



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONOMICAS  
ADMINISTRATIVAS Y DE COMERCIO**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN FINANZAS Y AUDITORÍA**

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
FINANZAS Y AUDITORIA**

**AUTOR: CHAMBA MACAS, JONATHAN XAVIER**

**TEMA: VALIDACIÓN DEL MODELO MEDIA-VARIANZA DE MARKOWITZ  
MEDIANTE LA ESTRUCTURACIÓN DE UN PORTAFOLIO DE INVERSIÓN  
CONFORMADO POR TRES ACCIONES REPRESENTATIVAS QUE  
COTICEN EN LA BOLSA DE VALORES DE QUITO.**

**DIRECTOR: ECON. VICUÑA, JEANNETH**

**CODIRECTOR: ECON. ZAPATA, JOSÉ**

**SANGOLQUÍ, MARZO 2014**

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y  
DE COMERCIO

**CERTIFICADO**

Econ. Jeanneth Vicuña

Econ. José Zapata

Certifican que el trabajo titulado “Validación del modelo Media-Varianza de Markowitz mediante la estructuración de un portafolio de inversión conformado por tres acciones representativas que coticen en la Bolsa de Valores de Quito”, realizado por Jonathan Xavier Chamba Macas ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple con las normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de las Universidad de las Fuerzas Armadas.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto en cual contiene los archivos en formato (.pdf).

Autorizan a Jonathan Xavier Chamba Macas que lo entregue al Ing. Álvaro Carrillo en su calidad de Director de la Carrera.

Sangolquí, 18 de marzo de 2014

---

Econ. Jeanneth Vicuña D.  
DIRECTORA

---

Econ. José Zapata A.  
CODIRECTOR

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y  
DE COMERCIO

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

CHAMBA MACAS JONATHAN XAVIER

**DECLARO QUE:**

El trabajo de grado denominado: “Validación del modelo Media-Varianza de Markowitz mediante la estructuración de un portafolio de inversión conformado por tres acciones representativas que coticen en la Bolsa De Valores de Quito”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme a las citas que constan descritas a lo largo de este estudio, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del trabajo de grado en mención.

Sangolquí, 18 de marzo de 2014

---

Jonathan Xavier Chamba Macas

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y  
DE COMERCIO

**AUTORIZACIÓN**

Yo, Jonathan Xavier Chamba Macas

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, la publicación en la biblioteca virtual de la institución del trabajo de grado titulado: “Validación del modelo Media-Varianza de Markowitz mediante la estructuración de un portafolio de inversión conformado por tres acciones representativas que coticen en la Bolsa De Valores de Quito”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, 18 de marzo de 2014

---

Jonathan Xavier Chamba Macas

## **DEDICATORIA**

Con todo mi cariño y amor, el presente trabajo está dedicado a mi Madre, quien día a día con su amor, sabiduría, dedicación y apoyo, ha fomentado en mí el valor de la perseverancia por alcanzar los sueños.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a todos quienes con su apoyo y buenos consejos han contribuido en el logro de mis metas profesionales y personales.

A mis padres, por ser los mejores maestros que he tenido, al inculcar en mí los valores de la constancia, humildad, honor y verdad.

A mi hermana, por su paciencia y cariño hacia mí.

A mis abuelitos, quienes son las personas que más admiro en la vida, quienes con sus consejos me incentivan para seguir adelante.

A mis tíos, tías, primos y primas que han estado conmigo en todo momento que he requerido de su apoyo.

A mi directora de tesis, quien con sus consejos y enseñanzas me ha permitido culminar este objetivo.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Certificado .....	i
Autoría de responsabilidad .....	ii
Autorización .....	iii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimiento .....	v
Índice de contenido.....	vi
Índice de figuras.....	xii
Índice de gráficos.....	xiii
Índice de tablas.....	xv
Resumen .....	xvii
Abstract .....	xviii
<b>CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.1. Definición del problema.....	1
1.1.2. Delimitación y alcance.....	5
1.2. Objetivos .....	5
1.2.1. General .....	5
1.2.2. Específicos.....	5
1.3. Justificación.....	6

1.4.	Metodología .....	7
1.4.1.	Enfoque del estudio.....	7
1.4.2.	Tipo de estudio.....	8
1.4.3.	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información .....	10
1.4.4.	Tratamiento de la información.....	12
CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL.....		14
2.1.	Marco Teórico .....	14
2.1.1.	Carteras eficientes .....	14
2.1.2.	Región factible .....	15
2.1.3.	Frontera eficiente .....	17
2.1.4.	Modelo de media varianza de Markowitz .....	19
2.1.5.	Versión dual del modelo media varianza.....	21
2.1.6.	Actitudes del inversionista frente al riesgo .....	22
2.1.7.	Proceso lógico para estructurar portafolios óptimos .....	23
2.2.	Marco Conceptual .....	25
CAPÍTULO III. EL ÍNDICE BURSÁTIL EN LA BOLSA DE VALORES DE QUITO .....		37
3.1.	Estructura del mercado de valores ecuatoriano .....	37
3.1.1.	Consejo Nacional de Valores .....	38
3.1.2.	Superintendencia de Compañías .....	38

3.1.3.	Bolsas de Valores .....	39
3.1.4.	Casas de Valores .....	40
3.1.5.	Calificadoras de Riesgo .....	41
3.1.6.	Administradoras de Fondos y Fideicomisos.....	42
3.1.7.	Depósitos centralizados de compensación y liquidación de valores .....	43
3.1.8.	Emisores de valores.....	43
3.2.	Instrumentos financieros negociados en la BVQ.....	44
3.2.1.	Valores de Renta Fija.....	45
3.2.2.	Valores de Renta Variable .....	45
3.2.3.	Otros valores.....	47
3.3.	Índices e Indicadores bursátiles de la BVQ.....	47
3.3.1.	Índices Bursátiles .....	47
3.3.2.	Indicadores Bursátiles .....	50
3.4.	Principales emisores de instrumentos financieros en la BVQ .....	53
3.4.1.	Principales emisores de renta variable.....	54
3.4.2.	Principales emisores de Renta Fija .....	58
3.5.	Selección y análisis de acciones de emisores representativos .....	59
3.5.1.	Corporación La Favorita C.A.....	60
3.5.2.	Holding Tonicorp S.A. ....	61

3.5.3. Holcim Ecuador S.A. ....	63
---------------------------------	----

## CAPÍTULO IV. PORTAFOLIO DE INVERSIÓN EFICIENTE

CONFORMADO POR TRES ACCIONES.....	65
-----------------------------------	----

4.1. Rentabilidad individual de una acción .....	65
--	----

4.1.1. Rentabilidad Aritmética .....	65
--------------------------------------	----

4.1.2. Rentabilidad Geométrica.....	66
-------------------------------------	----

4.1.3. Exclusión del dividendo de las ecuaciones de cálculo .....	67
---	----

4.1.4. Cálculo de las rentabilidades para el caso de estudio.....	67
---	----

4.2. Riesgo individual de una acción.....	72
---	----

4.2.1. Desviación estándar de una acción .....	72
--	----

4.2.2. Varianza de una acción.....	73
------------------------------------	----

4.2.3. Cálculo de la desviación estándar y la varianza para el caso de estudio.....	74
---	----

4.3. La covarianza y el coeficiente de correlación.....	76
---	----

4.3.1. Matriz de varianzas y covarianzas .....	78
--	----

4.3.2. Matriz de correlaciones .....	79
--------------------------------------	----

4.3.3. Construcción de la Matriz Varianza-Covarianza para el caso de estudio.....	81
---	----

4.3.4. Construcción de la Matriz de Correlaciones para el caso de estudio .....	83
---	----

4.4. Rentabilidad de un portafolio.....	86
---	----

4.4.1.	Cálculo de la rentabilidad del portafolio para el caso de estudio.....	86
4.5.	Riesgo de un portafolio .....	88
4.5.1.	Cálculo del riesgo del portafolio para el caso de estudio .....	90
4.6.	El modelo de media varianza de Markowitz .....	92
4.6.1.	Portafolio eficiente para el caso de estudio.....	93
4.7.	La región factible y la frontera eficiente.....	100
4.7.1.	Construcción de la región factible para el caso de estudio .....	100
4.7.2.	Determinación de la Frontera Eficiente para el caso de estudio ...	105
CAPÍTULO V. EVALUACIÓN DE RESULTADOS .....		108
5.1.	Resultados de los portafolios de inversión para inversionistas con diferentes perfiles de riesgo .....	108
5.1.1.	Portafolios de inversión para los perfiles de riesgo conservador, moderado y agresivo en el caso de estudio.....	111
5.1.2.	Análisis de resultados expuestos en cuadros y gráficos anteriores .....	116
5.2.	El efecto de la diversificación .....	118
5.2.1.	Portafolio mal diversificado .....	119
5.3.	Evaluación del cumplimiento del fundamento teórico “a mayor riesgo, mayor rentabilidad exigida” .....	122
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		126
6.1.	Conclusiones .....	126

6.2. Recomendaciones ..... 128

BIBLIOGRAFÍA..... 130

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1	Cálculo de rentabilidades mensuales por acción .....	69
Figura 2	Rentabilidad Mensual Media.....	71
Figura 3	Desviación estándar y Varianza.....	74
Figura 4	Matriz de varianza-covarianza .....	81
Figura 5	Matriz de correlaciones.....	84
Figura 6	Rentabilidad del portafolio .....	87
Figura 7	Riesgo del portafolio .....	91
Figura 8	Modelo media-varianza para el cálculo del riesgo y la rentabilidad de un portafolio conformado por 3 acciones.....	94
Figura 9	Portafolio de inversión optimizado para minimizar el riesgo .....	97
Figura 10	Portafolio de inversión optimizado para maximizar la rentabilidad .....	99
Figura 11	Portafolio de inversión: Perfil de riesgo conservador.....	112
Figura 12	Portafolio de inversión: Perfil de riesgo agresivo .....	113
Figura 13	Portafolio de inversión: Perfil de riesgo moderado.....	115
Figura 14	Portafolio mal diversificado .....	120

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Región factible .....	16
Gráfico 2	Frontera eficiente y carteras de mínima varianza .....	18
Gráfico 3	Actitudes del inversionista frente al riesgo.....	23
Gráfico 4	Fases del modelo media-varianza de Markowitz .....	24
Gráfico 5	Estructura del Mercado de Valores del Ecuador.....	37
Gráfico 6	Instrumentos financieros negociados en la BVQ .....	44
Gráfico 7	Matriz de varianza-covarianza .....	79
Gráfico 8	Matriz de correlaciones.....	80
Gráfico 9	Ingreso de parámetros a Solver.....	95
Gráfico 10	Cuadro de diálogo de Solver.....	97
Gráfico 11	Región Factible para el caso de estudio .....	105
Gráfico 12	Frontera Eficiente para el caso de estudio.....	106
Gráfico 13	Estructura del portafolio de inversión: Perfil de riesgo conservador .....	112
Gráfico 14	Estructura del portafolio de inversión: Perfil de riesgo agresivo .....	114
Gráfico 15	Estructura del portafolio de inversión: Perfil de riesgo moderado.....	115
Gráfico 16	Portafolios de inversión y frontera eficiente .....	116
Gráfico 17	Estructura de un portafolio mal diversificado .....	120

Gráfico 18	Portafolios eficientes vs no eficiente .....	120
Gráfico 19	Riesgo y rentabilidad en los portafolios de inversión para el caso de estudio.....	124

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Montos totales bursátiles negociados a nivel nacional en miles de dólares por tipo de renta .....	2
Tabla 2	Porcentajes de montos totales bursátiles negociados a nivel nacional por tipo de renta .....	2
Tabla 3	Montos y porcentajes bursátiles negociados en la BVQ por sector .....	4
Tabla 4	Resumen de emisores registrados en la Intendencia de Mercado de Valores de Quito - IMVQ .....	54
Tabla 5	Ranking del mercado accionario por capitalización bursátil.....	55
Tabla 6	Ranking del mercado accionario por montos negociados.....	56
Tabla 7	Ranking del mercado accionario por número de transacciones	57
Tabla 8	Ranking consolidado del mercado accionario.....	58
Tabla 9	Ranking de emisores de renta fija.....	59
Tabla 10	Información bursátil de Corporación La Favorita S.A.....	60
Tabla 11	Principales indicadores financieros de Corporación La Favorita S.A. ....	61
Tabla 12	Información bursátil de Holding Tonicorp S.A.....	62
Tabla 13	Principales indicadores financieros de Holding Tonicorp S.A. ...	63
Tabla 14	Información bursátil de Holcim Ecuador S.A.....	64
Tabla 15	Principales indicadores financieros de Holcim Ecuador S.A. ....	64

Tabla 16	Precios de cierre mensual de las acciones.....	68
Tabla 17	Casos de inversión total en un solo activo.....	101
Tabla 18	Portafolio de mínima varianza global.....	102
Tabla 19	Combinaciones aleatorias entre los títulos que conforman el portafolio .....	103
Tabla 20	Riesgo y rentabilidad de las acciones del caso de estudio .....	123

## RESUMEN

El presente estudio tiene por objetivo validar el modelo de Media-Varianza desarrollado por Harry Markowitz, para lo cual se ha estructurado un portafolio de inversión conformado por tres acciones representativas que coticen en la Bolsa de Valores de Quito. Este estudio se desarrolla en seis capítulos y con un enfoque cuantitativo. En el capítulo uno se plantea el problema, los objetivos, la justificación y metodología empleada. En el capítulo dos, se hace referencia a la base teórica y conceptual necesaria para comprender el modelo de Media-Varianza. En el capítulo tres, se analizan las opciones de inversión disponibles en la Bolsa de Valores de Quito y se seleccionan tres acciones de emisores representativos. En el capítulo cuatro, se construye el modelo de Media-Varianza con las acciones seleccionadas en el capítulo tres. En el capítulo cinco, se evalúa el comportamiento del riesgo, la rentabilidad y la estructura del portafolio para diferentes perfiles de riesgo. Y en el capítulo seis, se redactan las conclusiones y recomendaciones a las cuales se ha llegado una vez concluido este estudio.

**Palabras clave:** Modelo de Media-Varianza, Portafolio de inversión, Riesgo-Rentabilidad, Acciones, Bolsa de Valores de Quito.

## ABSTRACT

This study aims to validate the Mean-Variance Model created by Harry Markowitz, for which it has structured an investment portfolio composed of three representative shares listed at Quito Stock Exchange. This study was carried out in six chapters with a quantitative approach. In chapter one are raised the problem, the objectives, rationale and methodology used in the research. In chapter two are defined the theoretical and conceptual foundations needed to understand the Mean-Variance model. In chapter three are analyzed the investment options available at Quito Stock Exchange and, three representative issuers of shares are selected. In chapter four the Mean-Variance model is constructed with the shares selected in chapter three. In chapter five the behavior of risk, return and portfolio structure for different risk profiles is assessed. And in chapter six the conclusions and recommendations which has been reached once this study completed are written.

**Keywords:** Mean-Variance model, Investment portfolio, Risk-Return, Shares, Quito Stock Exchange.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

##### **1.1.1. Definición del problema**

El mercado de valores ecuatoriano formalmente regulado data sus inicios al 28 de Mayo de 1993 cuando se expide la primera Ley de Mercado de Valores para regular su actividad, generando inicialmente un efecto positivo en los montos negociados en los años de 1993 y 1994, consecuencia de un incremento en la emisión de títulos de renta variable que llegaron a representar el 52% del total de montos bursátiles negociados para los años mencionados. Sin embargo, ese auge fue momentáneo, pues desde 1995 hasta el presente, el crecimiento del mercado de valores ecuatoriano ha sido paulatino y, en el caso de los títulos de renta variable, estos han disminuido su porcentaje de comercialización, llegando a representar en promedio tan solo el 3% del total de los montos bursátiles negociados como se puede apreciar en las tablas 1 y 2.

**Tabla 1. Montos totales bursátiles negociados a nivel nacional en miles de dólares por tipo de renta**

Año	BOLSA DE QUITO			BOLSA DE GUAYAQUIL			Total
	Fija	Variable	Total BVQ	Fija	Variable	Total BVG	Nacional
2008	2.443.024	83.828	2.526.852	2.550.008	94.141	2.644.149	5.171.001
2009	2.432.607	472.621	2.905.228	2.638.250	883.806	3.522.056	6.427.284
2010	2.336.791	71.974	2.408.765	2.637.045	60.111	2.697.156	5.105.921
2011	1.719.790	73.001	1.792.791	1.927.929	39.916	1.967.845	3.760.636
2012	1.609.035	104.231	1.713.266	1.994.947	39.904	2.034.851	3.748.117

Fuente: Boletín mensual. Bolsa de Valores de Quito, Junio 2013

Elaborado por: autor de la investigación

**Tabla 2. Porcentajes de montos totales bursátiles negociados a nivel nacional por tipo de renta**

Año	BOLSA DE QUITO			BOLSA DE GUAYAQUIL			Total
	Fija	Variable	Total BVQ	Fija	Variable	Total BVG	Nacional
2008	47%	2%	49%	49%	2%	51%	100%
2009	38%	7%	45%	41%	14%	55%	100%
2010	46%	1%	47%	52%	1%	53%	100%
2011	46%	2%	48%	51%	1%	52%	100%
2012	43%	3%	46%	53%	1%	54%	100%

Fuente: Boletín mensual. Bolsa de Valores de Quito, Junio 2013

Elaborado por: autor de la investigación

Según Andes<sup>1</sup> (2013) nuestro mercado de valores se caracteriza por ser conservador definido por una cultura bursátil ecuatoriana que prefiere las operaciones con títulos de renta fija a las de renta variable, razón por la cual los emisores del sector privado se inclinan por emitir certificados de depósito, certificados de inversión y titularizaciones; provocando que la emisión e inversión en títulos a largo plazo y de renta variable como son las acciones sea mínima.

<sup>1</sup> Andes, corresponde a las siglas de Agencia Pública de Noticias del Ecuador y Suramérica.

Adicionalmente, la cultura bursátil ecuatoriana a más de ser conservadora ha sido poco difundida, lo cual se evidencia en la baja participación en el mercado de valores de la sociedad en general e incluso de las grandes empresas, por la falta de conocimiento en la forma de operación, oportunidades de obtener recursos a menor costo y más ventajas que ofrece este mercado.

Por último, es necesario indicar que gran parte de los de títulos de renta fija corresponden a la negociación de bonos estatales, como se puede apreciar en la Tabla 3, lo cual genera que el mercado de valores ecuatoriano sea en gran medida dependiente de la actividad bursátil realizada por el Estado y proclive a verse afectado por cualquier disminución en las negociaciones bursátiles del sector público, como lo ocurrido en estos últimos meses del año 2013, debido a que varias entidades públicas negociaron bonos estatales entre sí de 'forma directa'<sup>2</sup>, sin necesidad de emplear el mercado de valores.

---

<sup>2</sup> En el Artículo 144 del Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas aprobado por la Asamblea Nacional, se menciona que la negociación de bonos estatales se la realizará a través de las bolsas de valores, exceptuando los casos en que la negociación sea entre instituciones u organismos del sector público, en cuyo caso será en forma directa.

**Tabla 3. Montos y porcentajes bursátiles negociados en la BVQ por sector**

Año	Emisor				Total
	Privado	%	Público	%	
2010	\$ 1.330.786.794,23	55%	\$ 1.077.948.490,90	45%	\$ 2.408.735.285,13
2011	\$ 1.241.340.111,70	69%	\$ 551.508.314,57	31%	\$ 1.792.848.426,27
2012	\$ 1.194.057.412,18	70%	\$ 519.353.870,52	30%	\$ 1.713.411.282,70
Jun-13	\$ 223.005.499,78	42%	\$ 303.106.815,99	58%	\$ 526.112.315,77

Fuente: Boletín mensual. Bolsa de Valores de Quito, Junio 2013

Elaborado por: autor de la investigación

Los datos anteriores demuestran la realidad en la cual se encuentra el mercado de valores ecuatoriano, es decir, con un crecimiento moderado y ampliamente dominado por la comercialización de títulos de renta fija emitidos por el sector público y privado, aspectos que convierten al mercado de valores local en poco dinámico y con limitadas posibilidades de crecimiento.

Por lo tanto, el presente estudio pretende contribuir al enriquecimiento de los aspectos técnicos de la cultura bursátil en nuestro país, enfocado especialmente a aquellos inversores y administradores de fondos que buscan rentabilidades superiores a las ofrecidas por el sistema financiero tradicional, a través de la conformación de portafolios de inversión con títulos de renta variable, buscando de esta forma contribuir con un instrumento para el inversionista que es la estructuración de un portafolio de inversiones permitiéndole minimizar y diversificar el riesgo.

### **1.1.2. Delimitación y alcance**

El presente estudio, se realizará considerando los siguientes aspectos:

- Delimitación espacial: información pública de las cotizaciones históricas de las acciones que transan en la Bolsa de Valores de Quito.
- Delimitación en tiempo: los datos históricos de cotización de las acciones comprendidos entre los años 2011 y 2013.
- Delimitación metodológica: aplicación del modelo Media-Varianza de Harry Markowitz para la construcción de un portafolio conformado por tres (3) acciones.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. General**

Validar la aplicabilidad del modelo Media-Varianza de Markowitz mediante la estructuración de un portafolio de inversión conformado por tres acciones representativas que coticen en la Bolsa de Valores de Quito.

### **1.2.2. Específicos**

- Analizar y seleccionar tres alternativas de inversión en acciones de emisores que coticen en la Bolsa de Valores de Quito.
- Estructurar un portafolio óptimo de inversión con acciones previamente seleccionadas aplicando el modelo media varianza.

- Analizar el comportamiento del riesgo, rendimiento y estructura del portafolio de inversión, en función de los perfiles agresivo, moderado y conservador del inversionista.

### **1.3. Justificación**

El modelo de Media-Varianza creado por Harry Markowitz significó un gran avance en materia de inversiones financieras, de ahí que se constituye como el fundamento de la Teoría Moderna de Portafolios, tal es así, que todos los modelos posteriores desarrollados para construir portafolios de inversión toman como base el modelo de Markowitz, razón por la cual, este modelo debe ser estudiado, aplicado y validado por los centros de investigación científica en la universidades y demás institutos de estudio relacionados al área económica-financiera.

El mercado de valores abre nuevas oportunidades de inversión para las personas naturales o jurídicas, y de financiamiento para las empresas y el estado, generando actividad a nivel productivo y contribuyendo al desarrollo económico; por lo cual, es de especial importancia para los inversionistas y administradores de fondos, el tener un conocimiento previo referente a los fundamentos de la Teoría moderna de portafolios, a fin de que cuenten con una herramienta adicional que les permita estructurar sus inversiones en función de su perfil y objetivos financieros.

Los mercados bursátiles no son estáticos ni uniformes, lo cual significa que presentan características y comportamientos diferentes para cada

economía en función del escenario en el cual se desarrollan; considerando lo anterior, es necesario que el modelo desarrollado por Markowitz sea empleado en el mercado bursátil ecuatoriano con el objetivo de validar su aplicabilidad en la estructuración de portafolios de inversión con acciones que coticen en el mercado de valores ecuatoriano.

#### **1.4. Metodología**

El presente estudio, se realizará considerando los siguientes aspectos metodológicos:

##### **1.4.1. Enfoque del estudio**

El enfoque cuantitativo es definido como el que “toma como centro de su proceso de investigación a las mediciones numéricas, utiliza la observación del proceso en forma de recolección de datos y los analiza para llegar a responder sus preguntas de investigación.” (Cortés & Iglesias, 2005)

Además en este enfoque “se utiliza necesariamente el Análisis Estadístico, se tiene la idea de investigación, las preguntas de investigación, se formulan los objetivos, se derivan las hipótesis, se eligen las variables del proceso y mediante un proceso de cálculo se contrastan las hipótesis.” (Cortés & Iglesias, 2005)

En función de esto, el presente estudio se realizará desde un enfoque cuantitativo porque para cumplir con el objetivo general que es ‘Validar la aplicabilidad del modelo Media-Varianza de Markowitz mediante la

estructuración de un portafolio de inversión óptimo conformado por tres acciones representativas que coticen en la Bolsa de Valores de Quito', se empleará el método de Media-Varianza de Markowitz, en el cual emplean procedimientos estadísticos y de programación lineal a fin de identificar un portafolio eficiente con los títulos previamente seleccionados.

## **1.4.2. Tipo de estudio**

### **1.4.2.1. Correlacional**

Los estudios correlacionales son definidos en el manual de 'Metodología de la investigación' como los que tienen por propósito "medir el grado de relación que exista entre dos o más conceptos o variables (en un contexto en particular)" (Herández, Fernández, & Baptista, 2008)

Además, el objeto de estos estudios es "conocer el comportamiento de una variable respecto a modificaciones de otras variables, por lo que con frecuencia busca predecir y, en ocasiones, extrapolar el comportamiento de alguna variable objetivo." (Ramirez, 2005)

En este sentido, uno de los objetivos específicos de este estudio busca analizar el comportamiento de las variables riesgo y rendimiento en la estructuración de portafolios de inversión, así como también, el efecto que la correlación entre ambas variables mencionadas tiene sobre la estructura del portafolio identificado como eficiente. Adicionalmente, se pretende validar el fundamento teórico de "a mayor riesgo, mayor rentabilidad exigida", nuevamente delimitado por las variables riesgo y rendimiento, en donde se analizará si "cuanto mayor es el riesgo asumido por el inversionista, mayor

es la rentabilidad del portafolio identificado como óptimo” en función de las tres actitudes generales del inversionista frente al riesgo.

#### **1.4.2.2. Documental**

El estudio documental es aquel que “se realiza a través de la consulta de documentos (libros, revistas, periódicos, memorias, anuarios, registros, códigos, constituciones, etc.)” (Grajales, 2000)

El presente estudio es documental en la medida que requiere de fuentes primarias de información referente a los precios de cotización de las acciones transadas en la Bolsa de Valores de Quito, las cuales corresponden a cotizaciones diarias de las acciones seleccionadas por un periodo histórico comprendido entre el 2011 y 2013, que serán la base de los cálculos econométricos empleados para la construcción del portafolio de inversión aplicando la metodología de Harry Markowitz.

#### **1.4.2.3. Exploratorio**

Los estudios exploratorios tienen como objetivo “examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes.” (Cortés & Iglesias, 2005)

En este sentido, el presente estudio es de tipo exploratorio, puesto que son muy pocos los estudios académico-científicos relacionados con la aplicación práctica de las bases de la Teoría Moderna de Portafolios a la realidad ecuatoriana.

### **1.4.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información**

El presente estudio empleará los siguientes instrumentos para la recolección de la información:

#### **1.4.3.1. Fuentes documentales y estadísticas**

Es aquella en la cual la “recolección de información se realiza a través de internet, bibliotecas, organismos, etc. Consiste en obtener información ya recolectada previamente, es decir, de fuentes secundarias, para luego analizarla estadísticamente.” (Hueso & Cascant, 2012). En este estudio, se emplearán las siguientes fuentes de información:

- Series históricas de las cotizaciones de los precios al cierre de las acciones que transan en la Bolsa de Valores de Quito.
- Boletines y pulsos bursátiles mensuales emitidos por la Bolsa de Valores de Quito.
- Textos académicos relacionados con la Teoría Moderna de Portafolios.
- Tesis digitales e impresas de otros estudios relacionados.

#### **1.4.3.2. La observación**

La observación es “un procedimiento por el cual se recoge información observable sobre un determinado aspecto de interés y de acuerdo a un procedimiento establecido.” (Hueso & Cascant, 2012)

En este estudio, se emplearán la observación durante la fase inicial de selección de acciones que conformarán el portafolio de inversión, es decir,

acciones de emisores considerados representativos en función de su participación en el mercado bursátil accionario de la Bolsa de Valores de Quito. También se empleará la observación en la fase de aplicación del modelo de Media-Varianza para varios perfiles de inversionistas, registrando el comportamiento del portafolio en su estructura dado por un nivel de riesgo asumido o rendimiento esperado.

#### **1.4.3.3. Muestreo**

Hueso y Cascant (2012) definen al muestreo como el proceso de selección de entre una serie de sujetos para obtener información sobre ellos, además, dentro de la investigación cuantitativa el muestreo se lo realiza con el propósito de que el análisis de la muestra permita tener una idea aproximada del origen poblacional del cual provienen.

Existen varios tipos de muestreo, que de forma general los podemos clasificar muestreos: aleatorios, pseudoaleatorios y no aleatorios. Los muestreos pseudoaleatorios “no se pueden considerar aleatorios, pero que si pretenden, en cierta medida, ser representativos, [...], o mejor dicho, la selección de la muestra puede depender más o menos de la arbitrariedad del investigador o investigadora.” (Hueso & Cascant, 2012)

Para el presente estudio se empleará el *muestreo pseudoaleatorio intencional* definido como aquel en el cual “el investigador determina la muestra según su propio criterio, aunque siempre con la intención de obtener una muestra más o menos representativa de la población.” (Hueso & Cascant, 2012)

En este estudio, la muestra consistirá en seleccionar tres (3) acciones considerando:

- Empresas emisoras más representativas que negocien a través de la Bolsa de Valores de Quito.
- Exista información histórica referente a sus cotizaciones a partir del año 2011.

#### **1.4.4. Tratamiento de la información**

Toda la información recopilada, así como su presentación y análisis del estudio serán presentada considerando los siguientes parámetros:

##### **1.4.4.1. Presentación**

- Las referencias bibliográficas y notas de énfasis serán redactadas en función de las normas APA vigentes en la actualidad.
- Los gráficos, figuras y tablas empleados para representar la información y diferentes análisis serán estandarizados en tamaño, forma, presentación y numeración.
- La información numérica y estadística que por su naturaleza sea extensa o, cualquier otra información que amerite su presentación por separado, será presentada en la sección Anexos.

##### **1.4.4.2. Procesamiento**

La información estadística previamente recopilada será procesada, ordenada y estandarizada mediante el uso de la aplicación ofimática

'Microsoft Excel'<sup>3</sup>, para su posterior procesamiento y análisis. Para procesar la información y estructurar el Portafolio de inversión, se empleará el complemento ofimático '*solver*'<sup>4</sup>, por su facilidad en uso y debido a que en esencia es una aplicación de programación lineal aplicable al modelo de Media-Varianza de Markowitz.

---

<sup>3</sup> Microsoft Excel es una hoja de cálculo electrónica que permite el análisis de datos.

<sup>4</sup> Solver es un complemento de la herramienta ofimática Microsoft Excel que permite resolver problemas de programación lineal.

## CAPÍTULO II

### MARCO REFERENCIAL

#### 2.1. Marco Teórico

##### 2.1.1. Carteras eficientes

Se entiende por cartera eficiente aquella que permite la mejor combinación entre el binomio rentabilidad-riesgo dentro de los activos disponibles en el mercado, en función de la conducta racional de inversionista, la cual establece que:

- “Ante la elección entre dos inversiones con el mismo riesgo que ofrezcan distintas rentabilidades, el inversor elegirá aquella con mayor rentabilidad.” (Gitman & Joehnk, 2005)
- “Del mismo modo, con dos instrumentos que ofrezcan la misma rentabilidad pero que difieran en el riesgo, el inversor que muestre aversión al riesgo preferirá aquella con menor riesgo.” (Gitman & Joehnk, 2005)

Analíticamente, una cartera  $p$  será eficiente si:

- Una cartera  $q$  presenta mayor rendimiento que la cartera  $p$ , entonces la cartera  $q$  es más riesgosa que la cartera  $p$ .

$$\forall q E(R_q) > E(R_p) \rightarrow \sigma_q^2 > \sigma_p^2$$

- O, si una cartera  $q$  presenta un rendimiento igual a la cartera  $p$ , entonces el riesgo de la cartera  $q$  es mayor o igual que la cartera  $p$ .

$$\forall q E(R_q) = E(R_p) \rightarrow \sigma_q^2 \geq \sigma_p^2$$

En otros términos podemos decir que, una cartera  $p$  es eficiente cuando:

- Cualquier otra cartera  $q$  de menor riesgo presente también menor rentabilidad que la cartera  $p$ ,

$$\forall q \sigma_q^2 < \sigma_p^2 \rightarrow E(R_q) < E(R_p)$$

- O, cualquier otra cartera  $q$  con igual riesgo que la cartera  $p$ , presente una rentabilidad menor o igual que la cartera  $p$ .

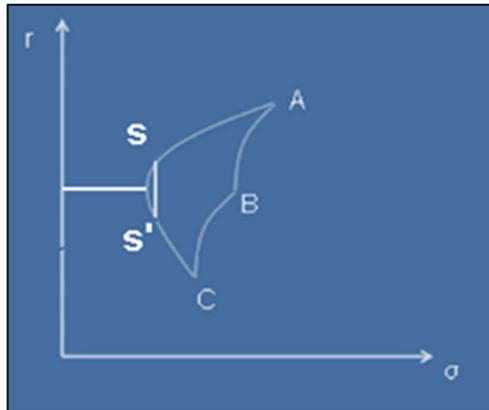
$$\forall q \sigma_q^2 = \sigma_p^2 \rightarrow E(R_q) \leq E(R_p)$$

En ambos casos, observamos que la cartera  $p$  no es dominada por ninguna otra cartera, lo cual significa que  $p$  es eficiente.

### 2.1.2. Región factible

Se denomina región factible a aquella que está compuesta por todas las posibles carteras que se pueden obtener combinando un conjunto de  $n$  títulos, en donde  $n$  es mayor o igual a dos ( $n \geq 2$ ). (Alexander, Sharpe, & Bailey, 2003) Gráficamente, la región factible presenta la característica de ser convexa como se puede apreciar en el gráfico 1.

### Gráfico 1. Región factible



Fuente: Fundamentos de inversiones. Alexander, Sharpe, & Bailey, 2003

Elaborado por: autor de la investigación

En el gráfico 1, la región factible es aquella figura convexa ubicada en el plano conformada por tres títulos (A, B y C); en donde todas las combinaciones de títulos que den como resultado un punto dentro de los límites de la figura convexa son carteras factibles y, fuera de ella son carteras no factibles, es decir, que no se pueden construir con la combinación de esos tres títulos.

Dentro de la región factible podemos distinguir los siguientes tipos de carteras:

- Carteras conformadas por un subconjunto de títulos, tal como el segmento convexo AB en el gráfico 1, el cual representa todas las posibilidades de conformación de carteras con los títulos A y B.
- Carteras conformadas por todos los títulos, que en el gráfico 1 es el segmento convexo AC que incluye a B y, que de igual manera representan todas las posibilidades de conformar carteras con los títulos A, B y C.

Por último, algo que se debe tener claro es que una cartera con mínimo riesgo no es sinónimo de cartera eficiente, por ello, dentro de la región factible también diferenciamos entre:

- Carteras eficientes, y
- Carteras no eficientes.

En el gráfico 1, observamos a las carteras  $s$  y  $s'$ , ambas con el mismo nivel de riesgo ( $\sigma$ ); sin embargo,  $s$  es una cartera eficiente y  $s'$  es una cartera no eficiente, debido a que con un mismo nivel de riesgo ( $\sigma$ ), la cartera  $s$  ofrece un mayor rendimiento que la cartera  $s'$ .

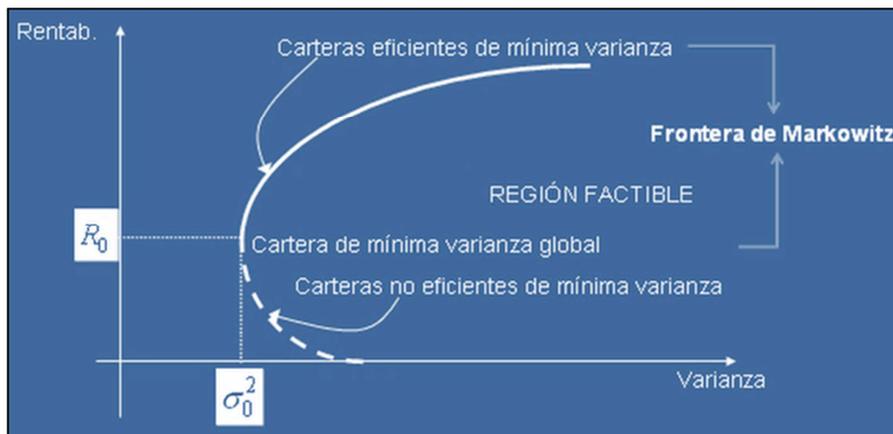
### 2.1.3. Frontera eficiente

Alexander, Sharpe y Bailey (2003) definen a la 'frontera eficiente'<sup>5</sup> como el conjunto de todas las carteras eficientes, es decir aquellas que presentan menor riesgo dado un nivel de rentabilidad. En función de lo anterior, el punto de separación entre la frontera eficiente y la frontera no eficiente se denomina Cartera de mínima varianza global, como lo podemos observar representado en el gráfico 2.

---

<sup>5</sup> La frontera eficiente también es denominada como 'frontera de Markowitz'

## Gráfico 2. Frontera eficiente y carteras de mínima varianza



Fuente: Análisis y selección de inversiones en mercados financieros. Brun & Moreno, 2008

Elaborado por: autor de la investigación

‘La cartera de mínima varianza global’<sup>6</sup> representada como el punto  $(\sigma_0^2; R_0)$  en el gráfico 2, corresponde a la cartera con el menor riesgo para un conjunto de activos financieros, es decir, no es posible obtener un menor riesgo para una combinación de activos financieros dada. Si bien, todas las carteras que se encuentran dentro de la región factible son opciones de inversión, para el inversionista, las carteras eficientes de mínima varianza representadas en el gráfico 2 como una línea continua convexa, constituyen opciones de inversión válidas y, por lo tanto, las carteras no eficientes de mínima varianza representadas por la línea entrecortada en el gráfico 2, así como también las carteras no eficientes que se encuentran dentro de la región factible pueden ser descartables.

<sup>6</sup> La cartera de mínima varianza también es denominada como Cartera Cero

#### 2.1.4. Modelo de media varianza de Markowitz

Consiste en un modelo de programación matemática constituido por una función objetivo y dos restricciones, que busca según Alexander, Sharpe y Bailey (2003) minimizar el riesgo (varianza) de una cartera para un nivel de rendimiento esperado.

Este modelo, parte de los siguientes supuestos básicos:

1. “El rendimiento de cualquier título o cartera es descrito por una variable aleatoria subjetiva, cuya distribución de probabilidad para el período de referencia es conocida por el inversor.” (Universidad Autónoma de Madrid, 2012)
2. “El riesgo de un título, o cartera, viene medido por la varianza (o desviación típica) de la variable aleatoria representativa de su rendimiento.” (Universidad Autónoma de Madrid, 2012)
3. “El inversor preferirá aquellos activos financieros que tengan un mayor rendimiento para un riesgo dado, o un menor riesgo para un rendimiento conocido.” (Universidad Autónoma de Madrid, 2012)

El modelo de Media-Varianza se plantea analíticamente de la siguiente manera:

1. Función objetivo, que consiste en minimizar la varianza (riesgo) de la cartera:

$$\text{Min} \sum_{j=i}^n \sum_{i=1}^n x_i x_j \sigma_{ij}$$

2. Sujeto a dos restricciones:

- a. Que la suma en proporción del peso de la inversión en cada título sea igual a uno (1).

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

- b. Que la rentabilidad de la cartera sea igual a la rentabilidad exigida por el inversionista  $R_p$ .

$$\sum_{i=1}^n x_i r_i = R_p$$

En donde:

- $x_i$  representa el peso de la inversión en el título  $i$
- $x_j$  representa el peso de la inversión en el título  $j$
- $\sigma_{ij}$  corresponde a la covarianza entre los títulos  $ij$
- $r_i$  corresponde al rendimiento esperado para el título  $i$
- $R_p$  representa el rendimiento del portafolio o cartera

En este caso,  $R_p$ , es decir la rentabilidad esperada por el inversionista, es la variable sujeta a modificaciones y en función de la cual se determina el conjunto de carteras eficientes de mínima varianza factibles para invertir.

### 2.1.5. Versión dual del modelo media varianza

Consiste en obtener la frontera eficiente maximizando la rentabilidad para un nivel de riesgo (varianza) determinado, cuyo planteamiento analítico es el siguiente:

1. Función objetivo, consiste en maximizar la rentabilidad de la cartera.

$$\text{Max} \sum_{i=1}^n x_i r_i$$

2. Sujeto a dos restricciones:

- a. Que la suma en proporción del peso de la inversión en cada título sea igual a uno (1).

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

- b. Que el riesgo de la cartera sea igual al riesgo dispuesto a aceptar por parte del inversionista.

$$\sum_{j=i}^n \sum_{i=1}^n x_i x_j \sigma_{ij} = \sigma_p^2$$

En donde:

- $x_i$  representa el peso de la inversión en el título  $i$
- $x_j$  representa el peso de la inversión en el título  $j$
- $\sigma_{ij}$  corresponde a la covarianza entre los títulos  $ij$
- $r_i$  corresponde al rendimiento esperado para el título  $i$

- $\sigma_p^2$  representa la varianza (riesgo) de la cartera o portafolio

En este caso,  $\sigma_p^2$ , es decir el riesgo dispuesto a aceptar por parte del inversionista, es la variable sujeta a modificaciones y en función de la cual se determina el conjunto de carteras eficientes de mínima varianza factibles para invertir.

### **2.1.6. Actitudes del inversionista frente al riesgo**

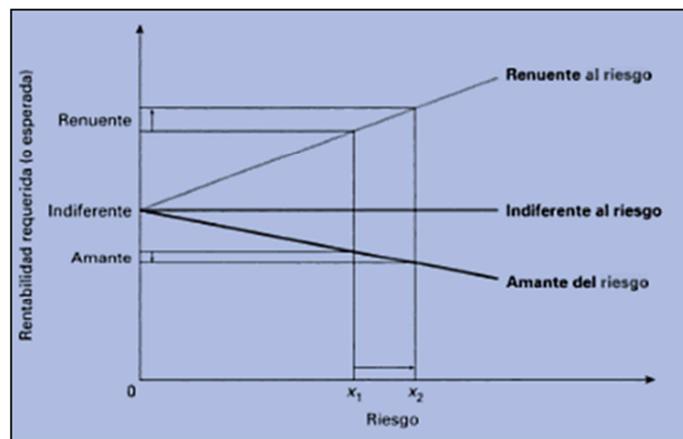
Harry Markowitz, justifica su modelo de media-varianza que busca optimizar una cartera de inversión, en función del nivel de aversión al riesgo por parte del inversionista y su actitud ante los rendimientos esperados.

Para Gitman y Joehnk (2005) existen tres actitudes del inversionista frente al riesgo, tales como:

1. Indiferente frente al riesgo, para el cual “la rentabilidad requerida no varía cuando el riesgo va de  $x_1$  a  $x_2$ .” (Gitman & Joehnk, 2005). Ello significa que el inversionista se mantiene neutral o indiferente si tuviese que elegir entre dos alternativas con el mismo nivel de rendimiento esperado.
2. Renuente al riesgo, para el cual “la rentabilidad requerida aumente ante un incremento del riesgo.” (Gitman & Joehnk, 2005). Lo cual implica que entre dos alternativas de inversión con un mismo nivel de rentabilidad esperada, el inversionista elegirá la de menor riesgo.

3. Amante del riesgo, para el cual “la rentabilidad requerida disminuye para un incremento de riesgo.” (Gitman & Joehnk, 2005). Es decir, este inversionista elegirá aquella inversión con mayor riesgo para un mismo nivel de rentabilidad esperado.

**Gráfico 3. Actitudes del inversionista frente al riesgo**



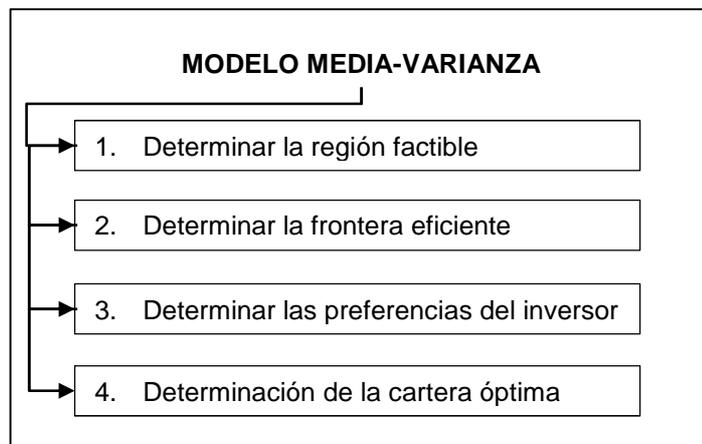
Fuente: Fundamentos de inversiones. Gitman, L., & Joehnk, M., 2005

Elaborado por: Gitman, L., & Joehnk, M

Si bien, no es una ley, generalmente los inversionistas son renuentes o presentan aversión al riesgo, de modo que, como podemos observar en el gráfico 3 cuanto mayor es la rentabilidad esperada mayor es el riesgo asumido.

### 2.1.7. Proceso lógico para estructurar portafolios óptimos

La construcción de portafolios de inversión óptimos con la metodología de Markowitz, es un proceso sistemático y ordenado conformado por cuatro fases, tal como lo podemos observar en el gráfico 4.

**Gráfico 4. Fases del modelo media-varianza de Markowitz**

Fuente: Rentabilidad y riesgo de carteras y activos. Facultad de Economía de la Universidad de Valencia. Martínez, 2008

Elaborado por: autor de la investigación

Como observamos en el gráfico 4, la construcción de un portafolio o cartera óptima consiste en:

1. Determinar la región factible, para lo cual se analizará el conjunto de activos cotizados en el mercado estimando su rentabilidad esperada y riesgo en función de las varianzas de cada título y las covarianzas entre sí.
2. Determinar la frontera eficiente, es decir el conjunto de posibilidades de inversión eficientes en función de un riesgo asumido o rentabilidad esperada por el inversionista.
3. Determinar las preferencias del inversor en cuanto a su insaciabilidad en función de la rentabilidad y su aversión frente al riesgo.
4. Determinar la cartera óptima, considerando las preferencias del inversionista (en cuanto a rentabilidad y riesgo), seleccionando

aquella cartera de mínima varianza eficiente que cumpla las preferencias del inversor.

## **2.2. Marco Conceptual**

### **Acción**

“Cada una de las partes o fracción en que se encuentra dividido el capital de una sociedad anónima” (Greco, 2006, pág. 17)

### **Activo Financiero**

“Nombre genérico que se les da a las inversiones en títulos valores tales como acciones, obligaciones, bonos, fondos públicos, etc.” (Bolsa de Valores de Quito, 2010, pág. 3)

### **Administradoras de fondos y fideicomisos**

“Son compañías anónimas que tienen por objeto administrar fondos de inversión y negocios fiduciarios.” (Bolsa de Valores de Quito, 2006, pág. 10)

### **Aversión al riesgo**

“Tendencia de los accionistas, inversores o administradores financieros a evitar el riesgo.” (Greco, 2006, pág. 62)

### **Bolsa de Valores**

“Mercado abierto dedicado a la negociación de títulos, valores públicos y privados; obligado al cumplimiento de las normas legales para operar.” (Greco, 2006, pág. 89)

**Bonos del estado**

“Son valores de deuda pública emitidos a largo plazo por el Gobierno Central a través del Ministerio de Finanzas, mediante decreto ejecutivo de emisión que establece los montos, plazos o intereses a devengarse.” (Bolsa de Valores de Quito, 2010, pág. 7)

**Calificación de riesgo**

“Es la opinión especializada emitida por una entidad autorizada para el efecto, que determina la solvencia y probabilidad de cumplimiento del emisor para el pago del capital e intereses de los valores emitidos.” (Bolsa de Valores de Quito, 2010, pág. 8)

**Calificadoras de riesgo**

“Son compañías anónimas o de responsabilidad limitada, independientes que tienen por objeto la calificación de riesgo de emisores de valores.” (Bolsa de Valores de Quito, 2010, pág. 9)

**Cartera eficiente**

También denominada portafolio eficiente, es aquella “que proporciona el rendimiento esperado más alto para un nivel dado de riesgo o, de forma equivalente, proporciona el riesgo más bajo para un rendimiento esperado dado.” (Emery, Stowe, & Finnerty, 2000, pág. 195)

**Casa de valores**

“Son personas jurídicas y las únicas autorizadas para ejercer la intermediación en el mercado de valores.” (Bolsa de Valores de Quito, 2010, pág. 10)

**Capitalización bursátil**

“Valor de mercado agregado de un valor, igual al precio de mercado de una unidad multiplicado por el número total de unidades emitidas de valor.” (Alexander, Sharpe, & Bailey, 2003, pág. 695)

**Consejo Nacional de Valores**

“Es el órgano adscrito a la Superintendencia de Compañías que tiene la función de establecer la política general del mercado de valores, regular su funcionamiento y a los entes que lo integran.” (Bolsa de Valores de Quito, 2010, pág. 13)

**Cotización**

“Precio alcanzado en el mercado por un valor o bien.” (Bolsa de Valores de Quito, 2010, pág. 14)

**Covarianza**

“Es una medida de la dependencia lineal entre dos variables aleatorias. Si la covarianza es positiva indica que las dos variables se mueven en la misma dirección, si es negativa indica que las dos variables se mueven en direcciones opuestas.” (Wooldridge, 2010, pág. 730)

Fórmula en Anexo 1 Ecuación 5.

**Coeficiente de correlación**

“La covarianza dividida entre las desviaciones estándar de las dos variables aleatorias” (Emery, Stowe, & Finnerty, 2000, pág. 193)

Fórmula en Anexo 1 Ecuación 6.

**Desviación estándar**

“Medida común de la dispersión de la distribución de una variable aleatoria” (Wooldridge, 2010, pág. 837)

Fórmula en Anexo 1 Ecuación 3.

**Diversificación de la cartera**

“Distribución en diversos valores negociables del conjunto de una cartera de valores, con el objeto de aminorar el riesgo de la misma.” (Bolsa de Valores de Quito, 2010, pág. 17)

**Diversificación del riesgo**

“Reparto o distribución de capitales o dinero de forma que un rendimiento desfavorable de una inversión no afecte a las restantes.” (Greco, 2006, pág. 201)

**Dividendo**

“Utilidad que se abona al accionista de una sociedad por acciones, o por un fondo común de inversión, y que se halla en relación proporcional a la tenencia accionaria que aquél posee de la sociedad.” (Greco, 2006, pág. 201)

**Ecu-Index**

“Es un índice accionario que refleja adecuadamente el desenvolvimiento del mercado bursátil nacional en su conjunto.” (Bolsa de Valores de Quito, 2010, pág. 20)

**Función objetivo**

“Es la ecuación que será optimizada dadas las limitaciones o restricciones determinadas y con variables que necesitan ser minimizadas o maximizadas usando técnicas de programación lineal o no lineal.” (Enciclopedia Financiera)

**Frontera eficiente**

Son “todas las combinaciones de portafolios eficientes [...] que tienen el mayor rendimiento esperado para un nivel de riesgo dado o, equivalentemente, tienen el menor nivel de riesgo para un nivel de rendimiento dado” (Dumrauf, 2010, pág. 210)

**Gestión de carteras**

“Actividad consistente en obtener el máximo rendimiento de una cartera o conjunto de valores que se han entregado para su gestión a un gestor individual o entidad financiera.” (Bolsa de Valores de Quito, 2010, pág. 28)

**Inversión**

“Es la colocación de un capital en actividades que generan réditos en el corto, largo y mediano plazo.” (Bolsa de Valores de Quito, 2010, pág. 33)

**Inversor o inversionista**

“Persona física o jurídica que se dedica de forma habitual a aplicar sus recursos financieros a la adquisición de activos o títulos, esperando obtener con su posterior enajenación una rentabilidad.” (Santandreu, 2002, pág. 118)

**Media**

“Es el promedio ponderado por probabilidad de todos los posibles resultados de una variables aleatoria.” (Emery, Stowe, & Finnerty, 2000, pág. 190)

Fórmula en Anexo 1 Ecuación 2.

**Mercado bursátil**

“Es el conformado por ofertas, demandas y negociación de valores inscritos en el Registro del Mercado de Valores y en las Bolsa de Valores.” (Bolsa de Valores de Quito, 2010, pág. 39)

**Mercado financiero eficiente**

“Existen cuando los precios de los activos reflejan toda la información pública disponible acerca de la economía, los mercados financieros y empresas específicas involucradas.” (Van Horne & Wachowicz, 2002, pág. 112)

**Mercado de valores**

“Lugar en el que se negocian valores y títulos.” (Santandreu, 2002, pág. 133)

**Mercado primario**

“Es donde se venden por primera vez los valores mobiliarios (acciones, obligaciones, etc.)” (Domínguez, 2011, pág. 167)

**Mercado secundario**

“Aquel en el que se realizan transacciones de títulos y valores ya emitidos y suscritos.” (Santandreu, 2002, pág. 134)

**Muestra**

“Es el conjunto de operaciones utilizadas para obtener la información necesaria para su valoración, proveniente de las fuentes transaccionales respectivas.” (Bolsa de Valores de Quito, 2010, pág. 42)

**Optimizar**

“Maximizar o minimizar la función objetivo.” (Palo & Laramie, 2000, pág. 57)

**Oferta pública**

“Es la propuesta que un emisor o un tenedor de valores dirige al público, con el objeto de negociar valores en el mercado.” (Bolsa de Valores de Quito, 2006, pág. 10)

**Portafolio de valores**

“Conjunto de valores de renta fija y variable que integran el patrimonio mobiliario de una persona natural o jurídica” (Bolsa de Valores de Quito, 2010, pág. 48)

**Precio de cotización**

“Aquel que paga un inversor en el mercado secundario. Normalmente se compra cuando el precio es bajo y se vende cuando es alto.” (Greco, 2006, pág. 419)

**Programación lineal**

“Modelo matemático que tiene una función objetivo lineal para optimizar, sujeto a un conjunto de restricciones lineales.” (Soler, Molina, & Rojas, 2005, pág. 257)

**Registro de mercado de valores**

“Es un ente adscrito a la Superintendencia de Compañías, en la cual se inscribe la información pública respecto de los emisores, los valores y las demás instituciones que pertenecen al mercado de valores.” (Bolsa de Valores de Quito, 2013, pág. 17)

**Ratio bursátil**

“Relación entre dos magnitudes bursátiles que puede expresarse en forma de un cociente o de un porcentaje.” (Bolsa de Valores de Quito, 2010, pág. 53)

**Rendimiento**

“Ingresos que se reciben por una inversión, sumados a las variaciones en el precio del mercado; los cuales por lo general se expresan como porcentaje del precio inicial del mercado de la inversión” (Van Horne & Wachowicz, 2002, pág. 94)

Fórmula en Anexo 1 Ecuación 1.

**Renta fija**

“Se denominan así porque el tipo de interés a remunerar la inversión está prefijado de antemano, por lo que el emisor se compromete a pagar el mismo en el vencimiento acordado de antemano.” (Santandreu, 2002, pág. 168)

**Renta variable**

“Se denomina así al conjunto de los activos financieros que no tienen un vencimiento fijado y cuyo rendimiento, variará según el desempeño de la empresa emisora.” (Bolsa de Valores de Quito, 2010, pág. 55)

**Restricciones**

“Son las expresiones matemáticas que limitan el rango de valores que pueden asumir las variables de decisión.” (Maroto, Alcaraz, Ginestar, & Segura, 2012, pág. 24)

**Riesgo**

“Incertidumbre asociada con el valor de fin de periodo de una inversión” (Alexander, Sharpe, & Bailey, 2003, pág. 710)

**Riesgo de cartera**

“Riesgo ligado a la variación de los precios de los activos que integran una cartera de valores.” (Bolsa de Valores de Quito, 2010, pág. 56)

**Riesgo sistemático**

“Variabilidad del rendimiento de las acciones o portafolios, asociada con las variaciones en los rendimientos del mercado en general.” (Van Horne & Wachowicz, 2002, pág. 102)

**Riesgo no sistemático**

“Variabilidad del rendimiento de las acciones o portafolios, que no se explica por los rendimientos del mercado en general. Se puede evitar con la diversificación.” (Van Horne & Wachowicz, 2002, pág. 102)

**Rueda de viva voz**

“Es la reunión de operadores de valores, en representación de sus respectivas casa de valores, que realizan negociaciones de valores en el piso de rueda de la Bolsa de Valores.” (Bolsa de Valores de Quito, 2010, pág. 57)

**Rueda electrónica**

“Es el sistema de interconexión de las ofertas, demandas, calces y cierres de operaciones que se efectúan a través de una red de computadores de propiedad de la Bolsa.” (Bolsa de Valores de Quito, 2010, pág. 57)

**Sistema financiero**

“Conjunto de instituciones que proporcionan los medios de financiación al sistema económico para el desarrollo de sus actividades.” (Bolsa de Valores de Quito, 2010, pág. 60)

**Superintendencia de compañías**

“Es el organismo público autónomo, encargado de ejecutar la política general del mercado dictada por el CNV y ejercer el control y vigilancia de los diferentes participantes de ese mercado.” (Bolsa de Valores de Quito, 2006, pág. 8)

**Transacción bursátil**

“Equivale a una operación que se efectúa por medio de una casa de valores y por medio de los mecanismos transaccionales que ofrece la Bolsa de compraventa en Bolsa.” (Bolsa de Valores de Quito, 2010, pág. 66)

**Valores**

“Se considera valor al derecho o conjunto de derechos de contenido esencialmente económico, a los que se refiere la Ley de Mercado de Valores.” (Bolsa de Valores de Quito, 2010, pág. 69)

**Valores de renta fija**

“Son valores de deuda cuyo rendimiento es conocido y queda establecido el momento mismo de la transacción y pueden negociarse con un descuento o premio en el precio.” (Bolsa de Valores de Quito, 2006, pág. 85)

**Valores de renta variable**

“La naturaleza de estos valores no es la deuda, sino su carácter patrimonial.” (Bolsa de Valores de Quito, 2006, pág. 86)

**Varianza**

“Una medida ponderada por probabilidad de la dispersión de todos los posibles resultados alrededor de la media.” (Emery, Stowe, & Finnerty, 2000, pág. 192)

Fórmula en Anexo 1 Ecuación 4.

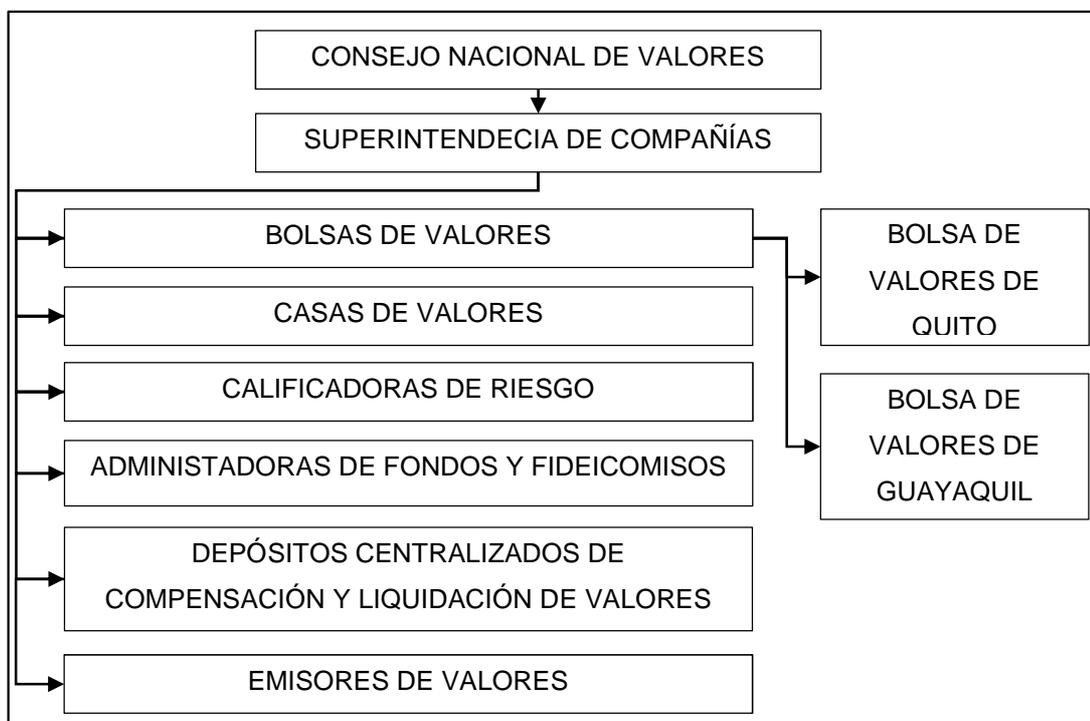
## CAPÍTULO III

### EL ÍNDICE BURSÁTIL EN LA BOLSA DE VALORES DE QUITO

#### 3.1. Estructura del mercado de valores ecuatoriano

En el Ecuador, el Consejo Nacional de Valores y la Superintendencia de Compañías constituyen los principales organismos reguladores del Mercado de Valores ecuatoriano, que según el marco legal vigente, se encuentra a su vez conformado por instituciones de servicio y apoyo como: Bolsas de Valores, Casas de Valores, Emisores de Valores, Administradoras de Fondos y Fideicomisos, Calificadoras de Riesgo y, Depósitos Centralizados de Compensación y Liquidación de Valores; tal como se puede apreciar en el Gráfico 5.

**Gráfico 5. Estructura del Mercado de Valores del Ecuador**



Fuente: Ley de Mercado de Valores vigente. Consejo Nacional de Valores, 1998

Elaborado por: autor de la investigación

### **3.1.1. Consejo Nacional de Valores**

Es el organismo rector del mercado de valores, que se encuentra adscrito a la Superintendencia de Compañías y, cuya principal función es establecer la política general del mercado de valores y regulación de su funcionamiento. El CNV<sup>7</sup>, se encuentra conformado por siete integrantes, de los cuales cuatro corresponden al sector público y tres al sector privado, de la siguiente manera:

- Superintendente de Compañías
- Delegado del Presidente de la República
- Superintendente de Bancos y Seguros
- Presidente del Directorio del Banco Central
- Tres integrantes del sector privado designados por el Presidente de la República.

### **3.1.2. Superintendencia de Compañías**

En materia de mercado de valores, la Superintendencia de Compañías es un organismo público que goza de autonomía, teniendo como principal función la ejecución de la política general del mercado de valores dictada por el CNV; además, controla y vigila a los diferentes partícipes del mercado a través de las Intendencias de Mercado de Valores de Quito y Guayaquil creadas para su efecto.

---

<sup>7</sup> CNV corresponde a las siglas de Consejo Nacional de Valores.

Dentro de las principales atribuciones y responsabilidades de la Superintendencia de Compañías referentes al mercado de valores podemos mencionar:

- Inspeccionar a los partícipes,
- Investigar denuncias e infracciones, e imponer las sanciones respectivas,
- Requerir y suministrar información pública,
- Autorizar, suspender y cancelar las ofertas públicas,
- Autorizar el funcionamiento de las instituciones partícipes,
- Llevar el 'Registro del Mercado de Valores'<sup>8</sup>,
- Monitorear la estabilidad, solidez y correcto funcionamiento de las diferentes instituciones partícipes sujetas a la regulación,
- Difundir la normativa legal, entre otras.

### **3.1.3. Bolsas de Valores**

Son corporaciones civiles sin fines de lucro, que tienen como principal responsabilidad el brindar los mecanismos y servicios pertinentes para la negociación de valores en términos de equidad, transparencia, seguridad y precio justo; dirigido a casas de valores, instituciones del sector público y demás partícipes del mercado.

Las Bolsas de Valores actúan como auténticos mercados en el cual, compradores y vendedores autorizados convergen para negociar valores

---

<sup>8</sup> Es un registro en el cual se inscribe información pública relacionada a los emisores, los valores y demás instituciones que conforman el mercado de valores.

debidamente inscritos, a través de las diferentes modalidades de transacción permitidas, tales como: ruedas de bolsa, subastas, rueda electrónica, sistemas transaccionales y de información, entre otros.

En Ecuador existen dos Bolsas de Valores, que actúan como Intendencias del Mercado para Quito y Guayaquil respectivamente, de la siguiente manera:

**Bolsa de Valores de Quito (BVQ):** sus inicios son en calidad de compañía anónima fundada mediante escritura pública de Agosto 25 de 1969 por iniciativa de la Comisión de Valores de la Corporación Financiera Nacional. Posteriormente, luego de la expedición de la primera Ley de Mercado de Valores, en Mayo 31 de 1994 se transforma en Corporación Civil Bolsa de Valores de Quito.

**Bolsa de Valores de Guayaquil (BVG):** nace como sociedad anónima de derecho privado en Septiembre 2 de 1969, para luego tras la expedición de la primera Ley de Mercado de Valores convertirse en Corporación Civil Bolsa de Valores de Guayaquil.

#### **3.1.4. Casas de Valores**

Son compañías anónimas cuya función es la de ejercer la intermediación de valores y demás actividades relacionadas. Las casas de valores, son las únicas autorizadas por la normativa para ejercer la intermediación bursátil, que es realizada a través de personas debidamente calificadas y registradas denominadas operadores de valores y, que actúan bajo responsabilidad solidaria con las casas de valores a las cuales pertenecen.

Considerando lo anterior, son responsabilidades de las Casas de Valores las siguientes:

- Brindar asesoría en materia bursátil a personas naturales y jurídicas,
- Ejecutar las instrucciones de sus 'comitentes'<sup>9</sup> en el mercado bursátil y extrabursátil,
- Administrar portafolios de valores de instrumentos invertidos en el mercado de valores,
- Colocar y distribuir emisiones primarias, entre otras.

A Noviembre de 2013, existen un total de 38 casas de valores inscritas y miembros de las Bolsas de Valores de Quito y Guayaquil respectivamente, como se puede apreciar en el Anexo 2.

### **3.1.5. Calificadoras de Riesgo**

Son compañías anónimas o sociedades de responsabilidad limitada autorizadas y reguladas por la Superintendencia de Compañías, cuya principal función es la calificación de riesgo tanto de los valores como de sus emisores y, debido a su función, en cumplimiento a la normativa legal vigente, son entidades completamente independientes de las demás instituciones del mercado, conformadas por un comité de calificación que basan su opinión de riesgo en la Ley de Mercado de Valores y el Reglamento de calificación de riesgo.

**Calificación de riesgo:** “es una opinión independiente, objetiva y técnicamente fundamentada sobre la solvencia y seguridad de un

---

<sup>9</sup> Persona natural o jurídica que contrata los servicios de una Casa de Valores

determinado instrumento financiero, emitido por alguna empresa (en el mercado de valores) o de una entidad financiera” (Bolsa de Valores de Quito, 2013)

Considerando lo anterior, cualquier valor colocado y negociado en el mercado de valores es sujeto de una calificación de riesgo, a excepción de aquellos valores emitidos, avalados o garantizados por el Banco Central del Ecuador y el Ministerio de Economía y Finanzas; así como también acciones y otros valores patrimoniales, para los cuales la calificación de riesgo es opcional.

A Noviembre de 2013, existen un total de siete Calificadoras de Riesgo vigentes y autorizadas por la Superintendencia de Compañías, cuyo detalle se presenta en el Anexo 3.

### **3.1.6. Administradoras de Fondos y Fideicomisos**

Son compañías o sociedades anónimas que tienen por objetivo social únicamente los siguientes:

- Administrar fondos de inversión,
- Administrar negocios fiduciarios tales como fideicomisos mercantiles y encargos fiduciarios,
- Actuar como emisores de procesos de titularización,
- Representar fondos internacionales de inversión.

Considerando lo anterior, estas entidades no pueden ejercer ninguna otra actividad diferente a las ya mencionadas.

### **3.1.7. Depósitos centralizados de compensación y liquidación de valores**

Son compañías anónimas autorizadas por la Superintendencia de Compañías que cumpliendo con los parámetros, índices, relaciones y otras normas de solvencia, control y prudencia financiera determinadas por el CNV, tienen como actividad principal las siguientes:

- Recibir en depósito valores inscritos, encargarse de su custodia y conservación,
- Brindar los servicios de liquidación y registro de transferencia de los valores depositados,
- Operar como cámaras de compensación de valores.

En Ecuador, DECEVALE<sup>10</sup> y DCV-BCE<sup>11</sup> son los únicos Depósitos centralizados de compensación y liquidación de valores autorizados por la Superintendencia de Compañías.

### **3.1.8. Emisores de valores**

Son todas las personas jurídicas privadas y entidades del sector público que, conforme a la normativa a la normativa legal vigente, están en capacidad de emitir valores o derechos de contenido esencialmente económico para ser colocados y negociados en el mercado de manera libre.

---

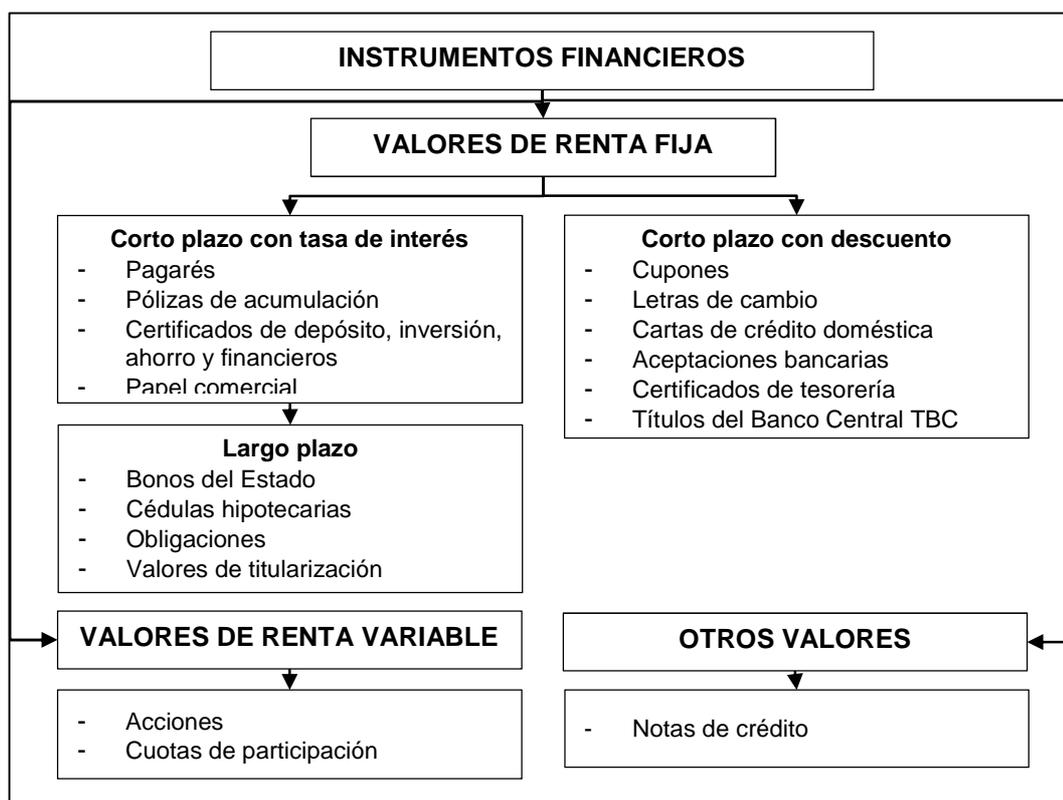
<sup>10</sup> DECEVALE corresponde a las siglas de Depósito Centralizado de Compensación y Liquidación de Valores, que es la única Sociedad Anónima constituida y autorizada por la Superintendencia de Compañías para ejercer las actividades de depósito centralizado.

<sup>11</sup> DCV-BCE corresponde a las siglas de Depósito Centralizado de Valores del Banco Central del Ecuador.

### 3.2. Instrumentos financieros negociados en la BVQ

En la Bolsa de Valores de Quito se negocian títulos valores que otorgan un derecho o participación patrimonial a su tenedor y en contraparte una obligación para su emisor, que de forma general los podemos clasificar en títulos de renta variable y renta fija a corto y largo plazo, como podemos apreciar en el Gráfico 6.

**Gráfico 6. Instrumentos financieros negociados en la BVQ**



Fuente: Bolsa de Valores de Quito, 2013

Elaborado por: autor de la investigación

### 3.2.1. Valores de Renta Fija

Son instrumentos financieros con carácter de deuda, que tienen un plazo de vencimiento y un rendimiento en función de una tasa de interés determinada durante su emisión, por lo cual el tenedor del valor percibe beneficios económicos de manera periódica a lo largo de la vida del instrumento financiero o a su vencimiento. Para la Bolsa de Valores de Quito, la clasificación de los Valores de renta fija es la siguiente:

**Valores de corto plazo con tasas de interés:** tienen un periodo de vigencia entre uno y trecientos sesenta días, tiempo durante el cual devengan una tasa de interés determinada.

**Valores de corto plazo con descuento:** de igual manera su periodo de vigencia es entre uno y trecientos sesenta días, pero en lugar de devengar un interés, el premio de estos valores viene dado por el descuento en el precio de negociación en el mercado.

**Valores de largo plazo:** tienen un periodo de vigencia mayor a trecientos sesenta días, en el cual devengan una tasa de interés fijada.

### 3.2.2. Valores de Renta Variable

Son instrumentos financieros de carácter patrimonial, cuya rentabilidad viene dada por el desempeño económico y financiero del emisor en forma de dividendo o capital. Estos valores no tienen vencimiento fijado ni tampoco rendimiento predeterminado por una tasa de interés, siendo su clasificación la siguiente:

**Acciones:** equivalen a fracciones o partes iguales en las que se encuentra dividido el capital de una compañía, otorgándole a su tenedor participación en el capital suscrito y el resultado económico de la entidad emisora. La rentabilidad en las acciones es mediante dividendos en efectivo o dividendos en acciones, en ambos casos, los dividendos van en proporción al porcentaje de participación del tenedor sobre el total del capital suscrito de la compañía emisora. Adicionalmente, las acciones generan rentabilidad cuanto son negociadas en el mercado a un precio mayor al de adquisición, es decir, efectuando una operación de compra-venta que dé como resultado un balance positivo.

Según la 'Codificación de Resoluciones del Consejo Nacional de Valores' (2013), existen dos clases de acciones:

- **Acciones ordinarias:** son emitidas sin ningún tipo de derecho adicional a los derechos fundamentales de los accionistas reconocidos en la normativa legal. Tienen derecho a dividendos una vez que se haya pagado a las acciones preferidas.
- **Acciones preferidas:** están otorgan derechos adicionales a sus tenedores en aspectos relacionados al pago de dividendos, reembolso de capital o liquidación; sin embargo, por su naturaleza no tienen derecho a voto.

**Cuotas de participación:** son valores que representan los aportes dados por los inversionistas o constituyentes a un fondo colectivo, con el fin de invertirlos en valores o proyectos productivos específicos, cuya gestión está a cargo de una administradora de fondos. Estos valores son de libre

negociación en el mercado y para ello requieren de una calificación de riesgo.

### **3.2.3. Otros valores**

Dadas sus características, algunos títulos valores negociados en el mercado no son clasificables en los grupos de renta fija o variable. Para el caso de la Bolsa de Valores de Quito tenemos:

- **Notas de crédito:** son valores emitidos por el Servicio de Rentas Internas que no tienen fecha de vencimiento ni reeditúan intereses. Su empleo se limita a operaciones de crédito tributario como el pago de impuestos y su negociación en el mercado de valores es en base al precio.

## **3.3. Índices e Indicadores bursátiles de la BVQ**

### **3.3.1. Índices Bursátiles**

Los índices bursátiles son un conjunto de indicadores que representan la actividad bursátil de un país, ciudad o sector productivo, dada por la negociación de instrumentos financieros en el mercado de valores. En la Bolsa de Quito se manejan tres índices bursátiles que se exponen a continuación.

#### **3.3.1.1. Índice de Rendimiento - IRBQ**

Este índice “indica la tendencia de los rendimientos diarios del mercado ponderados por los montos negociados con relación al promedio de

rendimientos de los últimos dos meses” (Bolsa de Valores de Quito, 2006)

Analíticamente se expresa de la siguiente manera:

$$IRBQ = \frac{\text{Rendimiento promedio del día}}{\text{Rendimiento promedio de la base (de } t - 5 \text{ a } t - 65)} \times 100$$

Como podemos observar el IRBQ tiene una base móvil, razón por la cual solo es válido para analizar la tendencia de los rendimientos en el corto plazo, considerando los siguientes aspectos:

- Cuando el IRBQ resultado está por encima de 100, significa que el rendimiento del mercado está en alza, caso contrario, si el resultado está por debajo de 100 indica una tendencia de los rendimientos hacia la baja.
- Con el objetivo de evitar distorsiones en el resultado, este índice toma como base los rendimientos de los últimos 60 días excluyendo los últimos 5 días anteriores, razón por la cual la base es entre  $t-5$  hasta  $t-65$ , en donde  $t$  corresponde a la fecha en la cual se realiza el cálculo del índice.

### 3.3.1.2. Índice de Volumen – IVQ

Es un índice bursátil que indica “la tendencia del volumen negociado en el día con relación al volumen promedio diario negociado en el bimestre anterior móvil” (Bolsa de Valores de Quito, 2006) Analíticamente se expresa de la siguiente manera:

$$IVQ = \frac{\text{Monto negociado del día}}{\text{Promedio diario del monto negociado en el periodo base (de } t - 5 \text{ a } t - 65)} * 100$$

De igual manera, el IVQ presenta un periodo base móvil, considerando lo siguiente:

- Cuando el resultado del IVQ esté por encima de 100, representa que el volumen bursátil negociado en la Bolsa de Quito se está incrementado; caso contrario, si el resultado está por debajo de 100 significa que el volumen bursátil negociado está disminuyendo.
- El periodo base corresponde al monto promedio diario negociado entre los 65 y 5 días anteriores a la fecha de cálculo.

### 3.3.1.3. Índice de Cotización de Acciones – ECU-INDEX

Es un índice bursátil que “sirve para mostrar la evolución general de los precios del mercado accionario” (Bolsa de Valores de Quito, 2006)

Analíticamente se expresa en los siguientes términos:

$$ECUINDEX = \left[ \left[ \sum \left( \frac{PN}{PB} \times \frac{C.B.I.S.(i)}{\sum C.B.I.S.} \times F \right) \times 1000 \right] - 1000 \right] + ECU.INICIO.SEM.$$

En donde:

- **PN**, corresponde al precio de cada acción al día de cálculo
- **PB**, corresponde al precio de cada acción al día base
- **C.B.I.S.**, corresponde al número de acciones circulantes por el precio de la compañía (i) en el día inicial del semestre
- **F**, corresponde al factor de correlación

El ECU-INDEX resultado, expresa la tendencia de los precios de las acciones considerando lo siguiente:

- Si el índice cae, significa una disminución en los precios de las acciones; caso contrario, si el índice sube, significa un incremento en los precios de las acciones.
- El ECU-INDEX se calcula a nivel global cuando incluye a las acciones de todo el mercado y, a nivel sectorial cuando se lo segmenta en financiero, industrial y de servicios.
- Para su cálculo se emplean los precios al cierre de cada acción, y en el caso que acciones del mismo emisor se negocien en la Bolsa de Quito y Guayaquil, se toman los precios al cierre cuyo valor sea el más alto.

### **3.3.2. Indicadores Bursátiles**

A diferencia de los índices bursátiles que permiten tener una idea de la evolución y comportamiento general del mercado de valores; los indicadores bursátiles, permiten evaluar el posicionamiento, participación e importancia de cada empresa o partícipe con respecto al mercado valores en su totalidad. Considerando lo anterior, tenemos los siguientes indicadores bursátiles:

#### **3.3.2.1. Capitalización bursátil**

Es un indicador que valora el capital total de una compañía en función de los precios del mercado de las acciones, es decir, expresa el valor de

mercado de una empresa tomando como base el número de acciones en circulación y su respectiva cotización. Analíticamente, la capitalización bursátil es:

$$\text{Capitalización bursátil} = UPC \times NAC$$

En donde:

- UPC, corresponde al último precio de cotización de las acciones
- NAC, corresponde al total de acciones en circulación.

### 3.3.2.2. Utilidad por acciones

Este indicador muestra la rentabilidad correspondiente a cada acción de capital en función de la utilidad neta del ejercicio de la empresa emisora. Analíticamente se expresa en los siguientes términos:

$$\text{Utilidad por acciones} = \frac{\text{Utilidad del Ejercicio}}{\text{Número de acciones en circulación}}$$

### 3.3.2.3. Precio / Utilidad

Este indicador muestra la relación entre el precio de cotización y utilidad por acción, dando como resultado el número de veces en que el precio es superior a la utilidad por acción, permitiendo estimar el plazo necesario para cubrir la inversión inicial con la utilidad esperada. Analíticamente, el Precio / Utilidad es:

$$\text{Precio/Utilidad} = \frac{\text{Precio de la acción}}{\text{Utilidad de la acción}}$$

#### **3.3.2.4. Valor en libros**

Muestra la relación entre el patrimonio y el número de acciones en circulación de la empresa, dando como resultado el valor patrimonial o contable de cada acción. Analíticamente, este indicador se expresa como:

$$\text{Valor en libros} = \frac{\text{Patrimonio}}{\text{Acciones circulantes}}$$

#### **3.3.2.5. Rotación de acciones**

Este indicador muestra el número de veces en que las acciones circulantes de una empresa han rotado, es decir, la frecuencia de negociación de las acciones en un periodo de tiempo determinado, lo cual significa la liquidez de estos títulos valores dada por la oferta-demanda en el mercado. Analíticamente, la rotación en acciones es:

$$\text{Rotación de acciones} = \frac{\text{Acciones transadas en el mes}}{\text{Acciones circulantes}}$$

#### **3.3.2.6. Promedio de transacciones**

Este indicador muestra en promedio cuantas acciones han sido negociadas por transacción efectuada en el mercado de valores. Este promedio se obtiene con la siguiente ecuación:

$$\text{Promedio de transacciones} = \frac{\text{Número de acciones negociadas}}{\text{Número de transacciones realizadas}}$$

### 3.3.2.7. Presencia bursátil

Este indicador tiene por objetivo determinar el nivel de participación de las acciones de un emisor en las negociaciones bursátiles totales en un periodo de tiempo. La presencia bursátil se calcula estableciendo la relación entre el número de días negociados y el número de ruedas en el mes, de la siguiente manera:

$$\textit{Presencia bursátil} = \frac{\textit{Número de días negociados Mes}}{\textit{Número de ruedas Mes}}$$

### 3.4. Principales emisores de instrumentos financieros en la BVQ

En el informe estadístico titulado ¿Quiénes y cuántos somos?, elaborado por la Dirección de Estudios de Mercado de Valores (Superintendencia de Compañías, 2013), a Septiembre 2013 existen un total de 434 emisores de instrumentos financieros legalmente inscritos en el Registro de Mercado de Valores, de los cuales 186 corresponden a emisores inscritos en la Intendencia de Mercado de Valores de Quito, cuyo detalle se puede apreciar en la Tabla 4.

**Tabla 4. Resumen de emisores registrados en la Intendencia de Mercado de Valores de Quito - IMVQ**

<b>EMISORES REGISTRADOS EN LA IMVQ</b>	
Total registrados	186
<b>Segmentación por Tipo</b>	
Compañía	107
Instituciones Públicas	6
Organismos Internacionales	1
Fideicomisos de Titularización	72
<b>Segmentación Financiero / No Financiero</b>	
Financiero	69
No Financiero	117
<b>Segmentación por Sector</b>	
Público	8
Privado	176
No Aplica	1

Fuente: Informe ¿Quiénes y cuántos somos? Superintendencia de Compañías, Diciembre 2013

Elaborado por: autor de la investigación

### 3.4.1. Principales emisores de renta variable

En la Tabla 4 se puede apreciar un total de 107 compañías registradas que dada su naturaleza se constituyen en potenciales emisores de acciones, sin embargo, en la Bolsa de Valores Quito son solo 43 las compañías y sociedades anónimas las que están catalogadas como emisoras de valores de renta variable, cuyo detalle se encuentra en el Anexo 4.

Considerando la realidad de nuestro mercado de valores, en donde el 97% de las negociaciones bursátiles corresponden a instrumentos de renta fija, son muy pocas las compañías y sociedades anónimas las que mantienen una participación activa en el mercado de renta variable; pese a ello, con el objetivo de evaluar el comportamiento de este segmento del mercado de valores, la Superintendencia de Compañías elabora un Ranking

de emisores de acciones considerando tres criterios, los cuales se exponen a continuación:

### 3.4.1.1. Ranking por capitalización bursátil

Este ranking establece una relación descendente de los emisores de acciones en función de la capitalización bursátil alcanzada a la fecha de cálculo, tal como se puede apreciar en la Tabla 5.

**Tabla 5. Ranking del mercado accionario por capitalización bursátil**

Ranking	Emisor	Precio*	Acciones en circulación*	Valor capitalización
1	Corporación la Favorita S.A.	\$ 4,11	335000000	\$ 1376.850.000,00
2	Holcim Ecuador S.A.**	\$ 66,33	20690994	\$ 1358.497.036,00
3	Compañía de Cervezas Nacionales S.A.**	\$ 43,00	20490462	\$ 881.046.071,00
4	Banco Pichincha C.A.	\$ 0,73	530000000	\$ 386.900.000,00
5	Holding Tonicorp S.A.	\$ 5,75	51037183	\$ 293.463.802,00
6	Produbanco S.A.	\$ 1,16	194000000	\$ 225.040.000,00
7	Banco de Guayaquil	\$ 0,62	267900000	\$ 166.098.000,00
8	La Farge Cementos S.A.	\$ 3,6	42925000	\$ 154.530.000,00
9	Banco Bolivariano	\$ 1,00	148000000	\$ 148.000.000,00
10	Sociedad Agrícola San Carlos	\$ 1,37	105000000	\$ 143.850.000,00

(\*) Valores al 31 de Octubre de 2013

(\*\*) Incluye acciones ordinarias y preferidas

Fuente: Informe de Renta Variable. Bolsa de Valores de Quito, Octubre 2013

Elaborado por: autor de la investigación

### 3.4.1.2. Ranking por montos negociados

Este ranking toma en consideración los montos bursátiles en efectivo negociados por cada emisor de acciones, tanto en el mercado primario como secundario, tal como se puede apreciar en la Tabla 6.

**Tabla 6. Ranking del mercado accionario por montos negociados**

Ranking	Emisor	Valor Efectivo*	Número de valores negociados*	Valor Promedio*
1	Holding Tonicorp S.A.	\$ 48.999.955,00	9786683	\$ 5,01
2	Corporación Favorita C.A.	\$ 33.564.792,00	8101856	\$ 4,14
3	Surpapelcorp S.A.	\$ 14.882.276,00	353545	\$ 42,09
4	Banco Solidario	\$ 7.384.414,00	7377079	\$ 1,00
5	Energy & Palma S.A.	\$ 7.270.300,00	31610	\$ 230,00
6	La Cumbre Forestal (Peakforest) S.A.	\$ 4.213.764,00	351147	\$ 12,00
7	Holcim Ecuador	\$ 3.684.759,00	55983	\$ 65,82
8	Banco de Guayaquil	\$ 1.807.495,00	2443380	\$ 0,74
9	Banco Pichincha	\$ 1.798.920,00	2155576	\$ 0,83
10	Dolmen	\$ 1.749.981,00	18817	\$ 93,00

(\*) Valores a Octubre de 2013

Fuente: Informe de Renta Variable. Bolsa de Valores de Quito, Octubre 2013

Elaborado por: autor de la investigación

### 3.4.1.3. Ranking por número de transacciones

Este ranking toma en consideración el número de transacciones realizadas para alcanzar los montos bursátiles negociados por cada emisor de acciones, cuyo detalle se observa en la Tabla 7.

**Tabla 7. Ranking del mercado accionario por número de transacciones**

Rankin g	Emisor	Número de transacciones*	Valor Efectivo*	Monto Promedio*
1	Corporación Favorita C.A.	1867	\$ 33.564.792,00	\$ 17.977,92
2	Mutualista Pichincha	681	\$ 1.434.000,00	\$ 2.105,72
3	Banco de Guayaquil	348	\$ 1.807.495,00	\$ 5.193,95
4	La Cumbre Forestal (Peakforest) S.A.	346	\$ 4.213.764,00	\$ 12.178,50
5	Holding Tonicorp S.A.	153	\$ 48.999.955,00	\$ 320.261,14
6	Holcim Ecuador	149	\$ 3.684.759,00	\$ 24.729,92
7	Alicosta BK Holding S.A.	137	\$ 1.360.524,00	\$ 9.930,83
8	Banco Pichincha	85	\$ 1.798.920,00	\$ 21.163,76
9	Sociedad Agrícola San Carlos	64	\$ 916.208,00	\$ 14.315,75
10	Conclina	44	\$ 161.391,00	\$ 3.667,97

(\*) Valores a Octubre de 2013

Fuente: Informe de Renta Variable. Bolsa de Valores de Quito, 2013

Elaborado por: autor de la investigación

#### **3.4.1.4. Ranking consolidado de emisores de acciones**

El ranking consolidado toma en consideración los resultados de la capitalización bursátil, los montos negociados y el número de transacciones bursátiles, estableciendo una relación descendente de los emisores del mercado accionario, como se puede apreciar en la Tabla 8.

**Tabla 8. Ranking consolidado del mercado accionario**

Ranking Final	Emisor	Ranking Capitalización Bursátil	Ranking Montos Negociados	Ranking Número Transacciones
1	Corporación Favorita C.A.	1	2	1
2	Holding Tonicorp S.A.	5	1	5
3	Holcim Ecuador	2	7	6
4	Banco de Guayaquil	7	8	3
5	Banco Pichincha	4	9	8
6	Compañía de Cervezas Nacionales	3	18	12
7	Sociedad Agrícola San Carlos	10	14	9
8	Surpapelcorp S.A.	13	3	18
9	Banco Bolivariano	9	11	17
10	Mutualista Pichincha	24	12	2

Fuente: Tablas 5, 6 y 7

Elaborado por: autor de la investigación

### 3.4.2. Principales emisores de Renta Fija

Como ya se ha mencionado, los valores de renta fija representa el 97% del total de valores negociados en el mercado de valores ecuatoriano entre los cuales tenemos a: las obligaciones, las titularizaciones, los valores públicos y los valores de contenido crediticio. Dentro de este segmento del mercado, el sector público juega un rol muy importante representando en promedio el 31% del total de negociaciones de valores de renta fija, siendo los principales emisores la Corporación Financiera Nacional y el Ministerio de Finanzas.

La importancia de los emisores de renta fija en el mercado de valores se establece en función de los montos negociados, cuyo detalle lo podemos observar en la Tabla 9.

**Tabla 9. Ranking de emisores de renta fija**

Ranking	Emisor	Tipo	Monto*	Participación**
1	Corporación Financiera Nacional	VP y VCC	\$ 322.213.034,00	20,98%
2	Banco Pichincha	VCC	\$ 210.709.197,00	13,72%
3	Ministerio de Finanzas	VP	\$ 146.373.400,00	9,53%
4	Banco de Loja	VCC	\$ 129.330.505,00	8,42%
5	Procredit	VCC	\$ 52.373.346,00	3,41%
6	Corporación El Rosado S.A.	O	\$ 44.762.350,00	2,91%
7	La Fabril S.A.	PC	\$ 43.312.120,00	2,82%
8	Mutualista Pichincha	VCC	\$ 35.660.649,00	2,32%
9	Pronaca	PC	\$ 32.886.515,00	2,14%
10	Diners Club	PC	\$ 32.000.489,00	2,08%

(\*) Valores a Octubre de 2013.

(\*\*) Porcentajes de participación en relación al monto total negociado de renta fija. Esta tabla solo presenta los 10 emisores más importantes de acuerdo a los montos negociados.

VP: Valor Público – VCC: Valor de Contenido Crediticio – O: Obligaciones

Fuente: Boletín mensual. Bolsa de Valores de Quito, Octubre 2013

Elaborado por: autor de la investigación

### 3.5. Selección y análisis de acciones de emisores representativos

Tomando como referencia la Tabla 8 “Ranking consolidado del mercado accionario” y en función de los objetivos redactados en el Capítulo I, las acciones que serán materia de investigación y análisis para la construcción del Portafolio de Inversión corresponden a las siguientes empresas:

### 3.5.1. Corporación La Favorita C.A.

Es una compañía con una existencia mayor a 60 años, que inicia sus actividades económicas en el año de 1952 en la ciudad de Quito. La Favorita pertenece al sector de servicios y tiene por objetivo la comercialización de mercaderías y artículos de procedencia nacional e internacional, mediante la instalación, organización y administración de cadenas comerciales y supermercados. Es considerada como uno de los principales participantes en el entorno económico nacional, cuya principal información bursátil y financiera se la puede observar en las Tablas 10 y 11.

**Tabla 10. Información bursátil de Corporación La Favorita S.A.**

<b>CAPITALIZACIÓN BURSÁTIL</b>		
1	Capitalización Bursátil	\$ 1376.850.000,00
<b>INDICADORES BURSÁTILES</b>		
1	Acciones Circulantes	335000000
2	Precio de cotización por acción	\$ 4,11
3	Utilidad por acción	\$ 0,34
4	Precio / Utilidad	12,12
5	Valor en libros por acción	\$ 2,26
<b>POLÍTICAS DE DIVIDENDOS*</b>		
1	Dividendos en efectivo	\$ 30.000.000,00
2	Efectivo por acción	\$ 0,11
3	Dividendos en acciones	\$ 35.000.000,00
4	Dividendo por acción	\$ 0,12

(\*) Valores correspondiente a resultados del año 2012.

Fuente: Bolsa de Valores de Quito, 2013

Elaborado por: autor de la investigación

**Tabla 11. Principales indicadores financieros de Corporación La Favorita S.A.**

DATOS FINANCIEROS		
1	Activo	\$ 1.069.384.000,00
2	Pasivo	\$ 311.163.000,00
3	Patrimonio	\$ 758.221.000,00
4	Utilidad Neta	\$113.366.000,00
RAZONES E ÍNDICES FINANCIEROS		
1	Índice Corriente	1,57
2	Prueba Ácida	1,57
3	Capital de Trabajo Neto	\$ 150.671.000,00
4	Índice de solidez:	0,29
5	Índice patrimonial:	0,71
6	Índice de Apalancamiento financiero:	0,41
7	Índice de Financiamiento:	3,44
8	Rentabilidad sobre ventas:	0,07
9	Rentabilidad del capital pagado:	0,38
10	Rentabilidad sobre el activo total:	0,11
11	Rentabilidad sobre activos fijos:	0,17
12	Margen bruto de utilidades:	0,23

Fuente: Estados financieros de emisores que cotizan en la BVQ. Bolsa de Valores de Quito, 2013

Elaborado por: autor de la investigación

### 3.5.2. Holding Tonicorp S.A.

Es un grupo de empresas que pertenece al sector industrial y está conformado por Industrias Lácteas Toni S.A., Plásticos Ecuatorianos S.A., e Importadora Comercializadora Dipor S.A. Holding Tonicorp se encuentra localizado en Guayaquil, las empresas que lo conforman tienen una trayectoria mayor a 40 años, siendo sus objetivos principales los siguientes:

- Producción y comercialización de lácteos y comestibles similares,
- Producción y comercialización de envases y contenedores plásticos para el mercado industrial y consumo masivo,

- Importación, distribución y comercialización de productos de consumo masivo.

Holding Tonicorp es uno de los principales partícipes del mercado de valores y economía nacional. Su información financiera más importantes respecto a índices bursátiles y financieros se la puede apreciar en las Tablas 12 y 13.

**Tabla 12. Información bursátil de Holding Tonicorp S.A.**

<b>CAPITALIZACIÓN BURSÁTIL</b>		
1	Capitalización Bursátil	\$ 293.463.802,00
<b>INDICADORES BURSÁTILES</b>		
1	Acciones Circulantes	51037183
2	Precio de cotización por acción	\$ 5,75
3	Utilidad por acción	\$ 1,05
4	Precio / Utilidad	14,80
5	Valor en libros por acción	\$ 14,62
<b>POLÍTICAS DE DIVIDENDOS*</b>		
1	Dividendos en efectivo	\$ 306.999,00
2	Efectivo por acción	\$ 0,35
3	Dividendo por acción	\$ 0,00

(\*) Valores correspondiente a resultados del año 2012.

Fuente: Bolsa de Valores de Quito, 2013

Elaborado por: autor de la investigación

**Tabla 13. Principales indicadores financieros de Holding Tonicorp S.A.**

DATOS FINANCIEROS		
1	Activo	\$ 138.111.902,00
2	Pasivo	\$ 77.094.702,00
3	Patrimonio	\$ 61.017.201,00
4	Utilidad Neta	\$ 17.857.854,00
RAZONES E ÍNDICES FINANCIEROS		
1	Índice Corriente	1,21
2	Prueba Ácida	1,21
3	Capital de Trabajo Neto	\$ 10.776.409,00
4	Índice de solidez:	0,56
5	Índice patrimonial:	0,44
6	Índice de Apalancamiento financiero:	1,26
7	Índice de Financiamiento:	1,79
8	Rentabilidad sobre ventas:	0,06
9	Rentabilidad del capital pagado:	0,43
10	Rentabilidad sobre el activo total:	0,13
11	Rentabilidad sobre activos fijos:	0,23
12	Margen bruto de utilidades:	0,32

Fuente: Estados financieros de emisores que cotizan en la BVQ. Bolsa de Valores de Quito, 2013

Elaborado por: autor de la investigación

### 3.5.3. Holcim Ecuador S.A.

Es una compañía localizada en la ciudad de Guayaquil, cuyos inicios se remontan a 1922 como La Cemento Nacional y que opera bajo la marca Holcim Ecuador desde el año 2004, fecha en la que pasó a formar parte del Grupo Holcim Internacional que tiene presencia en más de 70 países a nivel mundial y quien es su mayor accionista. Su objetivo económica es la producción y comercialización de cemento, hormigón, concreto y derivados. Holcim Ecuador es una de las principales empresas ecuatorianas del sector industrial, cuya información financiera y bursátil más importante se la puede apreciar en las Tablas 14 y 15.

**Tabla 14. Información bursátil de Holcim Ecuador S.A.**

<b>CAPITALIZACIÓN BURSÁTIL</b>	
1	Capitalización Bursátil \$ 1358.497.036,00
<b>INDICADORES BURSÁTILES</b>	
1	Acciones Circulantes 20690994
2	Precio de cotización por acción \$ 66,33
3	Utilidad por acción \$ 5,52
4	Precio / Utilidad 11,97
5	Valor en libros por acción \$ 16,95
<b>POLÍTICAS DE DIVIDENDOS*</b>	
1	Dividendos en efectivo \$ 58.985.300,00
2	Efectivo por acción \$ 0,58
3	Dividendo por acción \$ 0,00

(\*) Valores correspondiente a resultados del año 2012.

Fuente: Bolsa de Valores de Quito, 2013

Elaborado por: autor de la investigación

**Tabla 15. Principales indicadores financieros de Holcim Ecuador S.A.**

<b>DATOS FINANCIEROS</b>	
1	Activo \$ 489.741.000,00
2	Pasivo \$ 142.653.000,00
3	Patrimonio \$ 347.088.000,00
4	Utilidad Neta \$ 112.990.000,00
<b>RAZONES E ÍNDICES FINANCIEROS</b>	
1	Índice Corriente 0,66
2	Prueba Ácida 0,66
3	Capital de Trabajo Neto \$ (45.842.000,00)
4	Índice de solidez: 0,29
5	Índice patrimonial: 0,71
6	Índice de Apalancamiento financiero: 0,41
7	Índice de Financiamiento: 3,43
8	Rentabilidad sobre ventas: 0,23
9	Rentabilidad del capital pagado: 1,10
10	Rentabilidad sobre el activo total: 0,23
11	Rentabilidad sobre activos fijos: 0,28
12	Margen bruto de utilidades: 0,39

Fuente: Estados financieros de emisores que cotizan en la BVQ. Bolsa de Valores de Quito, 2013

Elaborado por: autor de la investigación

## **CAPÍTULO IV**

### **PORTAFOLIO DE INVERSIÓN EFICIENTE CONFORMADO POR TRES ACCIONES**

La estructuración de un portafolio de inversión eficiente aplicando la metodología de Harry Markowitz, es un proceso lógico que toma como base la información bursátil de los precios de las acciones para estimar su riesgo y rentabilidad individual, para luego, mediante la aplicación del modelo de Media Varianza estimar el riesgo y rentabilidad de las acciones en su conjunto, y mediante programación lineal determinar una solución óptima.

#### **4.1. Rentabilidad individual de una acción**

La rentabilidad de una acción es el resultado positivo o negativo de realizar una operación bursátil de compra-venta con una acción, dada por la fluctuación de los precios de cotización de esa acción en el mercado de valores. Si bien existen múltiples enfoques que permiten calcular la rentabilidad de una acción, en el presente estudio se abarcan las dos siguientes:

##### **4.1.1. Rentabilidad Aritmética**

Es también conocida como rentabilidad simple y consiste en “expresar la variación del valor de un activo, durante un periodo determinado, suponiendo que los beneficios que genera se producen al final del periodo.” (Brun, Ivira, & Puig, Matemática Financiera y Estadística Básica, 2008)

La ecuación de cálculo de la rentabilidad aritmética es la siguiente:

$$R = \frac{(P_1 + D - P_0)}{P_0}$$

En donde:

- $R$ , representa la rentabilidad de la acción
- $P_1$ , es el precio de la acción en el periodo 1 o actual
- $P_0$ , es el precio de la acción en el periodo 0 o anterior
- $D$ , es el dividendo actual.

#### 4.1.2. Rentabilidad Geométrica

Se denomina también rentabilidad continua, que consiste en obtener el logaritmo natural del cociente entre el precio de venta ( $P_1$ ) más los dividendos declarados ( $D$ ) y el precio de compra ( $P_0$ ). Su ecuación de cálculo es:

$$R = \text{Ln} \left( \frac{P_1 + D}{P_0} \right)$$

En donde:

- $R$ , corresponde a la rentabilidad de la acción
- $\text{Ln}$ , expresión matemática que denota al logaritmo natural
- $P_1$ , es el precio de la acción en el periodo 1 o actual
- $P_0$ , es el precio de la acción en el periodo 0 o anterior
- $D$ , es el dividendo actual.

#### 4.1.3. Exclusión del dividendo de las ecuaciones de cálculo

Cuando la Junta General de Accionistas llega a una resolución respecto a los dividendos, se genera de manera automática una variación del precio de cotización de sus acciones en el mercado, ya sea una variación positiva o negativa en función de la decisión resuelta. Con base en lo anterior y tomando en consideración que los precios de cotización de las acciones en el mercado se corrigen de manera automática por el efecto dividendo, no es necesario su inclusión dentro del cálculo de la rentabilidad ya que se estaría sobreestimando el precio de la acción por encima de la cotización del mercado; con lo cual las ecuaciones de cálculo de la rentabilidad son:

##### Rentabilidad Aritmética

$$R = \frac{(P_1 - P_0)}{P_0}$$

##### Rentabilidad Geométrica

$$R = \text{Ln} \left( \frac{P_1}{P_0} \right)$$

#### 4.1.4. Cálculo de las rentabilidades para el caso de estudio

En la Tabla 16, se presentan los precios de cierre mensual de las acciones que han sido seleccionadas para el presente estudio, cuyo periodo comprende entre Noviembre de 2011 hasta Diciembre de 2013.

**Tabla 16. Precios de cierre mensual de las acciones**

Periodo	La Favorita	Holding Tonicorp	Holcim Ecuador
Nov-11	4,60	5,50	55,06
Dic-11	4,50	5,50	57,01
Ene-12	4,48	5,50	57,02
Feb-12	4,47	5,50	54,17
Mar-12	4,25	5,50	57,00
Abr-12	4,00	5,50	58,02
May-12	4,00	5,40	60,01
Jun-12	4,01	5,50	62,00
Jul-12	4,01	5,50	62,01
Ago-12	4,06	5,50	62,25
Sep-12	3,98	5,50	62,50
Oct-12	4,02	5,50	64,01
Nov-12	3,99	5,50	64,00
Dic-12	4,10	5,50	65,00
Ene-13	4,10	5,50	65,10
Feb-13	4,30	5,50	62,58
Mar-13	4,90	5,50	63,50
Abr-13	4,00	5,50	64,13
May-13	4,02	5,00	64,17
Jun-13	4,03	5,00	65,25
Jul-13	4,05	5,00	65,55
Ago-13	4,11	5,00	66,02
Sep-13	4,10	5,65	66,02
Oct-13	4,11	5,75	66,33
Nov-13	4,29	5,70	67,00
Dic-13	4,70	5,70	70,00

Fuente: Base de datos de cotización histórica de las acciones. Bolsa de Valores de Quito, 2013

Elaborado por: autor de la investigación

Con los datos de la Tabla 16 se procede a realizar el cálculo de las rentabilidades mensuales de las acciones. Para este caso de estudio se empleará el enfoque de rentabilidad geométrica, debido a que los datos son mensuales y la rentabilidad de estos activos en el mercado de valores se considera como una variable aleatoria que sigue una distribución normal.

Es necesario mencionar además, que de aquí en adelante los cálculos matemáticos y estadísticos de este estudio serán realizados con el empleo de la herramienta ofimática Excel 2010, haciendo uso de sus funciones y complementos según el caso lo amerite.

En Excel, la función que permite calcular el logaritmo natural de un valor se denomina 'LN'<sup>12</sup> y cuyo empleo para el cálculo de la rentabilidad mensual se expone en la Figura 1.

**Figura 1. Cálculo de rentabilidades mensuales por acción**

	PRECIOS DE COTIZACION HISTÓRICA				RENTABILIDAD MENSUAL			
	Período	La Favorita	Holding Tonicorp	Holcim Ecuador	Período	La Favorita	Holding Tonicorp	Holcim Ecuador
3	Nov-11	4,60	5,50	55,06	Nov-11			
4	Dic-11	4,50	5,50	57,01	Dic-11	-0,02198	=LN(B4/B3)	0,03480
5	Ene-12	4,48	5,50	57,02	Ene-12	-0,00445	0,00000	0,00018
6	Feb-12	4,47	5,50	54,17	Feb-12	-0,00223	0,00000	-0,05127
7	Mar-12	4,25	5,50	57,00	Mar-12	-0,05047	0,00000	0,05092
8	Abr-12	4,00	5,50	58,02	Abr-12	-0,06062	0,00000	0,01774
9	May-12	4,00	5,40	60,01	May-12	0,00000	-0,01835	0,03372
10	Jun-12	4,01	5,50	62,00	Jun-12	0,00250	0,01835	0,03262
11	Jul-12	4,01	5,50	62,01	Jul-12	0,00000	0,00000	0,00016
12	Ago-12	4,06	5,50	62,25	Ago-12	0,01239	0,00000	0,00386
13	Sep-12	3,98	5,50	62,50	Sep-12	-0,01990	0,00000	0,00401
14	Oct-12	4,02	5,50	64,01	Oct-12	0,01000	0,00000	0,02387
15	Nov-12	3,99	5,50	64,00	Nov-12	-0,00749	0,00000	-0,00016
16	Dic-12	4,10	5,50	65,00	Dic-12	0,02720	0,00000	0,01550
17	Ene-13	4,10	5,50	65,10	Ene-13	0,00000	0,00000	0,00154
18	Feb-13	4,30	5,50	62,58	Feb-13	0,04763	0,00000	-0,03948
19	Mar-13	4,90	5,50	63,50	Mar-13	0,13062	0,00000	0,01459
20	Abr-13	4,00	5,50	64,13	Abr-13	-0,20294	0,00000	0,00987
21	May-13	4,02	5,00	64,17	May-13	0,00499	-0,09531	0,00062
22	Jun-13	4,03	5,00	65,25	Jun-13	0,00248	0,00000	0,01669
23	Jul-13	4,05	5,00	65,55	Jul-13	0,00495	0,00000	0,00459
24	Ago-13	4,11	5,00	66,02	Ago-13	0,01471	0,00000	0,00714
25	Sep-13	4,10	5,65	66,02	Sep-13	-0,00244	0,12222	0,00000

Nota: La flecha roja indica que la fórmula se corre o arrastra en esa dirección para las demás empresas.

Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

<sup>12</sup> Esta función permite calcular el logaritmo natural de un valor numérico.

## Explicación de los procedimientos de la Figura 1

En la parte derecha de la Figura 1, se presenta el cálculo de la rentabilidad mensual para cada acción. Nótese que para el primer periodo correspondiente a Noviembre-2011 el rango de las celdas G2:I3 se encuentra sombreado sin ningún valor, esto es porque la rentabilidad de una acción se calcula en función de los precios de cotización de dos periodos consecutivos y para el caso de Noviembre 2011 no se dispone de precios de comparación previos. Por último, la fórmula '=LN(B4/B3)' representa el cálculo del logaritmo natural para el cociente entre el precio de cotización de La Favorita de Diciembre 2011 (celda B4) y Noviembre 2011 (celda B3). Dado que el proceso se repite para las demás empresas, la fórmula puede ser arrastrada o copiada en forma horizontal y vertical para las demás empresas, tal como indican las flechas.

A continuación, se procede a calcular la 'rentabilidad mensual media'<sup>13</sup>, que no es nada más que calcular la media aritmética de las rentabilidades mensuales de la Figura 1. En Excel, la función que permite calcular la media aritmética se denomina '*Promedio*'<sup>14</sup> y cuya aplicación al caso de estudio se expone en la Figura 2.

---

<sup>13</sup> También conocida como rentabilidad esperada.

<sup>14</sup> Esta función calcula el promedio o la media de un rango de datos seleccionado.

**Figura 2. Rentabilidad Mensual Media**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	PRECIOS DE COTIZACION HISTÓRICA					RENTABILIDAD MENSUAL			
2	Periodo	La Favorita	Holding Tonicorp	Holcim Ecuador		Periodo	La Favorita	Holding Tonicorp	Holcim Ecuador
13	Sep-12	3,98	5,50	62,50		Sep-12	-0,01990	0,00000	0,00401
14	Oct-12	4,02	5,50	64,01		Oct-12	0,01000	0,00000	0,02387
15	Nov-12	3,99	5,50	64,00		Nov-12	-0,00749	0,00000	-0,00016
16	Dic-12	4,10	5,50	65,00		Dic-12	0,02720	0,00000	0,01550
17	Ene-13	4,10	5,50	65,10		Ene-13	0,00000	0,00000	0,00154
18	Feb-13	4,30	5,50	62,58		Feb-13	0,04763	0,00000	-0,03948
19	Mar-13	4,90	5,50	63,50		Mar-13	0,13062	0,00000	0,01459
20	Abr-13	4,00	5,50	64,13		Abr-13	-0,20294	0,00000	0,00987
21	May-13	4,02	5,00	64,17		May-13	0,00499	-0,09531	0,00062
22	Jun-13	4,03	5,00	65,25		Jun-13	0,00248	0,00000	0,01669
23	Jul-13	4,05	5,00	65,55		Jul-13	0,00495	0,00000	0,00459
24	Ago-13	4,11	5,00	66,02		Ago-13	0,01471	0,00000	0,00714
25	Sep-13	4,10	5,65	66,02		Sep-13	-0,00244	0,12222	0,00000
26	Oct-13	4,11	5,75	66,33		Oct-13	0,00244	0,01754	0,00468
27	Nov-13	4,29	5,70	67,00		Nov-13	0,04286	-0,00873	0,01005
28	Dic-13	4,70	5,70	70,00		Dic-13	0,09128	0,00000	0,04380
29									
30									
31									
32									
33							RENTABILIDAD MENSUAL MEDIA		
34							La Favorita	Holding Tonicorp	Holcim Ecuador
35							0,00086	0,00143	0,00960
36							=PROMEDIO(G3:G28)		

Nota: La flecha roja indica que la fórmula se corre o arrastra en esa dirección para las demás empresas.

Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

### Explicación de los procedimientos de la Figura 2

En el cuadro inferior de la Figura 2 se observa el cálculo de la rentabilidad mensual media. Nótese que la fórmula empleada es '=PROMEDIO(G3:G28)', en donde el rango de celdas G3:G28 corresponde a todas las rentabilidades mensuales ya calculadas de las acciones de La Favorita y que al aplicar la función 'PROMEDIO' se obtiene la media aritmética de las cifras del rango de celdas seleccionado. Esta fórmula también puede ser copiada o arrastrada para las demás empresa tal como indica la flecha.

## **Interpretación de los resultados de la Figura 2**

En las celdas G33, H33 e I33, se tienen los resultados de las rentabilidades mensuales medias de las acciones de La Favorita, Holding Tonicorp y Holcim Ecuador cuya interpretación es la siguiente:

- Las acciones de la Favorita presentan una rentabilidad media de 0,086% mensual.
- Las acciones de Holding Tonicorp presentan una rentabilidad media de 0,014% mensual.
- Las acciones de Holcim Ecuador presenta una rentabilidad media de 0,960% mensual.

Considerando los resultados anteriores, las acciones de Holcim Ecuador son las que presentan la mayor rentabilidad mensual.

### **4.2. Riesgo individual de una acción**

En términos generales, el riesgo es la incertidumbre que se tiene sobre el resultado de una inversión, que en el caso de las acciones se produce por su volatilidad en el precio de cotización en el mercado así como también por el resultado incierto del ejercicio económico de la empresa emisora.

#### **4.2.1. Desviación estándar de una acción**

Si bien existen múltiples enfoques para estimar el riesgo de un activo, en finanzas la medida de riesgo generalmente aceptada es la desviación estándar, que básicamente indica la dispersión que presentan los datos de una serie determinada con respecto a su media y, que cuanto mayor es la

dispersión entre los datos, mayor es el riesgo del activo en función de su volatilidad.

La desviación estándar de una serie de datos puede ser calculada de varias maneras, pero para este caso de estudio se empleará el enfoque de media móvil, lo cual significa que se calculará la volatilidad histórica de los rendimientos de las acciones seleccionadas. La desviación estándar de una serie de datos se puede obtener con la siguiente ecuación:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(R_j - \bar{R})^2}{n - 1}}$$

En donde:

- $\sigma$ , es la desviación estándar
- $n$ , es el número de periodos
- $R_j$ , es la rentabilidad de la acción en el periodo  $j$
- $\bar{R}$ , es la rentabilidad media de la acción.

#### 4.2.2. Varianza de una acción

La varianza constituye otra medida de dispersión de una serie de datos, es decir, es otro indicador de volatilidad como la desviación estándar, pero cuyo resultado se encuentra expresado en unidades al cuadrado. Una vez calculada la desviación estándar, la obtención de la varianza es relativamente sencilla con la aplicación de la siguiente ecuación:

$$\sigma^2 = (\sigma)^2$$



### **Explicación de los procedimientos de la Figura 3**

En el cuadro inferior derecho de la Figura 3 se observa el empleo de las funciones DESVEST y VAR de Excel para calcular la Desviación estándar y la Varianza. Nótese que el rango de celdas seleccionadas de G3:G28 corresponde a las rentabilidades mensuales de las acciones de La Favorita, ya que el propósito es calcular la dispersión del rango de datos seleccionado con respecto a la media. Como este procedimiento es similar para las demás empresas, las fórmulas de cálculo pueden ser arrastradas o copiadas en forma horizontal para Holding Tonicorp y Holcim Ecuador, tal como indica la flecha.

### **Interpretación de los resultados de la Figura 3**

En el rango de celdas G39:I40 de la Figura 3 se presentan los resultados de los cálculos realizados, cuya interpretación es la siguiente:

- Las acciones de La Favorita presentan una desviación estándar de 0,0574 mensual (celda G39) y una varianza de 0,0032 mensual (celda G40), lo cual implica un riesgo de 5,74% mensual.
- Las acciones de Holding Tonicorp presentan una desviación estándar de 0,0322 (celda H39) y una varianza de 0,0010 mensual (celda H40), lo cual significa un riesgo de 3,22% mensual.
- Por último, las acciones de Holcim Ecuador presentan una desviación estándar de 0,2212 mensual (celda I39) y una varianza de 0,0004 mensual (celda I40), lo cual significa un riesgo de 2,21% mensual.

Considerando los resultados anteriores, las acciones de la Favorita presentan el mayor riesgo mensual, es decir, mayor volatilidad en los precios de cotización de esas acciones en el mercado.

### 4.3. La covarianza y el coeficiente de correlación

Cuando se realiza una inversión en dos o más activos financieros, la rentabilidad y el riesgo de dichos activos ya no se puede considerar por separado o de manera individual, sino que es necesario evaluar cómo interactúan entre sí. Considerando lo anterior, es necesario que previo a la estructuración del portafolio de inversión, se analice la forma en que están relacionados los activos (acciones) que lo conforman. Además, es necesario mencionar que en el modelo de media-varianza de Markowitz, la covarianza y el coeficiente de correlación son elementos de cálculo necesarios para determinar el riesgo del portafolio de inversión.

En términos generales, la Covarianza es “una medida de la dependencia lineal entre dos variables aleatorias.” (Wooldridge, 2010). Es decir, mide el grado de relación existente entre dos variables, que para este caso son las rentabilidades mensuales de cada acción y cuya covarianza indicará si se mueven o no en la misma dirección. La covarianza entre dos variables se calcula con la siguiente ecuación:

$$\sigma_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n (R_k - E(R_k)) (R_j - E(R_j))}{n - 1}$$

En donde:

- $\sigma_{kj}$ , es la covarianza de las rentabilidades de las acciones k y j
- $R_k$  y  $R_j$ , son las rentabilidades de las acciones k y j en el periodo n

- $E(R_k)$  y  $E(R_j)$ , son las rentabilidades medias (esperadas) de las acciones  $k$  y  $j$
- $n$ , es el número de periodos u observaciones.

El resultado de la covarianza de dos activos se interpreta de la siguiente manera:

- Cuando la covarianza es mayor que cero (0), significa que las variables se mueven en la misma dirección.
- Cuando la covarianza es menor que cero (0), significa que las variables se mueven en direcciones opuestas.
- Cuando la covarianza es igual a cero (0), significa que las variables no se encuentran relacionadas de forma lineal.

A la par de la covarianza, tenemos al Coeficiente de Correlación al cual Emery, Stowe, & Finnerty (2000) lo definen como “la covarianza dividida entre las desviaciones estándar de las dos variables aleatorias”. El coeficiente de correlación es igualmente un indicador de la relación entre dos variables, pero cuyos resultados pueden ser interpretados de manera más simple. La ecuación de cálculo del coeficiente de correlación entre dos activos es:

$$r_{kj} = \frac{\sigma_{kj}}{\sigma_k \sigma_j}$$

En donde:

- $r_{kj}$ , es el coeficiente de correlación entre las acciones  $k$  y  $j$
- $\sigma_{kj}$ , es la covarianza de las rentabilidades de las acciones  $k$  y  $j$
- $\sigma_k$ , es la desviación estándar de las rentabilidades de la acción  $k$

- $\sigma_j$ , es la desviación estándar de las rentabilidades de la acción  $j$

El valor del coeficiente de correlación es un valor cuyo resultado se encuentra entre 1 y -1, cuya interpretación es la siguiente:

- Cuando el resultado es igual a uno positivo (1), significa que existe una relación positiva perfecta entre las dos variables.
- Cuando el resultado es igual a uno negativo (-1), significa que existe una relación negativa perfecta entre las dos variables.
- Cuando el resultado es igual a cero (0), significa que no existe relación lineal entre las dos variables.

Considerando lo anterior, cuanto más se acerque el resultado del coeficiente de correlación a 1 o -1, más fuerte será la relación entre las variables de manera positiva o negativa respectivamente.

#### **4.3.1. Matriz de varianzas y covarianzas**

La matriz de varianza-covarianza no es nada más que disponer en forma de matriz las varianzas y covarianzas de las variables aleatorias que son objeto de análisis tal como se puede apreciar en el Gráfico 7.

### Gráfico 7. Matriz de varianza-covarianza

$$\begin{bmatrix} \text{Variables} & x & y & z \\ x & \text{Var}_x & \text{Covar}_{x,y} & \text{Covar}_{x,z} \\ y & \text{Covar}_{y,x} & \text{Var}_y & \text{Covar}_{y,z} \\ z & \text{Covar}_{z,x} & \text{Covar}_{z,y} & \text{Var}_z \end{bmatrix}$$

Nota: Las variables x, y, z; corresponden a los datos de rentabilidad mensual de las empresas que son objeto de análisis; es decir, La Favorita, Holding Tonicorp y Holcim Ecuador respectivamente.

Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

Como se puede apreciar en el Gráfico 7, la matriz presenta la característica de ser simétrica en la cual las varianzas entre las variables (x, y, z) se disponen de manera diagonal y hacia las esquinas las covarianzas de las variables mencionadas.

#### 4.3.2. Matriz de correlaciones

De igual manera, la matriz de correlaciones es tan solo disponer en forma de matriz las correlaciones de las variables que son analizadas. La manera en que debe ser construida esta matriz se puede observar en el Gráfico 8.

### Gráfico 8. Matriz de correlaciones

<i>Variables</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>
<i>x</i>	$r_{x,x}$	$r_{x,y}$	$r_{x,z}$
<i>y</i>	$r_{y,x}$	$r_{y,y}$	$r_{y,z}$
<i>z</i>	$r_{z,x}$	$r_{z,y}$	$r_{z,z}$

Nota: Las variables x, y, z; corresponden a los datos de rentabilidad mensual de las empresas que son objeto de análisis; es decir, La Favorita, Holding Tonicorp y Holcim Ecuador respectivamente.

Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

Esta matriz también presenta la propiedad de ser simétrica y en la diagonal resaltada, el resultado siempre será igual a uno (1), debido a que se relacionan las mismas variables, lo cual obedece a la disposición entre filas y columnas de las variables (x, y, z) que representan a las empresas materia de estudio y que son objeto de análisis.

El objetivo de construir matrices para las varianzas-covarianzas y los coeficientes de correlación, es que se pueda apreciar de manera concreta y simple la relación entre las diferentes variables, además de que se constituye en una forma práctica para realizar cálculos estadísticos como se podrá comprobar más adelante.

### 4.3.3. Construcción de la Matriz Varianza-Covarianza para el caso de estudio

En Excel, la función 'COVAR'<sup>17</sup> permite calcular de forma directa la covarianza de dos variables. La forma en que ésta función es aplicada a este estudio se la puede apreciar en la Figura 4.

Figura 4. Matriz de varianza-covarianza

PRECIOS DE COTIZACIÓN HISTÓRICA				RENTABILIDAD MENSUAL			
Periodo	La Favorita	Holding Tonicorp	Holcim Ecuador	Periodo	La Favorita	Holding Tonicorp	Holcim Ecuador
Jul-12	4,01	5,50	62,01	Jul-12	0,00000	0,00000	0,00016
Ago-12	4,06	5,50	62,25	Ago-12	0,01239	0,00000	0,00386
Sep-12	3,98	5,50	62,50	Sep-12	-0,01990	0,00000	0,00401
Oct-12	4,02	5,50	64,01	Oct-12	0,01000	0,00000	0,02387
Nov-12	3,99	5,50	64,00	Nov-12	-0,00749	0,00000	-0,00016
Dic-12	4,10	5,50	65,00	Dic-12	0,02720	0,00000	0,01550
Ene-13	4,10	5,50	65,10	Ene-13	0,00000	0,00000	0,00154
Feb-13	4,30	5,50	62,58	Feb-13	0,04763	0,00000	-0,03948
Mar-13	4,90	5,50	68,50	Mar-13	0,13062	0,00000	0,01459
Abr-13	4,00	5,50	64,13	Abr-13	-0,20294	0,00000	0,00987
May-13	4,02	5,00	64,17	May-13	0,00499	-0,09531	0,00062
Jun-13	4,03	5,00	65,25	Jun-13	0,00248	0,00000	0,01669
Jul-13	4,05	5,00	65,55	Jul-13	0,00495	0,00000	0,00459
Ago-13	4,11	5,00	66,02	Ago-13	0,01471	0,00000	0,00714
Sep-13	4,10	5,65	66,02	Sep-13	-0,00244	0,12222	0,00000
Oct-13	4,11	5,75	66,33	Oct-13	0,00244	0,01754	0,00468
Nov-13	4,29	5,70	67,00	Nov-13	0,04286	-0,00873	0,01005
Dic-13	4,70	5,70	70,00	Dic-13	0,09128	0,00000	0,04380

MATRIZ VARIANZA-COVARIANZA			
Variables	La Favorita	Holding Tonicorp	Holcim Ecuador
La Favorita	0,003297116	-0,000043585	-0,000046270
Holding Tonicorp	-0,000043585	0,001042817	-0,000017128
Holcim Ecuador	-0,000046270	-0,000017128	0,000489574

=COVAR(I3:I28; G3:G28)

Nota 1: Las celdas de color rojo corresponden a las varianzas de las rentabilidades de las acciones, cuya forma de cálculo fue explicada con anterioridad y puede ser revisada en la Figura 3.

Nota 2: En este caso la fórmula no se puede copiar y debe calcularse cada celda de forma manual, es decir, aplicando la función COVAR con las rentabilidades mensuales de La Favorita-Holding Tonicorp, La Favorita-Holcim Ecuador, Holcim Ecuador-Holding Tonicorp, y así hasta completar la matriz.

Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

<sup>17</sup> Esta función calcula la covarianza entre dos rangos de datos que contienen valores numéricos.

#### **Explicación de los procedimientos de la Figura 4**

En el cuadro inferior derecho de la Figura 4, se encuentra la matriz de varianza-covarianza compuesta por las varianzas y covarianzas entre las acciones de La Favorita, Holding Tonicorp y Holcim Ecuador. Obsérvese que las celdas diagonales sombreadas; es decir, las celdas G45, H46 e I47, corresponden a las varianzas calculadas con anterioridad en la Figura 3. Nótese también que el resto de las celdas de la matriz varianza-covarianza que no se encuentran sombreadas corresponden al cálculo de la covarianza entre las diferentes empresas. En este caso, se ilustra el cálculo de la covarianza entre Holcim Ecuador y La Favorita aplicando la fórmula '=COVAR(I3:I28; G3:G28)', en donde el rango I3:I28 corresponde a las rentabilidades mensuales de las acciones de Holcim Ecuador y el rango G3:G28 es el rango de las rentabilidades mensuales de las acciones de La Favorita. Este procedimiento debe realizarse para los demás casos hasta completar la matriz.

#### **Interpretación de los resultados de la Figura 4**

Dado que la varianza ya fue interpretada con anterioridad, en la matriz de la Figura 4 los resultados que ameritan la atención son los de las covarianzas, cuya interpretación es la siguiente:

- El valor de -0,000043585 de la celda G46, indica que las rentabilidades mensuales entre las acciones de Holding Tonicorp y La Favorita, se mueven en direcciones opuestas.

- El valor de -0,000046270 de la celda G47, indica que las rentabilidades mensuales entre las acciones de Holcim Ecuador y La Favorita se mueven en direcciones opuestas.
- El valor de -0,000017128 de la celda H47, indica que las rentabilidad mensuales entre las acciones de Holcim Ecuador y Holding Tonicorp se mueven en direcciones opuestas.

Considerando los resultados anteriores, se observa que ninguna de las rentabilidades mensuales de las acciones de las empresas analizadas presentan una relación lineal en una misma dirección.

#### **4.3.4. Construcción de la Matriz de Correlaciones para el caso de estudio**

'*COEF.DE.CORREL*'<sup>18</sup> es la función de Excel que permite calcular el coeficiente de correlación entre dos variables y cuya aplicación al caso de estudio se encuentra en la Figura 5.

---

<sup>18</sup> Esta función permite calcular el coeficiente de correlación de un rango de datos establecido.

Figura 5. Matriz de correlaciones

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	PRECIOS DE COTIZACION HISTÓRICA					RENTABILIDAD MENSUAL			
2	Periodo	La Favorita	Holding Tonicorp	Holcim Ecuador		Periodo	La Favorita	Holding Tonicorp	Holcim Ecuador
11	Jul-12	4,01	5,50	62,01		Jul-12	0,00000	0,00000	0,00016
12	Ago-12	4,06	5,50	62,25		Ago-12	0,01239	0,00000	0,00386
13	Sep-12	3,98	5,50	62,50		Sep-12	-0,01990	0,00000	0,00401
14	Oct-12	4,02	5,50	64,01		Oct-12	0,01000	0,00000	0,02387
15	Nov-12	3,99	5,50	64,00		Nov-12	-0,00749	0,00000	-0,00016
16	Dic-12	4,10	5,50	65,00		Dic-12	0,02720	0,00000	0,01550
17	Ene-13	4,10	5,50	65,10		Ene-13	0,00000	0,00000	0,00154
18	Feb-13	4,30	5,50	62,58		Feb-13	0,04763	0,00000	-0,03948
19	Mar-13	4,90	5,50	63,50		Mar-13	0,13062	0,00000	0,01459
20	Abr-13	4,00	5,50	64,13		Abr-13	-0,20294	0,00000	0,00987
21	May-13	4,02	5,00	64,17		May-13	0,00499	-0,09531	0,00062
22	Jun-13	4,03	5,00	65,25		Jun-13	0,00248	0,00000	0,01669
23	Jul-13	4,05	5,00	65,55		Jul-13	0,00495	0,00000	0,00459
24	Ago-13	4,11	5,00	66,02		Ago-13	0,01471	0,00000	0,00714
25	Sep-13	4,10	5,65	66,02		Sep-13	-0,00244	0,12222	0,00000
26	Oct-13	4,11	5,75	66,33		Oct-13	0,00244	0,01754	0,00468
27	Nov-13	4,29	5,70	67,00		Nov-13	0,04286	-0,00873	0,01005
28	Dic-13	4,70	5,70	70,00		Dic-13	0,09128	0,00000	0,04380
52						MATRIZ DE CORRELACIONES			
54		=COEF.DE.CORREL(\$G\$3:\$G\$28; G3:G28)				Variables	La Favorita	Holding Tonicorp	Holcim Ecuador
55		=COEF.DE.CORREL(\$H\$3:\$H\$28; G3:G28)				La Favorita	1,000000000	-0,024484626	-0,037936347
56		=COEF.DE.CORREL(\$I\$3:\$I\$28; G3:G28)				Holding Tonicorp	-0,024484626	1,000000000	-0,024970414
57						Holcim Ecuador	-0,037936347	-0,024970414	1,000000000
58									

Nota: La flecha roja indica que la fórmula correspondiente a cada caso se corre o arrastra en esa dirección

Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

### Explicación de los procedimientos de la Figura 5

El cuadro inferior derecho de la Figura 5 presenta la matriz de correlaciones entre las acciones de La Favorita, Holding Tonicorp y Holcim Ecuador. Nótese que la función de Excel que se emplea es 'COEF.DE.CORREL' considerando lo siguiente:

- En el primer caso ilustrado, el rango de celdas \$G\$3:\$G\$28 corresponde a las rentabilidades mensuales de las acciones de la Favorita, correlacionada con el rango de celdas G3:G28 que de igual manera son las rentabilidades mensuales de las acciones de La Favorita.
- En el segundo caso ilustrado, el rango de celdas \$H\$3:\$H\$28 corresponde a las rentabilidades mensuales de las acciones de

Holding Tonicorp, correlacionada con el rango de celdas G3:G28 que son las rentabilidades mensuales de las acciones de La Favorita.

- En el tercer caso ilustrado, el rango de celdas  $\$I\$3:\$I\$28$  corresponde a las rentabilidades mensuales de las acciones de Holcim Ecuador, correlacionada con el rango de celdas G3:G28 que son las rentabilidades mensuales de las acciones de La Favorita.

Para este caso, los procedimientos descritos en los tres ítems anteriores, son similares para calcular el coeficiente de correlación con las demás empresas, por lo cual, las fórmulas pueden ser arrastradas o copiadas en forma horizontal hasta completar la matriz. Obsérvese que el primer rango de todas las fórmulas contiene en signo '\$', el cual en Excel permite fijar las filas y columnas, lo cual se lo realiza porque el procedimiento de cálculo es horizontal, es decir, las rentabilidades de las acciones de una empresa se mantienen fijas para ser correlacionadas con las rentabilidades de las acciones de otra empresa.

### **Interpretación de los resultados de la Figura 5**

- El valor de -0,02448 de la celda G56 indica una correlación negativa entre las rentabilidades mensuales de Holding Tonicorp y La Favorita.
- El valor de -0,0379 de la celda G57 indica una correlación negativa entre las rentabilidades mensuales de Holcim Ecuador y La Favorita.

- Y, el valor de -0,0249 de la celda H57 indica una correlación negativa entre las rentabilidades mensuales de Holcim Ecuador y Holding Tonicorp.

Nótese que los resultados aparte de ser negativos, se acercan más a cero (0) que a uno negativo (-1), lo cual significa que acciones de las empresas mencionadas presentan una relación lineal negativa débil.

#### 4.4. Rentabilidad de un portafolio

La rentabilidad de un portafolio conformado por dos (2) o más activos equivale a “el promedio ponderado de los rendimientos esperados de los títulos que forman parte de ese portafolio.” (Van Horne & Wachowicz, 2002). Lo anterior puede ser expresado de forma analítica de la siguiente manera:

$$R_p = \sum_{i=1}^m w_i \bar{R}_i$$

En donde:

- $R_p$ , es la rentabilidad del portafolio
- $m$ , es el número de activos que conforman el portafolio
- $w_i$ , es la proporción de inversión del activo  $i$  en el portafolio
- $\bar{R}_i$ , es la rentabilidad media del activo  $i$ .

##### 4.4.1. Cálculo de la rentabilidad del portafolio para el caso de estudio

Con el uso de Excel, el cálculo de la rentabilidad del portafolio se vuelve relativamente sencillo, tal como se puede apreciar en la Figura 6.

**Figura 6. Rentabilidad del portafolio**

	A	B	C	D	E	F	G
60							
61		Activos	Porcentaje Inversión	Rentabilidad Media			
62		La Favorita	33,33%	0,00086			
63		Holding Tonicorp	33,33%	0,00143			
64		Holcim Ecuador	33,33%	0,00960			
65		Suma	100,00%	=SUMA(C62:C64)			
66							
67	RENTABILIDAD DEL PORTAFOLIO	$R_{pm} =$		0,003963947	=SUMAPRODUCTO(C62:C64; D62:D64)		
68		$R_{pa} =$		0,047567365	=D67*12		
69							
70							

Nota 1: Los porcentajes de inversión han sido ingresados de forma arbitraria, debido a que son necesarios para calcular la rentabilidad del portafolio.

Nota 2:  $R_{pm}$  es la rentabilidad de portafolio mensual y  $R_{pa}$  la rentabilidad del portafolio anual. Se realiza este cálculo adicional puesto que las rentabilidades fueron calculadas con datos mensuales, y por lo tanto el resultado es una rentabilidad de portafolio mensual que debe ser convertida en rentabilidad anual.

Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

### Explicación de los procedimientos de la Figura 6

Para calcular la rentabilidad del portafolio, los datos de cálculo han sido dispuestos de la siguiente manera:

- En las celdas C62, C63 y C64 se encuentran los porcentajes de inversión arbitrariamente ingresados para las acciones de La Favorita, Holding Tonicorp y Holcim Ecuador respectivamente.
- En las celdas D62, D63 y D64 se encuentran las rentabilidades mensuales medias para las acciones de La Favorita, Holding Tonicorp y Holcim Ecuador respectivamente, que ya fueron calculadas con anterioridad y pueden observarse en la Figura 2.
- En la celda C65 se encuentra la suma de las proporciones de inversión en cada acción, valor que siempre debe sumar 100%

- En la celda D67 se encuentra el resultado del cálculo de la rentabilidad del portafolio, el cual se obtiene aplicando la función 'SUMAPRODUCTO'<sup>19</sup> de las celdas que contienen las proporciones de inversión, por las celdas que contienen las rentabilidades mensuales medias.
- Nótese que los datos con los cuales se realizan los cálculos son mensuales, por tal motivo, en la celda D68 se calcula la rentabilidad anual del portafolio, multiplicando el resultado de la celda D67 por 12.

#### **Interpretación de los resultados de la Figura 6.**

Un portafolio de inversión conformado por las acciones de La Favorita, Holding Tonicorp y Holcim Ecuador, en el cual se invierte en partes iguales para cada una de las acciones, presenta:

- Una rentabilidad mensual de portafolio de 0,39%, y
- Una rentabilidad anual de portafolio de 4,75%

#### **4.5. Riesgo de un portafolio**

A diferencia de la rentabilidad de un portafolio, la cual se obtiene mediante el promedio ponderado de las proporciones de inversión y las rentabilidades medias de cada activo, el riesgo de portafolio “no es el promedio simple y ponderado de las desviaciones estándar de los títulos. Considerar el promedio ponderado de las desviaciones estándar de los

---

<sup>19</sup> Esta función permite calcular la suma y producto de dos vectores con la misma cantidad de celdas.

títulos sería ignorar la relación, o covarianza, entre los rendimientos de los títulos.” (Van Horne & Wachowicz, 2002)

Cuando un portafolio de inversión se encuentra conformado por dos (2) activos, el cálculo del riesgo de portafolio es sencillo con la aplicación de la siguiente ecuación:

$$\sigma_p = \sqrt{w_x^2 \sigma_x^2 + w_y^2 \sigma_y^2 + 2w_x w_y r_{x,y} \sigma_x \sigma_y}$$

En donde:

- $\sigma_p$ , es la desviación estándar del portafolio
- $w_x^2$  y  $w_y^2$ , son las proporciones de inversión al cuadrado en los activos x y.
- $\sigma_x^2$  y  $\sigma_y^2$ , son las varianzas de las rentabilidades de los activos x y.
- $\sigma_x$  y  $\sigma_y$ , son las desviaciones estándar de las rentabilidades de los activos x y.

Sin embargo, cuando el portafolio se encuentra conformado por más de dos activos, el cálculo del riesgo es más complejo y es aquí en donde el empleo de matrices permite simplificar su cálculo. En consecuencia, el riesgo de portafolio puede denotarse de forma matricial tal como se puede apreciar en la siguiente ecuación:

$$\sigma_p = \sqrt{\begin{bmatrix} w_x & w_y & \dots & w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Var_x & Covar_{x,y} & \dots & Covar_{x,n} \\ Covar_{y,x} & Var_y & \dots & Covar_{y,n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ Covar_{n,x} & Covar_{n,y} & \dots & Var_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_x \\ w_y \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}}$$

En donde:

- $\sigma_p$ , es la desviación estándar (riesgo) de portafolio.
- $w_x$  hasta  $w_n$ , son las proporciones de inversión en los activos x al n.
- $Var_x$  hasta  $Var_n$ , son las varianzas de los rendimientos de los activos x al n.
- $Covar_{x,y}$  hasta  $Covar_{n,y}$ , son las covarianzas entre los activos x, y al n, y.

En conclusión, el riesgo de un portafolio es el producto del vector de proporciones de inversión, por la matriz de varianzas-covarianzas, por el vector transpuesto de las proporciones de inversión en cada activo, y de este resultado calcular la raíz cuadrada.

#### 4.5.1. Cálculo del riesgo del portafolio para el caso de estudio

La multiplicación de matrices de manera manual aunque simplificado, sigue siendo un proceso largo, sin embargo, Excel nos permite automatizar este cálculo con la función *'MMULT'*<sup>20</sup>, misma que es empleada en el cálculo del riesgo de portafolio como se puede apreciar en la Figura 7.

---

<sup>20</sup> Esta función permite obtener el resultado de multiplicar dos matrices, en donde la Matriz 1 debe tener el mismo número de filas que de columnas tenga la Matriz 2.

**Figura 7. Riesgo del portafolio**

	A	B	C	D	E	F	G	H
71								
72		Porcentajes de inversión						
73		La Favorita	Holding	Holcim				
74		33,33%	33,33%	33,33%				
75		MATRIZ VARIANZA-COVARIANZA						
76		Variables	La Favorita	Holding Tonicorp	Holcim Ecuador	Porcentaje Inversión		
77		La Favorita	0,00329712	-0,00004358	-0,00004627	33,33%		
78		Holding Tonicorp	-0,0000436	0,00104282	-0,00001713	33,33%		
79		Holcim Ecuador	-0,0000463	-0,00001713	0,00048957	33,33%		
80								
81		RIESGO DEL PORTAFOLIO		$\sigma_{pm} =$	0,022645924	=RCUAD(MMULT(MMULT(B74:D74; B77:D79); E77:E79))		
82				$\sigma_{pa} =$	0,0784478	=D81*RCUAD(12)		
83								

Nota 1: La forma en que han sido dispuestos los datos obedece a la necesidad de facilitar el cálculo del riesgo del portafolio.

Nota 2:  $\sigma_{pm}$  es el riesgo de portafolio mensual y  $\sigma_{pa}$  el riesgo del portafolio anual. Se realiza este cálculo adicional debido a que la matriz de varianzas-covarianzas fue construida con datos mensuales, y por lo tanto el resultado es un riesgo de portafolio mensual que debe ser convertido en riesgo anual

Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

### Explicación de los procedimientos de la Figura 7

Para determinar el riesgo de portafolio de la manera menos compleja, se han dispuesto los datos para el cálculo de la siguiente manera:

- En las celdas B74, C74 y D74 se encuentran las proporciones de inversión ingresados arbitrariamente en la Figura 6.
- En el rango de celdas B77:D79 se encuentra la matriz de varianza-covarianza, que de igual manera fue construida con anterioridad y se puede observar en la Figura 4.
- En las celdas E77, E78 y E79 nuevamente tenemos los porcentajes de inversión para la Favorita, Holding Tonicorp y Holcim Ecuador, pero dispuestos de manera vertical.
- En la celda D81 se encuentra el resultado del cálculo del Riesgo de Portafolio mensual, en el cual se ha aplicado la función MMULT para

calcular el producto de las matrices cuyos rangos de celdas son B74:D74 (matriz horizontal de los porcentajes de inversión), por el rango de celdas B77:D79 (matriz de varianza-covarianza), por el rango de celdas E77:E99 (matriz transpuesta de los porcentajes de inversión). Con el resultado anterior, se calcula la raíz cuadrada aplicando la función 'RCUAD'<sup>21</sup>.

- Por último, debido a que el cálculo ha sido realizado con datos mensuales, en la celda D82 se determina el riesgo de portafolio anual, multiplicando el valor de la celda D81 por la raíz cuadrada de 12.

### **Interpretación de los resultados de la Figura 7**

Un portafolio de inversión conformado por las acciones de La Favorita, Holding Tonicorp y Holcim Ecuador, en el cual se invierte en partes iguales para cada una de las acciones, presenta:

- Un riesgo de portafolio de 2,26% mensual , y
- Un riesgo de portafolio de 7,84% anual.

#### **4.6. El modelo de media varianza de Markowitz**

El principal objetivo del modelo de media-varianza desarrollado por Harry Markowitz es la estructuración de portafolios de inversión eficientes, es decir, un modelo que permita obtener una combinación adecuada de los diferentes títulos que conforman un portafolio, de tal manera que se maximice el rendimiento o se minimice el riesgo, debido a que desde el punto de vista de

---

<sup>21</sup> Esta función de Excel permite obtener la raíz cuadrada de un valor numérico.

Harry Markowitz los inversionistas realizan inversiones racionales. Como este tema ya fue abordado de manera teórica en el Capítulo II, en el presente capítulo concierne su aplicación práctica, sin embargo, recapitulando de forma resumida, el modelo de media varianza busca minimizar el riesgo del portafolio mediante programación lineal, sujeta a dos restricciones:

- Primero, que la suma de las proporciones de inversión en cada activo sumen uno (1).
- Segundo, que la rentabilidad del portafolio sea igual a la rentabilidad esperada por el inversionista.

Hasta aquí, se ha calculado la rentabilidad y el riesgo del portafolio, por lo cual el siguiente paso es optimizar los resultados. Anteriormente se mencionó que las proporciones de inversión en cada activo se ingresaron de manera arbitraria (ver Figuras 6 y 7), proporciones que como veremos más adelante se modificarán mediante programación lineal para minimizar el riesgo o maximizar la rentabilidad.

#### **4.6.1. Portafolio eficiente para el caso de estudio**

Para poder determinar el portafolio eficiente conformado por 3 activos, primero es necesario tener un modelo que calcule el riesgo y la rentabilidad del mismo. Este proceso ya se realizó con antelación y se lo puede revisar en las Figuras 6 y 7. Con fines didácticos, estas figuras se han consolidado

en una sola, dando como resultado un solo modelo, el cual puede ser apreciado en la Figura 8.

**Figura 8. Modelo media-varianza para el cálculo del riesgo y la rentabilidad de un portafolio conformado por 3 acciones.**

	A	B	C	D	E	F	G	H
60								
61		Activos	Porcentaje Inversión	Rentabilidad Media				
62		La Favorita	33,33%	0,00086				
63		Holding Tonicorp	33,33%	0,00143				
64		Holcim Ecuador	33,33%	0,00960				
65		Suma	100,00%	=SUMA(C62:C64)				
66								
67		RENTABILIDAD DEL PORTAFOLIO	$R_{pm} =$	0,003963947	=SUMAPRODUCTO(C62:C64; D62:D64)			
68			$R_{pa} =$	0,047567365	=D67*12			
69								
70								
71								
72		Porcentajes de inversión						
73		La Favorita	Holding	Holcim				
74		33,33%	33,33%	33,33%				
75		MATRIZ VARIANZA-COVARIANZA						
76		Variables	La Favorita	Holding Tonicorp	Holcim Ecuador	Porcentaje Inversión		
77		La Favorita	0,00329712	-0,00004358	-0,00004627	33,33%		
78		Holding Tonicorp	-0,0000436	0,00104282	-0,00001713	33,33%		
79		Holcim Ecuador	-0,0000463	-0,00001713	0,00048957	33,33%		
80								
81		RIESGO DEL PORTAFOLIO	$\sigma_{pm} =$	0,022645924	=RCUAD(MMULT(MMULT(B74:D74; B77:D79); E77:E79))			
82			$\sigma_{pa} =$	0,0784478	=D81*RCUAD(12)			
83								

Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

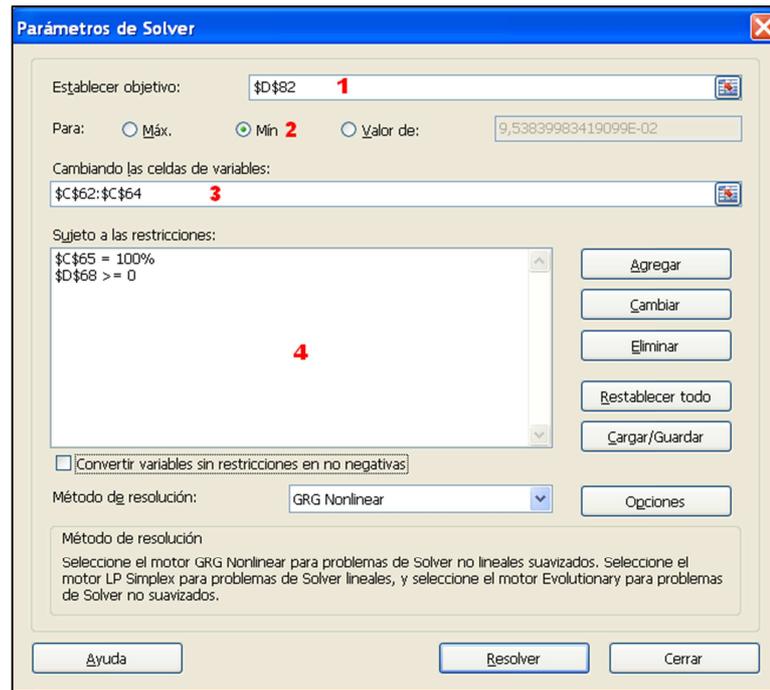
#### 4.6.1.1. Minimización del riesgo para el portafolio del caso de estudio

El modelo plasmado en la Figura 8 puede ser optimizado para minimizar el riesgo, sujeto a las restricciones anteriormente mencionadas. Para optimizarlo, es necesario emplear programación lineal, que buscará encontrar una solución óptima para una función objetivo y dos restricciones. En este estudio, se empleará el complemento denominado 'solver'<sup>22</sup> de Excel, que permite determinar una solución óptima para un sistema de

<sup>22</sup> Solver en Excel 2010 se encuentra ubicado en la pestaña Datos, sección Análisis.

programación lineal, cuya forma de empleo se puede apreciar en los Gráficos 9 y 10, y la Figura 9.

### Gráfico 9. Ingreso de parámetros a Solver



Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

### Explicación de parámetros:

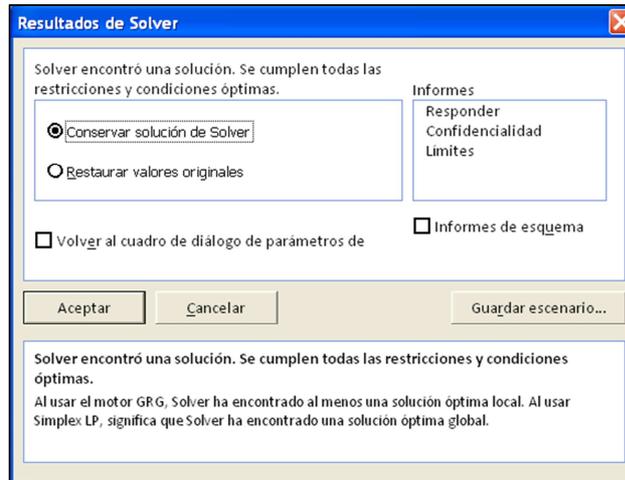
1. **Establecer objetivo:** en esta parte se selecciona la celda en la cual se encuentra el valor de la función objetivo, es decir, lo que deseamos optimizar, que para este caso es el Riesgo Anual ubicado en la celda D82 (ver Figura 8).
2. **Para:** esta opción permite definir la naturaleza de la función objetivo, es decir maximizar, minimizar o igualar la función objetivo. En este

caso deseamos optimizar el riesgo, por lo cual seleccionado la opción 'Mín' de minimizar.

3. **Cambiando las celdas variables:** esta opción permite seleccionar aquellas celdas que serán modificadas para encontrar una solución óptima al problema. Recordemos que el modelo de media-varianza calcula tanto el riesgo como el rendimiento del portafolio considerando los porcentajes de inversión en cada activo, por lo tanto en este caso los porcentajes de inversión ubicados en las celdas C62, C63 y C49 serán sujetos a modificación mediante programación lineal (ver Figura 8).
4. **Sujeto a las restricciones:** esta opción permite el ingreso de las restricciones a las que estará sujeto el modelo de programación lineal, mismas que para este caso son:
  - a. Que las proporciones de inversión en cada activo sumen 100%, es decir, el valor de la celda C65 de la Figura 8 debe sumar 100%.
  - b. Que la rentabilidad sea positiva ( $>0$ ), es decir, que el valor de la celda D68 de la Figura 8 sea mayor a cero.

Establecidos los parámetros anteriores, hacemos clic en la opción 'Resolver' y el programa encontrará una solución al problema, siempre y cuando exista. Si deseamos conservar los resultados de la solución encontrada, hacemos clic en la opción 'Aceptar' como se aprecia en el Gráfico 10.

**Gráfico 10. Cuadro de diálogo de Solver**



Nota: Si hacemos clic en Cancelar, los datos del modelo volverán a su estado anterior.

Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

**Figura 9. Portafolio de inversión optimizado para minimizar el riesgo**

	A	B	C	D	E	F	G	H
60								
61		Activos	Porcentaje Inversión	Rentabilidad Media				
62		La Favorita	9,99%	0,00086				
63		Holding	29,09%	0,00143				
64		Holcim	60,91%	0,00960				
65		Suma	100,00%	=SUMA(C62:C64)				
66								
67		RENTABILIDAD DEL	$R_{pm} =$	0,006351049	=SUMAPRODUCTO(C62:C64; D62:D64)			
68		PORTAFOLIO	$R_{pa} =$	0,076212584	=D67*12			
69								
70								
71								
72		Porcentajes de inversión						
73		La Favorita	Holding	Holcim				
74		9,99%	29,09%	60,91%				
75		MATRIZ VARIANZA-COVARIANZA						
76		Variables	La Favorita	Holding	Holcim	Porcentaje Inversión		
77		La Favorita	0,00329712	-0,00004358	-0,00004627	9,99%		
78		Holding	-0,00004358	0,00104282	-0,00001713	29,09%		
79		Holcim	-0,00004627	-0,00001713	0,00048957	60,91%		
80								
81		RIESGO DEL	$\sigma_{pm} =$	0,016988482	=RCUAD(MMULT(MMULT(B74:D74; B77:D79); E77:E79))			
82		PORTAFOLIO	$\sigma_{pa} =$	0,0588498	=D81*RCUAD(12)			

Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

### **Interpretación de los resultados de la Figura 9**

Mediante el empleo de programación lineal (Solver) se ha logrado obtener una solución óptima, la cual indica que un portafolio de inversión conformado por las acciones de La Favorita, Holding Tonicorp y Holcim Ecuador presenta un Riesgo de portafolio mínimo de 5,88% anual, para lo cual el inversionista debería invertir su capital disponible de la siguiente manera:

- El 9,99% en acciones de La Favorita.
- El 29,09% en acciones de Holding Tonicorp.
- El 60,91% en acciones de Holcim Ecuador.

#### **4.6.1.2. Maximización de la rentabilidad para el portafolio del caso de estudio**

El proceso de Maximización de la Rentabilidad del portafolio mediante el uso de 'Solver' es similar al de Minimización del Riesgo el cual puede revisarse en páginas anteriores en el Gráfico 9, pero considerando las siguientes modificaciones:

- La celda objetivo de la opción 'Establecer objetivo' es la Rentabilidad Anual, por lo tanto se selecciona la celda D68 de la Figura 8.
- Como el objetivo es maximizar la rentabilidad anual, en la opción 'Para' seleccionamos 'Máx' de maximizar.
- Las opciones de 'Cambiando las celdas de variables' y 'Sujeto a las restricciones', permanecen sin ningún cambio.

Una vez realizadas las modificaciones anteriores, el programa determina una solución al problema, cuyos resultados se pueden apreciar en la Figura 10.

**Figura 10. Portafolio de inversión optimizado para maximizar la rentabilidad**

	A	B	C	D	E	F	G	H
60								
61		Activos	Porcentaje Inversión	Rentabilidad Media				
62		La Favorita	0,00%	0,00086				
63		Holding	0,00%	0,00143				
64		Holcim	100,00%	0,00960				
65		Suma	100,00%		=SUMA(C62:C64)			
66								
67		RENTABILIDAD DEL	$R_{pm} =$	0,00960286	=SUMAPRODUCTO(C62:C64; D62:D64)			
68		PORTAFOLIO	$R_{pa} =$	0,115234321	=D67*12			
69								
70								
71								
72		Porcentajes de inversión						
73		La Favorita	Holding	Holcim				
74		0,00%	0,00%	100,00%				
75		MATRIZ VARIANZA-COVARIANZA						
76		Variables	La Favorita	Holding	Holcim	Porcentaje Inversión		
77		La Favorita	0,00329712	-0,00004358	-0,00004627	0,00%		
78		Holding	-0,00004358	0,00104282	-0,00001713	0,00%		
79		Holcim	-0,00004627	-0,00001713	0,00048957	100,00%		
80								
81		RIESGO DEL	$\sigma_{pm} =$	0,022126306	=RCUAD(MMULT(MMULT(B74:D74; B77:D79); E77:E79))			
82		PORTAFOLIO	$\sigma_{pa} =$	0,0766478	=D81*RCUAD(12)			

Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

### Interpretación de los resultados de la Figura 10

Un portafolio de inversión conformado por las acciones de La Favorita, Holding Tonicorp y Holcim Ecuador presenta una Rentabilidad máxima de 11,52% anual, para lo cual el inversionista debería invertir su capital disponible de la siguiente manera:

- 0,00% en las acciones de la Favorita
- 0,00% en las acciones de Holding Tonicorp
- 100,00% en las acciones de Holcim Ecuador.

La anterior estructura de porcentajes de inversión se explica porque las acciones de Holcim Ecuador presentan la mayor rentabilidad mensual media, por lo tanto, la rentabilidad máxima posible con este portafolio se obtiene invirtiendo todo en las acciones de Holcim Ecuador.

#### **4.7. La región factible y la frontera eficiente**

En términos generales, la Región Factible es el conjunto de todas las combinaciones posibles para estructurar un portafolio de inversión, en función de las proporciones de inversión en cada activo. Por otro lado, la Frontera Eficiente son todos aquellos portafolios de inversión que presentan rentabilidades mayores al portafolio de mínima varianza global, y que por lo tanto son válidas para el inversionista. Como estos temas ya fueron tratados en el Capítulo II, en el presente capítulo concierne construir la región factible y determinar la frontera eficiente para el caso de estudio.

##### **4.7.1. Construcción de la región factible para el caso de estudio**

El primer paso para construir la Región Factible, consiste en determinar el riesgo y la rentabilidad del portafolio asumiendo que el 100% del capital disponible es invertido en un solo activo a la vez, es decir:

- Primer caso, se invierte todo en acciones de La Favorita.
- Segundo caso, se invierte todo en acciones de Holding Tonicorp.
- Tercer caso, se invierte todo en acciones de Holcim Ecuador.

Luego, se determina el portafolio de mínima varianza global, es decir se minimiza el riesgo del portafolio mediante el empleo de 'Solver'. Por último, se calcula el riesgo y la rentabilidad para  $n$  casos, asignando porcentajes

aleatorios a los diferentes títulos que conforman el portafolio, pero considerado que la suma total de los porcentajes asignados nunca supere el 100%.

El resultado de realizar los procedimientos mencionados, se puede apreciar en las Tablas 17, 18 y 19.

**Tabla 17. Casos de inversión total en un solo activo**

Porcentajes de inversión			Riesgo	Rentabilidad
La Favorita	Holding Tonicorp	Holcim Ecuador	X	Y
100%	0%	0%	0,19891051	0,01032297
0%	100%	0%	0,11186512	0,01714468
0%	0%	100%	0,07664785	0,11523443

Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

La Tabla 17 nos muestra el resultado de invertir todo el capital disponible en un solo activo a la vez, obteniendo los siguientes resultados:

- Al invertir todo en acciones de La Favorita, tenemos un portafolio de inversión con un riesgo de 19,89% anual y una rentabilidad de 1,03% anual.
- Al invertir todo en acciones de Holding Tonicorp, tenemos un portafolio de inversión con un riesgo de 11,18% anual y una rentabilidad de 1,71% anual.
- Por último, al invertir todo en acciones de Holcim Ecuador, tenemos un portafolio de inversión con un riesgo de 7,66% anual y una rentabilidad de 11,52% anual.

**Tabla 18. Portafolio de mínima varianza global**

Porcentajes de inversión			Riesgo	Rentabilidad
La Favorita	Holding Tonicorp	Holcim Ecuador	X	Y
10%	29%	61%	0,05884982	0,07621263

Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

En la Tabla 18 tenemos el portafolio de mínima varianza global, es decir, el portafolio conformado por las acciones de La Favorita, Holding Tonicorp y Holcim Ecuador con el mínimo riesgo posible que es de 5,88% anual y una rentabilidad esperada de 7,62% anual.

**Tabla 19. Combinaciones aleatorias entre los títulos que conforman el portafolio**

Caso	Porcentajes de inversión (aleatorios)			Riesgo	Rentabilidad
	La Favorita	Holding Tonicorp	Holcim Ecuador	X	Y
1	85%	11%	4%	0,169143266	0,015269824
2	15%	70%	15%	0,083523579	0,030834888
3	70%	26%	4%	0,141480135	0,016293079
4	62%	33%	5%	0,127793392	0,017819713
5	11%	69%	20%	0,080690807	0,036012244
6	0%	79%	21%	0,089446919	0,037743529
7	35%	57%	8%	0,093228602	0,022604265
8	40%	60%	0%	0,102880436	0,014415999
9	4%	90%	6%	0,100787479	0,022757197
10	93%	5%	2%	0,184889256	0,012762293
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:
9991	53%	10%	37%	0,108420078	0,049822388
9992	45%	40%	15%	0,099289864	0,028788378
9993	89%	7%	4%	0,176931099	0,014996956
9994	64%	17%	19%	0,128520800	0,031415845
9995	89%	6%	5%	0,176898212	0,015977853
9996	7%	35%	58%	0,059573177	0,073559219
9997	60%	2%	38%	0,121770332	0,050325766
9998	5%	4%	91%	0,070116702	0,106065273
9999	37%	33%	30%	0,083763442	0,044047577
10000	48%	27%	25%	0,100492444	0,038392702

Nota 1: Debido a lo extenso de la información, en esta tabla se presentan los diez primeros y diez últimos casos, de diez mil casos en total, para los cuales se calculó el riesgo y la rentabilidad del portafolio, asignando porcentajes de inversión aleatorios en cada acción.

Nota 2: Mientras mayor sea el número de casos aleatorios calculados, más exacto será el gráfico de la Región Factible.

Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

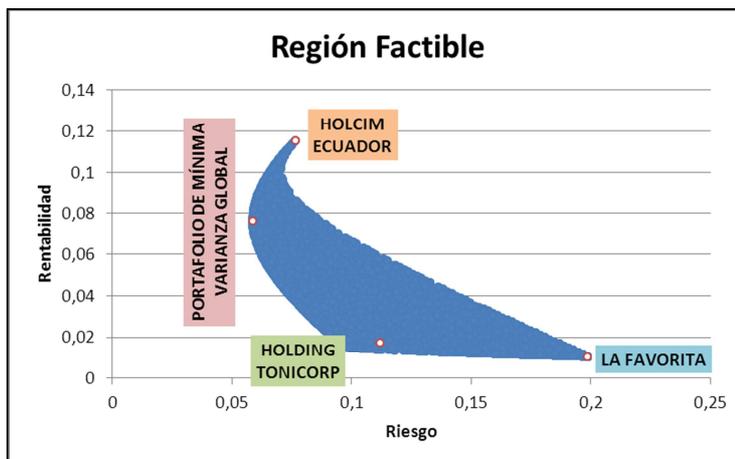
En la Tabla 19, se observa el resumen de diez mil casos para los cuales se calculó el riesgo y la rentabilidad del portafolio con porcentajes de

inversión aleatorios. A continuación, se presenta la interpretación para cuatro de los diez mil casos que se aprecian en la Tabla 19:

- Caso 1. Al invertir el 85% de los fondos en acciones de La Favorita, el 11% en acciones de Holding Tonicorp y el 4% restante en acciones de Holcim Ecuador, el portafolio de inversión presenta un riesgo de 16,91% anual y una rentabilidad de 1,52% anual.
- Caso 6. Al invertir 0% en acciones de La Favorita, 79% en acciones de Holding Tonicorp y 21% en acciones de Holcim Ecuador, el portafolio de inversión presenta un riesgo anual de 8,94% y una rentabilidad de 3,77% anual.
- Caso 9996. Al invertir el 7% de los fondos en acciones de La Favorita, el 35% en acciones de Holding Tonicorp y el 58% en acciones de Holcim Ecuador, el portafolio presenta un riesgo de 5,96% anual y una rentabilidad de 7,35% anual.
- Caso 10000. Al invertir el 48% de los fondos en acciones de la Favorita, el 27% en acciones de Holding Tonicorp y el 25% en acciones de Holcim Ecuador, tenemos un portafolio con un riesgo de 10,04% anual y una rentabilidad de 3,83% anual.

Con los resultados de la Tablas 17, 18 y 19, se construye la región factible en un gráfico de dispersión en donde el Riesgo corresponde al eje de las abscisas 'x', y la Rentabilidad al eje de las ordenadas 'y'; dando como resultado el Gráfico 11.

**Gráfico 11. Región Factible para el caso de estudio**



Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

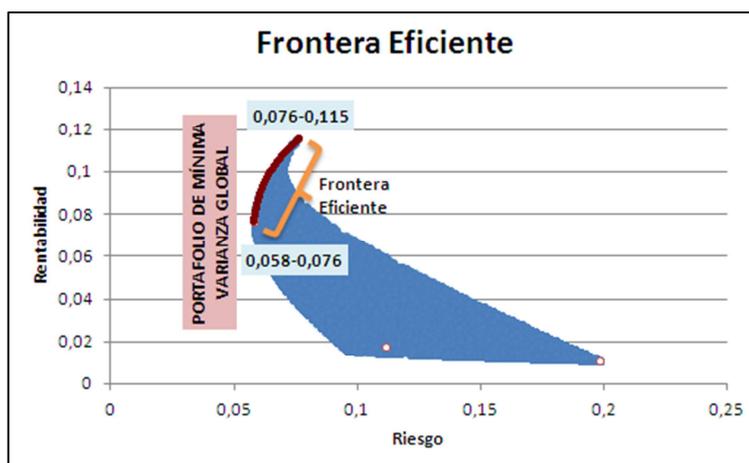
El Gráfico 11 permite apreciar la región factible (parte sombreada) para un portafolio de inversión conformado por las acciones de La Favorita, Holding Tonicorp y Holcim Ecuador. La región sombreada representa todas las posibilidades de estructurar un portafolio de inversión con las acciones mencionadas, misma que como se observa presenta la característica de ser convexa al origen, es decir, que cualquier punto  $x,y$  dado por las funciones de riesgo y rentabilidad del modelo de Media – Varianza se encuentra contenido dentro de la región factible.

#### **4.7.2. Determinación de la Frontera Eficiente para el caso de estudio**

La frontera eficiente está conformada por aquellos portafolios que ofrecen la mejor relación riesgo-rentabilidad, es decir, aquellos portafolios que se encuentran por encima del Portafolio de mínima varianza global, en

consecuencia de forma gráfica, la frontera eficiente es el límite noroeste de la región factible como se puede apreciar en el Gráfico 12.

**Gráfico 12. Frontera Eficiente para el caso de estudio**



Nota: Las cifras de (0,058 – 0,076) y (0,076 – 0,115), provenientes de las Tablas 17 y 18, corresponden al rango de riesgo – rentabilidad de la frontera eficiente, lo cual significa que dentro de este rango se encuentran los portafolios eficientes para el caso de estudio.

Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

En el Gráfico 12 el segmento color rojo ubicado en la parte noroeste de la región factible constituye la frontera eficiente, es decir, en ese segmento se encuentran todos los portafolios de inversión que pueden ser contruidos combinando las acciones de La Favorita, Holding Tonicorp y Holcim Ecuador, que presentan la característica de ser eficientes. Nótese que para este caso de estudio, la frontera eficiente va desde el punto en el cual se encuentra el portafolio de mínima varianza global hasta el punto en el cuál está el portafolio conformado solo por las acciones de Holcim Ecuador. Dicho de otra manera, en el segmento señalado se encuentran todos los

portafolios que ofrecen la mejor relación entre riesgo-rentabilidad y, que desde el punto de vista del modelo de Media-Varianza son opciones válidas de inversión.

## CAPÍTULO V

### EVALUACIÓN DE RESULTADOS

En el capítulo anterior se estructuró el portafolio de inversión en base al modelo de Media-Varianza de Harry Markowitz. En el presente capítulo se desarrollará el análisis y evaluación expuestos en el capítulo señalado.

#### **5.1. Resultados de los portafolios de inversión para inversionistas con diferentes perfiles de riesgo**

Los inversionistas a menudo presentan diferentes preferencias y apreciaciones respecto a una decisión de inversión, más aún, cuando estas inversiones son realizadas en activos financieros como las acciones, que presentan un alto grado de volatilidad, dependiendo del desempeño de la empresa y la oferta y demanda del mercado bursátil. Considerando las diferentes preferencias de los inversionistas, si a  $n$  inversionistas se les ofreciera la posibilidad de estructurar un portafolio de inversión de  $m$  maneras posibles, es muy probable que tengamos una función con  $m$  respuestas ( $f(n) = m$ ), es decir, un portafolio de inversión diferente para cada inversionista.

Una decisión de inversión no solo responde a la rentabilidad que esta pueda ofrecer, sino a otros aspectos tales como:

- **El objetivo de la inversión.-** lo cual significa dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿Por qué motivo deseamos realizar una inversión? La pregunta anterior tendrá diferentes respuestas para cada inversionista, ya que por lo general sus objetivos financieros

varían de uno a otro en función de sus metas; en donde quizás por ejemplo para algunos es importante la inversión porque podrían estar preparándose para obtener un ingreso adicional para su jubilación, otros pensando que en el futuro puedan adquirir activos, por ejemplo una casa, etc.

- **El plazo de la inversión.**- se encuentra directamente relacionado con el objetivo de la inversión, por ejemplo, si el inversionista persigue un ingreso adicional para su jubilación y aún falta bastante tiempo para que se de ese evento, entonces la inversión sería a largo plazo; sin embargo, si el objetivo sería un fondo para las próximas vacaciones, entonces la inversión sería a corto plazo.
- **Perfil de riesgo.**- una vez definidos el objetivo y el plazo de la inversión, es necesario determinar el perfil de riesgo del inversor, es decir, el nivel de tolerancia al riesgo. En la práctica bursátil, el perfil de riesgo lo determinan los asesores de intermediación de valores, que en nuestro país son los corredores de bolsa que operan en las diferentes casas de valores vigentes. Con frecuencia, para determinar el perfil de riesgo, en las casas de valores, se emplean cuestionarios a través de los cuales se apreciaría la tolerancia al riesgo, para ello asignan una valoración a cada respuesta, con las que se elabora un indicador de la tolerancia al riesgo, dándole una calificación al nivel de tolerancia (conservador, moderado y agresivo). En el Anexo 5 se

presenta un cuestionario modelo creado por la Entidad Financiera Citibank<sup>23</sup>, para determinar el perfil de riesgo de un inversionista.

Considerando lo anterior, el objetivo y el plazo de la inversión convergen en el nivel de riesgo que el inversionista está dispuesto a tolerar. Si bien existen múltiples formas de clasificación de un inversionista por su actitud frente al riesgo, para Gitman y Joehnk (2005) básicamente son tres las actitudes del inversionista frente al riesgo:

- Inversionistas indiferentes al riesgo, lo cual significa que su posición se mantendría aunque surgiera un cambio en el nivel del riesgo de la inversión.
- Inversionistas renuentes al riesgo, que modifican su estrategia o decisión de inversión en función de los niveles de riesgo percibidos, optando por inversiones con el menor riesgo posible.
- Inversionistas amantes del riesgo, lo cuales optan por invertir en activos que presentan un alto nivel de riesgo siempre que ello implique una posibilidad de obtener una rentabilidad mayor.

En la actualidad, en el Ecuador las entidades que operan como intermediarios de inversión (casas de valores y otras), no emplean los conceptos de indiferente, renuente y amante del riesgo, sino que catalogan al inversionista en función de los siguientes perfiles:

---

<sup>23</sup> Citibank es un grupo financiero internacional que tiene presencia en Ecuador desde 1960 como Citibank, N.A. Sucursal Ecuador, especializado en servicios financieros a nivel corporativo.

- **Perfil conservador.-** para el cual la seguridad de su inversión es más importante que la rentabilidad ofrecida, es decir, tienen un nivel bajo de tolerancia al riesgo, inclinándose por aquellas inversiones con el menor riesgo posible.
- **Perfil moderado.-** este tipo de inversionista busca un balance entre el riesgo y la rentabilidad, lo cual significa que busca una rentabilidad mayor pero sin asumir un riesgo elevado.
- **Perfil agresivo.-** el cual presenta un alto grado de tolerancia al riesgo, es decir, busca la mayor rentabilidad posible aunque ello implique un riesgo de inversión elevado.

#### **5.1.1. Portafolios de inversión para los perfiles de riesgo conservador, moderado y agresivo en el caso de estudio**

##### **5.1.1.1. Estructura de un portafolio de inversión para el inversionista con perfil de riesgo conservador**

Dado que el inversionista conservador presenta un alto nivel de aversión al riesgo, su portafolio óptimo sería el de mínima varianza global, es decir, el portafolio que presente el menor riesgo de entre todas las posibilidades factibles, cuya estructura se evidencia en la Figura 11 y Gráfico 13.

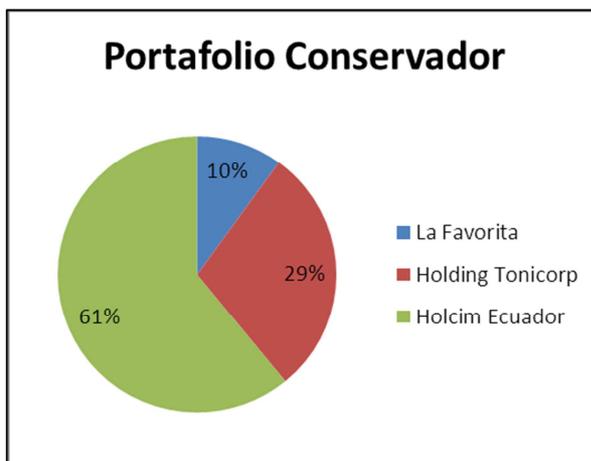
**Figura 11. Portafolio de inversión: Perfil de riesgo conservador**

60								
61		Activos	Porcentaje Inversión	Rentabilidad Media				
62		La Favorita	9,99%	0,00086				
63		Holding Tonicorp	29,09%	0,00143				
64		Holcim Ecuador	60,91%	0,00960				
65		Suma	100,00%	=SUMA(C62:C64)				
66								
67	RENTABILIDAD DEL PORTAFOLIO	$R_{pm}$ =	0,00635105	=SUMAPRODUCTO(C62:C64; D62:D64)				
68		$R_{pa}$ =	0,076212603	=D67*12				
69								
70								
71								
72		Porcentajes de inversión						
73		La Favorita	Holding	Holcim				
74		9,99%	29,09%	60,91%				
75		MATRIZ VARIANZA-COVARIANZA						
76		Variables	La Favorita	Holding Tonicorp	Holcim Ecuador	Porcentaje Inversión		
77		La Favorita	0,00329712	-0,00004358	-0,00004627	9,99%		
78		Holding Tonicorp	-0,0000436	0,00104282	-0,00001713	29,09%		
79		Holcim Ecuador	-0,0000463	-0,00001713	0,0048957	60,91%		
80								
81	RIESGO DEL PORTAFOLIO	$\sigma_{pm}$ =	0,016988482	=RCUAD(MMULT(MMULT(B74:D74; B77:D79); E77:E79))				
82		$\sigma_{pa}$ =	0,0588498	=D81*RCUAD(12)				
83								

Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

**Gráfico 13. Estructura del portafolio de inversión: Perfil de riesgo conservador**



Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

### 5.1.1.2. Portafolio de inversión para el inversionista con perfil de riesgo agresivo

Como se mencionó con anterioridad, el inversionista con perfil de riesgo agresivo busca obtener la mejor rentabilidad aunque ello implique asumir un riesgo de inversión elevado. Para el caso de estudio, un inversionista agresivo escogería el portafolio de inversión con la máxima rentabilidad esperada que se encuentre dentro de la frontera eficiente, por lo cual, la estructura de este portafolio se modificaría con respecto al inversionista conservador, tal como se puede apreciar en la Figura 12 y Gráfico 14.

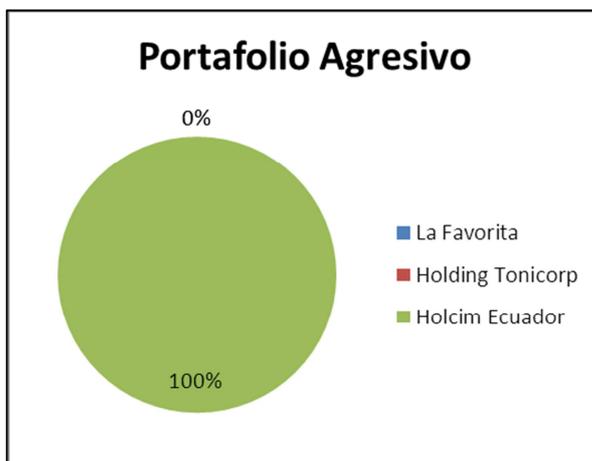
Figura 12. Portafolio de inversión: Perfil de riesgo agresivo

	A	B	C	D	E	F	G	H
60								
61		Activos	Porcentaje Inversión	Rentabilidad Media				
62		La Favorita	0,00%	0,00086				
63		Holding Tonicorp	0,00%	0,00143				
64		Holcím Ecuador	100,00%	0,00960				
65		Suma	100,00%		=SUMA(C62:C64)			
66								
67	RENTABILIDAD DEL PORTAFOLIO	$R_{pm} =$		0,00960287	=SUMAPRODUCTO(C62:C64;D62:D64)			
68		$R_{pa} =$		0,115234436	=D67*12			
69								
70								
71								
72		Porcentajes de inversión						
73		La Favorita	Holding	Holcím				
74		0,00%	0,00%	100,00%				
75		MATRIZ VARIANZA-COVARIANZA						
76		Variables	La Favorita	Holding Tonicorp	Holcím Ecuador	Porcentaje Inversión		
77	La Favorita	0,00329712	-0,00004358	-0,00004627		0,00%		
78	Holding Tonicorp	-0,0000436	0,00104282	-0,00001713		0,00%		
79	Holcím Ecuador	-0,0000463	-0,00001713	0,00048957		100,00%		
80								
81	RIESGO DEL PORTAFOLIO	$\sigma_{pm} =$		0,022126328	=RCUAD(MMULT(MMULT(B74:D74; B77:D79); E77:E79))			
82		$\sigma_{pa} =$		0,0766479	=D81*RCUAD(12)			
83								

Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

### Gráfico 14. Estructura del portafolio de inversión: Perfil de riesgo agresivo



Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

#### 5.1.1.3. Portafolio de inversión para el inversionista con perfil de riesgo moderado

A diferencia de los inversionistas con perfil de riesgo conservador y agresivo, el inversionista con perfil de riesgo moderado busca un punto medio entre el riesgo y la rentabilidad de su inversión. Para el caso de estudio, un inversionista con perfil de riesgo moderado optará por un portafolio de inversión cuyo nivel de riesgo se encuentre en medio de los límites máximo y mínimo de la frontera eficiente; es decir, un punto medio entre los riesgos del portafolio para los perfiles conservador y agresivo del inversionista, cuya estructura puede ser apreciada en la Figura 13 y Gráfico 15.

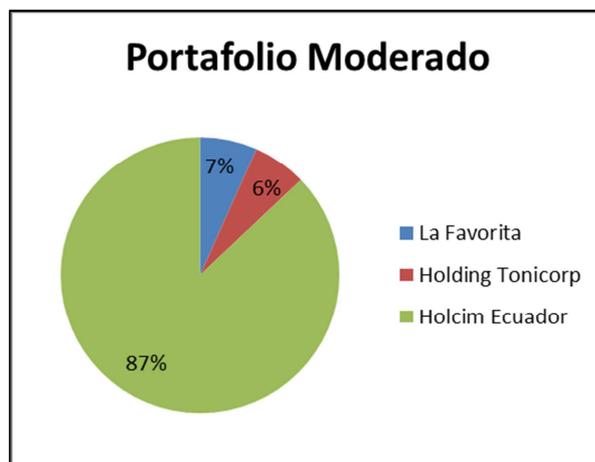
**Figura 13. Portafolio de inversión: Perfil de riesgo moderado**

60								
61		Activos	Porcentaje Inversión	Rentabilidad Media				
62		La Favorita	6,63%	0,00086				
63		Holding Tonicorp	6,26%	0,00143				
64		Holcim Ecuador	87,11%	0,00960				
65		Suma	100,00%	=SUMA(C62:C64)				
66								
67	RENTABILIDAD DEL PORTAFOLIO	$R_{pm}$	=	0,00851154	=SUMAPRODUCTO(C62:C64; D62:D64)			
68		$R_{pa}$	=	0,102138479	=D67*12			
69								
70								
71								
72		Porcentajes de inversión						
73		La Favorita	Holding	Holcim				
74		6,63%	6,26%	87,11%				
75		MATRIZ VARIANZA-COVARIANZA						
76	Variables	La Favorita	Holding Tonicorp	Holcim Ecuador	Porcentaje Inversión			
77	La Favorita	0,00329712	-0,00004358	-0,00004627	6,63%			
78	Holding Tonicorp	-0,0000436	0,00104282	-0,00001713	6,26%			
79	Holcim Ecuador	-0,0000463	-0,00001713	0,00048957	87,11%			
80								
81	RIESGO DEL PORTAFOLIO	$\sigma_{pm}$	=	0,019557297	=RCUAD(MMULT(MMULT(B74:D74; B77:D79); E77:E79))			
82		$\sigma_{pa}$	=	0,0677485	=D81*RCUAD(12)			
83								

Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

**Gráfico 15. Estructura del portafolio de inversión: Perfil de riesgo moderado**



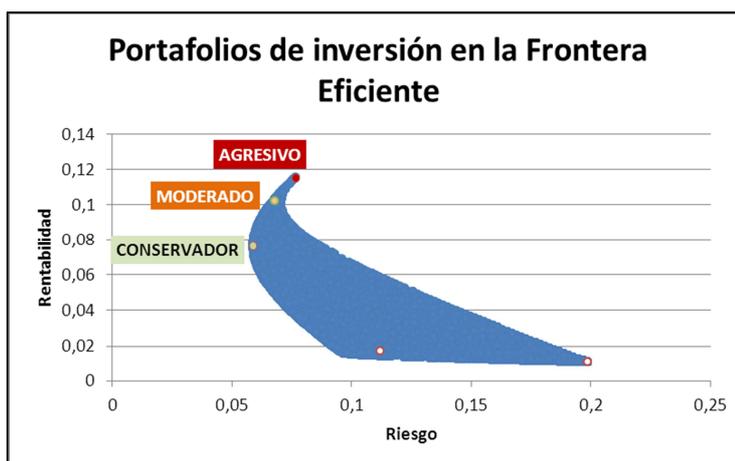
Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

### 5.1.2. Análisis de resultados expuestos en cuadros y gráficos anteriores

Una forma sencilla que permite interpretar los resultados de los portafolios de inversión contruidos para inversionistas con diferentes perfiles de riesgo, es graficando los datos obtenidos para los diferentes portafolios de inversión dentro de la frontera eficiente, tal como se evidencia en el Gráfico 16.

**Gráfico 16. Portafolios de inversión y frontera eficiente**



Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

En el Gráfico 16 se puede apreciar la relación riesgo – rentabilidad en función de las actitudes frente al riesgo de los tres tipos de inversionistas identificados, en el cual, a partir del portafolio de mínima varianza global cuanto más alto es el riesgo, mayor es la rentabilidad esperada, sucediendo lo siguiente:

- El inversionista con perfil de riesgo conservador, busca obtener una rentabilidad en su inversión, pero diversificando el portafolio con el objetivo de minimizar el riesgo lo máximo posible. En el caso de estudio, un inversionista con poca tolerancia al riesgo invertiría sus fondos de la siguiente manera: el 61% en acciones de Holcim Ecuador, el 29% en acciones de Holding Tonicorp y el 10% en acciones de La Favorita, permitiéndole disminuir el riesgo de portafolio a 5,88% anual, con una rentabilidad esperada de 7,62% anual. (Ver Figura 11 y Gráfico 13)
- El inversionista con perfil de riesgo agresivo, al buscar obtener la mayor rentabilidad posible seleccionaría un portafolio de inversión con una diversificación prácticamente nula, ya que para el caso de estudio invertiría el 100% de sus fondos en acciones de Holcim Ecuador, debido a que son estas acciones las que presentan la mayor rentabilidad esperada, dándole como resultado un riesgo de portafolio de 7,66% anual con una rentabilidad esperada de 11,52% anual. (Ver Figura 12 y Gráfico 14)
- Por último, el inversionista con perfil de riesgo moderado, al buscar un equilibrio entre el riesgo y la rentabilidad, optaría por un portafolio en el cual invertiría el 87% de sus fondos en acciones de Holcim Ecuador, el 6% en acciones de Holding Tonicorp y el 7% en acciones de La Favorita, obteniendo de esa manera un riesgo de portafolio de 6,77% anual y una rentabilidad esperada de 10,21% anual. (Ver Figura 13 y Gráfico 15)

Podemos apreciar en los indicadores expuestos en las gráficas anteriores, que la característica principal que se observa, es que en todos los portafolios (conservador, moderado y agresivo) el activo financiero con mayor presencia son las acciones de Holcim Ecuador. Esto se explica porque de las tres acciones analizadas en este estudio, son las acciones de Holcim Ecuador las que menor riesgo y mayor rendimiento individual presentan, lo cual provoca que los portafolios de inversión eficientes presenten una estructura en la cual las acciones de Holcim Ecuador tengan mayor participación que el resto de acciones analizadas. (Ver Tablas 18 y 19).

## **5.2. El efecto de la diversificación**

Sin importar con cuantos activos se encuentre conformado un portafolio de inversión, el riesgo jamás puede ser eliminado en su totalidad; sin embargo, mediante una adecuada combinación de varios títulos de inversión, el riesgo del portafolio puede ser minimizado hasta alcanzar niveles óptimos en función del grado de tolerancia al riesgo que presente el inversionista. Considerando lo anterior, a la minimización del riesgo mediante la estructuración de portafolios de inversión es lo que se conoce como diversificación.

En este estudio, también se puede observar el efecto de la diversificación, al minimizar el riesgo de portafolio mediante una combinación eficiente entre las acciones de La Favorita, Holding Tonicorp y Holcim

Ecuador. Para comprender mejor, es necesario volver a observar los gráficos 13, 14 y 15 y comparar con el gráfico 16, apreciando las variaciones que experimenta el portafolio en su diversificación para los inversionistas con perfiles de riesgo conservador, agresivo y moderado respectivamente, sucediendo lo siguiente:

- EL inversionista cuyo perfil de riesgo es agresivo, presenta un portafolio sin diversificación alguna que puede observarse en el Gráfico 14, al decidir invertir todo su capital en acciones de Holcim Ecuador generando el riesgo de portafolio más alto, tal como se aprecia en el Gráfico 16.
- En contraparte, el inversionista con perfil de riesgo conservador presenta un portafolio de inversión diversificado, el cual está conformado por las acciones de La Favorita, Holding Tonicorp y Holcim Ecuador como se aprecia en el Gráfico 13, dando como resultado un riesgo de portafolio mínimo, que se puede evidenciar en el Gráfico 16.

### **5.2.1. Portafolio mal diversificado**

Si solo se toma en consideración los portafolios que se encuentran dentro de la Frontera Eficiente, anticipadamente se puede llegar a la conclusión errónea de que cuanto mayor es la diversificación en el portafolio de inversión, mayor es la optimización del riesgo; sin embargo, esto no es

del todo correcto, lo cual puede observarse en la Figura 14 y Gráficos 17 y 18.

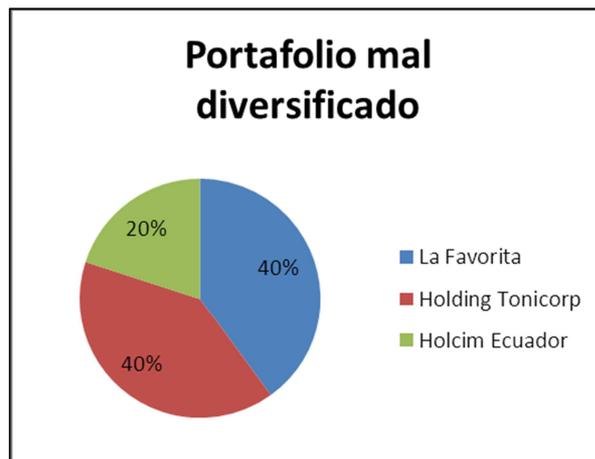
**Figura 14. Portafolio mal diversificado**

	A	B	C	D	E	F	G	H
60								
61		Activos	Porcentaje Inversión	Rentabilidad Media				
62		La Favorita	40,00%	0,00086				
63		Holding Tonicorp	40,00%	0,00143				
64		Holcim Ecuador	20,00%	0,00960				
65		Suma	100,00%	=SUMA(C62:C64)				
67		RENTABILIDAD DEL PORTAFOLIO	$R_{pm} =$	0,002836163	=SUMAPRODUCTO(C62:C64; D62:D64)			
68			$R_{pa} =$	0,034033951	=D67*12			
71								
72		Porcentajes de inversión						
73		La Favorita	Holding	Holcim				
74		40,00%	40,00%	20,00%				
75		MATRIZ VARIANZA-COVARIANZA						
76		Variables	La Favorita	Holding Tonicorp	Holcim Ecuador	Porcentaje Inversión		
77		La Favorita	0,00329712	-0,00004358	-0,00004627	40,00%		
78		Holding Tonicorp	-0,0000436	0,00104282	-0,00001713	40,00%		
79		Holcim Ecuador	-0,0000463	-0,00001713	0,00048957	20,00%		
80								
81		RIESGO DEL PORTAFOLIO	$\sigma_{pm} =$	0,026265593	=RCUAD(MMULT(MMULT(B74:D74; B77:D79); E77:E79))			
82			$\sigma_{pa} =$	0,0909867	=D81*RCUAD(12)			
83								

Fuente: autor de la investigación

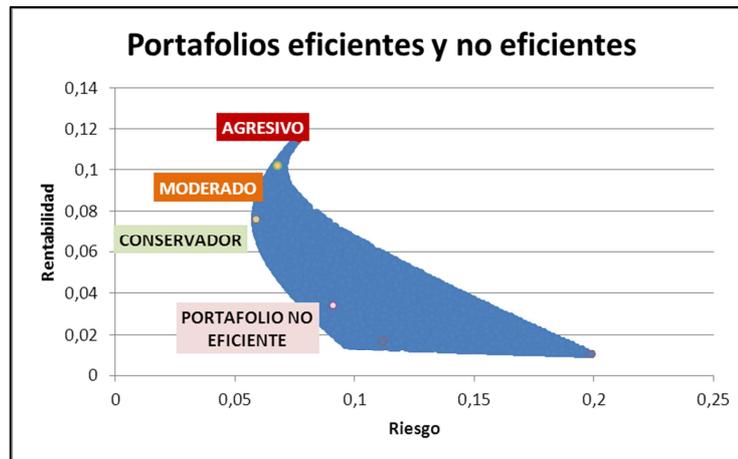
Elaborado por: autor de la investigación

**Gráfico 17. Estructura de un portafolio mal diversificado**



Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

**Gráfico 18. Portafolios eficientes vs no eficiente**

Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

La Figura 14 y el Gráfico 17, presentan un portafolio de inversión conformado por las acciones de La Favorita, Holding Tonicorp y Holcim Ecuador, cuyas proporciones de inversión son 40%, 40% y 20% respectivamente. Aparentemente, el portafolio se encuentra bien diversificado tomando en consideración que todas las acciones tienen una participación mayor o igual al 20% dentro del portafolio; sin embargo, cuando se determina el riesgo y la rentabilidad, tenemos como resultado un Portafolio No Eficiente, es decir, que se encuentra por debajo del portafolio de mínima varianza global, generando una relación de riesgo – rentabilidad no eficiente; tal es así que el portafolio ilustrado en la Figura 14 presenta un riesgo mayor que el portafolio para el perfil de riesgo agresivo, y una rentabilidad menor que el portafolio cuyo perfil de riesgo es conservador, tal como se aprecia en el Gráfico 18.

Por último, haciendo referencia al Capítulo IV, en el cual se calculó el riesgo y rentabilidad individual para cada acción, se observó que de las tres

acciones analizadas, las acciones de Holcim Ecuador presentan el menor riesgo y la mayor rentabilidad a nivel individual. Entonces, también se podría considerar que la mejor opción es invertir en Holcim Ecuador ya que es la empresa que menor riesgo presenta, sin embargo, mediante una combinación adecuada con las acciones de La Favorita y Holding Tonicorp, el riesgo de portafolio puede ser reducido de 7,66% al 5,88% anual, como puede observarse en el Gráfico 16.

Los resultados anteriores permiten evidenciar la importancia de realizar una diversificación eficiente al estructurar portafolios de inversión con diferentes títulos valores. Debe entenderse además, que la diversificación no solo implica la integración de nuevos activos al portafolio de inversión, sino también la adecuada proporción de inversión en cada uno de esos títulos valores.

### **5.3. Evaluación del cumplimiento del fundamento teórico “a mayor riesgo, mayor rentabilidad exigida”**

Con frecuencia, cuando se habla de inversiones, los términos por excelencia debatidos son el riesgo y la rentabilidad, llegando a la conclusión de que a mayor riesgo esperado, mayor es la rentabilidad exigida; y autores como Emery, Stowe y Finerty (2000) explican que “si queremos tener la oportunidad de obtener resultados en verdad excelentes, tenemos que arriesgarnos a tener un resultado muy malo. [...] Simplemente no podemos esperar obtener altos rendimientos sin exponernos al mismo tiempo a la posibilidad de rendimientos bajos”. Este principio obedece a la relación

existente entre la oferta y la demanda de un activo en cualquier tipo de mercado, ya que si un activo financiero que presenta un nivel de riesgo elevado no ofrece una mejor rentabilidad, difícilmente podría ser comercializado en el mercado.

Sin embargo, el fundamento teórico en mención no siempre se cumple en la práctica. Por ejemplo, en este estudio se determinaron los riesgos y rentabilidades de cada acción analizada de forma individual, cuyos resultados no validan el principio de “a mayor riesgo, mayor rentabilidad exigida”, tal como puede apreciarse en la Tabla 20.

**Tabla 20. Riesgo y rentabilidad de las acciones del caso de estudio**

Acción	Riesgo	Rentabilidad
La Favorita	0,19891051	0,01032297
Holding Tonicorp	0,11186512	0,01714468
Holcim Ecuador	0,07664785	0,11523443

Nota: Datos extraídos de la Tabla 17.

Fuente: autor de la investigación

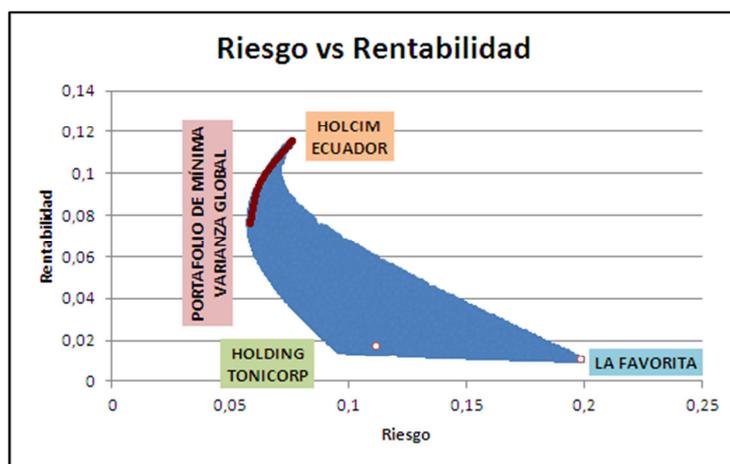
Elaborado por: autor de la investigación

Considerando que en este estudio, el riesgo supone una medida de volatilidad y la rentabilidad una medida en función de los precios de cotización de las acciones en el mercado de valores ecuatoriano, el fundamento teórico de “a mayor riesgo, mayor rentabilidad exigida” no se cumple, pues al analizar el riesgo y la rentabilidad individual de cada acción; se observa que las acciones de la Favorita pese a ser las más riesgosas en términos de volatilidad, son las que menor rentabilidad esperada presentan;

en contraposición, las acciones de Holcim Ecuador, pese a presentar el menor riesgo, son las que mayor rentabilidad esperada ofrecen.

Por último, para completar el análisis, es necesario tener en cuenta el cumplimiento del fundamento teórico “a mayor riesgo, mayor rentabilidad exigida”, desde la perspectiva de los portafolios de inversión, para lo cual es necesario apoyarse en el gráfico 19.

### Gráfico 19. Riesgo y rentabilidad en los portafolios de inversión para el caso de estudio



Fuente: autor de la investigación

Elaborado por: autor de la investigación

En el Gráfico 19, se puede observar que el fundamento teórico de “a mayor riesgo, mayor rentabilidad exigida”, se cumple a partir del portafolio de mínima varianza global, es decir, considerando solo los portafolios que se encuentran dentro de la Frontera eficiente, que gráficamente se observa como el segmento rojo al noroeste de la región factible. Sin embargo, nótese también que aquellos portafolios que se encuentran por debajo del portafolio

de mínima varianza global, no validan el fundamento teórico, puesto que presentan rentabilidades menores y riesgos mayores.

Con base en los resultados obtenidos, se observa que si bien el fundamento teórico de “a mayor riesgo, mayor rentabilidad exigida” goza de amplia aceptación en el mundo de las finanzas, dicho fundamento no siempre se cumple en la práctica. Por último, nuevamente se observa la importancia de estructurar portafolios de inversión eficientes, pues permiten identificar de entre todas las posibilidades factibles, aquellos portafolios que presentan la mejor relación en términos de riesgo y rentabilidad.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

Una vez concluido el estudio para validar la aplicabilidad del modelo Media-Varianza de Markowitz mediante la estructuración de un portafolio de inversión conformado por tres acciones representativas que coticen en la Bolsa de Valores de Quito, se ha llegado a concluir lo siguiente:

- El mercado de valores ecuatoriano es en esencia conservador, debido a que se encuentra ampliamente dominado por la comercialización de títulos valores de renta fija, que presentan un mínimo riesgo; en tanto que, los instrumentos financieros de renta variable como las acciones representan en promedio tan solo el 3% del total de las negociaciones bursátiles a nivel nacional.
- En su mayoría, las empresas que se encuentran catalogadas como emisores de renta variable en la Bolsa de Valores de Quito presentan poca participación en el mercado accionario. Pese a ello, de cuarenta y tres empresas inscritas en la Bolsa de Valores de Quito en calidad de emisores de renta variable, las empresas de La Favorita, Holding Tonicorp y Holcim Ecuador son las que mayor representatividad presentan en función de su capitalización bursátil, montos negociados y número de transacciones realizadas en el mercado de valores ecuatoriano.

- Si bien en este estudio ha sido posible la aplicación del Modelo de Media-Varianza desarrollado por Harry Markowitz, se debe tener en consideración que el modelo como tal podría no ser aplicable con acciones cuyos emisores presentan un bajo nivel de presencia bursátil, debido a que la base de información necesaria para aplicar el modelo de Media-Varianza constituyen los precios de cotización de las acciones, motivo por el cual, el modelo no podría ser aplicado con acciones de empresas que no tengan una participación constante en el mercado accionario o que no marquen un precio de cotización bursátil en forma periódica.
- Dado que el modelo de Media-Varianza determina el riesgo y la rentabilidad de un portafolio de inversión considerando solo los precios de cotización de las acciones, los resultados que el modelo proporcione deben ser considerados como un indicador adicional más no único en la toma de decisiones de inversión.
- La estructuración de portafolios de inversión eficientes constituye una herramienta de apoyo importante para el inversionista, ya que permiten evaluar diferentes escenarios de inversión en función del riesgo y la rentabilidad que presenten los activos en su conjunto, logrando diversificar el riesgo de su inversión con portafolios que se ajusten a su perfil y preferencias.

## 6.2. Recomendaciones

Considerando que la Teoría de Portafolios es sumamente amplia en su contexto científico, y que en este estudio se analizó el modelo de Media-Varianza que marca el inicio de lo que hoy se conoce como Teoría Moderna de Portafolios, me permito presentar las siguientes recomendaciones para futuros estudios:

- Evaluar la aplicabilidad del modelo Media-Varianza incluyendo además de las acciones ordinarias, otros instrumentos financieros tales como los bonos del Estado, pagarés, certificados de inversión y demás títulos valores de contenido crediticio existentes en el mercado de valores ecuatoriano.
- Realizar estudios comparativos aplicados a la realidad del mercado de valores de Ecuador, que permitan contrastar la efectividad y los resultados del modelo de Media-Varianza con respecto a otros modelos de amplia difusión como: el CAPM (Capital Asset Price Model) desarrollado por William Sharpe y Jhon Linter, el modelo de Valoración de Opciones desarrollado por Fisher Black y Marlon Scholes, el modelo del VAR (Value at Risk) desarrollado por la firma financiera Risk Metrics, entre otros.
- Profundizar la investigación en el mercado de valores ecuatoriano, con el objetivo de identificar las causas por las cuales en el mercado de valores local no se ha desarrollado la cultura bursátil con títulos y valores de renta variable, precisando los efectos con respecto al desarrollo del mercado accionario; puesto que más del 95% de las

negociaciones bursátiles nacionales corresponden a instrumentos financieros de renta fija.

- Por último, incentivar a nivel académico el estudio, investigación y análisis de temas relacionados, que permitan validar las teorías económico-financieras en países que como el nuestro presentan una economía con bajo desarrollo del mercado de valores, debido al poco uso que le dan los inversionistas y empresas emisoras de títulos y valores; tomando en consideración que en su mayoría dichas teorías son creadas en países con economías desarrolladas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alexander, G., Sharpe, W., & Bailey, J. (2003). *Fundamentos de inversiones*. México: Pearson Education.
- Asamblea Nacional. (2013). *Asamblea Nacional*. Recuperado el 19 de Diciembre de 2013, de <http://www.asambleanacional.gov.ec/Codigo-Organico-de-Planificacion-y-Finanzas-Publicas.html>
- Bolsa de Valores de Quito. (Agosto de 2006). *Guía del inversionista bursátil*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Bolsa de Valores de Quito. (2010). *Diccionario Bursátil*. Recuperado el 8 de Julio de 2013, de [http://www.bolsadequito.info/uploads/inicio/publicaciones/diccionario-bursatil/120105141358-748c4f544d9b458e8e814dcba3c1a059\\_diccionario.pdf](http://www.bolsadequito.info/uploads/inicio/publicaciones/diccionario-bursatil/120105141358-748c4f544d9b458e8e814dcba3c1a059_diccionario.pdf)
- Bolsa de Valores de Quito. (10 de Julio de 2013). *Boletines Mensuales: Bolsa de Valores de Quito*. Recuperado el 01 de Noviembre de 2013, de [http://www.bolsadequito.info/uploads/inicio/boletines-mensuales/informacion-tecnica-mensual/130711201146-cea2d7ba0c5a38d9001aed4251d1601d\\_InfTecnicaJun13.pdf](http://www.bolsadequito.info/uploads/inicio/boletines-mensuales/informacion-tecnica-mensual/130711201146-cea2d7ba0c5a38d9001aed4251d1601d_InfTecnicaJun13.pdf)
- Bolsa de Valores de Quito. (31 de Octubre de 2013). *Boletines Mensuales: Renta Variable*. Recuperado el 9 de Diciembre de 2013, de [http://www.bolsadequito.info/uploads/inicio/boletines-mensuales/renta-variable1/131111150335-b62624a0033a1521be9d1f9017432a57\\_rentaVarOct13.pdf](http://www.bolsadequito.info/uploads/inicio/boletines-mensuales/renta-variable1/131111150335-b62624a0033a1521be9d1f9017432a57_rentaVarOct13.pdf)

Bolsa de Valores de Quito. (2013). *Bolsa de Valores de Quito: Conozca el mercado - Qué se negocia*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2013, de <http://www.bolsadequito.info/inicio/conozca-el-mercado/que-se-negocia/>

Bolsa de Valores de Quito. (2013). *Casas de Valores: Lista de Casas*. Recuperado el 6 de Diciembre de 2013, de <http://www.bolsadequito.info/casas-de-valores>

Bolsa de Valores de Quito. (26 de Abril de 2013). Conferencia teórica y práctica sobre la Bolsa y su funcionamiento. Quito, Pichincha, Ecuador.

Bolsa de Valores de Quito. (2013). *Emisores: Renta Variable*. Recuperado el 06 de Diciembre de 2013, de <http://www.bolsadequito.info/emisores/>

Bolsa de Valores de Quito. (Noviembre de 2013). *Estadísticas: Dividendos*. Recuperado el 4 de Enero de 2014, de <http://www.bolsadequito.info/estadisticas/dividendos/>

Bolsa de Valores de Quito. (27 de Diciembre de 2013). *Estadísticas: Mercado de la BVQ-Evolución de precios acciones*. Recuperado el 3 de Enero de 2014, de <http://www.bolsadequito.info/estadisticas/mercado-de-la-bvq/evolucion-de-precios-acciones/>

Bolsa de Valores de Quito. (2013). *Inicio: Boletines Mensuales*. Recuperado el 6 de Diciembre de 2013, de <http://www.bolsadequito.info/>

- Brun, X., & Moreno, M. (2008). *Análisis y selección de inversiones en mercados financieras*. Barcelona: Bresca Editorial.
- Brun, X., Ivira, O., & Puig, X. (2008). *Matemática Financiera y Estadística Básica*. Barcelona: Bresca Editorial.
- Citibank. (1 de Marzo de 2011). *Inicio: Documentos*. Recuperado el 19 de Enero de 2014, de [https://www.citibank.com.co/common/pdf/Cuest\\_Perfil\\_Inver.pdf](https://www.citibank.com.co/common/pdf/Cuest_Perfil_Inver.pdf)
- Consejo Nacional de Valores. (7 de Septiembre de 1998). *Bolsa de Valores de Quito: Normativa*. Recuperado el 22 de Noviembre de 2013, de [http://www.bolsadequito.info/uploads/normativa/normativa-del-mercado-de-valores/ley-de-mercado-de-valores/110622194608-efa1a18d0d0e452eade11cf86a331c7e\\_leymercado.pdf](http://www.bolsadequito.info/uploads/normativa/normativa-del-mercado-de-valores/ley-de-mercado-de-valores/110622194608-efa1a18d0d0e452eade11cf86a331c7e_leymercado.pdf)
- Consejo Nacional de Valores. (28 de Marzo de 2013). *Fideval: Marco Legal*. Recuperado el 5 de Diciembre de 2013, de <http://www.fideval.com/Codificacion%20de%20Resoluciones%20del%20CNV.pdf>
- Cortés, M., & Iglesias, M. (3 de Junio de 2005). *Universidad Autónoma del Carmen*. Recuperado el 25 de Julio de 2013, de [http://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia\\_investigacion.pdf](http://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia_investigacion.pdf)
- Domínguez, M. (2011). *Dirección Financiera*. Málaga: Editorial Vértice S.L.
- Dumrauf, G. (2010). *Finanzas Corporativas*. México: Alfaomega.

Emery, D., Stowe, J., & Finnerty, J. (2000). *Fundamentos de Administracion Financiera*. México: Pearson Education.

Enciclopedia Financiera. (s.f.). *Enciclopedia Financiera*. Recuperado el 15 de Julio de 2013, de <http://www.encyclopediainanciera.com/definicion-funcion-objetivo.html>

Gitman, L., & Joehnk, M. (2005). *Fundamentos de inversiones*. Madrid: Pearson Education.

Grajales, T. (27 de Marzo de 2000). *Instituto Universitario Puebla*. Recuperado el 25 de Julio de 2013, de [http://www.iupuebla.com/Maestrias/M\\_E\\_GENERO/MA\\_Maestria\\_Genero/Jose\\_Miguel\\_Velez/Tipos%20de%20investigacion.pdf](http://www.iupuebla.com/Maestrias/M_E_GENERO/MA_Maestria_Genero/Jose_Miguel_Velez/Tipos%20de%20investigacion.pdf)

Greco, O. (2006). *Diccionario de economía*. Florida: Valleta Ediciones.

Herández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (11 de Noviembre de 2008). *Universidad Politécnica de Sinaloa*. Recuperado el 25 de Julio de 2013, de [http://www.upsin.edu.mx/mec/digital/metod\\_invest.pdf](http://www.upsin.edu.mx/mec/digital/metod_invest.pdf)

Hueso, A., & Cascant, J. (2012). *Metodología y técnicas cuantitativas de Investigación*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Maroto, C., Alcaraz, J., Ginestar, C., & Segura, M. (2012). *Investigación operativa en administración y dirección de empresas*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Martínez, G. (5 de Mayo de 2008). *Universidad de Valencia*. Recuperado el 15 de Julio de 2013, de <http://www.uv.es/~gaspar/funda/T-%203%20II.pdf>

Microsoft Corporation. (25 de Febrero de 2007). *Microsoft*. Recuperado el 26 de Julio de 2013, de <http://office.microsoft.com/es-es/excel-help/que-es-excel-HA010265948.aspx>

Microsoft Corporation. (27 de Febrero de 2007). *Microsoft*. Recuperado el 26 de Julio de 2013, de <http://office.microsoft.com/es-es/excel-help/definir-y-resolver-un-problema-con-solver-HP010072691.aspx>

Microsoft Corporation. (2010). *Microsoft Excel 2010*. Estados Unidos.

Palo, J., & Laramie, L. (2000). *Investigación de operaciones en la Ciencia Administrativa*. México: Prentice Hall.

Ramirez, A. (26 de Agosto de 2005). *Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá*. Recuperado el 25 de Julio de 2013, de <http://javeriana.edu.co/fear/ecologia/documents/ALBERTORAMIREZMETODOLOGIADELAINVESTIGACIONCIENTIFICA.pdf>

Santandreu, E. (2002). *Diccionario de términos financieros*. España: Ediciones Granica.

Soler, F., Molina, F., & Rojas, L. (2005). *Álgebra lineal y programación lineal*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Superintendencia de Compañías. (29 de Septiembre de 2013). *Mercado de Valores: Información estadística - Boletín Mensual*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2013, de [http://www.supercias.gob.ec/bd\\_supercias/descargas/mv/BOLE\\_MENSUAL/2013/BOLETIN%20SEPTIEMBRE%202013.xls](http://www.supercias.gob.ec/bd_supercias/descargas/mv/BOLE_MENSUAL/2013/BOLETIN%20SEPTIEMBRE%202013.xls)

Superintendencia de Compañías. (Septiembre de 2013). *Mercado de Valores: Información Estadística - ¿Quiénes y cuántos somos?* Recuperado el 2 de Diciembre de 2013, de [http://www.supercias.gob.ec/bd\\_supercias/descargas/mv/20131021123124.xls](http://www.supercias.gob.ec/bd_supercias/descargas/mv/20131021123124.xls)

Superintendencia de Compañías. (25 de Noviembre de 2013). *Superintendencia de Compañías: Mercado de Valores - Partícipes del M.V. - Calificadoras de Riesgo.* Recuperado el 25 de Noviembre de 2013, de [http://www.supercias.gov.ec:8080/consultas\\_mv/faces/calificadoras.jsp](http://www.supercias.gov.ec:8080/consultas_mv/faces/calificadoras.jsp)

Suramérica, A. p. (23 de Septiembre de 2013). *Agencia pública de noticias del Ecuador y Suramérica.* Recuperado el 11 de Noviembre de 2013, de <http://www.andes.info.ec/es/search/node/mercado%20de%20valores>

Universidad Autónoma de Madrid. (22 de Enero de 2012). *Universidad Autónoma de Madrid.* Recuperado el 15 de Julio de 2013, de [http://www.uam.es/personal\\_pdi/economicas/fphernan/FET.TIX.A.pdf](http://www.uam.es/personal_pdi/economicas/fphernan/FET.TIX.A.pdf)

Van Horne, J., & Wachowicz, J. (2002). *Fundamentos de administración financiera.* México: Pearson Education.

Wooldridge, J. (2010). *Introducción a la econometría.* México: Cengage Learning.