993 la figura del fideicomiso se incorpora a la Ley de Mercado de Valores artículo 80; y continuó siendo insuficiente dada la complejidad y efectos jurídicos que produce esta figura en la legislación ecuatoriana.

En 1998 la legislación dota al Fideicomiso Mercantil de personería jurídica, establece normativas de constitución, estructura y funcionamiento, con el fin de que constituya un vehículo seguro, eficaz e idóneo para encargar a una tercera persona profesional y especializada el desarrollo de una gestión, es decir a una Administradora de Fondos y Fideicomisos, en beneficio propio o de un tercer beneficiario designado por éste. (Mendoza 2014, 1).

Desde aquel año los fideicomisos en nuestro país son regulados por la Ley de Mercado de Valores y resoluciones emitidas por el Consejo Nacional de Valores (4).

En la actualidad existe un Proyecto de Ley para el Fortalecimiento y Optimización del Sector Societario y Bursátil y en su artículo No. 48 señala “Queda prohibida la constitución de fideicomisos que garanticen operaciones crediticias otorgadas por instituciones del sistema financiero” lo que pondría en peligro los sectores que utilizan esta figura (ecuadorinmediato 2018).

Trabajos Relacionados

Entre los trabajos de tesis relacionados al tema de investigación tenemos:

La tesis titulada "Las Sociedades Administradoras de Fondos y los Fondos de inversión en el Mercado de Valores Ecuatoriano en la Década de los Noventa", realizada por el Alex Barrera Espín (2000), en la que estudia los fondos de inversión, su naturaleza jurídica, sus características específicas, su clasificación, la composición de los activos, sus limitaciones y su vigencia dentro de la Ley de Mercado de Valores Ecuatoriana, analiza inversiones en Renta Fija y Renta Variable con el fin de dar bases para obtener una rentabilidad máxima y minimizar riesgos mediante la diversificación en varios títulos, para beneficio de sus propietarios.

La tesis de Fausto Javier Terán Rodríguez (2015), de la Universidad Andina Simón Bolívar, se basa en la aplicación del modelo de Markowitz al Mercado de Valores de Ecuador, busca realizar un proceso de optimización que permita obtener portafolios óptimos de inversión a nivel nacional, donde concluye que los inversionistas deben usar algún tipo de metodología desarrollada sobre teoría de portafolios para tener una estimación y un escenario inicial al momento de tomar una opción de inversión.

Otro trabajo al que se hace referencia es el efectuado por Dudley Alberto Morales Mora (2015), que plantea el uso del valor en riesgo condicional como herramienta en la gestión de riesgos del portafolio de renta fija de un fondo previsional ecuatoriano, donde se selecciona el portafolio de inversiones de renta fija, basado en un análisis la evolución histórica del índice de rendimiento de la Bolsa de Valores como medida del rendimiento del mercado de los títulos negociados en el mercado bursátil, además utiliza la metodología paramétrica de varianzas y covarianzas para determinando el VaR y CVaR del portafolio y la metodología no paramétrica de simulación histórica para determinar las ganancias y pérdidas diarias del portafolio. Se concluye que el CVaR al incorporar el valor de pérdida esperada y pérdida media inesperada, se convierte en un mecanismo de alerta temprana para toma de decisiones, pues es una medida eficiente para cuantificar pérdidas que podría afectar un portafolio de inversiones.

2. Bases teóricas

2.1 Fideicomiso

Jurídicamente el *Fideicomiso* no es una sociedad, ni civil ni mercantil, es una ficción jurídica capaz de ejercer derechos y contraer obligaciones a través de su fiduciario. Solamente para efectos tributarios es considerado sociedad, porque la consideran una

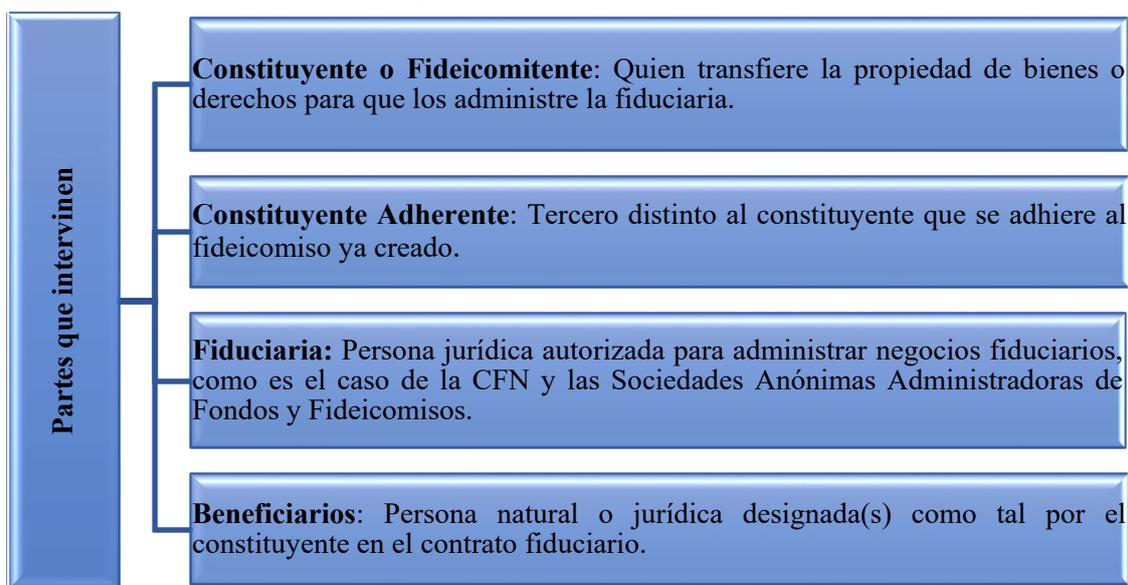
unidad económica independiente conforme el artículo 98 Ley Orgánica de Régimen Tributario Interno (Mendoza 2014, 5).

Según lo estipulado en el Art. 109 inciso I de la Ley de Mercado de Valores, el fideicomiso mercantil es una especie del género llamado negocios fiduciarios, “es un contrato por el cual una o más personas llamadas constituyentes (o fideicomitentes) transfieren temporal e irrevocablemente la propiedad de bienes muebles o inmuebles, corporales o incorporeales, que existen o se espera que existan, a un patrimonio autónomo, dotado de personalidad jurídica, para que una entidad fiduciaria lo administre y cumpla con las finalidades específicas instituidas en el contrato de constitución, bien sea a favor del propio constituyente o de un tercero llamado beneficiario”.

El fideicomiso a nivel mundial ha crecido en los últimos tiempos, convirtiéndose en la actualidad en una herramienta financiera muy utilizada, que permite reducir riesgos de incumplimiento, es empleado como garantía en el cumplimiento de operaciones de crédito, realización de proyectos, etc., superando en confianza a garantías reales como es el caso de hipotecas o prendas (Cárcamo 2017).

Por ley el representante legal de los fideicomisos es la Fiduciaria denominada Administradora de Fondos y Fideicomisos, organismo que se registrará bajo lo estipulado en el contrato fiduciario.

Gráfico 2
Partes que Interviene en un Fideicomiso



Fuente: Mendoza Elker 2014, 5

Elaboración: Autora

En nuestro país la figura jurídica más flexible es el fideicomiso mercantil, ya que permite dar viabilidad a proyectos o iniciativas de diversa índole que de otra forma no podrían ser materializados a través de otras figuras legales (Mendoza 2014, 1).

2.2 Riesgo

Se define como riesgo, la posibilidad de sufrir un perjuicio de carácter económico, ocasional por la incertidumbre en el comportamiento de variables económicas a futuro, no solo se limita a ser determinado, sino que se extiende a la medición, evaluación, cuantificación, predicción y control de actividades y comportamiento de factores que afecten el entorno en el cual opera un ente económico (Avila 2012, 20).

La gestión de riesgos empresariales es de vital importancia ya que no solo permite minimizarlos, sino también identificar y aprovechar oportunidades ocultas con el fin de anticiparnos a su ocurrencia y tratar de reducir o anular su impacto antes que sucedan y así contribuir al logro de los objetivos y metas institucionales.

La gestión de riesgos contempla las siguientes etapas fundamentales: identificación, evaluación, respuesta y supervisión.

2.3 Riesgo de Mercado

De acuerdo con *European Banking Authority* (2014) el riesgo de mercado, se refiere a la incertidumbre generada por el comportamiento de factores externos a la organización, puede ser cambios en las variables macroeconómicas o factores de riesgos tales como tasas de interés, tipos de cambios, inflación, tasa de crecimiento, cotizaciones de las acciones, cotizaciones de las mercancías, que se pueden traducir en pérdidas para el inversionista.

2.4 Definición de Mercado Financiero

“Mercado es el ambiente, no se limita a un espacio físico, sino que incluye todo mecanismo que permita interacción entre los participantes, donde se reúnen personas que demandan y ofrecen algún tipo de bien o servicio. Cuando hablamos de mercados financieros, los tipos de bienes que se negocian son activos financieros” (Martín Mato 2007).

2.4.1 Mercados Bursátil Ecuatoriano

El mercado bursátil ecuatoriano no se encuentra muy desarrollado; sin embargo, en el, se negocian varios títulos valores que podrían servir de financiamiento, fondeo e inversión para los inversionistas.

2.4.2 Aspectos Relevantes del Mercado de Valores

En el Ecuador las actividades del mercado de capitales, sus actores y procesos están regulados por la Ley de Mercado de Valores. A continuación, se detallan conceptos relevantes basados en esta ley.

2.4.2.1 Valor

Derecho o conjunto de derechos de contenido económico, que se negocian en el Mercado de Valores como: acciones, obligaciones, bonos, cédulas, cuotas de fondos de inversión colectivos, contratos de negociación a futuro o a término, permutas financieras, opciones de compra o venta, valores de contenido crediticio de participación y mixto que provengan de procesos de titularización y otros que determine el Consejo Nacional de Valores (CNV).

2.4.2.2 Valores de Renta Fija

Aquellos cuyo rendimiento no depende de los resultados de la compañía emisora, sino que está predeterminado en el momento de la emisión y es aceptado por las partes.

Generalmente su rentabilidad se mantiene fija hasta su vencimiento mediante la generación de cupones y se caracterizan por considerarse instrumentos líquidos, estables y de menor riesgo que los instrumentos de renta variable; sin embargo, presentan tres riesgos, el Riesgo de Mercado (posibilidad de un descuento en el precio y se desee venderlo antes de su vencimiento), Riesgo de Liquidez (según el instrumento es posible tener un precio de venta con castigo al encontrar dificultad para depreciar el activo financiero) y Riesgo de Crédito (probabilidad de no pago) (Grupo Banco Popular 2014, 4-5).

2.4.2.3 Valores de Renta Variable

Aquellos que no tienen un vencimiento determinado y cuyo rendimiento se presenta en forma de dividendos o ganancias de capital y variarán según los resultados financieros del emisor, son más riesgosos que los valores de renta fija.

2.4.2.4 Tipos de Mercados

- Mercados Organizados: Mercado bursátil, aquí se negocian contratos estandarizados con la garantía de que el intercambio de activos financieros está regulado por normas concretas, tales como requisitos para poder acceder a este mercado, inscripción de valores, mecanismos de fijación de precios, costos, tiempos y transparencia. Cuentan con la presencia de cámara de compensación misma que liquida diariamente la

posiciones,⁴ exigiendo marcos mínimos de liquidez y cumplimiento de las obligaciones.

Según la Ley de Mercado de Valores ecuatoriana, el “mercado bursátil es aquel conformado por ofertas, demandas y negociaciones de Valores, inscritos en el Registro del Mercado de Valores y en las Bolsas de Valores, realizadas en éstas por los intermediarios de Valores autorizados, de acuerdo con lo establecido en la Ley” (Ecuador, Congreso Nacional 2008, art. 3).

- Mercados OTC: Over the counter o mercados extrabursátiles, la negociación se realiza directamente entre 2 partes en cuyo contrato se fijan los detalles del acuerdo como la calidad y el precio en el momento actual. Estos contratos financieros se negociación a través de una red electrónica entre clientes corporativos, bancos, instituciones financieras y bróker.

De acuerdo a lo estipulado en la Ley de Mercado de Valores ecuatoriana el “mercado extrabursátil se desarrolla fuera de las Bolsas de Valores, con la participación de intermediarios de valores autorizados e inversionistas institucionales, con Valores inscritos en el Registro del Mercado de Valores” (2008, art. 3).

- Mercado Privado donde las negociaciones que se realizan en forma directa entre comprador y vendedor sin la intervención de intermediarios de Valores o inversionistas institucionales, siempre que estos títulos Valores sean producto de transferencias de acciones originadas en fusiones, herencias, legados, donaciones y liquidaciones de sociedades conyugales o de hecho (2008, art. 3).

2.4.2.5 Intermediarios de Valores

Son únicamente las casas de valores, quienes podrán negociar en los mercados bursátiles y extrabursátiles por cuenta de terceros o por cuenta propia, de acuerdo a las normas que expida el Consejo Nacional de Valores (C.N.V.) (2008, art. 4). Para negociar a cuenta de terceros, la casa de valores deberá firmar un contrato de negociación con el inversionista.

2.4.2.6 Consejo Nacional de Valores (C.N.V.)

Órgano rector del Mercado de Valores integrado por siete miembros, cuatro del sector público y tres del sector privado, que se encarga de establecer la política general

⁴ En nuestro país los Depósitos Centralizados de Compensación y Liquidación de Valores son compañías anónimas que actúan como Cámara de Compensación de Valores.

del Mercado de Valores y regular su funcionamiento, adscrito a la Superintendencia de Compañías (2008, art. 5).

2.4.2.7 Mercados Primarios

Aquellos en los que los emisores y compradores negocian valores de renta fija o variable directamente o a través de intermediarios y se determinan los precios por primera vez.

2.4.2.8 Mercados Secundarios

Aquellos mercados donde las negociaciones se realizan con posterioridad a la primera colocación; donde los recursos provenientes de estas operaciones, los reciben sus vendedores (2008, art. 29).

2.4.2.9 Bolsas de Valores

“Son corporaciones civiles, sin fines de lucro, autorizadas y controladas por la Superintendencia de Compañías, que tienen por objeto brindar a sus miembros los servicios y mecanismos requeridos para la negociación de Valores” (2008, art. 44).

Para constituir las deben estar inscritas en el Registro del Mercado de Valores, contar con un patrimonio mínimo de trescientos mil UVC, y tener mínimo diez miembros que reúnan las condiciones para poder actuar como Casa de Valores o intermediarios.

2.4.2.10 Cartera o Portafolio de Inversión

Es la agrupación de varios activos financieros con el fin de aplicar la estrategia de diversificación, minimizando el riesgo y maximizando los retornos.

2.4.3.11 Índice Bursátil

Es un indicador estadístico que permite determinar el nivel promedio de la magnitud y el comportamiento del mercado bursátil a través del tiempo, en nuestro país el ECUINDEX es el índice que refleja el desenvolvimiento del mercado accionario de valores ecuatoriano y se compone de los diez emisores de acciones más representativos del último semestre, en cuanto a capital bursátil, presencia bursátil y valor efectivo transado. Se lo interpreta de la siguiente forma:

- Variación del Ecuindex = 0%: Los precios de las acciones no presentan cambios respecto a los precios del día anterior.
- Variación Ecuindex > 0%: Los precios de las acciones presentan una tendencia positiva respecto a los precios del día anterior.
- Variación Ecuindex < 0%, los precios de las acciones presentan una tendencia negativa respecto a los precios del día anterior.

El Índice de Volumen Quito IVQ muestra la relación del monto total negociado en un día respecto al monto promedio total transado en la Bolsa de Valores de Quito durante los últimos 60 días. Se lo interpreta de la siguiente forma:

- $IVQ = 100$: El monto de hoy es igual al promedio de los últimos 60 días.
- $IVQ > 100$: El monto de hoy es mayor al promedio de los últimos 60 días.
- $IVQ < 100$: El monto de hoy es menor al promedio de los últimos 60 días.

El Índice de Rendimiento de Renta Fija IRRF muestra la relación del rendimiento promedio de la última semana comparado con el rendimiento promedio de los últimos 60 días. Se lo interpreta de la siguiente forma:

- $IRRF = 100$: El rendimiento promedio de la semana es igual al rendimiento promedio de los últimos 60 días
- $IRRF > 100$: El rendimiento promedio de la semana es mayor al rendimiento promedio de los últimos 60 días
- $IRRF < 100$: El rendimiento promedio de la semana es menor al rendimiento promedio de los últimos 60 días

2.4.3 Valores Públicos de Renta Fija

De acuerdo al Boletín Mensual de la Bolsa de Valores de Quito “Valores Públicos”, marzo 2015, en el Ecuador los valores de renta fija emitidos por el sector público son (Bolsa de Valores de Quito 2015, 1):

Títulos del Banco Central: Papeles emitidos por el BCE con el objetivo de regular la liquidez de la economía.

Bonos CFN: Son valores emitidos por la Corporación Financiera Nacional para conseguir financiamiento a sus programas de desarrollo.

Bonos del Estado: Títulos de deuda, cuya finalidad es financiar el déficit del presupuesto del Estado y destinar estos recursos a determinados proyectos, son emitidos por el Gobierno Central a través del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).

Certificados de Tesorería: Valores emitidos por el Gobierno Central a través del MEF para captar recursos por lo general de corto plazo, que financien las necesidades inmediatas de caja fiscal.

Certificados de Inversión: Valores emitidos por compañías financieras o secciones de mandato o intermediación financiera con la finalidad de captar recursos.

Certificados de Depósito: Valores emitidos por compañías financieras o secciones de mandato o intermediación financiera con la finalidad de captar recursos.

Notas de Crédito: Son valores nominativos por medio de los cuales entidades como el SRI, reconocen la existencia de una suma de dinero pagada indebidamente o en exceso por concepto de tributos. Sirven para pagar o compensar obligaciones tributarias.

Cupones: Es un valor que se emite adherido o asociado con un valor de deuda de largo plazo, tales como bonos, obligaciones, etc. La presentación de este valor otorga el derecho al pago de capital y/o interés al portador

Los emisores de los papeles mencionados anteriormente son:

- Banco Central del Ecuador (BCE)
- Corporación Financiera Nacional (CFN)
- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)
- Banco Nacional de Fomento (BNF)
- Banco del Estado (DEBE)
- Banco de Desarrollo
- Servicio de Rentas Internas (SRI)

2.4.4 Objetivo de la inversión

Es importante tener claro el objetivo de la inversión, es decir, si se requiere obtener liquidez inmediata, se optará por instrumentos financieros de corto plazo; pero, si el objetivo es generar el mayor rendimiento posible se optará por activos financieros de largo plazo, mayores a 1 año, que pagan intereses más altos. Además, es muy importante identificar el monto mínimo que justifique la inversión, considerando los costos de transacciones y comisiones de la casa de valores⁵.

Por esto es indispensable conocer los instrumentos que se negocian en el mercado y sus características, esta información se la puede revisar en la tabla de vector de precios disponible en la página de la Bolsa de Valores.

2.4.5 Vector de Precios

El Artículo 1, Numeral 2.27 de la resolución No. CNV-003-2005 del Consejo Nacional de Valores publicada en el Registro Oficial No. 630 del 9 de julio del 2009, pág. 7, define al Vector de Precios como “el reporte único de precios para los títulos que cumplen las condiciones establecidas en el procedimiento técnico de valoración que será

⁵ En los prospectos de emisión de cada título valor de renta fija, se encuentra establecido los montos mínimos de compra.

distribuido diariamente; el reporte indica el precio de mercado por cada instrumento siguiendo la metodología aprobada para el efecto”. (Ver Anexo 2, Tabla 23)

Es un documento emitido por una empresa especializada en proveeduría de precios, que, a través de una metodología generalmente aceptada y aprobada, establece un valor teórico para los instrumentos financieros existentes en el mercado (Blanco 2015, párr. 2).

En el país la institución que se encarga de la construcción y provisión de precios dentro del proceso técnico de valoración de instrumentos transados en el mercado de valores, es las Bolsas de Valores de Guayaquil y de Quito, a través de la utilización de la metodología conjunta presentada en el *Manual Operativo para Valoración a Precios de Mercado de Valores de Contenido Crediticio y de Participación y Procedimientos de Aplicación*, que ha sido desarrollado por la Superintendencia de Bancos y Seguros, la Bolsa de Valores de Guayaquil y la Bolsa de Valores de Quito y aprobada conjuntamente por la Superintendencia de Bancos y Seguros y la Superintendencia de Compañías. (Art. 1, Título II resolución No. CNV-003-2005 del Consejo Nacional de Valores)

Este reporte proporciona el precio de mercado por tipo de instrumento y sirve de base para la valoración de carteras de inversión y para mantener posturas, toma las decisiones de adquirir, vender o mantener un instrumento en sus respectivos portafolios (Blanco 2015, párr. 13).

2.4.6 Metodologías de selección de portafolio óptimo de inversiones

La utilización de nuevos métodos de análisis y herramientas para la configuración de un portafolio de inversiones se vuelve cada vez más necesaria a la hora de tomar decisiones de inversión por lo que existen varias teorías y métodos de análisis para la selección de valores bursátiles y a lo largo de los años la utilización conjunta del análisis fundamental y el análisis técnico se ha vuelto la herramienta más usada a nivel mundial debido a que estas metodologías se complementan para la realización de un análisis más eficiente (Bizarro 2001).

2.4.6.1 Análisis Fundamental

El Análisis Fundamental analiza la información disponible en el mercado como:

- Información del emisor (estados financieros, flujo de efectivo, productividad, políticas de dividendos e inversión, competitividad del sector, etc.).
- Entorno empresarial, financiero y económico.
- Información histórica.
- Información macroeconómica y microeconómica de los mercados.

- Tratados internacionales de comercio, entorno político, tipo de cambio, etc.

Esto con el fin de tratar de pronosticar el comportamiento futuro de un título que cotiza en bolsa, es decir, intenta identificar sobrevaloraciones o subvaloraciones que aún no son asimiladas por el mercado y cuya tendencia se hace visible a largo plazo; sin embargo, este método tiene ciertas limitaciones, pues existe la posibilidad de que las entidades emisoras alteren la información financiera, además se corre el riesgo de que las personas con información privilegiada hayan visto esta información antes de ser publicada oficialmente, lo que ocasiona alteración de las cotizaciones, por lo que las decisiones de inversión se podría basar en información que no es tan veraz ni oportuna (Martinez Torres, Restrepo Munera y Velasteguí Henao 2004, 3).

2.4.6.2 Análisis Técnico

El Análisis Técnico no estudia las variables económicas, sino que se centra en el estudio de la evolución del precio y volumen de las cotizaciones a través del tiempo tratando de pronosticar futuras variaciones y tendencias en los precios de los títulos, a través de indicadores y gráficos.

Se basa en que el precio de los activos refleja toda la información que existe en el mercado incluyendo aspectos económicos, políticos, financieros, etc., por tanto, al analizar los movimientos de los precios se estudia en forma indirecta todas las variables económicas.

Este tipo de análisis en la actualidad ha tenido gran aceptación ya que se sustenta en la ciencia, utilizando técnicas matemáticas, estadísticas y heurísticas; sin embargo, también tiene ciertas críticas como (Martinez Torres, Restrepo Munera y Velasteguí Henao 2004, 2):

- La información que se toma para predecir tendencias futuras es la proporcionada por el mercado que muchas veces no es 100% verás lo que conduciría a que los pronósticos sean falsos.
- En varios casos los precios no son formados únicamente por factores del análisis fundamental, sino que podrían influir otros aspectos como psicológicos, expectativas de éxito de las empresas, opiniones empresariales del mundo, etc.
- Se estima que el comportamiento de la serie histórica del precio del título puede ocurrir nuevamente en el futuro, formaciones grafica que pueden ser subjetivas y en algunos casos es muy difícil construirlas.

Tomando en consideración lo antes señalado el presente trabajo abordará el análisis de tres metodologías de selección de portafolio óptimo y tratará de identificar la que más se ajuste a la realidad y necesidades del fideicomiso.

2.4.6.3 Modelo de Markowitz

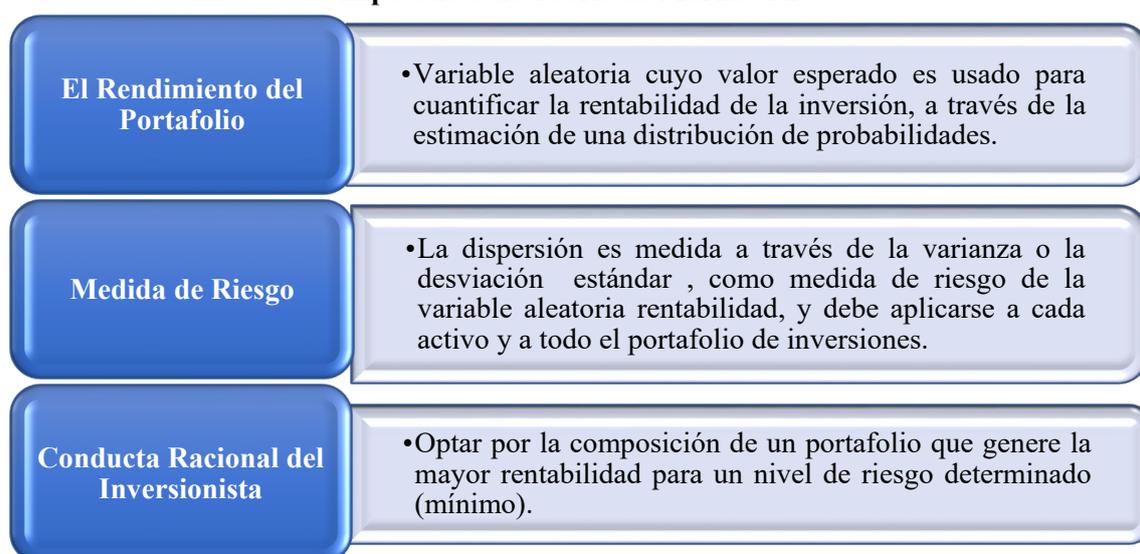
Como se mencionó anteriormente los modelos que permiten la selección óptima de portafolios han sido inspirados en la teoría de Markowitz “teoría media varianza”, basada en el criterio de que para formar una cartera eficiente es necesario obtener el mayor rendimiento esperado para un nivel de riesgo determinado o el menor riesgo a un nivel esperado de retorno, donde el riesgo es medido por la varianza (Xidonas, y otros 2008, 10).

Según Fabozzi (2005, 367) este modelo tiene como objeto obtener el máximo rendimiento posible a un nivel de riesgo que se esté dispuestos a sumir, y generalmente se aplica en inversiones a largo plazo y a un nivel de riesgo elevado.

Esta teoría permite definir cuánto invertir en cada opción considerando el nivel de riesgo y rentabilidad y es la más eficiente para reducir riesgos, además la correlación existente entre los activos es baja permitiendo construir portafolios óptimos.

Con la teoría de Markowitz se empezó a considerar al portafolio de inversiones como un todo y está fundamentada en las 3 siguientes hipótesis:

Gráfico 3
Hipótesis de la Teoría de Markowitz



Fuente: (Franco Arbeláez, Avendaño Rúa y Barbutín Díaz 2011, 4)
Elaboración: Autora

Definición de Variables del Modelo Matemático

La formulación matemática del modelo sería (Vásquez Serpa, y otros 2017, 6):

Rendimiento del portafolio

Antes de determinar el rendimiento del portafolio, es necesario encontrar el rendimiento de cada uno de los activos, calculando el cambio del valor que se da en un período con respecto a su valor inicial y se expresa:

$$R_i = \frac{\text{Valor final} - \text{Valor inicial}}{\text{Valor inicial}}$$

También puede calcularse en función del logaritmo de la razón de rendimientos:

$$R_i = \text{Ln} \left(\frac{\text{Valor final}}{\text{Valor inicial}} \right)$$

Para obtener el rendimiento anualizado se considera un año de 252 días hábiles y si se tomase en cuenta el rendimiento diario de los activos financieros sería:

$$R_{\text{anual}} = (1 + R_{\text{diario}})^{252} - 1$$

Para construir este modelo es necesario contar con los retornos esperados de los activos que compondrán el portafolio y para medir el rendimiento promedio del portafolio se calcula la media ponderada de estos rendimientos esperados $E(R_1), E(R_2), \dots, E(R_n)$

$$R_p = \sum_{i=1}^n w_i E(R_i)$$

En forma matricial $R_p = W^T E(R)$

Donde:

R_p = Rendimiento promedio del portafolio.

W_i = Proporción de inversión destinada al activo i .

R_i = Variable aleatoria del rendimiento del activo i .

$E(R_i)$ = Rendimiento esperado del activo i .

Riesgo del portafolio

La diversificación de un portafolio reduce el factor de riesgo total, y esto se consigue mientras mayor número de activos integren el portafolio (Rodríguez Batanero 2016, 16).

La diversificación en base a la correlación y a la distribución de la proporción de inversión en cada activo que forma el portafolio, son estrategias para reducir el riesgo, y para esto nos ayudamos de herramientas estadísticas como:

Varianza Representada por σ^2 , cuantifica el nivel de dispersión de los elementos de un conjunto de datos de una variable, en este caso, de los activos financieros con

respecto a su Media (\bar{x}) o valor central. Se calcula con la sumatoria de los cuadrados de la desviación de cada observación de la variable respecto a su media, dividida para el número de observaciones (n).

$$\begin{aligned} \text{Población: } \sigma^2 &= \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}, \text{ entonces } & \sigma^2 &= \frac{\sum_{i=1}^n (R_i - E(R_i))^2}{n} \\ \text{Muestra: } S^2 &= \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}, \text{ entonces } & \sigma^2 &= \frac{\sum_{i=1}^n (R_i - E(R_i))^2}{n-1} \end{aligned}$$

Desviación Estándar Representada por σ , mide la variabilidad de una variable y se obtiene calculando la raíz cuadrada de la varianza.

Covarianza Mide el grado en que una variable se mueven en dirección opuesta o en el mismo sentido, en relación a otra variable y así se identifica si están relacionadas entre sí, en este caso las variables son los activos financieros y representa la tendencia de los rendimientos de los activos al moverse en la misma dirección y se obtiene a través de la ecuación:

$$cov_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n (R_i - E(R_i))(R_j - E(R_j))}{n}$$

Donde:

R_i = Variable aleatoria del rendimiento del activo i .

$E(R_i)$ = Rendimiento esperado del activo i .

R_j = Variable aleatoria del rendimiento del activo j .

$E(R_j)$ = Rendimiento esperado del activo j .

n = Número de activos que se analizan.

Correlación Para disminuir el riesgo se utiliza el coeficiente de correlación, ya que indica el grado de correlación existente entre los distintos rendimientos entre los activos que conformarán el portafolio de inversiones. La correlación entre los distintos activos debe ser negativa, pero conseguir esto es casi imposible, por lo que se intenta obtener correlaciones negativas o positivas pero pequeñas, pero mientras más correlaciones negativas presente nuestra matriz menor será el riesgo que asumamos para obtener rendimientos (Rodrigálvarez Batanero 2016, 19).

Así, cuando se obtiene signo positivo (+) es correlación positiva perfecta o relación directa entre variables, los rendimientos de ambos activos se mueven en la misma dirección y de forma proporcional, si se obtiene signo negativo (-) es relación negativa

perfecta, las variables se mueven en sentido opuesto, mientras más negativa menor riesgo y en ambos casos mientras más se acerca a (1), la relación es más fuerte y mayor es el grado de dependencia, y mientras más se acerca a (0) significa ausencia de relación, los rendimientos de los activos se mueven en forma independiente y su relación es nula.

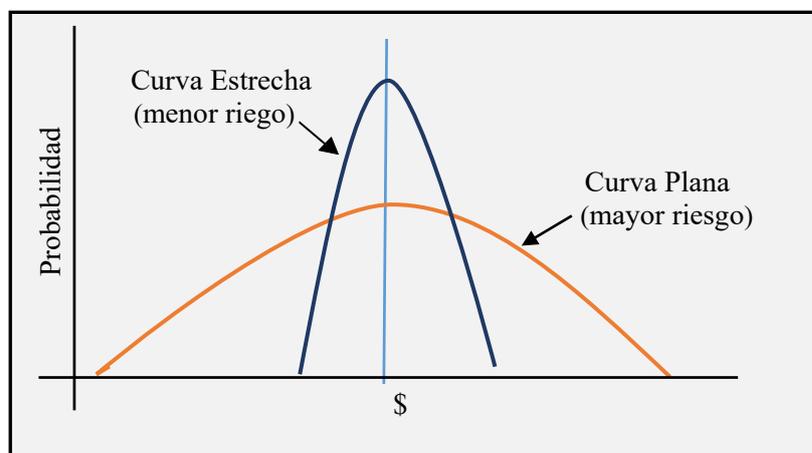
$$\text{Coeficiente de Correlación} = \rho = \frac{\text{covarianza}(x, y)}{\sigma_x * \sigma_y}$$

Distribución de Probabilidades Una forma de obtener una visión general sobre el comportamiento del riesgo de cada uno de los activos financieros, es realizar un breve análisis gráfico de cada uno de ellos, a través de la distribución de frecuencias de sus rendimientos, donde generalmente los activos financieros presenta una distribución normal; así, mientras menor sea la variabilidad de los rendimientos, el activo es menos riesgoso y formará una curva de distribución más estrecha y por el contrario mientras más variables sean los rendimientos de un activo, este tendrá más riesgo y formarán una curva más amplia (Morales Mora 2015, 28).

Esta variabilidad se calcula a través de la desviación estándar, misma que establece el nivel de apuntalamiento de la curva y mientras más grande es el valor de la desviación estándar significa que los datos se encuentran más dispersos en relación a la media y en consecuencia la curva será más plana (Alacayo 2017).

Para que la distribución normal sea perfecta su sesgo o indicador de simetría de la curva debe ser igual a 0, caso contrario estará sesgada a la derecha o izquierda dependiendo del signo; y su kurtosis debe ser igual a 3, este indicador mide el nivel de apuntalamiento de la curva.

Gráfico 4
Curvas de Distribución



Fuente y elaboración propias

Cálculo del riesgo del portafolio

Para obtener información sobre la volatilidad o riesgo de los activos se requiere construir la matriz de varianza – covarianza entre los retornos de los activos, se asume que la varianza es homocedástica o constante en el tiempo. La covarianza determina la variación en el rendimiento de un activo en relación con la variación en el rendimiento de otro activo (va entre -1 y +1). Para medir el riesgo promedio del portafolio se calcula la desviación estándar (σ), que no es más que la raíz cuadrada de la varianza (σ^2).

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}} = \sqrt{\sigma_p^2} \quad \longrightarrow \quad \sigma_p = (\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j cov_{ij})^{1/2}$$

En forma matricial $\sigma_p = \sqrt{W^T \Omega W}$ donde la matriz de varianzas – covarianzas se representa

$$\Omega = \begin{pmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1m} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{m1} & \sigma_{m2} & \dots & \sigma_{mn} \end{pmatrix}$$

El vector de pesos invertidos

$$W = \begin{pmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ W_n \end{pmatrix}$$

Donde:

σ_p = Desviación Estándar del portafolio.

σ_{ij} = Covarianza entre el rendimiento de los activos i y j .

Con esta modelación es posible crear una infinidad de portafolios y lo que se pretende es identificar aquellos que sean eficientes, de forma que para cada nivel de rendimiento se obtenga el mínimo riesgo posible y para esto se debe considerar las siguientes formulaciones:

Identificar los pesos que minimizan la varianza o riesgo atado a un rendimiento requerido.

$$\text{Min } \sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}$$

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(R_i)$$

Condiciones:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

$$w_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n) \dots$$

Identificar los pesos que maximiza el rendimiento relacionado a un riesgo máximo

$$\text{Max } E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(R_i)$$

$$\sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}$$

Condiciones:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

$$w_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

Donde:

$E(R_i)$ = Rendimiento esperado del activo i .

$E(R_p)$ = Rendimiento esperado del portafolio.

W_i = Proporción de inversión destinada al activo i .

W_j = Proporción de inversión destinada al activo j .

$\sigma^2(R_p)$ = Varianza del rendimiento del portafolio.

σ_{ij} = Covarianza entre el rendimiento de los activos i y j .

Otra restricción del portafolio es que el riesgo del portafolio debe ser menor que el rendimiento y el rendimiento a su vez debe ser menor a 1 (Valencia Monsalve y Gallego Alvarez 2014, 14): $\sigma < E(R_i) < 1$

En los dos casos se consideran las restricciones establecidas y se definen los pesos de los activos que optimizan el portafolio, creando así la curva eficiente del portafolio.

La frontera eficiente es una curva formada por las carteras que son eficientes, es decir que proporcionan el máximo rendimiento a un nivel de riesgo dado, o bien el menor riesgo a una rentabilidad dada (Buenaventura Vera y Cuevas Ulloa 2005, 2).

Cumple con 2 condiciones: en base al nivel de riesgo esperado, no existe ninguna otra cartera con el riesgo más bajo y en base al riesgo aceptado, no existe otra cartera que

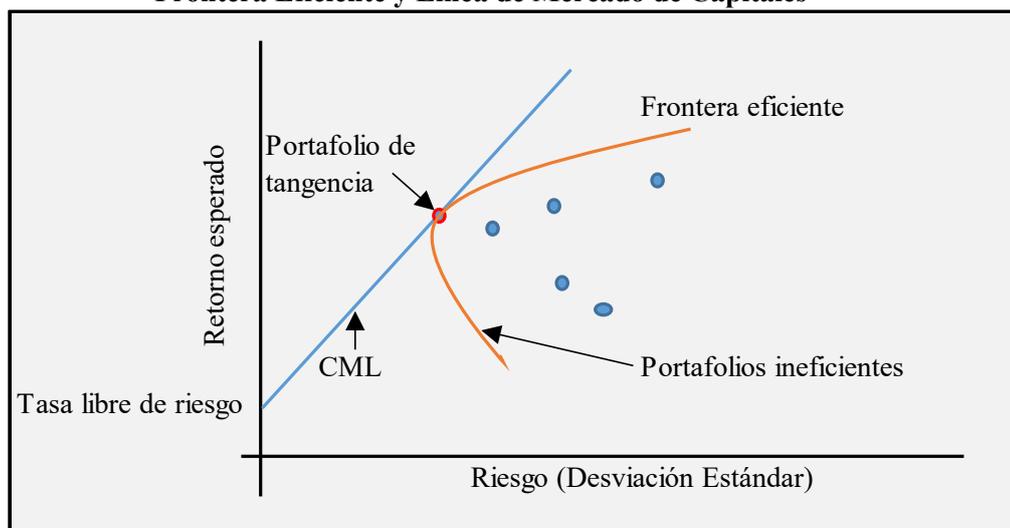
genere un rendimiento más elevado. La frontera eficiente inicia en la cartera de mínima varianza (Hernandez 2017).

En esta zona factible se encuentran las combinaciones estratégicas para cada perfil del inversionista. (ver gráfico 5)

Cartera de Mínima Varianza es un portafolio creado con la combinación de activos de mínimo riesgo posible, es decir no existe ningún otro portafolio a un nivel de rentabilidad determinado que pueda tener un riesgo menor.

Línea del Mercado de Capitales (CML) para definirla se necesita dos puntos, se fija la tasa libre de riesgo anual o tasa de interés de menor riesgo de inversión en el mercado (generalmente se consideran a los títulos emitidos por el Estado) y la cartera eficiente tangente sobre la frontera eficiente, es decir, es aquella que nace de la tasa libre de riesgo y posee la pendiente máxima sin salirse de la frontera eficiente (Buenaventura Vera y Cuevas Ulloa 2005, 5).

Gráfico 5
Frontera Eficiente y Línea de Mercado de Capitales



Fuente: Datos ficticios
Elaboración: Autora

Combinación Óptima de Activos Riesgosos

Es la cartera que corresponde al punto de tangencia con la zona factible o frontera eficiente

Índice de Sharpe

Otra forma de evaluar el desempeño de una inversión es a través del Índice de Sharpe, modelo mucho más sencillo ya que simplifica los cálculos al asumir que el riesgo

de la cartera se puede obtener sin utilizar covarianzas, supone que existe una relación lineal entre el rendimiento de un activo y el de la cartera de mercado (Mendizábla Zubeldia, Miera Zabalza y Zubia Zubiaurre 2002, 34).⁶

Mide el desempeño del portafolio, indica la rentabilidad de una unidad de retorno por cada unidad de riesgo asumida, más allá de la tasa libre de riesgo (eFXto, Equipo 2017), es decir, mide el “exceso de rentabilidad sobre la tasa de interés libre de riesgo” (Vásquez Serpa, y otros 2017, 9).

Al comparar diferentes inversiones, aquella que presenta el ratio de Sharpe más elevado es la que brinda el mayor rendimiento para un mismo nivel de riesgo; además, puede ayudar a identificar si el incremento de rendimiento de un portafolio realmente es a causa de buenas inversiones y no a un incremento de exposición al riesgo.

Un Ratio de Sharpe negativo significa que el instrumento analizado no es una buena opción, sería mejor invertir en un activo sin riesgo.

$$ID = \frac{E(R_p) - r_f}{E(\sigma_{Rp})}$$

Donde:

$E(R_p)$ = Rendimiento esperado del portafolio.

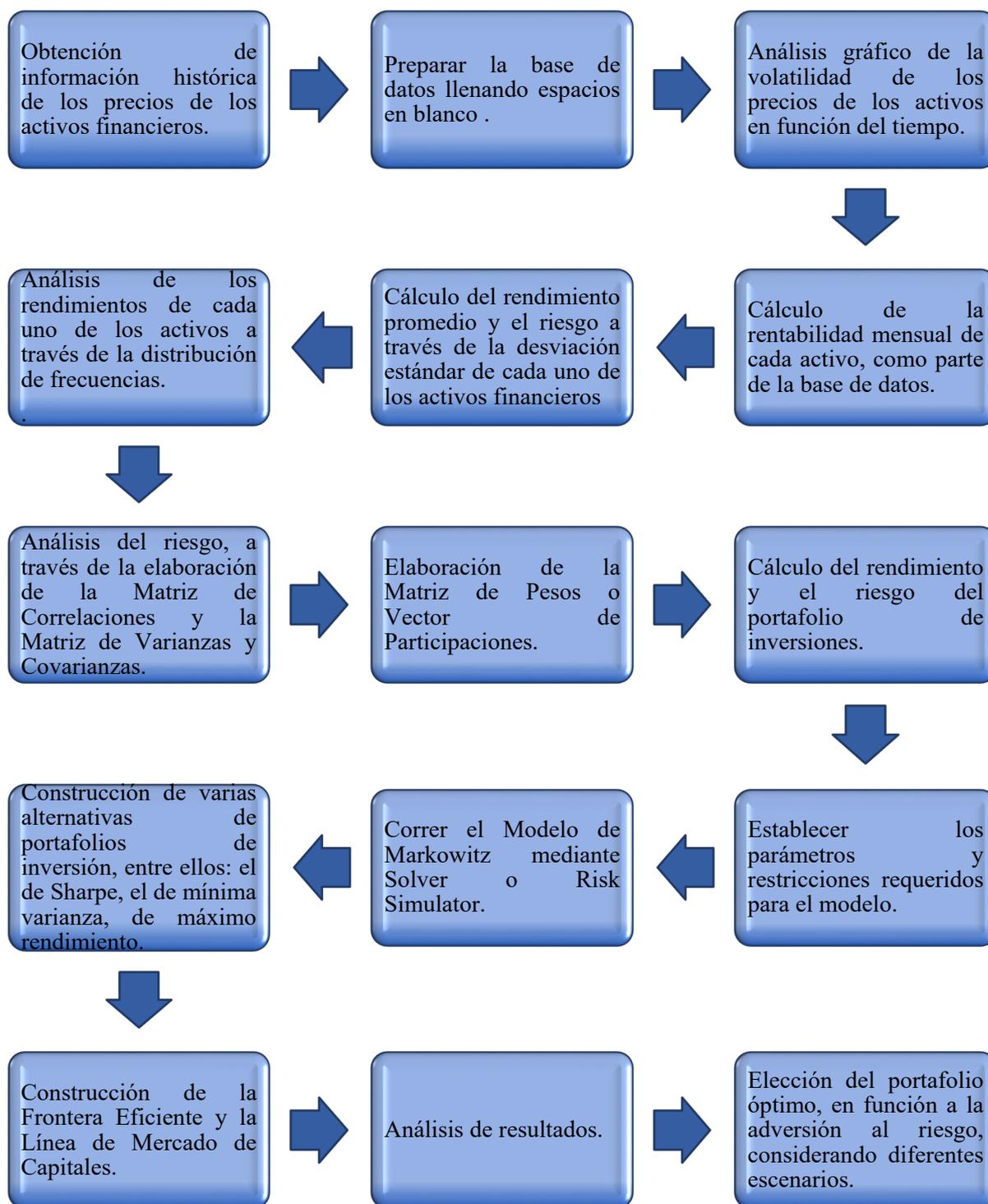
r_f = Tasa libre de riesgo.

$E(\sigma_{Rp})$ = Desviación estándar esperada del rendimiento del portafolio.

Resumen del Proceso de Modelado

⁶ Anteriormente, algunos inversionistas recurrieron al Modelo de Sharpe por la sencillez de sus cálculos; sin embargo, actualmente con los avances tecnológicos en software de computación estos cálculos se han simplificado.

Gráfico 6
Pasos del Proceso de Modelado



Fuente y elaboración propias

2.4.6.4 Modelo de Black Litterman

Otro modelo es el de Black Litterman de 1991 - 1992, creado por Robert Litterman y Ficher Black, modelo eficaz que cuenta con aportes adicionales a la teoría de Marcowitz, incorpora elementos intuitivos y subjetivos como expectativas del

rendimiento esperado, basado en métodos bayesianos y es considerado como alternativa para crear portafolios eficientes, diversificados y estables, pues asume que la información histórica no es suficiente para tomar decisiones.

Gráfico 7
Hipótesis de la Teoría de Black Litterman

El Rendimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Si las perspectivas de los inversionistas son las mismas que las del mercado no se requiere especificar el rendimiento para cada activo, debido a que los mismos son su respectivo retorno de equilibrio dentro del modelo.
Rentabilidad Esperada	<ul style="list-style-type: none"> • Se obtiene por optimización inversa, donde se determina qué rentabilidad se espera, con la ponderación que indica la capitalización.
Expectativas del Inversionista	<ul style="list-style-type: none"> • El principal aporte del modelo es incluir perspectivas futuras del inversionista con respecto al mercado, como la evolución de los instrumentos o del sector, a las cuales se asigna un nivel de confianza (probabilidad a priori).

Fuente: (Franco Arbeláez, Avendaño Rúa y Barbutín Díaz 2011, 74)

Elaboración: Autora

Este modelo aplica principalmente para los inversionistas que constantemente están monitoreando el mercado en busca de la aplicación de una estrategia beneficiosa.

Su desarrollo matemático contempla los siguientes aspectos (78): La capitalización del mercado (M_m), se obtiene multiplicando el número de títulos disponibles en el mercado por su precio respectivo, donde n es el número de activos con capitalizaciones M_i . Las ponderaciones del mercado para los n activos están dadas por el vector $W = (W_1, W_2, \dots, W_n)$, donde la ponderación para el activo i es: $W_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i}$

El coeficiente de aversión al riesgo (λ) es una constante y se determina:

$$\lambda = \frac{R_M - R_f}{\sigma_M^2}$$

Donde:

R_M = Retorno del mercado.

R_f = Tasa libre de riesgo.

σ_M^2 = Varianza del retorno del mercado.

El exceso de retornos implícitos de equilibrio (II) está dado por, $II = \lambda \Sigma W$, y se da cuando el ajuste de los precios de los activos llega al punto de que los retornos considerados por el inversionista son iguales a los retornos esperados, asumiendo que se tienen iguales expectativas que las del mercado.

El vector de retornos en exceso $R = (R_1, R_2, \dots, R_n)$, es igual al retorno de cada activo menos la tasa de riesgo respectiva, este vector tiene una distribución normal con retorno esperado μ y matriz de covarianza Σ .

$$R \sim N(\mu, \Sigma)$$

Donde μ asume una distribución de probabilidades proporcional al producto de dos distribuciones normales, la una representa el equilibrio y la otra distribución representa las expectativas del inversionista sobre los retornos del mercado.

La distribución de equilibrio se expresa $\mu \sim N(\mu, \tau\Sigma)$, donde τ es la constante que refleja el grado de incertidumbre en relación a la precisión en el cálculo de μ . Su valor va de 0 a 1, si es cercano a 0 tiene alta incertidumbre y si se acerca a 1 la incertidumbre es baja (Idzorek, 2004).

La distribución de expectativas del inversionista asume un conjunto k de expectativas del retorno esperado de un portafolio p_k , que presenta una distribución normal con promedio q_k y desviación estándar w_k . Las expectativas y los retornos se expresan:

$$P^T = [p_1, p_2, \dots, p_k]$$

$$Q^T = [q_1, q_2, \dots, q_k]$$

Donde P es la matriz que contiene los activos que conforman una expectativa y Q es el vector de expectativas, además contiene el retorno esperado para cada portafolio p_k ; así para identificar cada variable de la matriz P se emplea un esquema de ponderación por capitalización de mercado, es decir, la ponderación de cada instrumento financiero es proporcional a la capitalización del mercado del activo dividida para la capitalización total del mercado (Franco Arbeláez, Avendaño Rúa y Barbutín Díaz 2011, 80).

$$\text{Se expresa: } P * \mu = Q + \varepsilon \iff P * \mu \sim N(Q, \Omega)$$

Donde:

P : matriz conocida $K \times n$.

Q : vector de expectativas conocido $K \times 1$.

ε : vector aleatorio $K \times 1$ con media 0 y matriz diagonal de covarianzas Ω .

Ω : matriz diagonal $K \times K$ con elementos w_{ii} en la diagonal y ceros en las demás posiciones, pues se asume que las expectativas no se relacionan; a mayor w_{ii} menor grado de confianza en los retornos esperados de Q .

Según Idzorek (2004), para incorporar las expectativas del inversionista en el modelo, es necesario ajustar la matriz Q controlando las desviaciones del portafolio

causadas por las expectativas, de forma que es posible identificar los niveles de confianza que variarán conforme las expectativas del inversor.⁷

Este modelo lineal reestructura la fórmula $\Pi = \lambda \Sigma W$, y el vector de retornos de equilibrio Π es reemplazado por un vector que simboliza un conjunto de retornos μ , así:

$$W = (\lambda \Sigma)^{-1} \mu$$

Si en esta ecuación se reemplaza μ por el vector de retornos de confianza absoluta en las expectativas, $\mu_{BL100\%}$, se halla $W_{BL100\%}$, el vector de ponderaciones a un nivel del 100% de confianza; y si se reemplaza μ por el vector de retornos de equilibrio Π , y el vector de retornos Black Litterman, μ_{BL} , se obtiene las ponderaciones de mercado W_{mcd} y las ponderaciones de Black Litterman W_{BL} .

Entonces podemos definir un nivel de confianza implícito en las expectativas aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Nivel de confianza implícito} = \frac{(W_{BL} - W_{mcd})}{(W_{100\%} - W_{mcd})}$$

Así se muestra la varianza del portafolio según cada expectativa, y para incluir el nivel de confianza del inversionista es necesario formar desvíos:

$$\text{Desvío}_k \approx (W_{100\%} - W_{mcd}) * C_k$$

Donde Desvío_k es la desviación estándar aproximada causada por la k-ésima expectativa, y C_k es la confianza del inversionista en la k-ésima expectativa, y el vector aproximado de ponderaciones recomendadas, resultado de la expectativa k, al no existir otras expectativas, se da por:

$$W_{k,\%} = W_{mcd} + \text{Desvío}_k = W_{mcd} + (W_{100\%} - W_{mcd}) * C_k$$

Con esta metodología no se afecta el vector de retornos, porque permanece constante el escalar τ .

Para la estimación de este modelo, es necesario datos más precisos como: los precios históricos, la tasa libre de riesgo, la aversión al riesgo, la capitalización de mercado, adicionalmente, los criterios del experto, entre otros; por lo que, la ausencia de algunos datos o información en el mercado bursátil ecuatoriano podría convertirse en un problema para la estimación y optimización de un portafolio de inversiones que incluya valores de renta fija; al contar únicamente con el ECUINDEX, índice que refleja el desenvolvimiento del mercado accionario, nos limita a aplicar esta metodología únicamente en portafolios de renta variable (Montoya y Maya 2016, 7).

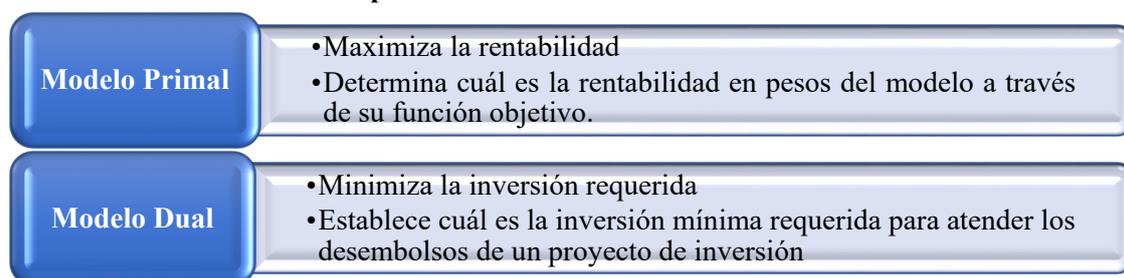
⁷ El nivel de confianza va entre 0% y 100%

2.4.6.5 Modelo Primal – Dual

Por otro lado, tenemos un modelo PRIMAL- DUAL para portafolios de inversión donde el objetivo es maximizar la rentabilidad con el mínimo de inversión requerida en instrumentos de renta fija, utilizando los saldos improductivos de caja y optimizando las reservas para incrementar los ingresos adicionales del inversionista o la empresa.

Los modelos primales de programación lineal facilitan la construcción de los modelos duales, es decir ambos se complementan.

Gráfico 8
Hipótesis de la Teoría Primal – Dual



Fuente: (Cruz Trejos, Urrutia Mosquera y Medina Varela 2011)

Elaboración: Autora

Modelo Primal de Inversiones

Este modelo matemático se basa en el método de progresión lineal e incorpora algunas variables, analiza la relación existente entre ellas y las restricciones en cuanto a tiempo y disponibilidad monetaria del inversor, adicionalmente se complementa el análisis con la determinación de la tasa interna de retorno; el modelo es de aplicación muy sencilla ya que utiliza Excel y su herramienta Solver para plasmarlo (Cruz Trejos, Urrutia Mosquera y Medina Varela 2011, 2).

El objetivo del portafolio de inversiones de títulos de renta fija a corto plazo es encontrar los valores de X_{ij} , que maximicen (Cruz, Duarte y Arias 2004).

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (A_i \cdot X_{ij})$$

Y que cumplan estas restricciones:

$$S_1 + \Sigma R_j + \Sigma (R_j \cdot A_j) - X_{M1} - C_1 - D_1 - Z_{K1} \leq Q$$

$$S_2 + \Sigma R_j + \Sigma (R_j \cdot A_j) - X_{M2} - C_2 - D_2 - Z_{K2} \leq Q_2$$

.

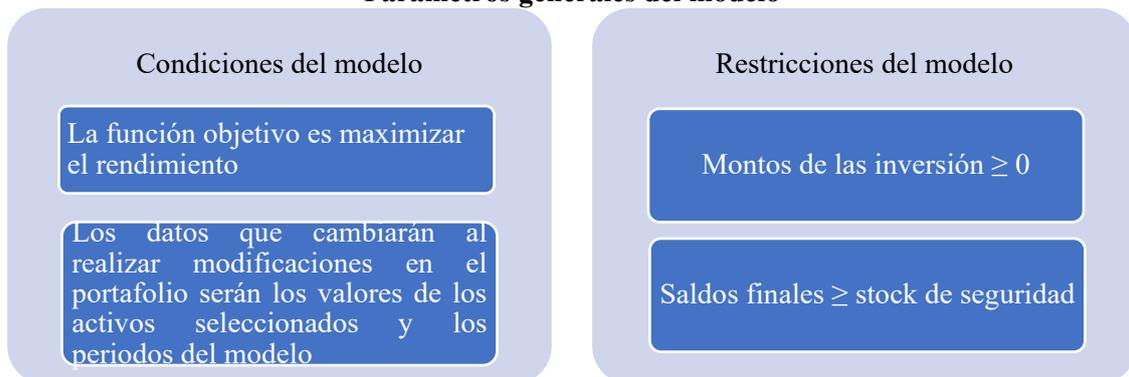
$$S_N + \Sigma R_j + \Sigma (R_j \cdot A_j) - X_{MN} - C_N - D_N - Z_{KN} \leq Q_N$$

$X_{ij}, Z_{ij} \geq 0$, con $(i,j) \in [1, N] \times [1, M]$ donde N es el número de períodos y M es el número de títulos del portafolio (Meza Orozco 2008, 488).

Donde:

- A_i = Tasa de interés que ofrece el título i .
- C_j = Cantidad de dinero requerido en el período j .
- D_j = Tasa de impuestos en el período j .
- Q_j = Cantidad de dinero de seguridad en el período j .
- S_j = Saldo inicial de cada período j .
- R_j = Valor de maduración de los títulos en cada período j .
- X_{ij} = Dinero para invertir en el título i , en el tiempo j .
- Z_{ij} = Valor del título i en el momento de invertir en el período j .
- F_j Saldo final en cada período.
- FC_i = Flujo de caja disponible en el periodo i .

Gráfico 9
Parámetros generales del modelo



Fuente: (Cruz Trejos, Urrutia Mosquera y Medina Varela 2011)
Elaboración: Autora

Modelo Dual de Inversiones

Aquí la finalidad es minimizar la inversión requerida para cubrir los desembolsos necesarios y stock de seguridad del flujo de caja después de impuestos, es decir, se desconoce el capital inicial disponible (Cruz Trejos, Urrutia Mosquera y Medina Varela 2011, 5).

Las variables del modelo matemático DUAL son las mismas que las del modelo PRIMAL detalladas anteriormente.

Lo que se busca es encontrar los valores de X_{ij} tales que minimicen para $J = 1$.

$$F_J + \sum_{I=1}^N \sum_{J=1}^M X_{IJ} + \sum_{J=1}^M (D_J + C_J) - \left(\sum_{J=1}^M R_J + \sum_{I=1}^N \sum_{J=1}^M (A_I \cdot X_{IJ}) \right)$$

Debe cumplir con las siguientes restricciones para $J \neq 1$.

$$F_2 + \sum_{I=1}^N \sum_{J=2}^M X_{2J} + \sum_{J=2}^M (D_2 + C_2) - \left(\sum_{J=2}^M R_J + \sum_{I=1}^N \sum_{J=2}^M (A_I \cdot X_{IJ}) \right) \leq Q_2$$

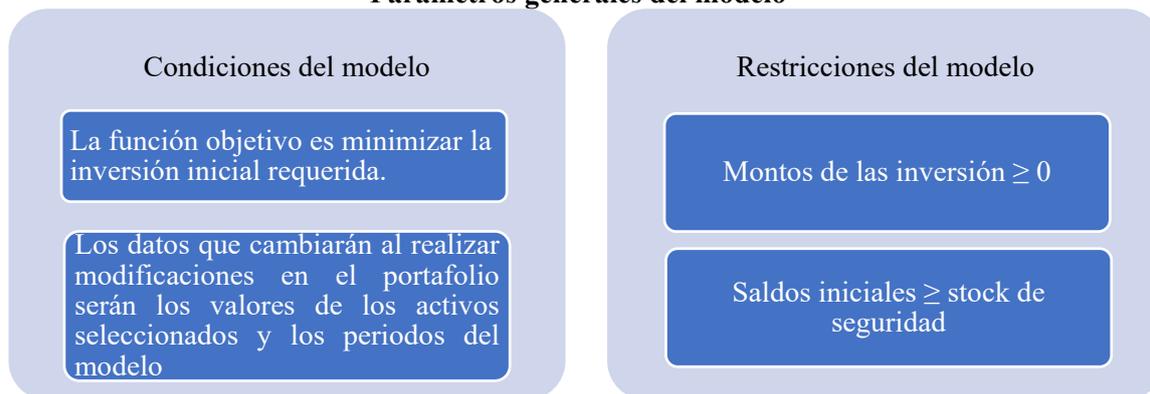
$$F_3 + \sum_{I=1}^N \sum_{J=3}^M X_{3J} + \sum_{J=3}^M (D_3 + C_3) - \left(\sum_{J=3}^M R_J + \sum_{I=1}^N \sum_{J=3}^M (A_I \cdot X_{IJ}) \right) \leq Q_3$$

$$F_N + \sum_{I=1}^N \sum_{J=N}^M X_{NJ} + \sum_{J=N}^M (D_N + C_N) - \left(\sum_{J=N}^M R_J + \sum_{I=1}^N \sum_{J=N}^M (A_I \cdot X_{IJ}) \right) \leq Q_N$$

$X_{ij}, Z_{ij} \geq 0$, con $(i, j) \in [1, N] \times [1, M]$ donde N es el número de periodos y M es el número de títulos del portafolio.

Los pasos para desarrollar el modelo Dual son los mismo que en el modelo Primal con mínimas diferencia en cuanto al cálculo de ciertas variables como: el saldo inicial o capital disponible, saldos finales de cada período y además si se desea evitar saldos improductivos en el último período, el saldo final se condiciona a que sea igual a cero.

Gráfico 10
Parámetros generales del modelo



Fuente: (Cruz Trejos, Urrutia Mosquera y Medina Varela 2011)

Elaboración: Autora

Con la aplicación de ambos modelos el Primal y el Dual se debe llegar a los mismos resultados.

Capítulo Cuarto

Metodología

1. Métodos de Investigación

Se utilizarán diferentes métodos de investigación, como el histórico-lógico que permite establecer los antecedentes y los elementos de la investigación, el analítico-sintético para relacionar aspectos conceptuales y el procesamiento de los datos obtenidos en los diferentes instrumentos aplicados en el proceso de investigación y el inductivo-deductivo para evaluar la situación del Fideicomiso Mercantil FONAG.

2. Fuentes de Información

Las fuentes de información de la presente investigación se desglosan de la siguiente manera:

Fuentes Primarias

Para iniciar este trabajo se realiza entrevistas a los jefes departamentales de las áreas Contable y Financiera, con el fin de recopilar información sobre el alcance y tipo de información con la que cuenta la institución, conocer la estructura del patrimonio, el origen y destino de sus fondos, conformación del portafolio de inversiones, técnicas actuales de manejo del portafolio de inversiones, la misión, visión y objetivos de la institución, la estructura organizacional de la institución, identificar el campo de acción actual y proyecciones futuras, y determinar la normativa legal que rige a la institución.

Fuentes Secundarias

Se obtiene información de los archivos que reposan en la institución como: estados financieros, informes de auditoría externa, reportes de ingresos y gastos, reporte de movimientos del portafolio de inversión, pruebas departamentales, ejecución presupuestaria, reportes contables, ejecución de proyectos, etc.

La información del sistema financiero se toma de la página web de la Bolsa de Valores (Quito y Guayaquil) y la Superintendencia de Bancos.

También se utiliza los diferentes libros y artículos citados en la bibliografía que serán analizados en profundidad para seleccionar los conceptos de mayor relevancia y aplicación a esta investigación.

3. Técnicas para la recopilación de la Información

Las técnicas empleadas para la recopilación de la información son la encuesta aplicada mediante guía de encuesta, así como la revisión documental e información histórica del precio de los instrumentos financieros obtenidos de la página web de la Bolsa de Valores.

4. Tratamiento de la Información

Para el análisis de la información se utilizan técnicas de estadística descriptiva o deductiva (gráficas y numéricas), con el fin de recoger, organizar, resumir y analizar los datos, así como para sacar conclusiones válidas y tomar decisiones razonables.

Capítulo Quinto

Marco empírico

1. La empresa

1.1 Presentación del Fideicomiso Mercantil FONAG

El Fondo Ambiental para la Protección de las Cuencas y Agua –FONAG se creó, en enero de 2000. Esta institución nació de la acción conjunta de empresas públicas y privadas para proteger las cuencas hidrográficas que abastecen de agua al Distrito Metropolitano de Quito y sus áreas de influencia; esta iniciativa, auspiciada por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), la acogió la Alcaldía Metropolitana de Quito a través de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS), que junto con The Nature Conservancy (TNC) firmaron la escritura de constitución del fideicomiso en calidad de miembro fundadores (www.fonag.org.ec, párr. 1).

“En abril del 2007 se expidió la Ordenanza Metropolitana 199, hoy en día ordenanza 213, en la que, la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento –EPMAPS se compromete a transferir constantemente al patrimonio del fideicomiso, una contribución del 2% de las planillas pagadas por los usuarios del servicio de “agua potable y alcantarillado”, para que sean invertidos en la protección de las fuentes de agua” y en acciones y actividades que se ejecutan para lograr una nueva cultura del agua que conlleve a la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) (Escritura Pública de Segunda Reforma Integral al Fideicomiso Mercantil FONAG 2011, 37- 38).

1.2 Misión

“El Fideicomiso FONAG es una alianza de personas e instituciones comprometidas con la naturaleza que, conjuntamente con las comunidades, protegen, cuidan y rehabilitan el ambiente, especialmente las cuencas hídricas que abastecen de agua para cubrir las necesidades del Distrito Metropolitano de Quito y sus áreas de influencia, a través de un mecanismo financiero que cofinancia actividades de protección ambiental”.⁸

⁸ [http:// www.fonag.org.ec](http://www.fonag.org.ec)

1.3 Visión

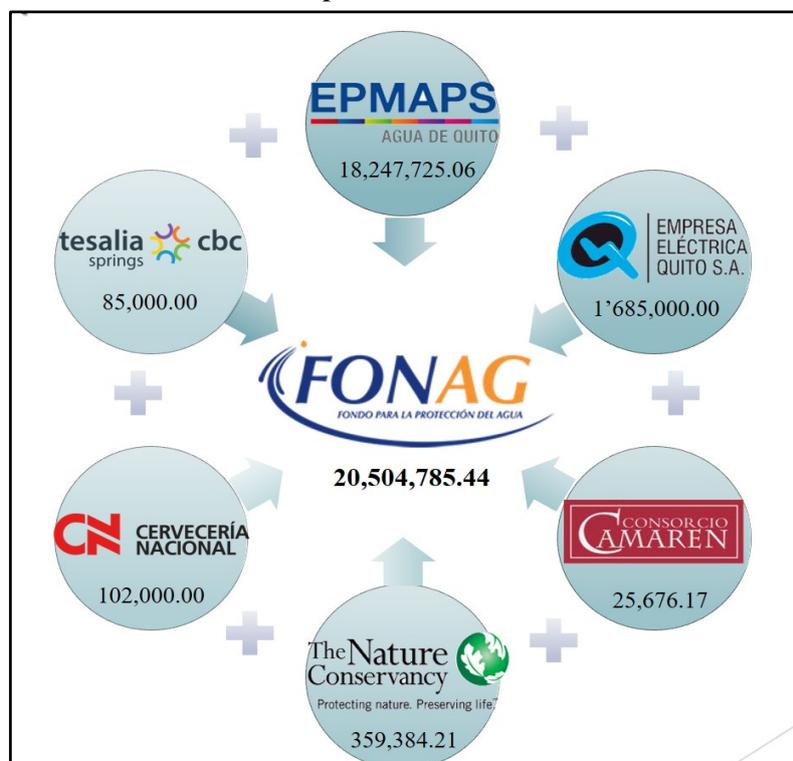
“El fin del Fideicomiso FONAG, es convertirse en el instrumento movilizador que involucre a todos los actores a ejercer una ciudadanía responsable y amigable en favor de la naturaleza, especialmente de los recursos hídricos dentro de la cuenca alta del río Guayllabamba”.⁹

El fideicomiso FONAG actualmente es administrado por ENLACE NEGOCIOS FIDUCIARIOS S.A.

1.4 Capital Patrimonial

El capital patrimonial del FONAG se inició con un aporte de \$20.000,00 y en la actualidad se constituye de aportes financieros mixtos provenientes de los Constituyentes del Fondo: Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento- EPMAPS, Empresa Eléctrica Quito- EEQ, The Nature Conservancy- TNC, Cervecería Nacional, Camaren y Tesalia Springs CO.

Gráfico 11
Capital Patrimonial



Fuente: Balance General al 31 de diciembre del 2019.
Elaboración: Autora

⁹ [http:// www.fonag.org.ec](http://www.fonag.org.ec)

Al 31 de diciembre del 2019, el 88,99% del patrimonio le corresponde a la EPMAPS, principal constituyente, el 8,22% a la Empresa Eléctrica Quito S.A., el 1,75% a The Natura Conservan y el 0,50%, 0,41% y 0,13% les corresponde a Cervecería Nacional, Tesalia y Consorcio Camaren respectivamente.

1.5 Resumen de Participación por constituyente

Tabla 2
Participación Patrimonial por Constituyente

Constituyente	Valor	% de Participación
EPMAPS	18,247,725.06	88.99%
The Natura Conservan	359,384.21	1.75%
EEQ	1,685,000.00	8.22%
CERVECERÍA NACIONAL	102,000.00	0.50%
TESALIA	85,000.00	0.41%
CONSORCIO CAMAREN	25,676.17	0.13%
Total	20,504,785.44	100.00%

Fuente: Balance General al 31 diciembre del 2019.
Elaboración propia

El FONAG “es un mecanismo económico financiero, permanente y estable que utiliza los rendimientos del patrimonio para cofinanciar actividades, programas y proyectos de rehabilitación, conservación y mantenimiento de las cuencas hídricas desde donde se abastecen de agua los habitantes del Distrito Metropolitano de Quito-DMQ y sus áreas de influencia, con el fin de garantizar agua en calidad y cantidad a más de 2 millones 300 mil habitantes”.¹⁰

Este fondo de agua tiene establecidas reglas que especifican claramente el destino de las inversiones y los montos máximos que se pueden destinar a administración y gastos corrientes:

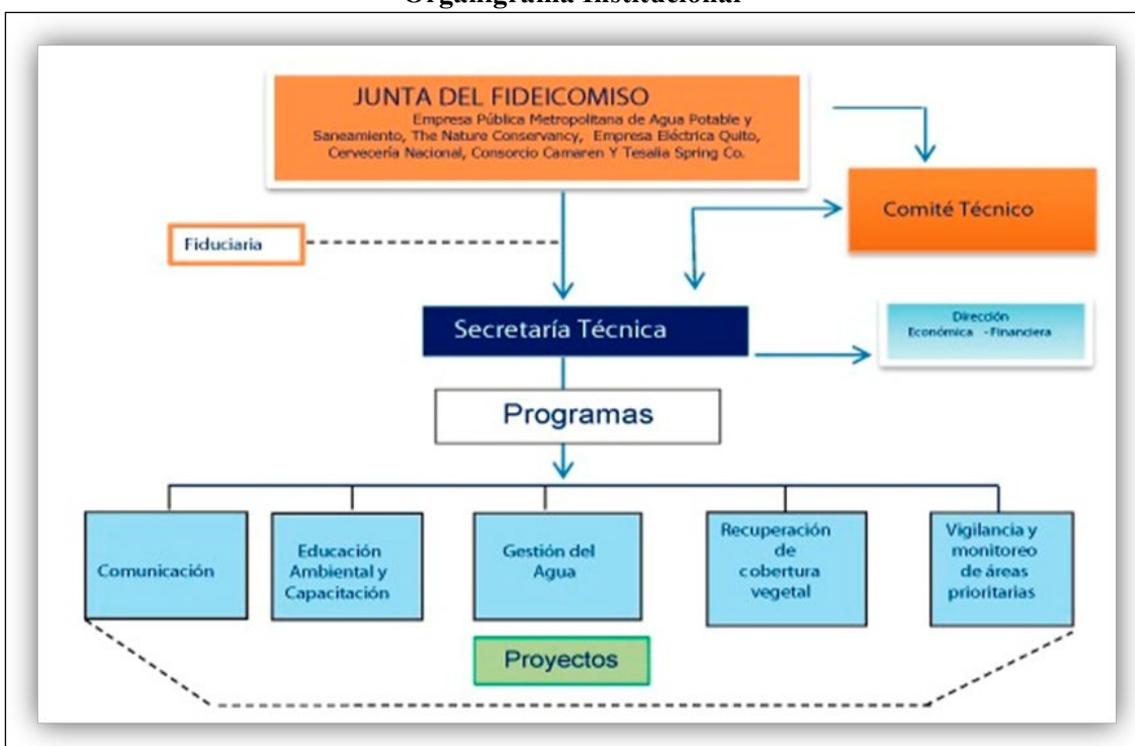
Para el manejo económico del fideicomiso, anualmente se podrá gastar los rendimientos financieros que produzca el fideicomiso y hasta el 30% de lo efectivamente aportado anualmente por los constituyentes EPMAPS, TNC y EEQ, de manera tal que el capital, calculado en términos reales se mantenga. Excepcionalmente, en caso de que en las fuentes hídricas se produzcan desastres naturales o antrópicos, se podrá autorizar un desembolso adicional de una suma que no podrá ser mayor a los aportes de los últimos 12 meses, ni mayor al 25% del total del patrimonio del fideicomiso. El total de los gastos

¹⁰ *Ibíd.*

administrativos para el manejo del fideicomiso, incluyendo publicaciones, no podrá superar el 10% del presupuesto anual en cada caso. Los recursos destinados a estudios e investigaciones tampoco podrán superar el 10% del presupuesto anual incluyendo recursos obtenidos de donaciones y de cofinanciamiento de otras fuentes. La fiduciaria invertirá los aportes del fideicomiso con prudencia.¹¹

1.6 Organigrama Institucional

Gráfico 12
Organigrama Institucional



Fuente y elaboración: Fideicomiso FONAG

1.7 Estructura Organizacional

El Fideicomiso FONAG gestiona sus actividades a través de la siguiente estructura que consta de:¹²

- **Junta de Fideicomiso:** Es el órgano superior que toma las decisiones del organismo y la constituye los representantes de las entidades constituyentes.
- **Secretaría Técnica:** Instancia que se encarga de ejecutar las actividades operativas, desarrollar y supervisar planes, estrategias, reglamentos y normativa

¹¹ Escritura Pública de Segunda Reforma Integral al Fideicomiso Mercantil FONAG, publicada el 4 de Julio del 2011, 37, 38.

¹² [http:// www.fonag.org.ec](http://www.fonag.org.ec)

legal y administrativa, con el fin de adaptarlos a las necesidades de la institución, en vías de agilizar el desarrollo de programas y proyectos.

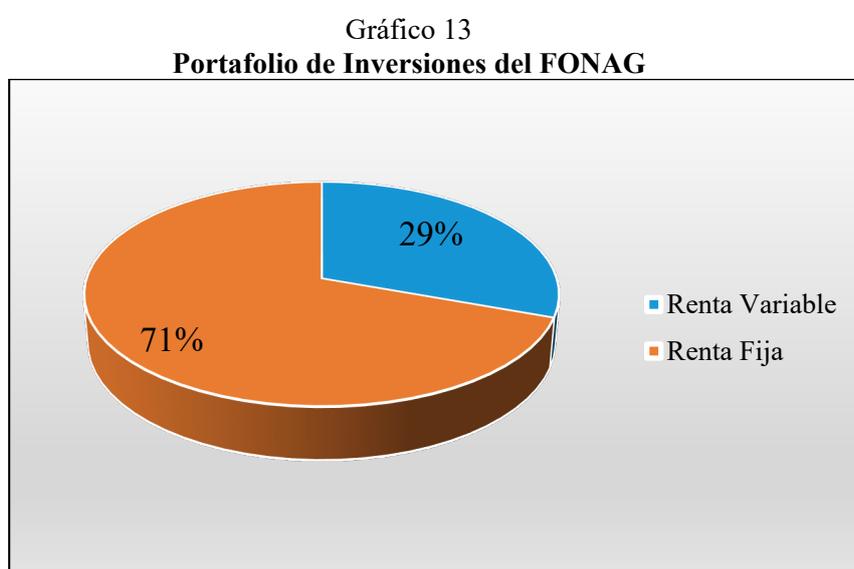
- **La Fiduciaria:** La constituye ENLACE Negocios Fiduciarios S.A., institución que ejerce la representación legal y custodia los bienes del Fideicomiso.
- **Comité Técnico:** Instancia asesora de la Secretaría Técnica, lo integran delegados de los Constituyentes.
- **Dirección Económica Financiera:** Unidad de soporte cuyas principales funciones son medir, organizar, controlar, plasmar y comunicar todos los movimientos económicos financieros que se producen en la organización.
- **Programa de Comunicación:** Se encarga de desarrollar herramientas comunicacionales alternativas para difundir y promocionar información sobre la protección del recurso hídrico, acercar el FONAG a las comunidades y posicionarlo como líder en los procesos de la Gestión Integrada del Agua.
- **Programa de Recuperación de la Cobertura Vegetal:** Se Ejecuta proyectos de restauración y plantaciones forestales con fines de protección del recurso hídrico, se incluyen actividades de investigación y monitoreo en páramos y bosques altoandinos, etc.
- **Programa de Educación Ambiental:** Busca el cambio de valores, concepciones y actitudes en los niños y jóvenes que participan de los procesos educativos, sin dejar de lado a los docentes, padres y madres de familia y a la comunidad.
- **Programa Gestión del Agua:** Se trabaja para la instauración de una gestión y manejo integrado de los recursos hídricos en la Cuenca alta del río Guayllabamba y áreas de influencia directa. Para apoyar la toma de decisiones de los usuarios y actores involucrados en la Cuenca y contribuir a una planificación integrada son necesarios diferentes estudios y herramientas técnicas que parten de la recolección de datos, procesamiento de información, modelaciones y análisis técnicos.
- **Programa Áreas de Conservación Hídrica Sostenible:** Desarrollar estrategias y acciones de gestión, control y vigilancia para la conservación de la biodiversidad en áreas de interés hídrico del DMQ.

Los requerimientos de personal de la Secretaría Técnica se incrementan según el desarrollo de las actividades que se ejecutan. Actualmente la institución está conformada por alrededor de 63 personas, equipo técnico y de apoyo. Son parte importante de este equipo los voluntarios.

2. Portafolio de Inversiones Fideicomiso FONAG

Mediante la preservación del capital y la utilización de los rendimientos financieros, el FONAG lleva a cabo su accionar, por lo que para cumplir con los objetivos y metas propuestos es indispensable mantener un portafolio de inversión que genere un rendimiento adecuado, a través de la selección óptima de los activos financieros, donde se garantice la minimización de los riesgos y la maximización de los rendimientos y se priorice el contar siempre con la liquidez requerida.

Al 31 de Diciembre del 2019, el portafolio de inversiones del Fideicomiso FONAG es de 16'293.147,21, conformado de la siguiente manera:



Fuente: Balance General al 31 de diciembre del 2019.
Elaboración: Autora

El 71% del portafolio que corresponde a \$ 11'501.630,20 está invertido en instrumentos de renta fija, mientras que el 29% \$ 4'791.517,01 en instrumentos financieros de renta variable.

2.1 Portafolio de inversiones por tipo de instrumento financiero

Tabla 3
Portafolio de Inversiones por Instrumento Financiero

Activos Financieros	Valor \$	%
Acciones	4,791,517.01	29.41%
Bonos del Estado	8,901,480.20	54.63%
Certificados de Inversión	2,600,150.00	15.96%
Total	16,293,147.21	100.00%

Fuente: Balance General al 31 de Diciembre del 2019.
Elaboración: Autora

Gráfico 14
Portafolio de Inversiones por Instrumento



Fuente: Balance General al 31 de diciembre del 2019.

Elaboración: Autora

2.2 Portafolio de inversiones por emisor

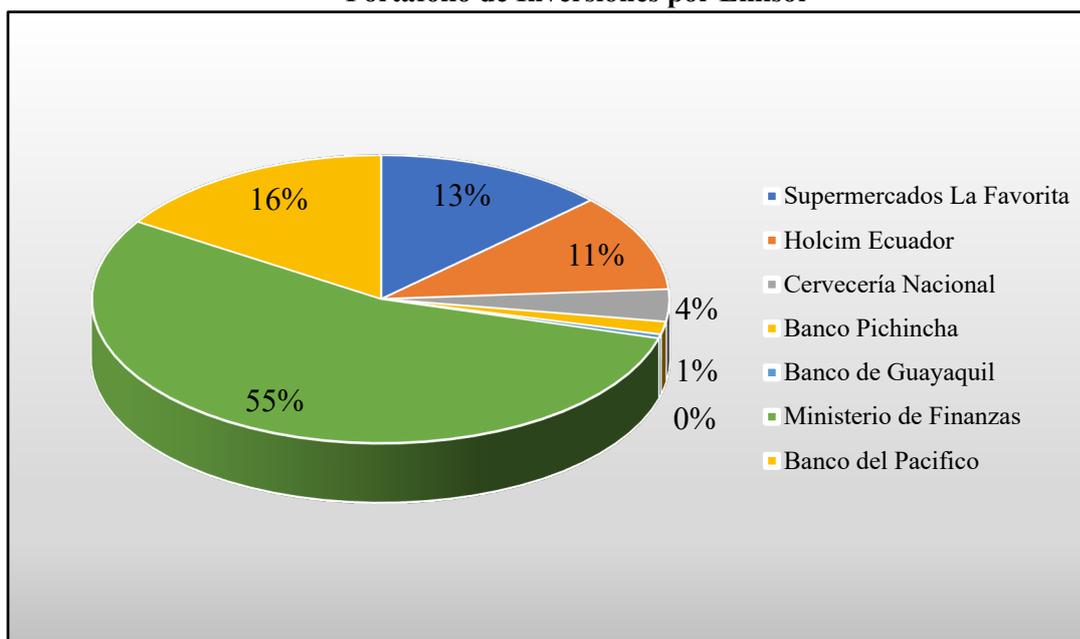
Tabla 4
Portafolio de Inversiones por Emisor

Activos Financieros	Valor \$	%
Supermercados La Favorita	2,108,405.01	12.94%
Holcim Ecuador	1,786,893.00	10.97%
Cervecería Nacional	588,326.00	3.61%
Banco Pichincha	234,600.00	1.44%
Banco de Guayaquil	73,293.00	0.45%
Ministerio de Finanzas	8,901,480.20	54.63%
Banco del Pacifico	2,600,150.00	15.96%
Total	16,293,147.21	100.00%

Fuente: Balance General al 31 de diciembre del 2019.

Elaboración: Autora

Gráfico 15
Portafolio de Inversiones por Emisor



Fuente: Balance General al 31 de diciembre del 2019.

Elaboración: Autora

Al observar el portafolio de inversiones por tipo de instrumento se puede distinguir que más de la mitad el 54.63% de inversiones se encuentran colocadas en Bonos del Estado emitidos por el Ministerio de Finanzas, el 29,41% corresponde a Acciones, distribuidas el 12.49% en Acciones de la Favorita, 10,97% en Acciones de Holcim, el 3,61% en Acciones de la Cervecería Nacional y el 1,44% y el 0,45% en Acciones del Banco del Pichincha y Banco de Guayaquil respectivamente y el 15,96% restante se encuentra en Certificados de Inversión emitidos por el Banco del Pacífico.

Es importante indicar que de acuerdo con la estructura contractual a partir del año 2011 el 70% de los aportes anuales de los constituyentes se convierten en instrumentos financieros y el 30% se suma a la liquidez total del FONAG para ejecutar las distintas acciones que se realizan dentro de los programas.

2.3 Evolución del Portafolio de Inversiones

Tabla 5
Evolución del Portafolio de Inversiones del Fideicomiso FONAG

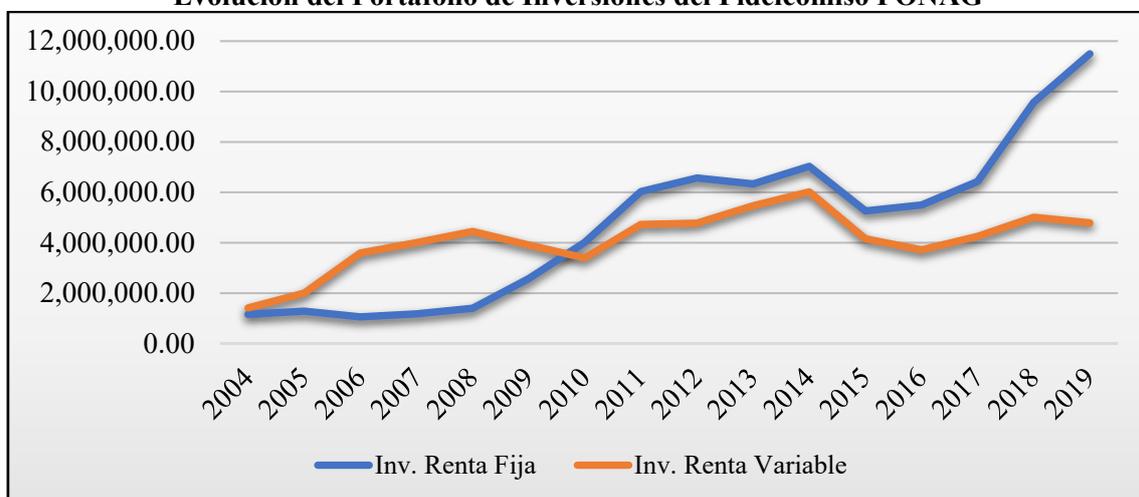
Año	Inv. Renta Fija	Inv. Renta Variable	Total Portafolio	% Renta Fija	% Renta Variable
2004	1,160,984.00	1,410,423.00	2,571,407.00	45.15%	54.85%
2005	1,286,072.00	1,999,446.00	3,285,518.00	39.14%	60.86%
2006	1,059,609.00	3,591,773.00	4,651,382.00	22.78%	77.22%
2007	1,177,990.00	4,000,614.00	5,178,604.00	22.75%	77.25%

2008	1,396,538.00	4,444,505.00	5,841,043.00	23.91%	76.09%
2009	2,577,425.00	3,907,633.00	6,485,058.00	39.74%	60.26%
2010	4,012,815.00	3,394,559.00	7,407,374.00	54.17%	45.83%
2011	6,032,038.00	4,726,096.00	10,758,134.00	56.07%	43.93%
2012	6,570,819.00	4,776,151.00	11,346,970.00	57.91%	42.09%
2013	6,333,812.00	5,466,495.00	11,800,307.00	53.67%	46.33%
2014	7,031,723.00	6,020,720.00	13,052,443.00	53.87%	46.13%
2015	5,262,768.00	4,154,220.00	9,416,988.00	55.89%	44.11%
2016	5,500,920.08	3,716,577.90	9,217,497.98	59.68%	40.32%
2017	6,430,810.57	4,253,322.95	10,684,133.52	60.19%	39.81%
2018	9,572,132.11	5,009,665.08	14,581,797.19	65.64%	34.36%
2019	11,501,630.20	4,791,517.01	16,293,147.21	70.59%	29.41%

Fuente: Balances financieros

Elaboración: Autora

Gráfico 16
Evolución del Portafolio de Inversiones del Fideicomiso FONAG



Fuente: Estados Financieros del Fideicomiso FONAG

Elaboración: Autora

Se puede evidenciar que del año 2005 al año 2009 en promedio, el 70% del portafolio estaba concentrado en instrumentos de renta variable y solo el 30% en instrumentos de renta fija. A partir del año 2010 la estructura del portafolio cambia y en promedio, el 58% de inversiones están colocadas en instrumentos de renta fija y el 41% en instrumentos de renta variable, además se puede evidenciar que del año 2016 hacia adelante, la brecha entre valores de renta fija y renta variable se va incrementando, hasta que en el año 2019 el 70.59% del portafolio de inversiones corresponde a valores de renta fija y el 29.41% a renta variable; esto debido a que en los últimos años el FONAG ha dado cumplimiento a la normativa vigente donde se establece que “Las entidades del sector público no financiero únicamente podrán invertir sus recursos en las instituciones financieras pública, a través de una cuenta corriente en el Banco Central del Ecuador”.

Al observar el total anual del portafolio de inversión al final de cada año, se identifica una variación importante entre el año 2014 y el año 2015, donde se produce una disminución considerable del valor del portafolio, debido a una descapitalización del patrimonio producto de un retiro de fondos equivalente a \$3'226.237,00, con el fin de efectuar obras de prevención ante la emergencia de la erupción del volcán Cotopaxi requerido por la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS).

El portafolio de inversiones del Fideicomiso FONAG está conformado por instrumentos de renta fija y renta variable;¹³ sin embargo, por exigencias legales la institución en la actualidad únicamente puede invertir sus fondos en instrumentos financieros del sector público; por lo que, al evaluar las metodologías de optimización del portafolio, se deberá considerar que, por tratarse de un fideicomiso donde el 84% de su patrimonio proviene del sector público a través de las aportaciones de la EPMAPS principal constituyente, sus inversiones se ven limitadas al sector público, de acuerdo a lo mencionado en el artículo 299 de la Constitución de la República del Ecuador donde se establece que “Los recursos públicos se manejarán en la banca pública, de acuerdo con la ley. La ley establecerá los mecanismos de acreditación y pagos, así como de inversión de recursos financieros. Se prohíbe a las entidades del sector público invertir sus recursos en el exterior sin autorización legal”, por lo que el presente trabajo se enfocará en la selección y desarrollo de una metodología para la optimización de inversiones de renta fija emitidas por el estado ecuatoriano.

2.4 Valores de Renta Fija

Al realizar inversiones financieras el objetivo que se persigue es generar rentabilidad y para evaluar si el FONAG ha estado gestionando en forma adecuada su portafolio, a continuación, se realiza un análisis histórico considerando la tasa de inflación como referente para medir la rentabilidad real generada anualmente.

Tabla 6
Rentabilidad Anual vs Inflación Anual

Valores de Renta Fija					
Año	Inv. Renta Fija (Balance)	Rendimiento (Balance)	Rentabilidad %	Inflación %	Ganancia Real
2014	7,031,723.00	448,949.50	6.38%	3.67%	2.71%

¹³ El Fideicomiso FONAG mantiene dentro de su portafolio de inversiones, acciones de empresas del sector privado como La Favorita y Holcim S.A., mismas que se adquirieron antes de la prohibición de inversión en el sector privado.

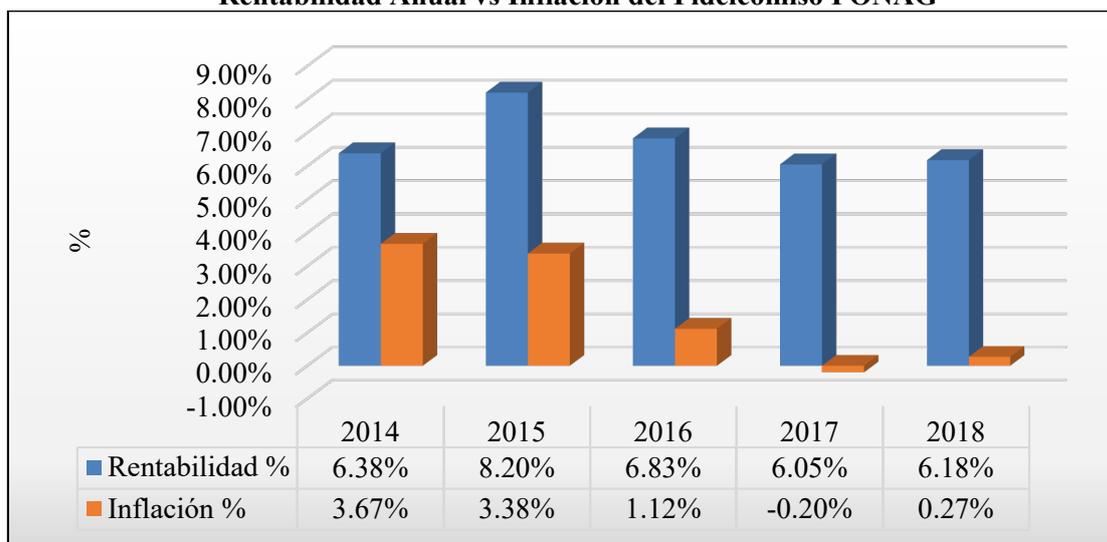
2015	5,262,768.00	431,656.50	8.20%	3.38%	4.82%
2016	5,500,920.08	375,783.05	6.83%	1.12%	5.71%
2017	6,430,810.57	389,100.01	6.05%	-0.20%	6.25%
2018	9,572,132.11	591,433.46	6.18%	0.27%	5.91%

* Únicamente se considera rendimientos por interés.

Fuente: Estados Financieros Fideicomiso FONAG

Elaboración: Autora

Gráfico 17
Rentabilidad Anual vs Inflación del Fideicomiso FONAG



Fuente: Estados Financieros del Fideicomiso FONAG

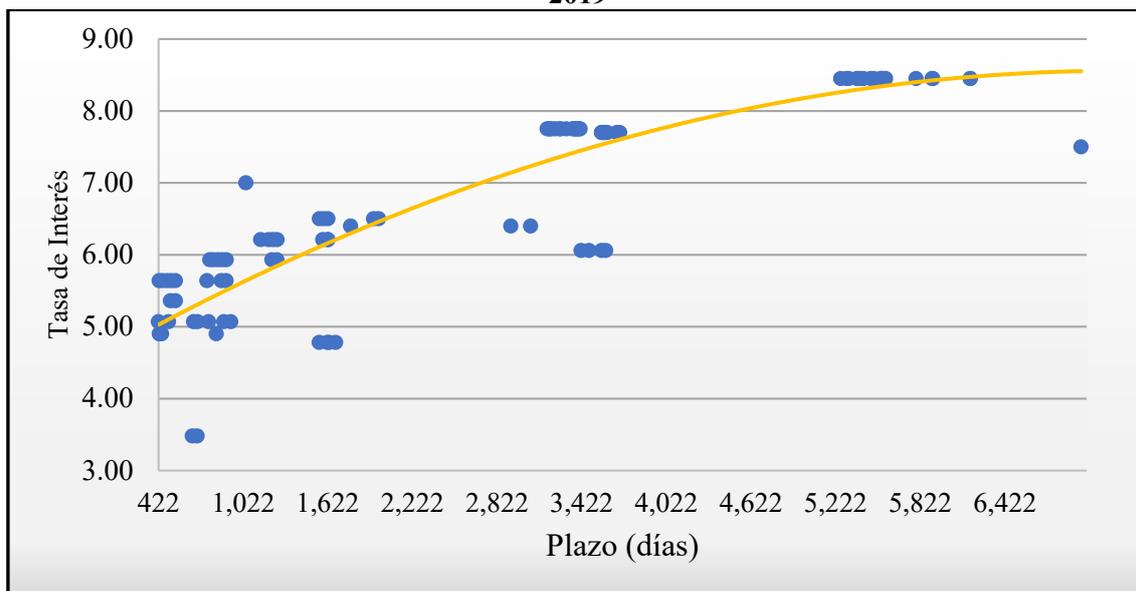
Elaboración: Autora

El pico más alto obtenido en rendimiento por intereses de inversiones de renta fija ha sido de 8,20% en el año 2015 a pesar que en este año se produjo la descapitalización por la emergencia del volcán Cotopaxi, a partir de esto, el porcentaje de rendimiento a decrecido obteniendo un 6,83% en el año 2016 y el 6,05% en el 2017, y en el año 2018 presenta un leve incremento del 0,13% con respecto al año anterior; es decir, el porcentaje de rendimiento por interés promedio durante los últimos tres años ha sido del 6,35%.

En cuanto a la inflación, a lo largo de los 5 años analizados vemos que ha ido bajando paulatinamente de 3,67% en el año 2014 hasta llegar al porcentaje más bajo de 0,20% en el año 2017 y 0,27% en el 2018; lo que ha permitido que el rendimiento real (descontado el porcentaje de inflación) vaya incrementando a través de los años del 2,71% en el 2014 al 5,91% en el año 2018.

Como se puede observar el Fideicomiso FONAG a pesar de no adoptar una metodología definida para la optimización de su portafolio de inversiones, ha generado un rendimiento real promedio del 5% en los años analizado; sin embargo, en el mercado

Gráfico 19
Curva de Rendimiento Emisiones Públicas, según el vector de precios al 30 de junio del 2019



Fuente: Vector de precios mensual al 30 de junio del 2019

Elaboración: Autora

Los títulos públicos negociados en el mercado de valores ecuatoriano muestran una curva de rendimientos normal con una tendencia positiva, donde los instrumentos van incrementando su tasa de interés a medida que su plazo de vencimiento es mayor, esto considerando que, a mayor tiempo de vida del instrumento financiero, mayor riesgo y por ende pagan mayor interés.

La curva de rendimiento de los títulos valores de renta fija emitidos por el sector público y negociados en la bolsa de valores de Quito y Guayaquil muestra una tendencia que va de una tasa de rendimiento del 5% al 8,45% en su pico más alto; al compararla con la curva de rendimiento del portafolio de inversiones del FONAG, podemos ver que a pesar de que el FONAG ha generado rendimientos similares a los del mercado en inversiones de hasta un plazo aproximado de 3000 día, en títulos valores con vencimiento superior a este plazo, alcanza una tendencia máxima de rendimiento de hasta el 6,80%, cuando en el mercado existen valores de renta fija que generan rendimientos más altos; así por ejemplo, mientras los instrumentos de un plazo de 3147 a 3587 días que mantiene el FONAG generan un rendimiento aproximado de 6,50%, en el mercado, un título valor de características similares ofrece un rendimiento del 7,75% aproximadamente, así mismo, los títulos a partir de un plazo aproximado de 5000 días, en el mercado están pagando una tasa de interés de 8,45%, mientras que el FONAG recibiría únicamente el 6,80% por un títulos del mismo plazo.

Al evidenciar que existen algunas opciones en el mercado bursátil (bonos con mayores rendimientos) que puede mejorar el comportamiento financiero del portafolio a continuación se analizarán alternativas que podrían mejorar el desempeño considerando algunos condicionantes y supuestos de mercado.

3. Análisis Fundamental

El Ecuador no se encuentra aislado del mundo de los mercados de capitales y la negociación de instrumentos financieros, incluso su deuda interna y externa se encuentra emitida en títulos negociados en el mercado bursátil y extrabursátil; sin embargo, el mercado financiero ecuatoriano no está muy desarrollado, pues el mercado de deuda en nuestro país ha sido en su gran mayoría de títulos públicos, limitando las inversiones a este tipo de instrumentos y en menor medida a títulos de largo plazo del sector privado como la emisión de acciones que en los últimos años han tenido un leve incremento de negociación en el mercado (Morales Mora Dudley Alberto 2015, 13).

La escasa apertura de capitales privados en el mercado financiero se debe a que muy pocos empresarios están dispuestos a colocar acciones para negociarlas en la bolsa, contribuyendo a la desigualdad social ya que las grandes concentraciones de riqueza se quedan centralizadas en un pequeño grupo de la población y en consecuencia surgen los procesos inflacionarios, provocando que la mayor proporción del salario de los ciudadanos sea destinado al consumo y una mínima proporción al ahorro y a la inversión que por lo habitual suele ser a corto plazo.

Por lo que se hace necesario incentivar una cultura financiera - bursátil con el fin de dinamizar del mercado de valores ecuatoriano, ya que, al existir mayor número de inversionistas capacitados e interesados en el ámbito de las bolsas de valores, se canalizará el dinero al sector productivo, generando un impacto positivo a la economía del país (Bejar Luis Martín 2006, 1).

A continuación, se evidencia el volumen de negociaciones nacionales de los últimos doce años.

Tabla 7
Volumen Nacional Negociado (Miles de dólares)

Años	Renta Fija	Tasa Crec. %	Part. Del T. %	Renta Variable	Tasa Crec. %	Part. Del T. %	Total Nacional
2008	4.993.032	57%	96,6%	177.969	-39%	3,4%	5.171.000
2009	5.070.857	2%	78,9%	1.356.427	662%	21,1%	6.427.284

2010	82	-2%	97,4%	132.086	-90%	2,6%	5.105.921
2011	3.647.719	-27%	97,0%	112.917	-15%	3,0%	3.760.636
2012	3.603.982	-1%	96,2%	144.135	28%	3,8%	3.748.117
2013	3.573.902	-1%	96,0%	148.365	3%	4,0%	3.722.267
2014	6.341.090	77%	84,1%	1.203.048	711%	15,9%	7.544.138
2015	4.969.257	-22%	98,5%	77.666	-94%	1,5%	5.046.923
2016	8.240.083	66%	98,8%	96.386	24%	1,2%	8.336.469
2017	6.574.386	-20%	99,4%	42.475	-56%	0,6%	6.616.861
2018	7.407.270	13%	99,1%	67.512	59%	0,9%	7.474.781
ene 19 - dic 19	11.701.937	58%	99,2%	94.842	40%	0,8%	11.796.779
Total	66.123.596			3.653.827			74.751.177

Fuente: Departamento Estadístico Financiero de la Bolsa de Valores de Quito

Elaboración: Autor

En el mercado bursátil ecuatoriano tanto su índice de liquidez como el tamaño del mercado accionario son relativamente bajos¹⁴, pues debido a la inestabilidad política y otros factores económicos no resulta atractivo a grandes grupos corporativos establecerse en nuestro país.

Dentro de la composición de negociaciones de valores de renta fija, los títulos más negociados son los Certificados de Tesorería con un porcentaje del 41%, seguidos con el 20% y 13% de los Certificados de Inversión y Certificados de Depósito respectivamente, durante el año 2019.

Tabla 8
Volumen de Negociaciones de Valores de Renta Fija (Miles de dólares)

Título	ene 18 - dic 18		ene 19 - dic 19	
	Val. Efec.	%	Val. Efec.	%
Certificados de Tesorería	2.298.694.923	31%	4.772.091.350	41%
Certificados de Depósito	1.578.894.832	21%	1.518.379.886	13%
Certificados de Inversión	1.136.312.326	15%	2.282.590.558	20%
Papel Comercial	628.083.768	8%	693.709.121	6%
Obligaciones Corporativas	511.706.855	7%	802.234.490	7%
Notas de Crédito	276.613.933	4%	254.112.425	2%
Facturas Comerciales Negociables	271.777.234	4%	377.573.672	3%
Titularizaciones	226.653.226	3%	261.115.977	2%
Pólizas de Acumulación	168.645.713	2%	169.262.370	1%
Bonos de Estado	153.584.774	2%	392.333.211	3%
TBC-Títulos del Banco Central	51.421.970	1%	-	0%
Reporto	37.150.598	1%	29.082.942	0%

¹⁴ El promedio del índice de liquidez es de 6,6% y del tamaño del mercado accionario es de 7% durante un periodo que va del año 2008 al 2018.

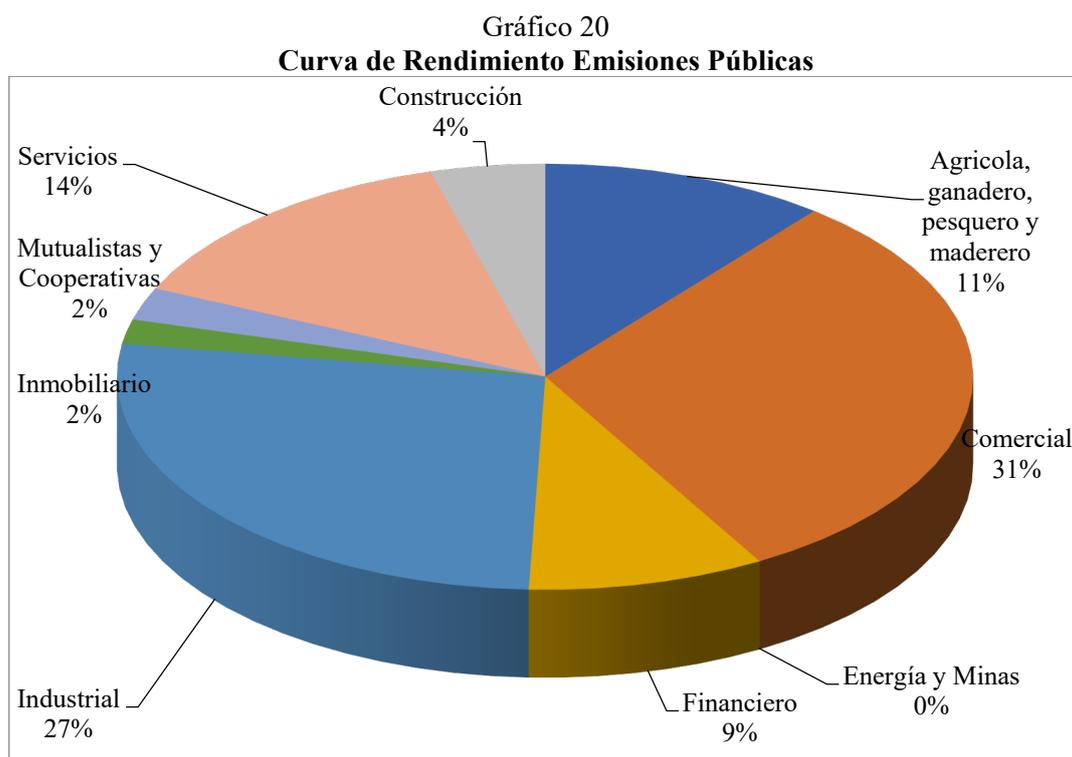
Avales Bancarios	33.870.098	0%	57.832.198	0%
Letras de Cambio	14.772.382	0%	34.808.351	0%
Aceptaciones Bancarias	9.030.948	0%	18.871.206	0%
Cupones de Capital	6.560.860	0%	3.537.356	0%
Certificados de Ahorro	2.425.622	0%	2.275.603	0%
Cupones de Interés	1.069.699	0%	565.552	0%
Total	7.407.269.760	100%	11.701.937.119	100%

Fuente: Departamento Estadístico Financiero de la Bolsa de Valores de Quito

Elaboración: Autor

Dentro de la composición de negociaciones de valores de renta variable, el emisor con mayor volumen de negociación durante el año 2019 es la Corporación Favorita C.A. con un porcentaje del 25,64%, seguidos con el 17,54% y 15,93% del Banco de la Producción S.A. Produbanco y del Banco Bolivariano respectivamente. (Ver Anexo No. 1, Tabla 22)

Al 31 de diciembre del 2019 la composición de emisiones del sector privado por sector económico es la siguiente:



Fuente y elaboración del Departamento Estadístico Financiero de la Bolsa de Valores de Quito

4. Aplicación del modelo de Markowitz

Partiendo de lo establecido en el artículo 302 de la Constitución de la República, en que uno de los objetivos de las políticas monetaria, crediticia, cambiaria y financiera es “orientar los excedentes de liquidez hacia la inversión requerida para el desarrollo del

país y promover niveles y relaciones entre las tasas de interés pasivas y activas que estimulen el ahorro nacional y el financiamiento de las actividades productivas”, se presenta la aplicación de la siguiente metodología para seleccionar en forma eficiente la proporción de los instrumentos financieros requeridos para formar el portafolio óptimo de inversiones del Fideicomiso FONAG.

4.1 Obtención de Información Histórica y Preparación de Base de Datos

El primer paso es obtener información histórica de los precios de los activos financieros que se analizarán, en este caso se toma la información disponible en las cotizaciones históricas de la Bolsa de Valores de Quito, es decir, un horizonte temporal de 5 años y 7 meses, de junio del 2014 a diciembre del 2019.

Al presentarse datos en blanco se completa con el promedio del dato de la cotización inmediatamente anterior e inmediatamente posterior, en el caso de activos financieros cuya fecha de emisión haya sido posterior a la fecha de inicio del período analizado, se completa la información colocando el valor inicial en los espacios en blanco.

Únicamente se toman los valores de renta fija emitidos por el sector público del mercado ecuatoriano: bonos del estado, certificados de depósito, certificados de inversión a largo y corto plazo, notas de crédito, certificados de tesorería y títulos del Banco Central TBC. Las Notas de Crédito emitidas por el SRI, no han sido consideradas porque no devengan interés, su beneficio radica en el ahorro que obtiene el tenedor en el pago de obligaciones tributarias, y el Fideicomiso FONAG al ejercer actividades sin fines de lucro, no tributa (Bolsa de Valores de Quito 2015).

Tampoco se considera a los TBC Títulos del Banco Central, por tratarse de instrumentos emitidos en el año 2017, que vencieron en el año 2018.

Como el horizonte de inversión del Fideicomiso FONAG se reduce únicamente a la adquisición de instrumentos de renta fija emitidos por el sector público, se tratará de diversificar al máximo el portafolio considerando estas limitaciones:

En el caso de los Bonos de Estado existen varios tipos, identificados por número de resolución (A. RESOL 003, RESOL 018, ACT RES. 018, RES.007-2014, RES 004-2018, A.RESOL 007); sin embargo, para el análisis se toma los datos de los bonos del estado como un todo, debido a la disponibilidad de datos históricos, ya que los datos de los rendimientos de los bonos por número de resolución se dispone únicamente de los 2 últimos años. (Ver Anexo 2, Tabla 23)

Los Certificados de Depósito se han subdivido por la institución emisora en Banco de Desarrollo del Ecuador y el Banco del Pacífico¹⁵, los Certificados de Inversión emitidos por la CFN por el plazo en corto y largo plazo y los Certificados de Tesorería emitidos por el Ministerio de Finanzas. (Ver Anexo 3, Tabla 24)

Para facilitar el estudio se codifica a los títulos valores que formarán el portafolio de inversiones con letras mayúsculas de la A a la F. (Ver Tabla 9)

Tabla 9
Codificación de Activos Financieros

Cod.	Activos Financieros
A	Bonos del Estado
B	Certificados de Depósito emitidas por el Banco Pacífico
C	Certificados de Depósito emitidas por el Bco. de Desarrollo del Ecuador
D	Certificados de Inversión L/P* emitidos por la CFN
E	Certificados de Inversión C/P* emitidos por la CFN
F	Certificados de Tesorería del Ministerio de Finanzas
	*C/P Corto Plazo
	*L/P Largo Plazo

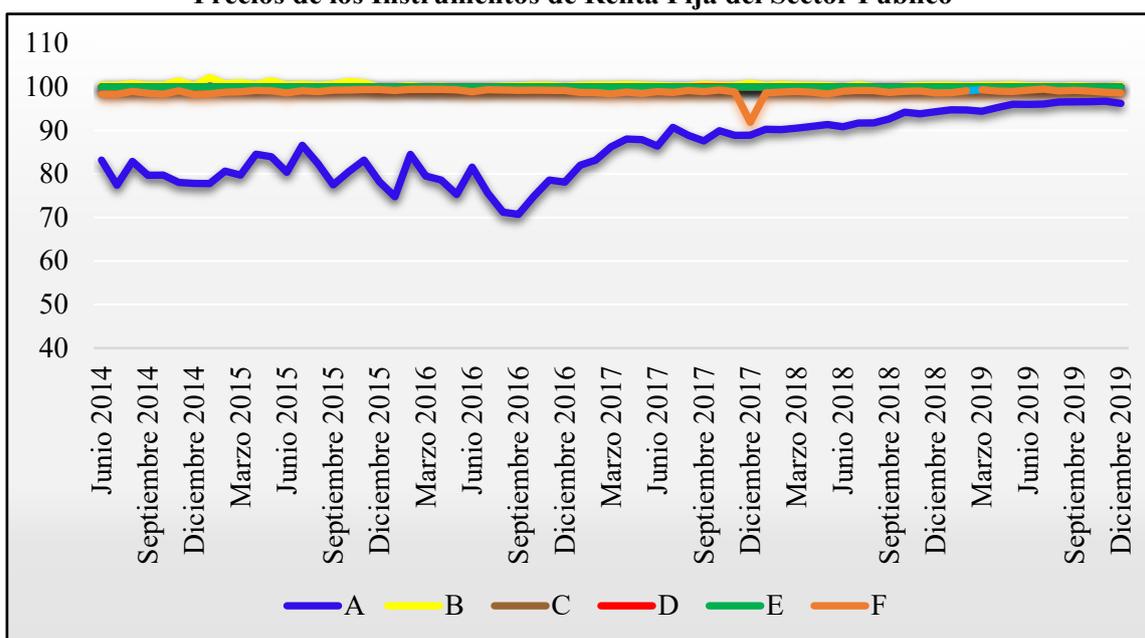
Fuente y elaboración propias

4.2 Análisis inicial de datos

Una vez depurada la base de datos, se realiza el primer análisis de esta información, para seleccionar los activos a considerar inicialmente, donde graficamos sus precios en función del tiempo para eliminar los activos muy volátiles, en este caso no eliminamos ninguno, porque durante el periodo analizado no han sufrido variaciones excesivas, por el contrario, mantienen una estabilidad razonable.

¹⁵ Después de la Crisis financiera en Ecuador de 1999, el Banco del Pacífico pasó a manos del Estado en el año 2001 y su manejo fue transferido a una administración extranjera con miras a una eventual venta; sin embargo, en el 2011 el presidente del directorio del Banco Central de Ecuador anunció que el Banco del Pacífico permanecería en poder del Estado.

Gráfico 21
Precios de los Instrumentos de Renta Fija del Sector Público



Fuente: Cotizaciones Históricas – Bolsa de Valores de Quito
Elaboración: Autora

4.3 Cálculo de Rentabilidad Mensual

De los activos seleccionados a través del análisis de volatilidad de sus precios, se obtiene la rentabilidad mensual de cada uno de ellos (R_t), en este caso la rentabilidad no se calcula con el cambio de valor del precio de un periodo a otro, ni con logaritmo natural; si no, que se obtiene del cuadro de cotizaciones históricas de la Bolsa de Valores de Quito donde este dato ya se encuentra calculado. (Ver Anexo 4, Tabla 25)

4.4 Cálculo de la Rentabilidad Promedio y Riesgo de los Activos

Con la rentabilidad mensual de cada uno de los activos financieros como insumo, se calcula la rentabilidad promedio y el riesgo a través de la Desviación Estándar, de cada activo k , obteniendo de esta forma la matriz del Vector de Rentabilidades y del Vector de Volatilidades.

Tabla 10
Vector de Rentabilidades y Volatilidad

	Vector de Rentabilidades					
	A	B	C	D	E	F
R	10.24%	4.38%	2.49%	3.72%	2.54%	2.25%
	Vector de Volatilidad					
	A	B	C	D	E	F
S	1.95%	0.84%	0.34%	0.42%	0.46%	0.20%

Fuente: Cotizaciones Históricas – Bolsa de Valores de Quito
Elaboración: Autora

Todos los activos analizados cumplen con el requerimiento mínimo para ser considerados en el modelo (riesgo < rendimiento), pues ninguno de los activos analizados presenta un riesgo superior a su rendimiento.

Como se puede apreciar, los activos que generan rendimientos más elevados son los Bonos de Estado con un rendimiento promedio del 10.24%, riesgo de 1,95% y un coeficiente de variación de 0.19 y los activos que generan el menor rendimiento son los Certificados de Tesorería, con un rendimiento del 2,25%, un riesgo de 0,20% y un coeficiente de variación de 0.09; esto obedece al principio que indica que a mayor plazo, mayor riesgo y por ende mayor rendimiento.¹⁶

4.5 Análisis del riesgo de los Activos

Tomando como base la información obtenida en la matriz de Vector de Rendimientos y Vector de Volatilidad, se complementa el análisis a través del análisis gráfico de distribución de frecuencias de los rendimientos de cada uno de los activos,¹⁷ donde se analiza cómo están distribuidos sus retornos, y se verifica que el nivel de riesgo de los mismos es bajo, ya que como se puede apreciar sus distribuciones forman campanas sutilmente estrechas, lo que indica que los rendimientos no son muy variables, por lo que no poseen altos niveles de riesgo. (Ver Anexo 5)

4.6 Elaboración de la Matriz de Correlaciones

Continuando con el análisis del riesgo de los activos, se elabora la matriz de correlaciones para identificar el grado de correlación existente entre los distintos rendimientos de los activos que conformarán el portafolio.

Tabla 11
Matriz de Correlaciones

Matriz de Correlaciones						
	A	B	C	D	E	F
A	1	-0,192812	0,6047073	0,50254345	0,16862456	-0,1088248
B	-0,19281	1	-0,401055	0,1928653	-0,0008374	-0,4838833
C	0,604707	-0,401055	1	0,31389773	0,28245627	0,23863458
D	0,502543	0,1928653	0,3138977	1	0,62017504	-0,2345903

¹⁶ Ver la Resolución 133-2015-M del Banco Central del Ecuador en su Artículo 15, Título III, donde define la tasa de interés pasiva efectiva máxima por plazo de captación, para las inversiones o depósitos de las entidades del sector financiero público (Capítulo II Normativa Legal)

¹⁷ Los cálculos obtenidos en el vector de rentabilidad y volatilidad podrían presentar una mínima variación con respecto a los obtenidos en los gráficos de distribución de frecuencias, debido a que para este último se utilizó la herramienta Risk Simulator, aplicación que permite efectuar simulaciones en forma automática.

E	0,168625	-0,000837	0,2824563	0,62017504	1	0,00488712
F	-0,10882	-0,483883	0,2386346	-0,2345903	0,00488712	1

Fuente: Cotizaciones Históricas – Bolsa de Valores de Quito

Elaboración: Autora

Se puede apreciar que existen varias correlaciones negativas, lo que indica que, a pesar de tener el horizonte de inversión limitado únicamente a instrumentos de renta fija del sector público, existen buenas posibilidades de diversificación.

4.7 Elaboración de Matriz de Varianzas y Covarianzas

Se elabora la matriz de varianzas y covarianzas entre los retornos de los activos, para representar el riesgo de los activos, o dispersión con respecto a la media, la precisión en la estimación de esta matriz es fundamental para determinar el portafolio eficiente.

Tabla 12
Matriz de Varianzas y Covarianzas

Matriz de Varianzas y Covarianzas						
	A	B	C	D	E	F
A	0,000379	-0,000032	0,000040	0,000041	0,000015	-0,000004
B	-0,000032	0,000071	-0,000012	0,000007	0,000000	-0,000008
C	0,000040	-0,000012	0,000012	0,000005	0,000004	0,000002
D	0,000041	0,000007	0,000005	0,000018	0,000012	-0,000002
E	0,000015	0,000000	0,000004	0,000012	0,000021	0,000000
F	-0,000004	-0,000008	0,000002	-0,000002	0,000000	0,000004

Fuente: Cotizaciones Históricas – Bolsa de Valores de Quito

Elaboración: Autora

4.8 Cálculo del Rendimiento del Portafolio

Como insumo para obtener el rendimiento del portafolio, se construye la matriz de pesos o vector de participaciones, vector que indica el porcentaje a invertir en cada uno de los activos, los pesos deberán ser menores a 1, mayores a 0 y su sumatoria igual a 1 o al 100%,¹⁸ estos resultados se multiplican por la matriz del vector de rendimientos calculada anteriormente y de esta manera encontrar el vector del rendimiento esperado o rendimiento del portafolio.

¹⁸ La restricción del valor de peso mínimo y máximo a establecerse para cada activo, dependerá del requerimiento del inversionista.

Tabla 13
Matriz de Pesos o Vector de Participaciones

	Vector de Participaciones %						Total
	A	B	C	D	E	F	
<i>W</i>	16.66	16.66	16.67	16.67	16.67	16.67	100.00%
Rentabilidad del Portafolio					4.27%		

Fuente y elaboración propias

4.9 Cálculo del Riesgo del Portafolio

Para obtener el riesgo del portafolio, primero se calcula la varianza del portafolio y para esto se debe contar con: la matriz de pesos de los activos que integrarán el portafolio, la matriz de varianzas y covarianzas y la matriz equivalente en valores a la matriz de pesos, pero transpuesta. Luego se calcula la desviación estándar del portafolio que no es más que la raíz cuadrada de la varianza del portafolio obtenida anteriormente.

Tabla 14
Riesgo e Índice de Sharpe del Portafolio

Riesgo del Portafolio	0.42%
Índice de Sharpe	5.37762758

Fuente y elaboración propias

4.10 Optimización de Markowitz Mediante Solver

Con todos los insumos obtenidos anteriormente, se procede a optimizar el portafolio de inversiones, donde se busca encontrar la proporción adecuada a invertir en cada activo, siempre tratando de conseguir el máximo rendimiento con el mínimo riesgo posible.

Los datos requeridos como parámetros de solver son:

- Establecer como celda objetivo la Varianza del Portafolio, buscando su mínimo valor.
- Seleccionar las celdas cambiantes, en las que solver varía los pesos automáticamente, donde se indica en qué activo y cuanto debemos invertir en cada una.
- Restricciones¹⁹:
 - La sumatoria de los pesos debe ser siempre igual a 1.
 - Los pesos de cada activo deben ser mayores o iguales a 0.

¹⁹ Algunas restricciones pueden variar de acuerdo a los supuestos que desee dar el inversionista.

- El rendimiento del portafolio debe ser igual 10,24%, este porcentaje es un valor que se irá cambiando en la restricción cada vez, para ir encontrando las carteras de la frontera eficiente.

4.11 Construcción del Portafolio de Mínima Varianza

Se construye el portafolio de Mínima Varianza o menor riesgo, aplicando los parámetros de Solver mencionados anteriormente, pero eliminando la restricción de rendimiento porque aquí, no interesa el rendimiento que genere solo buscamos el menor riesgo posible.

4.12 Construcción del Portafolio de Sharpe

Se construye el portafolio de Sharpe, fijando como celda objetivo la maximización del índice de Sharpe, se aplica los parámetros de Solver mencionados anteriormente, eliminando la restricción de rendimiento, porque lo que buscamos aquí es el portafolio con el índice de Sharpe lo más elevado posible. (Ver Tabla 15)

4.13 Construcción de Varias Alternativas de Portafolios

A más de los portafolios de mínima varianza y el de Sharpe, se construyen varias alternativas de portafolios adicionales y para esto es necesario la edificación de diferentes niveles de riesgo, y esto a su vez se obtiene definiendo los niveles de rendimiento para 8 portafolios, partiendo de la cartera de mínimo riesgo que según la teoría del CAPM el mínimo rendimiento que se debería ganar al hacer un portafolio, es el de la tasa libre de riesgo, en este caso se fija un 2%,²⁰ hasta la cartera de máxima rentabilidad que en este caso sería del 10,24%; fijando un valor de riesgo arbitrario entre la cartera de mínimo riesgo y máxima rentabilidad, corremos Solver con los parámetros definidos anteriormente y se obtiene los pesos aleatorios, el riesgo y rendimiento de cada uno de los portafolios, generando así una nube puntos a ser analizados. (Ver Tabla 15)

²⁰ Se toma como rendimiento del activo libre de riesgo el 2%, rendimiento más bajo de los activos, que representa a la tasa de interés de menor riesgo de inversión en el mercado ecuatoriano.

Tabla 15
Alternativas de Portafolios de Inversión y su Composición

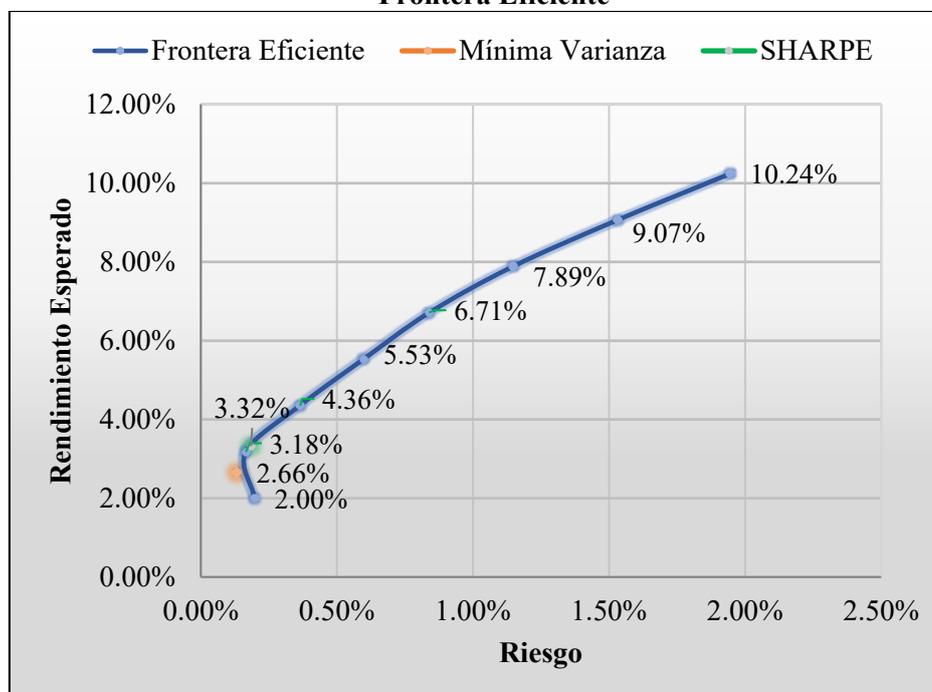
Curva Eficiente				Composición de los Portafolios de Inversión (pesos)						
Portafolios de Marcowitz	Desviación Estándar	Rendimiento Esperado	Índice de Sharpe	A	B	C	D	E	F	Total
1	0,20%	2,00%	1,2658589	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100%
2	0,17%	3,18%	7,11455978	5,39%	16,43%	0,00%	9,89%	0,00%	68,29%	100%
3	0,36%	4,36%	6,46424449	17,37%	32,12%	0,00%	2,14%	0,00%	48,37%	100%
4	0,60%	5,53%	5,907172	28,67%	46,51%	0,00%	0,00%	0,00%	24,82%	100%
5	0,84%	6,71%	5,61679924	39,74%	60,26%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%
6	1,15%	7,89%	5,12996913	59,82%	40,18%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%
7	1,53%	9,07%	4,61410491	79,91%	20,09%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%
8	1,95%	10,24%	4,23654955	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%
Mínima Varianza	0,13%	2,66%	5,01301	0,00%	11,28%	13,19%	9,28%	0,00%	66,26%	100%
SHARPE	0,18%	3,32%	7,17945118	6,88%	18,39%	0,00%	8,83%	0,00%	65,89%	100%

Fuente: Datos
 Elaboración propia

4.14 Construcción de la frontera eficiente

Se grafica los datos de todos los portafolios obtenidos anteriormente.

Gráfico 22
Frontera Eficiente



Fuente: Datos

Elaboración: Autora

Se verifica la existencia de portafolios no eficientes para descartarlos: (ver Tabla 15)

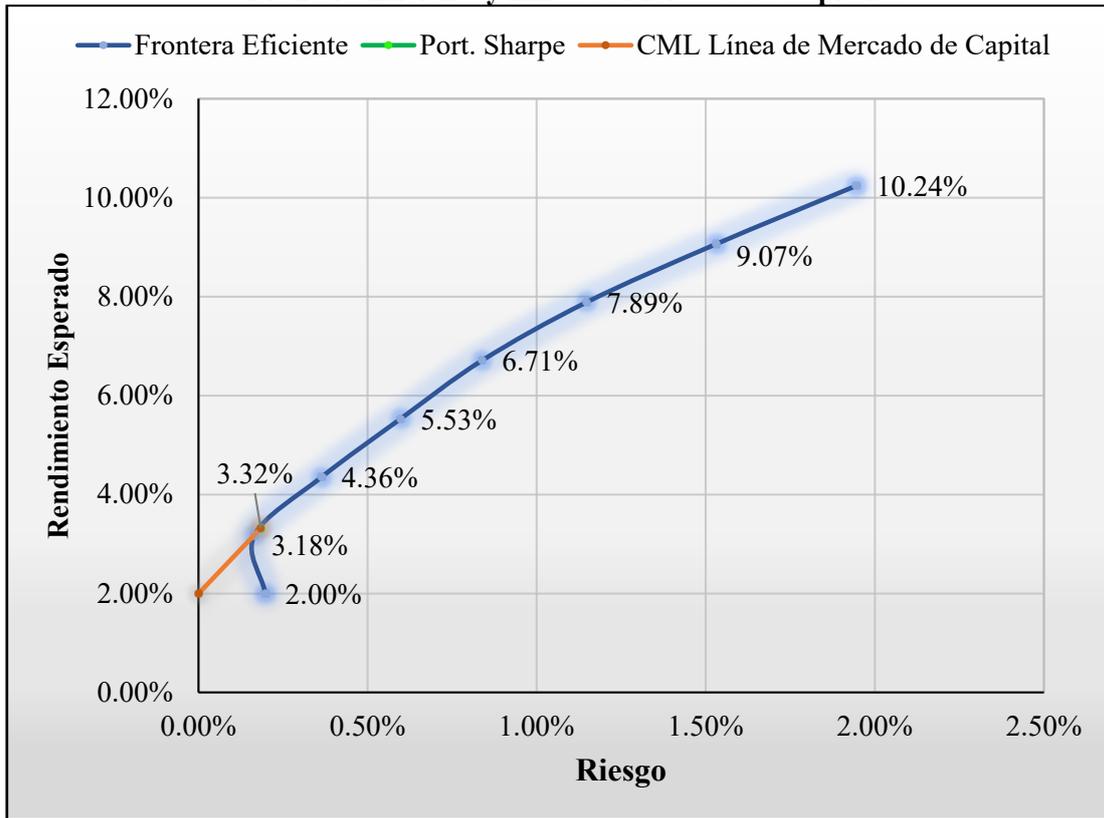
Así vemos que el portafolios 1 de rendimiento 2% y riesgo 0,20% es ineficiente, puesto que presenta menor rendimiento y mayor riesgo que el portafolio 2 y del de mínima varianza de rendimiento 2,66% y riesgo 0,13%. Por tanto, se descarta todo aquel portafolio que gráficamente se encuentran por debajo del portafolio de mínima varianza, que en este caso es únicamente el portafolio No. 1.

4.15 Construcción de la Línea de Mercado de Capitales CML

Una forma de seleccionar el portafolio óptimo de entre los portafolios eficientes detectados anteriormente, es a través de la construcción de la CML y para definirla fijamos una rentabilidad libre de riesgo anual de 2% y a partir de este punto se traza una línea recta hasta la cartera eficiente tangente sobre la frontera eficiente de los 8 portafolios.

El portafolio de rendimiento de 3,32% y riesgo 0,18%, corresponde al portafolio tangente eficiente óptimo con riesgo, que maximiza la pendiente de la CML, es decir este es el portafolio óptimo del mercado de activos riesgosos y coincide con el portafolio óptimo de Sharpe.

Gráfico 23
Frontera Eficiente y Línea de Mercado de Capitales



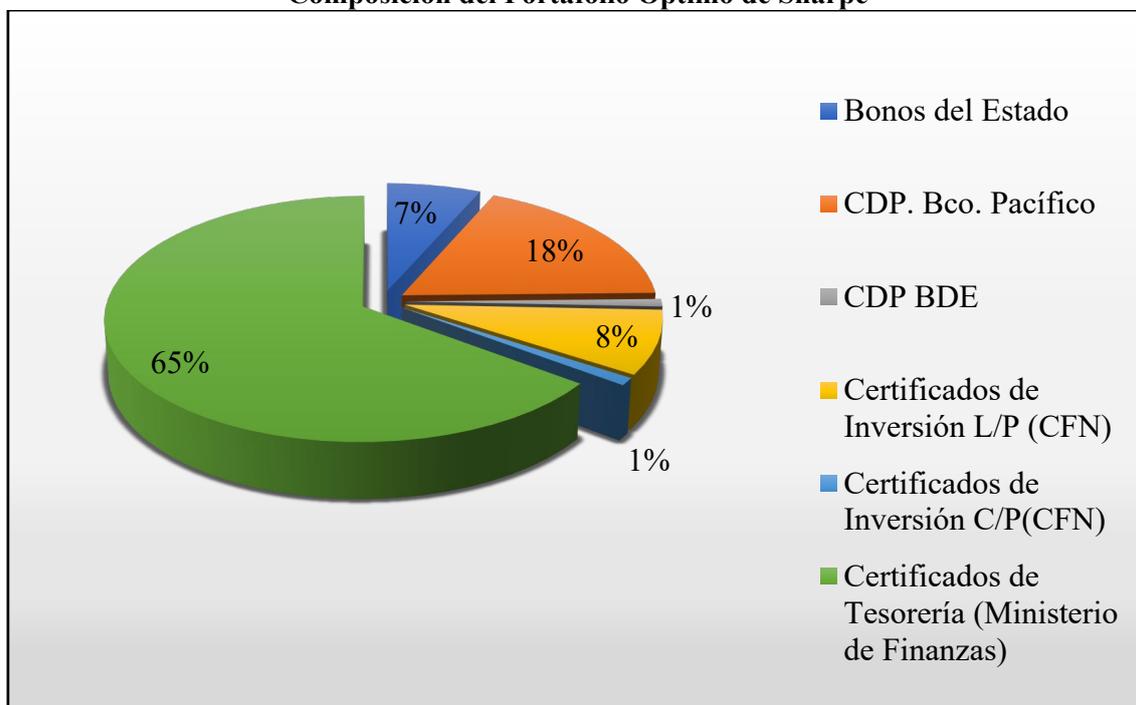
Fuente: Datos
Elaboración: Autora

4.16 Análisis de resultados

Para facilitar el análisis se ha corrido el modelo de Markowitz en la aplicación Risk Simulator que permite efectuar una simulación dinámica en forma automática y facilita la realización de supuestos, con el fin de tratar de diversificar el portafolio lo más que se pueda entre los instrumentos financieros permitidos para la inversión, se modifica la siguiente condición; los pesos de cada uno de los activos que conforman la matriz de pesos deben tener un mínimo de 1% y un máximo del 95%.

Composición del portafolio óptimo

Gráfico 24
Composición del Portafolio Óptimo de Sharpe



Fuente y elaboración propias

El portafolio óptimo sugerido por el índice de Sharpe y la CML, genera un rendimiento del 3,29% a un riesgo del 0,18%, alcanzando un índice de Sharpe de 7,11 y se compone:

El **64,82%** en Certificados de Tesorería, mismos que generan un rendimiento promedio del 2,25%, con una tasa de interés de entre el 1,70% y 3%, dependiendo la fecha de vencimiento, que va de entre 30 a 363 días plazo.

El **18,07 %** en Certificados de Depósito emitidos por el Banco Pacífico que ofrecen un rendimiento promedio de 4,38% y una tasa de interés que va desde el 1% al 8% según el plazo de vencimiento, que va de 12 días y 367 días.

El **8,51 %** en Certificados de Inversión de largo plazo (mayores a 1 año) que ofrecen un rendimiento que va desde el 3% al 4,6% y cuyo plazo de vencimiento oscila entre 361 días y 721 días.

El **6,59%** en Bono del Estado, mismos que generan un rendimiento promedio de 10,24% y de acuerdo al tipo de bono presentan una tasa de interés de entre el 3% y 9% aproximadamente, dependiendo del plazo de vencimiento que va de entre 7 y 20 años aproximadamente.

El remanente del 2%, se encuentra distribuido en proporciones del 1% en Certificados de Depósito emitidos por el Banco de Desarrollo del Ecuador y Certificados de Inversión a corto plazo emitidos por la CFN.

Es decir, si se analiza en una forma más generalizada tendríamos que más del 50% se invertiría en certificados de tesorería, el 19% en certificados de depósito, el 9.51% en certificados de inversión y 6,59% bonos del estado.

Análisis Comparativo

Para poder realizar un análisis comparativo del portafolio de inversiones que actualmente maneja el FONAG y las diferentes alternativas de portafolios de inversión arrojados por el modelo de Markowitz, a más del portafolio óptimo de Sharpe, se presentan 4 escenarios posibles: el conservador, el moderado hacia la baja, moderado hacia el alza y el escenario arriesgado.

Tabla 16
Análisis Comparativo de Portafolios de Inversión en Distintos Escenarios

Indicadores	Portafolio FONAG al 31 de Diciembre del 2019	Función Objetivo: Max Sharpe	ESCENARIOS				
			Conservador	Moderado hacia la baja	Moderado hacia el alza	Arriesgado	
			Función Objetivo: Min Riesgo	Función Objetivo: Min Riesgo	Función Objetivo: Max Rendimiento	Función Objetivo: Max Rendimiento	
Rentabilidad del Portafolio	8.92%	3.29%	2.73%	6.23%	7.20%	9.73%	
Riesgo del Portafolio	1.48%	0.18%	0.13%	0.75%	1.00%	1.86%	
Índice de Sharpe	4.67	7.11	5.49	5.67	5.20	4.15	
Activo Financieros							
Bonos del Estado	A	77.39%	6.59%	1.00%	34.96%	50.97%	95.00%
Certificados de Depósito	B	22.61%	18.07%	10.48%	54.64%	45.03%	1.00%
	C		1.00%	100%	1.00%	1.00%	1.00%
		22.61%	19.07%	11.48%	55.64%	46.03%	2.00%
Certificados de Inversión	D		8.51%	11.38%	1.00%	1.00%	1.00%
	E		1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%
		0,00	9.51%	12.38%	2.00%	2.00%	2.00%
Certificados de Tesorería	F		64.82%	75.15%	7.40%	1.00%	1.00%
Total		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Fuente y elaboración propias

Como se puede observar el riesgo que se maneja en este tipo de portafolios es bastante bajo, no pasa del 1.86%, esto a razón de que únicamente se trata de activos financieros del sector público y teóricamente por ser instrumentos emitidos por el Estado son considerados de bajo riesgo; sin embargo, habría que tomar en cuenta, que según las 3 agencias calificadoras de riesgos más influyentes a nivel mundial, la calificación de riesgo de los bonos de deuda ecuatoriana es B- de acuerdo a 2 de ellas y B según Fitch Ratings; categorización de deuda conocida como bonos basura, considerados altamente especulativos y por ende con alta tasa de interés; esto como consecuencia del default o impago de deuda del Ecuador ocurrido en el gobierno de Rafael Correa en el año 2008 (Angulo 2018).

El portafolio de inversiones del Fideicomiso FONAG al 31 de Diciembre del 2019, presenta un rendimiento del 8.92%, porcentaje mucho más elevado al rendimiento arrojado por el portafolio óptimo de Sharpe que ofrece un rendimiento del 3.29%; así mismo, el riesgo del portafolio del FONAG es de 1.48%, mucho más elevado al del portafolio óptimo de Sharpe del 0.18%.

Como se puede evidenciar el portafolio de inversiones del Fideicomiso FONAG al 31 de Diciembre del 2019, mantiene un rendimiento y un riesgo elevados, en comparación a los diferentes escenarios propuestos por el modelo, excepto por el escenario arriesgado, donde su comportamiento es muy parecido, pues en ambos casos su estructura se centra únicamente en ciertos instrumentos financieros, con la diferencia de que en el portafolio del FONAG el 77.39% se encuentra en Bonos del Estado y el 22.61% en Certificados de Depósito emitidos por el Banco del Pacífico, mientras que en la alternativa del escenario arriesgado el 95% de inversión está en Bonos del Estado,

En el caso que se desee adoptar una postura mucho más conservadora, el mínimo riesgo que se debería asumir es del 0.13%, para generar un rendimiento de 2.73%, donde el 75.15% de la inversión se concentra en Certificados de Tesorería, el 12.38% en Certificados de Inversión, el 11.48% en Certificados de Depósito y el 1% restante en Bonos del Estado.

En el caso que se desee optar por una postura moderada hacia la baja para obtener un rendimiento del 6.23% el riesgo que se debería asumir es de 0.75%, donde el 55.64% se centra en Certificados de Depósito, el 34.96% en Bonos del Estado, el 7.40% en Certificados de Tesorería y el 2% en Certificados de Inversión.

Si se requiere optar por el escenario moderado hacia el alza, el rendimiento será de 7.20% a un nivel de riesgo del 1%, donde el 50.97% estará invertido en Bonos del

Estado, el 46.03% en Certificados de Depósito y el 3% restante, distribuido a razón del 1% en Certificado de Inversión de corto y largo plazo y en Certificados de Tesorería.

Como se puede evidenciar la aplicación del modelo es de gran utilidad para el FONAG, ya que brinda una perspectiva mucho más clara y amplia en cuanto a las alternativas de conformar su portafolio de inversiones y así tomar decisiones más acertadas en cuanto a elegir la combinación óptima entre riesgo y rendimiento según la aversión al riesgo que esté dispuesto a asumir.

5. Aplicación del modelo Primal - Dual

Para la aplicación de este modelo se plantean dos opciones, la primera iniciando con el Modelo Primal donde a partir del saldo inicial se identifica dónde, cuándo y cuánto invertir para alcanzar su objetivo de maximizar el rendimiento y su verificación se realiza con la aplicación del Modelo Dual; la segunda opción, iniciando con el Modelo Dual, donde a partir del valor requerido para cubrir los desembolsos anuales, se identifica en qué, cuándo y cuánto invertir para alcanzar el objetivo de minimizar la inversión inicial requerida y su verificación se realiza a través de la aplicación del Modelo Primal.

5.1 Desarrollo del Modelo Primal - Dual (Primera Opción)

Para el desarrollo del modelo primal se requiere definir el monto inicial disponible a ser invertido, en este caso es \$1'510.533,43 que corresponde al saldo disponible en el libro bancos del FONAG, al 31 de Diciembre del 2018.

Se determina: el horizonte de inversión que en este caso es de un año, los requerimientos de efectivo para cada periodo, información que se obtiene del presupuesto de gastos del año 2019 y se fija un valor disponible para imprevistos o stock de seguridad que para efectos de este trabajo se fija el 1% de 2 millones²¹; es decir, \$20.000,00 para imprevistos mensualmente. (Ver Anexo 6, Tabla 26)

De entre los diferentes valores de renta fija del sector público que ofrece el mercado bursátil ecuatoriano, se seleccionan las siguientes alternativas:

²¹ Los 2 millones corresponden al valor promedio del total de los POAS anuales de la institución.

Tabla 17
Alternativas de Inversión

No	Emisor	Título	Plazo (meses)	Tasasa de Interés
1	Banco de Desarrollo	Certificado de Depósito	1	1.98%
2	Banco Pacífico	Certificado de Depósito	2	5.00%
3	Banco Pacífico	Certificado de Depósito	3	5.00%
4	Banco Pacífico	Certificado de Depósito	4	6.23%
5	CFN	Certificado de Inversión	5	3.25%
6	Banco de Desarrollo	Certificado de Depósito	6	2.98%
7	Ministerio de Finanzas	Certificado de Tesorería	6	2.37%
8	Ministerio de Finanzas	Certificado de Tesorería	7	2.48%
9	CFN	Certificado de Inversión	9	3.60%
10	Banco Pacífico	Certificado de Depósito	12	7.50%

Fuente: Negociaciones a inicios del año 2019 – Bolsa de Valores de Quito,
 Elaboración: Autora

La maduración y el rendimiento de cada uno de los instrumentos financieros seleccionados, se calcula de acuerdo al vencimiento de cada uno de ellos.

Se define el 2% de impuestos sobre el rendimiento financiero, según lo estipulado en la Ley de Régimen Tributario Interno.

Después de tener identificados y calculados todos los datos antes mencionados, se efectúa el flujo de caja proyectado y se definen las fórmulas para calcular los saldos finales de cada mes y el rendimiento total.

Una vez armada esta estructura de flujos, se corre el modelo utilizando la herramienta Solver con los siguientes parámetros definidos: (Ver Tabla 19)

- Función Objetivo: maximizar el rendimiento total.
- Celdas de variables cambiantes: seleccionar el área donde se indicará en qué periodos y títulos invertir.
- Restricciones: los valores a tomar como inversión ≥ 0 , los saldos finales de cada periodo = stock de seguridad (20,000.00).

Para verificar la información arrojada por este modelo primal, se aplica el modelo dual incluyendo la restricción, el valor invertido en diciembre = 2'066.187.35 y modificando la celda objetivo; en ambos casos se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 18
Resultados (Opción 2)

Descripción	Valores
Capital Disponible	1,510,533.43
Rentabilidad Obtenida	587,403.01
Total de Impuestos sobre rendimientos financieros	11,748.06

Fuente y Elaboración propia

Tabla 19
Flujo de Caja

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Saldo Inicial	1,510,533.43	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	
Presupuesto de Ingresos		170,558.00	644,011.00	100,503.00	415,660.00	205,114.00	129,621.00	138,326.00	45,227.00	68,729.00	314,001.00	110,216.00	224,991.00	
Maduración		320,141.62	1,170,391.81	401,645.31	1,728,210.75	339,788.79	1,979,906.27	262,993.05	1,883,593.41	166,428.05	1,767,197.10	85,793.45	1,887,155.36	
Rendimientos		6,338.80	58,519.59	20,082.27	86,410.54	16,989.44	98,995.31	13,149.65	94,179.67	8,321.40	88,359.86	1,698.71	94,357.77	
Egresos														
Inversión 1	320,141.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	85,793.45	0.00	0.00	
Inversión 2	1,170,391.81	401,645.31	1,728,210.75	339,788.79	1,979,906.27	262,993.05	1,883,593.41	166,428.05	1,767,197.10	0.00	1,887,155.36	0.00	0.00	
Inversión 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Inversión 4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Inversión 5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Inversión 6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Inversión 7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Inversión 8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Inversión 9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Inversión 10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,066,187.35	
Requerimientos		95,266.34	143,541.26	182,040.14	248,646.81	298,559.39	322,949.27	247,777.66	253,919.38	243,312.02	194,841.95	197,674.19	138,429.62	
Impuestos	0.00	126.78	1,170.39	401.65	1,728.21	339.79	1,979.91	262.99	1,883.59	166.43	1,767.20	33.97	1,887.16	
Saldo Final	20,000.00													
													Rendimiento Total	587,403.01

Fuente y Elaboración propia

5.1.1 Análisis de Resultados de la Opción 1 del Modelo Primal Dual

El modelo, propone invertir de la siguiente forma:

En el primer periodo, \$ 320.141,62 en el título 1, Certificados de Depósito emitido por el Bco. de Desarrollo a un plazo de un mes, con tasa de interés del 1,98% y \$ 1'170.391,81 en el título 2, Certificados de Depósito emitidos por el Bco. del Pacífico a un plazo de dos meses con tasa de interés del 5%.

En el periodo de enero a agosto propone: reinvertir mensualmente en el título 2, en el mes de octubre invertir \$85.793,45 en el título 1 y \$1'887.155,36 en el título 2 y finalmente en el mes de diciembre invertir \$2'066.187,34 en el título 10, que corresponde a Certificados de Depósito emitidos por el Bco. del Pacífico a una tasa de interés del 7,5% y con vencimiento anual.

El Fideicomiso FONAG con un valor inicial disponible de \$1'510.533,43 más los valores del flujo de ingresos programados de 2'566.957,00, logra una rentabilidad de \$ 587.403,00; al descontar los impuestos por rendimientos financieros de \$ 11.748,06 y el total de gastos anuales de \$ 2'566.958,00, se obtiene una diferencia de \$2'086.187,35, que corresponde exactamente a la suma de la inversión del título 10 más el stock de seguridad del mes de diciembre.

Comprobando así que el modelo está cuadrado y sobre todo, cumple con el objetivo, ya que cubre los requerimientos de acuerdo a las necesidades mensuales y no deja activos improductivos en caja, adicionalmente genera un valor disponible de 2'086,187 que se lo puede utilizar en otro tipo de inversiones a largo plazo en este caso nos sugiere invertir en el título que genera el mayor rendimiento de 7.50% a un año plazo.

5.2 Desarrollo del Modelo Pimal - Dual (Segunda Opción)

Para el desarrollo de este modelo se utilizarán los mismos datos utilizados anteriormente, excepto el flujo de ingresos programados y con la diferencia de que esta vez se inicia con el desarrollo del modelo Dual, mismo que parte del valor requerido para cubrir los gastos periódicos que asciende a \$2'566.958,03 y cuyo objetivo es hallar y minimizar el valor de la inversión requerida inicialmente.

Al igual que en el modelo Primal se identifican y calculan todos los datos requeridos para elaborar la estructura del formato que mantendrá el flujo de caja

proyectado y se definen las fórmulas para calcular los saldos iniciales de cada mes y la inversión requerida.

Una vez armada esta estructura de flujos, se corre el modelo utilizando la herramienta Solver con los siguientes parámetros definidos: (Ver Tabla 21)

- Función Objetivo: minimizar la inversión requerida inicialmente.
- Celdas de variables cambiantes: seleccionar el área que contendrá los valores a tomar como inversión en los diferentes periodos.
- Restricciones: los valores a tomar como inversión ≥ 0 , los saldos iniciales de cada periodo = 20,000.00, el stock de seguridad.

Para verificar la información arrojada por este modelo dual, se aplica el modelo primal, utilizando los mismos parámetros establecidos, pero modificando la función objetivo a maximizar el rendimiento; y en ambos casos se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 20
Resultados (Opción 2)

Descripción	Valores
Inversión Requerida	2,219,732.70
Rentabilidad Obtenida	374,719.72
Total de Impuestos sobre rendimientos financieros	7,494.39

Verificación	
Cap. Disponible + Rentabilidad - Impuestos	\$ 2,586,958.03
Requerimiento	2,566,958.03
Diferencia	\$ 20,000.00

Fuente y Elaboración propia

Tabla 21
Flujo de Caja

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Saldo Inicial	2,219,732.70	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00
Ingresos													
Maduración		937520.40	1262212.30	860445.71	1180519.44	720567.41	989718.09	457315.82	715265.00	231946.63	496393.61	193911.53	131963.41
Rendimientos		18562.90	63110.61	43022.29	59025.97	36028.37	49485.90	22865.79	35763.25	11597.33	24819.68	3839.45	6598.17
Egresos													
Inversión 1	937,520.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	193,911.53	0.00	0.00
Inversión 2	1,262,212.30	860,445.71	1,180,519.44	720,567.41	989,718.09	457,315.82	715,265.00	231,946.63	496,393.61	0.00	131,963.41	0.00	0.00
Inversión 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Inversión 4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Inversión 5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Inversión 6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Inversión 7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Inversión 8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Inversión 9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Inversión 10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Requerimientos		95,266.34	143,541.26	182,040.14	248,646.81	298,559.39	322,949.27	247,777.66	253,919.38	243,312.02	194,841.95	197,674.19	138,429.62
Impuestos	0.00	371.26	1,262.21	860.45	1,180.52	720.57	989.72	457.32	715.27	231.95	496.39	76.79	131.96
Saldo Final	20,000.00												
Inversión Requerida	2,219,732.70												

Fuente y Elaboración propia

5.2.1 Análisis de Resultados

El modelo nos indica que para cubrir los gastos mensuales y contar con \$20.000,00 para imprevistos en cada periodo, se requiere un capital inicial de \$ 2'219.732,70 e invertir de la siguiente forma:

En el primer periodo, \$ 937.520,40 en el título 1, que corresponde a Certificados de Depósito emitido por el Bco. de Desarrollo a un plazo de un mes, con tasa de interés del 1,98% y \$ 1'262.212,29 en el título 2, Certificados de Depósito emitidos por el Bco. del Pacífico a un plazo de dos meses con tasa de interés del 5%.

En el periodo de enero a agosto propone reinvertir mensualmente en el título 2, y finalmente en el mes de octubre invertir \$ 193.911,53 en el título 1 y \$ 131.963,41 en el título 2.

De este modo lograría una rentabilidad total de \$ 374.719,72 y se cumple con el objetivo.

Conclusiones y Recomendaciones

1. Conclusiones

Se concluye que la aplicación del modelo de Markowitz es recomendable para optimizar el portafolio de inversiones a largo plazo, ya que mantiene un análisis riguroso en cuanto a la selección óptima de los instrumentos financieros en base al logro de un equilibrio adecuado entre riesgo y rendimiento.

Al efectuar el análisis de los 3 modelos sugeridos, se identifica que el modelo de Black Litterman no es aplicable a la realidad del FONAG, ya que este modelo para su aplicación requiere como punto de partida esencial, los niveles de capitalización bursátil de cada emisor y de un indicador bursátil para calcular los rendimientos implícitos del mercado; sin embargo, en nuestro país únicamente se cuenta con el ECUINDEX, índice que refleja el desenvolvimiento del mercado accionario de valores ecuatoriano y no del mercado de valores de renta fija, instrumentos a los que el FONAG tiene limitada su inversión.

La aplicación de modelo Primal Dual sería de gran utilidad para optimizar las inversiones del fideicomiso FONAG en activos de renta fija a corto plazo, ya que permite identificar cuál es el monto de inversión inicial mínima requerida, para cubrir los gastos a realizarse mensualmente de acuerdo al presupuesto anual, sin dejar activos improductivos en caja, de igual modo se tendría claro el monto disponible para invertir en títulos valores a largo plazo sin preocuparse por cubrir los desembolsos mensuales.

La aplicación del modelo de Markowitz permite estructurar el portafolio de acuerdo al nivel de riesgo que se desea asumir, se evidencia que el portafolio que mantiene el FONAG actualmente presenta una estructura muy parecida al escenario riesgoso proporcionado por el modelo, generando una combinación adecuada de rendimientos.

La globalización y la tecnología ponen a disposición de todos los usuarios información en tiempo real, facilitando a los mercados financieros realizar sus operaciones bursátiles con mayor agilidad, facilitando también la especulación que produce inestabilidad, riesgo y toma de decisiones poco acertadas, por lo que a la hora de conformar un portafolio de inversiones la aplicación del modelo de Markowitz sigue siendo una herramienta confiable que se fundamenta en principios estadísticos y no necesariamente en el juicio experto.

Existen varias metodologías para la evaluación y optimización de portafolios de inversiones; sin embargo, no es posible fijar la metodología correcta a ser aplicada para todas las situaciones, ya que depende de las necesidades y circunstancias de cada inversionista, lo único permanente y certero hasta el momento son los principios estadísticos y matemáticos de la teoría de Markowitz, que para el desarrollo del presente trabajo se muestra como aquella con mejores resultados en función a las condiciones y características del portafolio del FONAG.

2. Recomendaciones

El limitado número de instrumentos negociados en la bolsa de valores ecuatoriana, así como las limitadas fuentes de acceso de información pública (data histórica e índices de mercado) y las restricciones de carácter normativo, dificultan el proceso para la optimización de portafolios de inversiones a través de la diversificación. Por otro lado, además restringe la aplicación de otras metodologías de optimización como es el caso de modelo de Black Litterman; por lo que recomiendo promover políticas públicas que faciliten e incentiven a los entes públicos y privados a participar en el mercado de valores, con el fin de fortalecer y dinamizar el mercado bursátil ecuatoriano y contribuir en su desarrollo.

Se recomienda al Fideicomiso FONAG, la aplicación del Modelo de Markowitz para optimizar el portafolio de inversiones a largo plazo, ya que brinda una perspectiva mucho más clara y amplia en cuanto a las alternativas de inversión y así tomar decisiones más acertadas en cuanto a elegir la combinación óptima entre riesgo y rendimiento según la aversión al riesgo que esté dispuesta a asumir la institución, en combinación con el análisis económico del entorno nacional.

Para complementar el análisis, en inversiones a corto plazo, se recomienda ayudarse del modelo Primal Dual, que permite optimizar el portafolio, considerando los requerimientos periódicos de efectivo y generando el máximo rendimiento con la mínima inversión requerida.

La optimización del portafolio de inversiones a través de la diversificación no es permanente, los indicadores estadísticos podrían variar al modificarse las condiciones del mercado financiero o las necesidades del inversionista, por lo que se recomienda mantener un monitoreo periódico y permanente de la composición del portafolio de por lo menos cada 1 año.

Lista de Referencias

- Álvarez García, Rubén Darío Álvarez, Gustavo Adolfo Ortega Oliveros, Ana María Sánchez Ospina, y Mauricio Herrera Madrid. 2004. *Evolución de la Teoría Económica de las Finanzas: Una Breve Revisión*. Universidad de Medellín, octubre, 23.
- Álvarez, Yaneth Patricia Romero, y Liliana Barrientos Barrientos. 2013. *Selección de Carteras: Una Mirada a las Metodologías Estudiadas y Aplicadas en Colombia*. Contaduría Universidad de Antioquia. Medellín, núm. 63: 69–84.
- Ávila, Juan Carlos. 2012. *Medición y Control de Riesgos Financieros*. Pontífica Universidad Javeriana. Bogotá.
- Alacayo, Jessenia. 2017. "Distribucion Normal Binomial y Poisson". Slideshare. 24 de Febrero. [https://es.slideshare.net/jramosalacayo1/distribucion-normal-binomial-y-poisson#targetText=4.,y%20su%20mediana%20\(aproximadamente\).&targetText=4.,y%20su%20mediana%20\(aproximadamente\).](https://es.slideshare.net/jramosalacayo1/distribucion-normal-binomial-y-poisson#targetText=4.,y%20su%20mediana%20(aproximadamente).&targetText=4.,y%20su%20mediana%20(aproximadamente).)
- Angulo, Sebastián. 2018. "Fitch revisará la calificación de la deuda ecuatoriana" Expreso.ec. 31 de Julio.
- Avila, Juan Carlos. 2012. *Medición y Control de Riesgos Financieros*. Pontífica Universidad Javeriana. Bogota.
- Banco Central del Ecuador. 2018. Banco Central del Ecuador. 10 de Junio. <http://repositorio.bce.ec/handle/32000/209>.
- Basilea, Comité de Supervisión Bancaria 2014. "BASILEA I, II, II".
- Bizarro. 2001. *¿Qué es Análisis Fundamental y Análisis Técnico?* 20 de Octubre. <http://www.alfil.com/preguntas/pregun10.htm>. Blanco, Gabriela. 2015. *Prezi*. 21 de Julio. https://prezi.com/bc2zei_8_q9m/vector-de-precios/.
- Bonilla Nieto, Viviana Alexandra. 2006. *El Mercado de Valores Ecuatoriano como Mecanismo para la Transferencia del Ahorro Hacia los Proyectos de Inversión*. Escuela Politécnica del Ejército. 178.
- Buenaventura Vera , Guillermo, y Andrés Felipe Cuevas Ulloa, 2005. *Una Propuesta Metodológica para la Optimización de Portafolios de Inversión y su Aplicación al Caso Colombiano*. SciELO.
- Buniak, Leonardo. 2015. *CAMELS-B-COR Nuevo Enfoque para Analizar y Calificar el Riesgo de Instituciones Financieras*. New York: Buniak & CO.
- Cárcamo, Enrique. 2017. *Los Fideicomisos, Cada Vez Más Cerca de los Peruanos*. Lima Perú, 27 de Marzo.

- Caye, Jean-Michel, y y otros. 2007. *The future of HR in Europe, Paris, Boston Consulting Group and European Association for Personnel Management.*
- Coronel , Lorena. «Benchmarking de entidades prestadores del servicio de agua potable y sus mecanismos financieros para protección de fuentes de agua.» Informe empresarial, Quito, 2016.
- Cruz Trejos, Eduardo Arturo, Jorge Andrés Urrutia Mosquera, y Pedro Daniel Medina Varela. 2011. *Un Modelo DUAL para Portafolios de Inversión. Scientia Et Technica.*
- Cruz, Eduardo Arturo, Tito Duarte, y Leonel Arias. 2004. *Procedimiento para realizar inversiones en instrumentos financieros.* Scientia et Technica, .
- Cuellar, Lilianne Pavon. 2007. *Opinion - Sistema de evaluacion financiera.* NoticiasFinancieras Miami. NoticiasFinancieras. Miami.
- Ecuador. Bolsa de Valores de Quito. 2019. *Blog: Entérate de Todo Acerca de las Notas de Crédito.* 23 de Julio. <https://www.bolsadequito.com/index.php/blog-2/357-notas-de-credito>.
- . 2019. *Vector de Precios.* 15 Julio. <https://www.bolsadequito.com/index.php/blog-2/357-vector-de-precios>.
- . 2015. *Boletín Mensual de la Bolsa de Valores de Quito Valores Públicos.* 31 de Marzo. <https://www.bolsadequito.com/index.php/blog-2/357-valores-públicos>.
- Ecuador, Congreso Nacional. 2008. Ley de Mercado de Valores. Codificación 1. *Registro Oficial Suplemento 215 de 22-feb-2006, 70.*
- ecuadorinmediato. 2018. "Fideicomisos". ecuadorinmediato. 30 de Agosto. www.ecuadorinmediato.com/index.php.
- eFXto, Equipo. 2017. "El Ratio de Sharpe". eFXto. 23 de Febrero. <https://efxto.com/diccionario/ratio-de-sharpe>.
- Ellingsaeter , Anne Lisse. 1999. *Dual Breadwinners between State and Market.* New York: Oxford University Press.
- Environments, DHI The Expert in Water. 2012. "Climate Change Impacts on Glacier Retreat and Mountain Hydrology and its Implications for Quito Water Supply". Quito. Climate Change Adaptation Case Studies,. June.
- Fabozzi, Frank y Mann, Steven. 2005. *The Handbook of Fixed Income Securities.* Seventh Edition. New York . McGraw -Hill.
- Fideicomiso FONAG. 2011. Escritura Pública de Segunda Reforma Integral al Fideicomiso Mercantil FONAG. Quito, 4 de Julio.

- .*Conócenos*. 2018. *www.fonag.org.ec*. 30 de Agosto.
- Esquivel, Soto, y Correa Vásquez. 2008. *Modelos de crisis y el uso de los instrumentos derivados*. *Problemas del Desarrollo*. Revista Latinoamericana de Economía.
- European Banking Authority. 2014. *Directrices sobre procedimientos y metodologías comunes para el PRES*. EEUU: EBA.
- Franco Arbeláez, Luis C., Claudia T. Avendaño Rúa, y Haroldo Barbutín Díaz. 2011. *Modelo de Markowitz y Modelo de Black-Litterman en la Optimización de Portafolios de Inversión*. *Tecno Lógicas*.
- Grupo Banco Popular. 2014. *Información sobre Naturaleza y Riesgos de los Instrumentos Financieros*. España.
- Grzywacz, Joseph G., y Dawn S. Carlson. 2007. "Conceptualizing Work-Family Balance: Implications for Practice and Research". *Sage Journals*. Noviembre. <http://adh.sagepub.com/content/9/4/455.full.pdf+html>.
- Hernandez, Luis Angel. 2017. "Modelo de Markowitz". *Blog Bolsa Desde Cero*. 17 de Febrero. <https://www.rankia.com/blog/bolsa-desde-cero/3479118-5-preguntas-claves-para-entender-modelo-markowitz>.
- Herrera Villalva, María De los Ángeles, y Juan Francisco Terán Sunca. 2008. *Conceptualización del riesgo en mercados financieros*. Quito. Revista de Derecho No. 10.
- Martín Mato, Miguel Ángel. 2007. *Inversiones Instrumentos de renta fija, valoración de bonos y análisis de cartera*. México: Person Educación.
- Mascareñas, Juan. 2016. *La gestión pasiva de carteras de renta fija*. Universidad Complutense de Madrid.
- Mendizábla Zubeldia, Miera Zabalza y Zubia Zubiaurre. 2002. *El modelo de Markowitz en la gestión de carteras*. Cuadernos de Gestión. Vol. 2. N.º 1. Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea.
- Meza Orozco, Jhonny de Jesús. 2008. *Matemáticas financieras aplicadas*. Bogotá. Ediciones Ecoe.
- Morales Mora, Dudley Alberto Alberto. 2015. *El valor en riesgo condicional como herramienta en la gestión de riesgos del portafolio de renta fija de un fondo previsional ecuatoriano*. Quito. Universidad Andina Simón Bolívar.
- Quintero, Dora P. 2017. *Los derivados financieros y la administración de riesgos en las organizaciones*. *Espacios*.

- Rodrigálvarez Batanero, Alfredo. 2016. *Selección de Activos de una Cartera Usando la Teoría de Markowitz*. Icade Business School.
- Shiu, Elias S.W. 1990. On Redington's theory of immunization. Volume 9. *Elsevier*. September .
- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. 2018. "Mercado de Valores Información Histórica" *Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros*. 20 de Agosto.
- Trainer, F. H., J. B. Yawitz, y W. J. Marshall. 1979. Holding Period is the Key to Risk Thresholds. *Journal of Portfolio Management*.
- Valencia Monsalve, Jorge Mario, y Gustavo Alexander Gallego Alvarez. 2014. Diseño de un Portafolio de Inversión de Renta Variable con Instrumentos Financieros Colombianos Bajo la Metodología de cartera eficiente de Harry Markowitz. Medellín.
- Vásquez Serpa, Luis Javier, Katherine Dextre Osco, Dominique Mejia Quiñones, y Ada Calapuja Escobedo. 2017. *Elección de portafolio óptimos de activos con y sin riesgo. PESQUIMAT*.
- Xidonas, P., G. Mavrotas, D. Askounis, y J. Psarras. 2008. *Multiple objectives ion equity portafolio optimization*. Proceedings of the 42nd Meeting of the European Working Group on Financial Modeling. Stockholm. Mayo.

Anexos

Anexo 1 Negociaciones de Valores de Renta Variable por Emisor

Tabla 22
Negociaciones de Valores de Renta Variable por Emisor

Emisor	Valor Efectivo			
	ene 18 - dic 18	%	ene 19 - dic 19	%
Corporación Favorita C.A.	26,644,954	39.47%	24,320,546	25.64%
banco pichincha C.A.	9,814,711	14.54%	687,150	0.72%
Brikapital S.A.	6,506,000	9.64%	6,197,000	6.53%
Banco Solidario S.A.	4,432,682	6.57%	-	0.00%
Banco Guayaquil S.A.	2,926,399	4.33%	6,389,316	6.74%
Banco Bolivariano C.A.	2,692,736	3.99%	15,111,517	15.93%
San Carlos Soc. Agr. Ind.	1,892,847	2.80%	459,180	0.48%
Cervecería Nacional CN S.A.	1,549,446	2.30%	2,997,399	3.16%
Surpapelcorp S.A.	1,314,674	1.95%	31,174	0.03%
Alimentos Ecuatoranos Alimec S.A.	1,295,683	1.92%	-	0.00%
Holcim Ecuador S.A.	1,280,550	1.90%	825,656	0.87%
Banco de la Producción S.A. Produbanco	944,117	1.40%	16,639,717	17.54%
Bolsa de Valores de Quito	907,908	1.34%	403,496	0.43%
Conclina C.A. Cia. Conju Clínico Nacional	640,389	0.95%	2,240,161	2.36%
Fideicomiso Hotel Ciudad del Rio	585,321	0.87%	916,306	0.97%
La Ensenada Forestal Coveforests S.A.	579,051	0.86%	88,313	0.09%
OMNI Hospital Fideicomiso Titularización	509,099	0.75%	451,973	0.48%
Continental Tire Andina S.A.	448,176	0.66%	274,706	0.29%
Valle Grande Forestal	378,212	0.56%	68,104	0.07%
Inversancarlos	371,812	0.55%	147,273	0.16%
Bolsa de Valores de Guayaquil	369,198	0.55%	304,042	0.32%
Fideicomiso G M Hotel	276,163	0.41%	1,285,201	1.36%
Mutualista Pichincha	219,500	0.33%	61,333	0.06%
Hotel Colón	173,281	0.26%	77,191	0.08%
Industrias Ales	135,725	0.20%	6,737,580	7.10%
Retratorec S.A.	113,789	0.17%	739,466	0.78%
Alicosta BK Holding S.A.	108,250	0.16%	40,080	0.04%
Unacem Ecuador S.A.	96,545	0.14%	-	0.00%
Superdeporte S.A.	47,269	0.07%	15,984	0.02%
Natluk S.A.	45,397	0.07%	183,421	0.19%
Cridesa	38,525	0.06%	232,917	0.25%
La Vanguardia Forestal	23,892	0.04%	21,386	0.02%

Cerro Verde Forestal S.A. Bigforest	23,015	0.03%	185,590	0.20%
La Campina Forestal Strongforest S.A.	19,530	0.03%	693,000	0.73%
Ingenio Azucarero del Norte	18,114	0.03%	109,644	0.12%
Pathforest S.A. El Sendero Forestal	12,650	0.02%	1,725	0.00%
La Reserva Forestal S.A.(Reforest)	10,200	0.02%	34,000	0.04%
Río Grande Forestal Riverforest S.A.	10,077	0.01%	98,766	0.10%
La Estancia Forestal Forestead S.A.	9,675	0.01%	2,150	0.00%
Holding Tonicorp S.A.	9,619	0.01%	7,106	0.01%
Meriza	8,000	0.01%	1,800	0.00%
La Cumbre Forestal Peakforest S.A.	6,525	0.01%	2,900	0.00%
La Colina Forestal (Hillforest) S.A.	5,400	0.01%	361,800	0.38%
Corp. Desarrollo M.S. Hipotecas CTH	5,324	0.01%	-	0.00%
Cervecería Nacional CN S A Preferidas	4,720	0.01%	-	0.00%
Cerro Alto Highforest S.A.	3,544	0.01%	25,015	0.03%
Homeforest El Refugio Forestal S.A.	2,700	0.00%	675,000	0.71%
La Sabana Forestal (Plainforest) S.A.	-	0.00%	418,200	0.44%
Río Congo Forestal	-	0.00%	4,277,401	4.51%
Total	67,511,389	100.0%	94,841,683	100.0%

Fuente: Departamento Estadístico Financiero de la Bolsa de Valores de Quito

Elaboración: Autor

Anexo 2 Características de los Bonos del Estado

Tabla 23
Características de los Bonos del Estado
Vector de Precios al 28 de Junio del 2019

Código	Emisor	Título	Fecha de Emisión	Fecha de Vencimiento	Plazo por Vencer	Tasa Interés Cupón Vigente en %	Forma de Cálculo de %	Tasa de Referencia %	Margen %	Tasa Efectiva %	Tasa Nominal Equivalente %	Precio %
045040100301200831	MEF	B.A.R. 003	31-ago-15	31-ago-20	422	5.07	T.F. 5.0700%	7.6515	-0.1565	7.4830	7.2817	97.5339
045040100301200905	MEF	B.A.R. 003 (5 PER GRACIA)	5-sep-13	5-sep-20	427	5.64	T.F. 5.6400%	7.6865	-0.1565	7.5180	7.2707	98.9256
045040100401200907	MEF	B.A.R. 004-2015	7-sep-15	7-sep-20	429	4.90	T.F. 4.9000%	7.7004	-5.2622	2.0330	2.0228	103.3680
045040100401200909	MEF	B.A.R. 004-2015	9-sep-15	9-sep-20	431	4.90	T.F. 4.9000%	7.7142	-5.2622	2.0461	2.0357	103.3678
045040100401200922	MEF	B.A.R. 004-2015	22-sep-15	22-sep-20	444	4.90	T.F. 4.9000%	7.8025	-5.2622	2.1297	2.1185	103.3653
045040101801201001	MEF	B.A.R. 018 (5 PER GRACIA)	1-oct-13	1-oct-20	453	5.64	T.F. 5.6400%	7.8620	-0.1565	7.6932	7.4346	98.6963
045040101801201101	MEF	B.A.R. 018 (5 PER GRACIA)	1-nov-13	1-nov-20	483	5.64	T.F. 5.6400%			8.2389	7.9432	98.1519
045040100301201111	MEF	B.A.R. 003	11-nov-15	11-nov-20	493	5.07	T.F. 5.0700%	8.1128	-0.1565	7.9436	7.7174	96.5876
045040100701201125	MEF	B.A.R. 007-2014 (10 PER GRACIA)	25-nov-14	25-nov-20	507	5.36	T.F. 5.3600%			8.0193	7.7388	97.3776
045040101801201201	MEF	B.A.R. 018 (5 PER GRACIA)	1-dic-13	1-dic-20	513	5.64	T.F. 5.6400%			7.9819	7.7040	98.1812
045040100701201230	MEF	B.A.R. 007-2014 (10 PER GRACIA)	30-dic-14	30-dic-20	542	5.36	T.F. 5.3600%	8.3928	-0.1565	8.2232	7.9286	96.9455
045040101801210101	MEF	B.A.R. 018 (5 PER GRACIA)	1-ene-14	1-ene-21	543	5.64	T.F. 5.6400%			8.4011	8.0939	97.6541
045040100401210430	MEF	B.A.R. 004-2018	30-abr-19	30-abr-21	662	3.48	T.F. 3.4800%	8.9801	-5.2622	3.2454	3.2195	100.4585
045040100301210509	MEF	B.A.R. 003	9-may-16	9-may-21	671	5.07	T.F. 5.0700%	9.0196	-0.1565	8.8489	8.5696	94.0269
045040100401210605	MEF	B.A.R. 004-2018	5-jun-19	5-jun-21	697	3.48	T.F. 3.4800%	9.1304	-5.2622	3.3878	3.3596	100.2223
045040100301210608	MEF	B.A.R. 003	8-jun-16	8-jun-21	700	5.07	T.F. 5.0700%	9.1430	-0.1565	8.9721	8.6851	93.5933
045040100701210814	MEF	B.A.R. 007-2014	14-ago-14	14-ago-21	766	5.64	T.F. 5.6400%	9.4046	-3.5594	5.5105	5.4366	100.3964

045040100301210825	MEF	B.A.R. 003	25-ago-16	25-ago-21	777	5.07	T.F. 5.0700%	9.4458	-1.2996	8.0235	7.7928	94.6359
045040100301210905	MEF	B.A.R. 003 (5 PER GRACIA)	5-sep-13	5-sep-21	787	5.93	T.F. 5.9300%	9.4828	-1.2996	8.0600	7.7767	97.9571
045040101801211001	MEF	B.A.R. 018 (5 PER GRACIA)	1-oct-13	1-oct-21	813	5.93	T.F. 5.9300%	9.5766	-1.2996	8.1526	7.8629	97.7369
045040100401211020	MEF	B.A.R. 004-2016	20-oct-16	20-oct-21	832	4.90	T.F. 4.9000%			2.7689	2.7500	104.7786
045040101801211101	MEF	B.A.R. 018 (5 PER GRACIA)	1-nov-13	1-nov-21	843	5.93	T.F. 5.9300%	9.6809	-1.2996	8.2555	7.9587	97.4745
045040100701211125	MEF	B.A.R. 007-2014 (5 PER GRACIA)	25-nov-14	25-nov-21	867	5.64	T.F. 5.6400%			8.4285	8.1195	95.6516
045040101801211201	MEF	B.A.R. 018 (5 PER GRACIA)	1-dic-13	1-dic-21	873	5.93	T.F. 5.9300%			8.4491	8.1385	97.0909
045040100301211214	MEF	B.A.R. 003	14-dic-16	14-dic-21	886	5.07	T.F. 5.0700%	9.8235	-1.2996	8.3963	8.1442	93.2047
045040100701211230	MEF	B.A.R. 007-2014 (5 PER GRACIA)	30-dic-14	30-dic-21	902	5.64	T.F. 5.6400%	9.8747	-1.2996	8.4468	8.1364	95.4161
045040101801220101	MEF	B.A.R. 018 (5 PER GRACIA)	1-ene-14	1-ene-22	903	5.93	T.F. 5.9300%			8.7919	8.4563	96.4964
045040100301220203	MEF	B.A.R. 003	3-feb-17	3-feb-22	935	5.07	T.F. 5.0700%	9.9772	-1.2996	8.5480	8.2869	92.5488
045040135001220520	MEF	B.A.R. 035 (6 PER GRACIA)	20-may-10	20-may-22	1,042	7.00	T.F. 7.0000%	10.2840	-3.5594	6.3586	6.2607	101.2794
045040100301220905	MEF	B.A.R. 003 (5 PER GRACIA)	5-sep-13	5-sep-22	1,147	6.21	T.F. 6.2100%	10.5529	-2.0876	8.2450	7.9489	97.3394
045040101801221101	MEF	B.A.R. 018 (5 PER GRACIA)	1-nov-13	1-nov-22	1,203	6.21	T.F. 6.2100%			8.7383	8.4067	96.3623
045040100701221125	MEF	B.A.R. 007-2014 (5 PER GRACIA)	25-nov-14	25-nov-22	1,227	5.93	T.F. 5.9300%			8.8223	8.4844	94.5119
045040101801221201	MEF	B.A.R. 018 (5 PER GRACIA)	1-dic-13	1-dic-22	1,233	6.21	T.F. 6.2100%			8.7617	8.4283	96.1695
045040100701221230	MEF	B.A.R. 007-2014 (5 PER GRACIA)	30-dic-14	30-dic-22	1,262	5.93	T.F. 5.9300%	10.8171	-2.0876	8.5037	8.1892	94.9478
045040101801230101	MEF	B.A.R. 018 (5 PER GRACIA)	1-ene-14	1-ene-23	1,263	6.21	T.F. 6.2100%			8.8585	8.5179	95.8564
045040100401231031	MEF	B.A.R. 004-2018	31-oct-18	31-oct-23	1,562	4.78	T.F. 4.7800%	11.3930	-6.0839	4.6160	4.5639	100.8360
045040101801231101	MEF	B.A.R. 018 (5 PER GRACIA)	1-nov-13	1-nov-23	1,563	6.50	T.F. 6.5000%	11.3947	-2.0876	9.0693	8.7128	95.4845
045040100701231125	MEF	B.A.R. 007-2014 (5 PER GRACIA)	25-nov-14	25-nov-23	1,587	6.21	T.F. 6.2100%			8.9871	8.6369	93.8794
045040101801231201	MEF	B.A.R. 018 (5 PER GRACIA)	1-dic-13	1-dic-23	1,593	6.50	T.F. 6.5000%			8.7681	8.4343	95.9036
045040100401231228	MEF	B.A.R. 004-2018	28-dic-18	28-dic-23	1,620	4.78	T.F. 4.7800%	11.4893	-6.0839	4.7064	4.6523	100.5133
045040100701231230	MEF	B.A.R. 007-2014 (5 PER GRACIA)	30-dic-14	30-dic-23	1,622	6.21	T.F. 6.2100%			8.9807	8.6309	93.7112
045040100701240101	MEF	B.A.R. 007-2014 (5 PER GRACIA)	1-ene-15	1-ene-24	1,623	6.21	T.F. 6.2100%			8.9807	8.6309	93.7059

045040101801240101	MEF	B.A.R. 018 (5 PER GRACIA)	1-ene-14	1-ene-24	1,623	6.50	T.F. 6.5000%			9.1620	8.7984	95.0048
045040100401240111	MEF	B.A.R. 004-2018	11-ene-19	11-ene-24	1,633	4.78	T.F. 4.7800%	11.5103	-6.0839	4.7261	4.6715	100.4369
045040100401240226	MEF	B.A.R. 004-2018	26-feb-19	26-feb-24	1,678	4.78	T.F. 4.7800%	11.5814	-6.0839	4.7929	4.7368	100.1725
045040100701240612	MEF	B.A.R. 007 (10 PER GRACIA)	12-jun-14	12-jun-24	1,784	6.40	T.F. 6.4000%	11.7402	-6.0839	4.9421	4.8825	103.7343
045040100701241125	MEF	B.A.R. 007-2014 (5 PER GRACIA)	25-nov-14	25-nov-24	1,947	6.50	T.F. 6.5000%			9.1087	8.7491	93.5374
045040100701241230	MEF	B.A.R. 007-2014 (5 PER GRACIA)	30-dic-14	30-dic-24	1,982	6.50	T.F. 6.5000%	12.0076	-2.5759	9.1224	8.7618	93.3393
045040100401270808	MEF	B.A.R. 004-2016 (10 PER GRACIA)	8-ago-17	8-ago-27	2,920	6.40	T.F. 6.4000%	12.9180	-6.3358	5.7638	5.6831	103.4946
045040100401271228	MEF	B.A.R. 004-2016 (10 PER GRACIA)	28-dic-17	28-dic-27	3,060	6.40	T.F. 6.4000%	13.0184	-6.3358	5.8579	5.7745	103.2176
045040100301280425	MEF	B.A.R. 003 (19 PER GRACIA)	25-abr-13	25-abr-28	3,177	7.75	T.F. 7.7500%	13.0971	-6.3358	5.9316	5.8461	109.8403
045040100301280510	MEF	B.A.R. 003 (19 PER GRACIA)	10-may-13	10-may-28	3,192	7.75	T.F. 7.7500%	13.1069	-6.3358	5.9407	5.8550	109.8474
045040100301280514	MEF	B.A.R. 003 (19 PER GRACIA)	14-may-13	14-may-28	3,196	7.75	T.F. 7.7500%	13.1095	-6.3358	5.9431	5.8574	109.8494
045040100301280530	MEF	B.A.R. 003 (19 PER GRACIA)	30-may-13	30-may-28	3,212	7.75	T.F. 7.7500%	13.1198	-6.3358	5.9528	5.8667	109.8577
045040100301280625	MEF	B.A.R. 003 (19 PER GRACIA)	25-jun-13	25-jun-28	3,237	7.75	T.F. 7.7500%	13.1357	-6.3358	5.9677	5.8813	109.8717
045040100301280724	MEF	B.A.R. 003 (19 PER GRACIA)	24-jul-13	24-jul-28	3,266	7.75	T.F. 7.7500%	13.1540	-6.3358	5.9848	5.8979	109.8734
045040100301280801	MEF	B.A.R. 003 (19 PER GRACIA)	1-ago-13	1-ago-28	3,273	7.75	T.F. 7.7500%	13.1584	-6.3358	5.9889	5.9018	109.8737
045040100301280911	MEF	B.A.R. 003 (19 PER GRACIA)	11-sep-13	11-sep-28	3,313	7.75	T.F. 7.7500%	13.1831	-6.3358	6.0121	5.9243	109.8772
045040101801281023	MEF	B.A.R. 018 (19 PER GRACIA)	23-oct-13	23-oct-28	3,355	7.75	T.F. 7.7500%	13.2085	-6.3358	6.0359	5.9474	109.8849
045040101801281107	MEF	B.A.R. 018 (19 PER GRACIA)	7-nov-13	7-nov-28	3,369	7.75	T.F. 7.7500%	13.2168	-6.3358	6.0437	5.9550	109.8884
045040101801281108	MEF	B.A.R. 018 (19 PER GRACIA)	8-nov-13	8-nov-28	3,370	7.75	T.F. 7.7500%	13.2174	-6.3358	6.0442	5.9556	109.8887
045040101801281122	MEF	B.A.R. 018 (19 PER GRACIA)	22-nov-13	22-nov-28	3,384	7.75	T.F. 7.7500%	13.2257	-6.3358	6.0520	5.9631	109.8927
045040101801281126	MEF	B.A.R. 018 (19 PER GRACIA)	26-nov-13	26-nov-28	3,388	7.75	T.F. 7.7500%	13.2281	-6.3358	6.0542	5.9653	109.8939
045040101801281205	MEF	B.A.R. 018 (19 PER GRACIA)	5-dic-13	5-dic-28	3,397	7.75	T.F. 7.7500%	13.2334	-6.3358	6.0592	5.9701	109.8968
045040101801281212	MEF	B.A.R. 018 (19 PER GRACIA)	12-dic-13	12-dic-28	3,404	7.75	T.F. 7.7500%	13.2375	-6.3358	6.0630	5.9738	109.8992
045040101801281219	MEF	B.A.R. 018 (19 PER GRACIA)	19-dic-13	19-dic-28	3,411	7.75	T.F. 7.7500%	13.2416	-6.3358	6.0669	5.9775	109.9017
045040100401281226	MEF	B.A.R. 004-2018 (10 PER GRACIA)	26-dic-18	26-dic-28	3,418	6.06	T.F. 6.0600%	13.2456	-6.3358	6.0707	5.9812	100.4541

045040100401290222	MEF	B.A.R. 004-2018 (10 PER GRACIA)	22-feb-19	22-feb-29	3,474	6.06	T.F. 6.0600%	13.2778	-6.3358	6.1007	6.0104	100.2813
045040100201290521	MEF	B.A.R. 002 (18 PER GRACIA)	21-may-14	21-may-29	3,563	7.70	T.F. 7.7000%	13.3271	-6.3358	6.1469	6.0553	109.3251
045040100401290521	MEF	B.A.R. 004-2018 (10 PER GRACIA)	21-may-19	21-may-29	3,563	6.06	T.F. 6.0600%	13.3271	-6.3358	6.1469	6.0553	100.0212
045040100201290522	MEF	B.A.R. 002 (18 PER GRACIA)	22-may-14	22-may-29	3,564	7.70	T.F. 7.7000%	13.3276	-6.3358	6.1474	6.0557	109.3252
045040100201290530	MEF	B.A.R. 002 (18 PER GRACIA)	30-may-14	30-may-29	3,572	7.70	T.F. 7.7000%	13.3319	-6.3358	6.1515	6.0597	109.3268
045040100201290605	MEF	B.A.R. 002 (18 PER GRACIA)	5-jun-14	5-jun-29	3,577	7.70	T.F. 7.7000%	13.3346	-6.3358	6.1540	6.0621	109.3278
045040100701290611	MEF	B.A.R. 007 (18 PER GRACIA)	11-jun-14	11-jun-29	3,583	7.70	T.F. 7.7000%	13.3379	-6.3358	6.1570	6.0651	109.3291
045040100701290612	MEF	B.A.R. 007 (18 PER GRACIA)	12-jun-14	12-jun-29	3,584	7.70	T.F. 7.7000%	13.3384	-6.3358	6.1575	6.0656	109.3294
045040100401290621	MEF	B.A.R. 004-2018 (10 PER GRACIA)	21-jun-19	21-jun-29	3,593	6.06	T.F. 6.0600%	13.3432	-6.3358	6.1620	6.0699	99.9381
045040100201290624	MEF	B.A.R. 002 (18 PER GRACIA)	24-jun-14	24-jun-29	3,596	7.70	T.F. 7.7000%	13.3448	-6.3358	6.1636	6.0714	109.3323
045040100701290701	MEF	B.A.R. 007 (18 PER GRACIA)	1-jul-14	1-jul-29	3,603	7.70	T.F. 7.7000%	13.3485	-6.3358	6.1670	6.0748	109.3323
045040100701290910	MEF	B.A.R. 007 (18 PER GRACIA)	10-sep-14	10-sep-29	3,672	7.70	T.F. 7.7000%	13.3847	-5.0628	7.6443	7.5035	101.0766
045040100701290930	MEF	B.A.R. 007 (18 PER GRACIA)	30-sep-14	30-sep-29	3,692	7.70	T.F. 7.7000%	13.3949	-5.0628	7.6540	7.5129	101.0293
045040100201340206	MEF	B.A.R. 002 (20 PER GRACIA)	6-feb-14	6-feb-34	5,258	8.45	T.F. 8.4500%	13.9632	-5.0628	8.1935	8.0322	102.7317
045040100201340319	MEF	B.A.R. 002 (20 PER GRACIA)	19-mar-14	19-mar-34	5,301	8.45	T.F. 8.4500%	13.9737	-5.0628	8.2034	8.0418	102.6835
045040100201340402	MEF	B.A.R. 002 (20 PER GRACIA)	2-abr-14	2-abr-34	5,314	8.45	T.F. 8.4500%	13.9768	-5.0628	8.2064	8.0446	102.6708
045040100201340530	MEF	B.A.R. 002 (20 PER GRACIA)	30-may-14	30-may-34	5,372	8.45	T.F. 8.4500%	13.9905	-5.0628	8.2194	8.0571	102.6249
045040100701340611	MEF	B.A.R. 007 (20 PER GRACIA)	11-jun-14	11-jun-34	5,383	8.45	T.F. 8.4500%	13.9930	-5.0628	8.2218	8.0594	102.6182
045040100701340612	MEF	B.A.R. 007 (20 PER GRACIA)	12-jun-14	12-jun-34	5,384	8.45	T.F. 8.4500%	13.9933	-5.0628	8.2221	8.0597	102.6176
045040100701340701	MEF	B.A.R. 007 (20 PER GRACIA)	1-jul-14	1-jul-34	5,403	8.45	T.F. 8.4500%	13.9976	-5.0628	8.2262	8.0636	102.6047
045040100701340717	MEF	B.A.R. 007 (20 PER GRACIA)	17-jul-14	17-jul-34	5,419	8.45	T.F. 8.4500%	14.0013	-5.0628	8.2297	8.0670	102.5829
045040100701340910	MEF	B.A.R. 007 (20 PER GRACIA)	10-sep-14	10-sep-34	5,472	8.45	T.F. 8.4500%	14.0132	-5.0628	8.2410	8.0778	102.5203
045040100701340930	MEF	B.A.R. 007 (20 PER GRACIA)	30-sep-14	30-sep-34	5,492	8.45	T.F. 8.4500%	14.0176	-5.0628	8.2451	8.0819	102.5005
045040100201341120	MEF	B.A.R. 002 (20 PER GRACIA)	20-nov-14	20-nov-34	5,542	8.45	T.F. 8.4500%	14.0284	-5.0628	8.2554	8.0917	102.4604
045040100201341124	MEF	B.A.R. 002 (20 PER GRACIA)	24-nov-14	24-nov-34	5,546	8.45	T.F. 8.4500%	14.0293	-5.0628	8.2562	8.0925	102.4577

045040100201341127	MEF	B.A.R. 002 (20 PER GRACIA)	27-nov-14	27-nov-34	5,549	8.45	T.F. 8.4500%	14.0299	-5.0628	8.2568	8.0931	102.4558
045040100701341219	MEF	B.A.R. 007 (20 PER GRACIA)	19-dic-14	19-dic-34	5,571	8.45	T.F. 8.4500%	14.0346	-5.0628	8.2613	8.0974	102.4431
045040100201341224	MEF	B.A.R. 002 (20 PER GRACIA)	24-dic-14	24-dic-34	5,576	8.45	T.F. 8.4500%	14.0356	-5.0628	8.2623	8.0983	102.4406
045040100401350730	MEF	B.A.R. 004-2015 (20 PER GRACIA)	30-jul-15	30-jul-35	5,792	8.45	T.F. 8.4500%	14.0786	-5.0628	8.3031	8.1375	102.2317
045040100401351124	MEF	B.A.R. 004-2015 (20 PER GRACIA)	24-nov-15	24-nov-35	5,906	8.45	T.F. 8.4500%	14.0994	-5.0628	8.3229	8.1565	102.1301
045040100401351130	MEF	B.A.R. 004-2015 (20 PER GRACIA)	30-nov-15	30-nov-35	5,912	8.45	T.F. 8.4500%	14.1005	-5.0628	8.3239	8.1575	102.1267
045040100401360824	MEF	B.A.R. 004-2016 (20 PER GRACIA)	24-ago-16	24-ago-36	6,176	8.45	T.F. 8.4500%	14.1439	-5.0628	8.3651	8.1971	101.8974
045040100401360825	MEF	B.A.R. 004-2016 (20 PER GRACIA)	25-ago-16	25-ago-36	6,177	8.45	T.F. 8.4500%	14.1441	-5.0628	8.3652	8.1972	101.8964
045040100401381031	MEF	B.A.R. 004-2018 (10 PER GRACIA)	31-oct-18	31-oct-38	6,962	7.50	T.F. 7.5000%	14.2392	-5.0628	8.4555	8.2840	94.2900
* Valor Nominal = 100												
* B.A.R. (B.A.R.)												
* T.F. (T.F.)												

Fuente: Bolsa de Valores de Quito

Elaboración: Autora

Anexo 3 Precios Promedio de los Activos Financieros en %

Tabla 24
Precios Promedio de los Activos Financieros %

Meses	Bonos del Estado	Certificados de Depósito		Certificados de Inversión		Certificados de Tesorería
	Ministerio de Finanzas	Bco. Pacífico	Bco. de Desarrollo del Ecuador	CFN	CFN	Ministerio de Finanzas
				L/P	C/P	
Junio 2014	83.19	100.41	100	100	100	98.33
Julio 2014	77.44	100.41	100	100	100	98.33
Agosto 2014	82.89	100.71	100	100	100	98.95
Septiembre 2014	79.69	100.43	100	100	100	98.56
Octubre 2014	79.74	100.44	100	100	100	98.33
Noviembre 2014	78.06	101.38	100	100	100	99.1
Diciembre 2014	77.84	100.29	100	100	100	98.25
Enero 2015	77.8	102.16	100	100	100	98.42
Febrero 2015	80.64	100.68	100	100	100	98.76
Marzo 2015	79.74	100.99	100	100	100	98.88
Abril 2015	84.54	100.54	100	100	100	99.2
Mayo 2015	83.96	101.43	100	100	100	99.1
Junio 2015	80.4	100.43	100	100	100	98.64
Julio 2015	86.58	100.6	100	100	100	99.1
Agosto 2015	82.44	100.38	100	100	100	98.91
Septiembre 2015	77.5	100.63	100	100	100	99.25
Octubre 2015	80.5	101.24	100	100	100	99.28
Noviembre 2015	83.17	100.93	100	100	100	99.42
Diciembre 2015	78.19	99.9	100	100	100	99.41
Enero 2016	74.77	100.07	100	100	100	99.18
Febrero 2016	84.52	100.29	100	100	100	99.45
Marzo 2016	79.51	100.02	100	100	100	99.44
Abril 2016	78.61	100.13	100	100	100	99.45
Mayo 2016	75.3	99.96	100	100	100	99.32
Junio 2016	81.58	100.04	100	100	100	98.89
Julio 2016	75.65	100.07	100	100	100	99.38
Agosto 2016	71.21	100.16	100	100	100	99.3
Septiembre 2016	70.7	100.23	100	100	100	99.23
Octubre 2016	74.89	100.38	100	100	100	99.24
Noviembre 2016	78.61	100.41	100	100	100	99.23
Diciembre 2016	78.13	100.15	100	100	100	99.18
Enero 2017	82	100.4	100	100	100	98.73
Febrero 2017	83.18	100.46	100	100	100	98.72
Marzo 2017	86.23	100.47	100	100	100	98.4
Abril 2017	88.03	100.56	100	100	100	98.8
Mayo 2017	87.89	100.42	100	100	100	98.53
Junio 2017	86.43	100.34	100	100	100	98.94
Julio 2017	90.7	100.21	100	100	100	98.73
Agosto 2017	88.87	100.22	100	100	100	99.19
Septiembre 2017	87.57	100.58	100	100	99.81	98.94
Octubre 2017	89.94	100.34	100	100	99.89	99.3
Noviembre 2017	88.88	100.41	100	100	100	98.84

Diciembre 2017	88.9	100.85	100	100	100	91.89
Enero 2018	90.25	100.37	100	100	100	98.63
Febrero 2018	90.2	100.57	100	100	100	98.82
Marzo 2018	90.52	100.43	100	100	100	98.96
Abril 2018	90.91	100.39	100	100	100	98.76
Mayo 2018	91.35	100.32	100	100	100	98.37
Junio 2018	90.86	100.07	100	100	100	99.01
Julio 2018	91.7	100.51	100	100	100	99.19
Agosto 2018	91.74	100.11	100	100	100	99.16
Septiembre 2018	92.66	99.93	100	100	99.97	98.75
Octubre 2018	94.19	100.17	100	100	100	98.98
Noviembre 2018	93.81	100.35	100	100	100	99.09
Diciembre 2018	94.3	100.41	100	100	100	98.64
Enero 2019	94.76	100.4	100	100	100	98.68
Febrero 2019	94.7	100.24	100	100	100	99.11
Marzo 2019	94.43	100.41	100	100	100	99.36
Abril 2019	95.27	100.36	100	100	99.97	99.03
Mayo 2019	96.04	100.5	100	100	99.98	98.97
Junio 2019	95.99	100.26	100.01	100	100	99.25
Julio 2019	96.06	100.21	100	100	100	99.5
Agosto 2019	96.54	100.15	100	100	100	99.07
Septiembre 2019	96.57	100.27	100	100	100	99.23
Octubre 2019	96.62	100.13	100	100	100	99.02
Noviembre 2019	96.74	100.05	100	100	100	98.79
Diciembre 2019	96.2	100.25	100	100	100	98.63

Fuente: Cotizaciones Históricas – Bolsa de Valores de Quito

Elaboración : Autora

Anexo 4 Rendimiento de los Activos Financieros

Tabla 25
Rendimiento de los Activos Financieros

Meses	Rendimientos Promedio (%)					
	Bonos del Estado	Certificados de Depósito		Certificados de Inversión		Certificados de Tesorería
	Ministerio de Finanzas	Emitidos por el Bco. Pacífico	Emitidos por Bco. de Desarrollo del Ecuador	Emitidos por la CFN (L/P)	Emitidos por la CFN (C/P)	Emitidos por el Ministerio de Finanzas
Junio 2014	9.50%	4.10%	2.72%	4.00%	3.20%	2.54%
Julio 2014	10.93%	4.01%	2.72%	4.00%	3.20%	2.54%
Agosto 2014	9.85%	3.92%	2.72%	4.00%	3.11%	2.24%
Septiembre 2014	10.80%	3.78%	2.72%	4.00%	3.07%	2.43%
Octubre 2014	10.49%	3.85%	2.72%	4.00%	2.98%	2.52%
Noviembre 2014	11.06%	4.47%	2.72%	4.00%	3.05%	2.11%
Diciembre 2014	11.12%	3.12%	2.72%	4.00%	2.94%	2.55%
Enero 2015	11.21%	4.09%	2.60%	4.00%	3.06%	2.48%
Febrero 2015	10.65%	4.54%	2.48%	4.00%	3.08%	2.33%
Marzo 2015	10.85%	4.72%	2.72%	4.00%	3.11%	2.27%
Abril 2015	9.74%	3.88%	2.73%	4.00%	2.83%	2.14%
Mayo 2015	10.21%	5.43%	2.73%	4.00%	2.96%	2.18%
Junio 2015	10.82%	4.46%	2.72%	4.11%	2.85%	2.34%
Julio 2015	9.51%	5.15%	2.72%	4.00%	2.81%	2.18%
Agosto 2015	10.19%	4.01%	2.72%	4.00%	2.69%	2.24%
Septiembre 2015	11.80%	6.62%	2.72%	4.00%	2.59%	2.06%
Octubre 2015	11.35%	7.01%	2.48%	4.45%	2.53%	2.12%
Noviembre 2015	11.07%	4.93%	2.23%	4.00%	2.53%	2.03%
Diciembre 2015	11.94%	4.94%	2.72%	4.45%	2.39%	2.02%
Enero 2016	13.51%	4.00%	2.72%	4.51%	2.68%	2.16%
Febrero 2016	10.66%	4.69%	2.72%	4.01%	2.69%	2.03%
Marzo 2016	12.73%	4.20%	2.72%	4.20%	2.47%	1.99%
Abril 2016	12.39%	4.62%	2.72%	4.36%	2.45%	2.01%
Mayo 2016	13.01%	4.36%	2.72%	4.17%	2.47%	2.06%
Junio 2016	11.04%	4.69%	2.72%	4.20%	2.52%	2.55%
Julio 2016	13.78%	5.73%	2.72%	4.00%	2.56%	2.03%
Agosto 2016	15.11%	5.41%	2.72%	4.00%	2.72%	2.08%
Septiembre 2016	15.03%	4.26%	2.72%	4.00%	2.60%	2.12%
Octubre 2016	13.98%	4.17%	2.48%	4.15%	2.80%	2.10%
Noviembre 2016	12.85%	3.65%	2.60%	4.15%	2.99%	2.11%
Diciembre 2016	12.75%	2.86%	2.72%	3.90%	2.27%	2.08%
Enero 2017	12.00%	2.87%	2.72%	4.00%	2.64%	2.33%
Febrero 2017	11.80%	3.26%	2.72%	3.90%	2.20%	2.51%
Marzo 2017	10.49%	2.96%	2.72%	3.90%	2.30%	2.74%
Abril 2017	9.85%	3.15%	2.72%	3.35%	2.20%	2.64%
Mayo 2017	10.00%	3.07%	2.72%	3.25%	2.46%	2.83%
Junio 2017	10.62%	3.22%	2.72%	3.41%	2.73%	2.24%

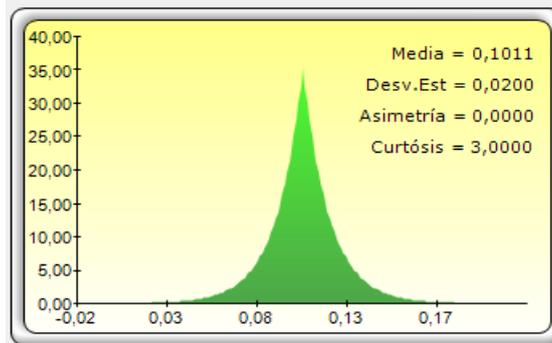
Julio 2017	9.38%	3.11%	2.79%	3.25%	2.34%	2.40%
Agosto 2017	10.11%	3.44%	2.82%	3.32%	2.45%	2.25%
Septiembre 2017	10.40%	3.65%	2.85%	3.25%	3.28%	2.31%
Octubre 2017	9.46%	4.32%	2.23%	3.15%	2.65%	2.28%
Noviembre 2017	10.09%	4.62%	2.23%	3.15%	2.32%	2.51%
Diciembre 2017	10.09%	4.55%	2.23%	3.26%	2.00%	2.23%
Enero 2018	9.58%	4.00%	2.23%	3.33%	2.28%	2.39%
Febrero 2018	9.58%	3.94%	3.50%	3.23%	1.90%	2.30%
Marzo 2018	9.58%	3.85%	2.98%	3.00%	2.27%	2.23%
Abril 2018	9.43%	4.27%	2.73%	3.33%	2.16%	2.34%
Mayo 2018	9.42%	3.89%	2.48%	3.00%	2.00%	2.48%
Junio 2018	9.72%	4.13%	2.48%	3.00%	2.09%	2.26%
Julio 2018	9.48%	4.49%	2.27%	3.00%	2.14%	2.19%
Agosto 2018	9.46%	3.98%	2.05%	3.24%	1.87%	2.15%
Septiembre 2018	9.19%	4.31%	1.98%	3.00%	1.49%	2.31%
Octubre 2018	8.59%	5.18%	1.98%	3.00%	0.99%	2.21%
Noviembre 2018	8.95%	4.55%	1.98%	3.00%	1.22%	2.13%
Diciembre 2018	8.54%	4.73%	1.98%	3.00%	1.47%	2.34%
Enero 2019	8.64%	4.67%	1.98%	3.74%	2.59%	2.32%
Febrero 2019	8.65%	4.01%	2.06%	3.70%	2.63%	2.11%
Marzo 2019	8.79%	4.76%	1.98%	3.70%	2.63%	1.75%
Abril 2019	8.40%	4.71%	2.06%	3.70%	3.10%	2.18%
Mayo 2019	8.14%	4.89%	1.98%	3.70%	2.76%	2.17%
Junio 2019	8.14%	5.23%	2.06%	3.70%	2.76%	2.10%
Julio 2019	8.28%	5.06%	1.98%	3.70%	2.59%	1.91%
Agosto 2019	6.33%	4.88%	2.02%	3.70%	2.72%	2.16%
Septiembre 2019	6.24%	5.20%	1.98%	3.70%	2.62%	2.10%
Octubre 2019	6.18%	5.74%	2.02%	3.70%	2.57%	2.16%
Noviembre 2019	6.21%	5.32%	1.98%	3.70%	2.63%	2.27%
Diciembre 2019	6.55%	5.85%	1.98%	3.70%	2.63%	2.35%

Fuente: Cotizaciones Históricas – Bolsa de Valores de Quito

Elaboración: Autora

Anexo 5 Análisis de Riesgos de los Activos Financieros

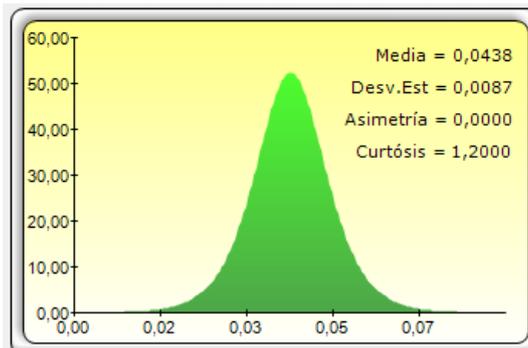
Gráfico 25
Distribución de Frecuencias del Rendimiento del Título A



Fuente: Datos
Elaboración: Autora

La distribución de los Bonos del Estado, está centrada alrededor de una media o rendimiento promedio de 10%, con un riesgo o desviación estándar de 2%, esto en términos del Coeficiente de Variación nos indicaría que para obtener un 1% de rendimiento en este tipo de bonos, debemos asumir un 0,19 de riesgo. Además, su sesgo es igual a 0 lo que indica que tiene igual concentración de valores tanto a la izquierda como a la derecha y el valor de la curtosis es 3, situación característica de una distribución normal perfecta, formando una campana relativamente estrecha y apuntalada, lo que quiere decir que no existe una dispersión elevada de sus rendimientos y por ende este activo no presenta un notable riesgo.

Gráfico 26
Distribución de Frecuencias del Rendimiento del Título B

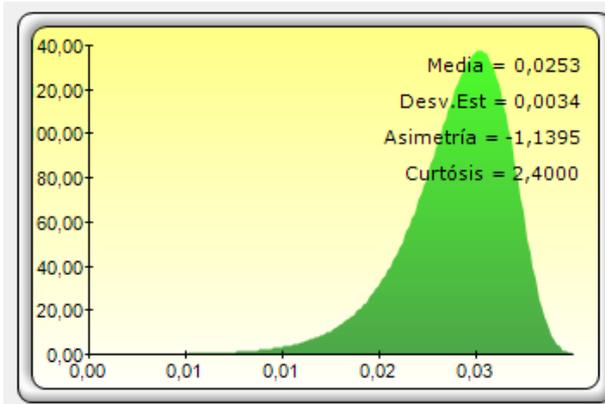


Fuente: Datos
Elaboración: Autora

La distribución del Certificados de Depósito emitidas por el Banco Pacífico, tiene una media de 4,38%, con un riesgo de 0,87%, esto en términos del Coeficiente de Variación nos indicaría que para obtener un 1% de rendimiento en este tipo de bonos,

debemos asumir un 0,19 de riesgo, su sesgo es igual a 0, la curtosis arroja un valor de 1.20, en consecuencia se forma una campana relativamente estrecha, esto significa que sus rendimientos no están muy dispersos y por ende este activo presente un riesgo bajo.

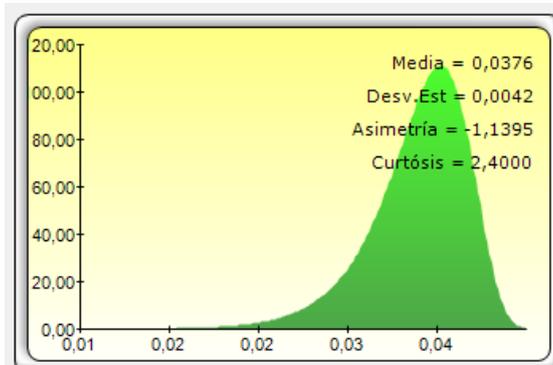
Gráfico 27
Distribución de Frecuencias del Rendimiento del Título C



Fuente: Datos
Elaboración: Autora

Los Certificados de Depósito emitidas por el Bco. de Desarrollo del Ecuador, tienen una media de 2,53%, con un riesgo de 0,34%, esto en términos del Coeficiente de Variación nos indica que para obtener un 1% de rendimiento en este tipo de bonos, debemos asumir un 0,14 de riesgo, su asimetría es igual a -1.14, es decir está sesgada hacia la izquierda y su curtosis es de 2,4, formando una campana relativamente estrecha, esto significa que sus rendimientos no están muy dispersos y por ende no presente un riesgo excesivamente elevado.

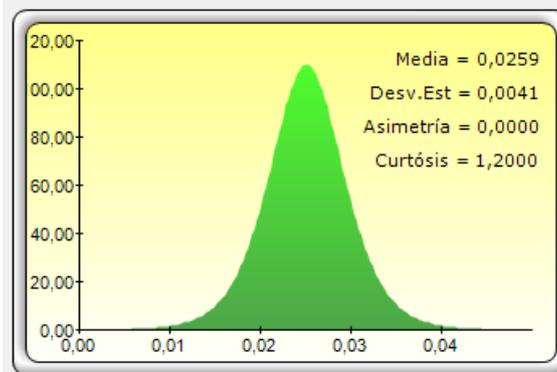
Gráfico 28
Distribución de Frecuencias del Rendimiento del Título D



Fuente: Datos
Elaboración: Autora

Los Certificados de Inversión L/P emitidos por la CFN, tienen una media de 3,76%, con un riesgo de 0,42%, según el Coeficiente de Variación nos indica que para obtener un 1% de rendimiento en este tipo de bonos, debemos asumir un 0,11 de riesgo, su sesgo es igual a -1,14, es decir la mayor parte de los datos están sesgados a la izquierda de la media, la curtosis arroja un valor de 2,4, en consecuencia, se forma una campana relativamente estrecha, esto significa que no existe una variación excesiva en sus rendimientos, por lo que el riesgo no es elevado.

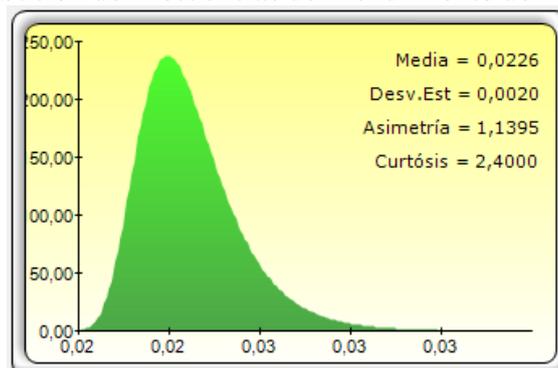
Gráfico 29
Distribución de Frecuencias del Rendimiento del Título E



Fuente: Datos
Elaboración: Autora

La distribución de frecuencias de los Certificados de Inversión C/P, emitidos por la CFN, tienen una media de 2,59%, con un riesgo de 0,41%, esto según el Coeficiente de Variación indica que para obtener un 1% de rendimiento en este tipo de bonos, debemos asumir un 0,18 de riesgo, su sesgo es igual a 0, su curtosis arroja un valor de 1.2, en consecuencia se forma una campana aproximada una distribución normal, esto significa que no existe una variabilidad elevada de sus rendimientos en el período analizado, por lo que no mantiene un riesgo elevado.

Gráfico 30
Distribución de Frecuencias del Rendimiento del Título F



Fuente: Datos
 Elaboración: Autora

Los Certificados de Tesorería emitidos por el Ministerio de Finanzas, presentan un rendimiento promedio de 2,26%, con un riesgo de 0,20%, según el Coeficiente de Variación nos indica que para obtener un 1% de rendimiento en este tipo de bonos, debemos asumir un 0,09 de riesgo, su asimetría es igual a 1,139, es decir presenta un sesgo hacia la derecha, la curtosis tiene un valor de 2,4, formando una campana relativamente estrecha, esto significa que el riesgo o volatilidad de estos activos es bajo.

Si bien las curvas de frecuencias de los activos analizados no muestran un comportamiento estrictamente normal, si presentan una aproximación elevada, pues ninguna de las curvas es plana, esto quiere decir que los rendimientos no están ni muy alejados ni muy concentrados alrededor de la media.

Anexo 6 Datos Iniciales para la Construcción del Modelo Primal – Dual

Tabla 26
Requerimientos y Stock de Seguridad

Requerimientos y Stock de Seguridad		
Periodo (meses)	Requerimiento (presupuestado)	Stock de seguridad
1	95,266.34	20,000.00
2	143,541.26	20,000.00
3	182,040.14	20,000.00
4	248,646.81	20,000.00
5	298,559.39	20,000.00
6	322,949.27	20,000.00
7	247,777.66	20,000.00
8	253,919.38	20,000.00
9	243,312.02	20,000.00
10	194,841.95	20,000.00
11	197,674.19	20,000.00
12	138,429.62	20,000.00
Total Requerimiento	2,566,958.03	

Fuente: Presupuesto del Fideicomiso FONAG, año 2019

Elaboración: Autora