



UNIVERSIDAD MICHOAQUANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA
FACULTAD DE CONTADURIA Y CIENCIAS
ADMINISTRATIVAS

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN

**TEMA:
APLICACIÓN DEL
MODELO DE MARKOWITZ
EN PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN**

**TESIS DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER
EL GRADO DE MAESTRO EN
ADMINISTRACIÓN**

**PRESENTADO POR:
L.C. LUCIA DIAZ CORTES**

**DIRECTOR DE TESIS:
DOCTOR EN CIENCIAS ADMINISTRATIVAS GERARDO
GABRIEL ALFARO CALDERON**



DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

FACULTAD DE CONTADURÍA Y CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

Tel. y Fax (443) 3 16 74 11 y (443) 3 26 62 76

UNIVERSIDAD MICHOAQUANA
DE
SAN NICOLAS DE HIDALGO

Morelia, Mich., a 8 de Septiembre de 2014

**DRA. VIRGINIA HERNANDEZ SILVA
DIRECTORA DE LA FACULTAD DE CONTADURÍA
Y CIENCIAS ADMINISTRATIVAS
P R E S E N T E**

Los abajo firmantes de la mesa de jurado asignado a la alumno: **LUCIA DIAZ CORTES** para revisar su trabajo de tesis titulado: "**APLICACIÓN DEL MODELO MARKOWITZ EN PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN**" Comunicámos a usted, que después de haber revisado y sugerido las modificaciones pertinentes, y una vez que estas fueron realizadas por el alumno, hemos considerado que el trabajo reúne los requisitos establecidos en el Reglamento General para los estudios de Posgrado de la Universidad Michoacana, por lo que dicho trabajo puede ser editado.

ATENTAMENTE

PRESIDENTE

DR. GERARDO GABRIEL ALFARO
CALDERON

VOCAL 1

DRA. IRMA CRISTINA ESPITIA MORENO

VOCAL 2

DR. CUAUHTEMOC GUERRERO
DAVALOS

VOCAL 3

DRA. VIRGINIA HERNANDEZ SILVA

VOCAL 4

M.A. HUGO ALEJANDRO MIER SCHMIDT

DEDICATORIA

La presente Tesis está dedicado con cariño y amor, a mi Madre, quien con su amor, sabiduría, dedicación y apoyo, fomentó en mí el valor de la perseverancia por alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTO

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

A mi Madre, por inculcar en mí los valores de la constancia, humildad, honor y verdad.

INDICE DE CONTENIDO

APROBACION SINODALES	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO	3
INDICE DE CONTENIDO	4
INDICE DE FIGURAS.....	7
INDICE DE TABLAS	8
INDICE DE GRÁFICAS.....	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACION.....	17
I.I SITUACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
I.II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
I.III PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	19
I.IV OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.....	19
I.V HIPÓTESIS	20
I.VI JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
I.VII TIPO DE INVESTIGACIÓN	20
I.VII.I Enfoque Cuantitativo	20
I.VII.II Tipo de Estudio Correlacional.....	21
I.VII.III Tipo de Estudio Documental.....	21
I.VIII DELIMITACIÓN Y ALCANCE	22
I.IX TÉCNICA UTILIZADA PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	22
I.IX.I Fuentes documentales y estadísticas	22
I.IX.II Método Observación	22
I.IX.III Muestreo	22
I.IX.IV Procesamiento de la información	23
I.X DEFINICIÓN DE VARIABLES INVOLUCRADAS	23
 CAPÍTULO II: INSTRUMENTOS DE INVERSIÓN DISPONIBLES EN MÉXICO..	24
INTRODUCCIÓN	25
II.I BOLSA MEXICANA DE VALORES	26
II.I.I Organismos Reguladores	28
II.I.II Organismos Intermediarios.....	29
II.I.III Organismos de Apoyo	36
II.II PARTICIPANTES	37
II.III CLASIFICACIÓN DE LOS MERCADOS.....	38
II.III.I Mercados Eficientes	38
II.III.II Mercado de Valores.....	39
II.III.III Mercado de Deuda	41

II.III.IV Mercado de Capitales	47
II.III.V Mercado de Divisas.....	50
II.III.VI Mercado de Metales.....	50
II.IV MERCADO PRIMARIO Y SECUNDARIO.....	50
II.V TIPOS DE RIESGO DE LOS INSTRUMENTOS DE INVERSIÓN	50
II.VI NORMATIVIDAD Y REGLAMENTOS	52
II.VII MEXDER	52
II.VII.I Los Futuros.....	53
II.VII.II Las Opciones	53
CONCLUSIONES	54
 CAPÍTULO III: TEORÍA DE PORTAFOLIOS (MARKOWITZ)	56
INTRODUCCIÓN	57
III.I CONSTRUCCIÓN DE UN PORTAFOLIO DE INVERSIÓN	58
III.I.I Elementos Básicos de una Inversión	58
III.II TEORÍA MEDIA-VARIANZA.....	62
III.III MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN INSTRUMENTO DE INVERSIÓN	62
III.IV MEDICIÓN DEL RIESGO DE UN INSTRUMENTO DE INVERSIÓN	63
III.V MULTIPLES INSTRUMENTOS DE INVERSIÓN.....	65
III.VI RENDIMIENTO DEL PORTAFOLIO	69
III.VII RIESGO DEL PORTAFOLIO	71
III.VIII MÉTODOS ALTERNATIVOS DE MEDICIÓN DEL RIESGO.....	76
CONCLUSIONES	79
 CAPÍTULO IV: PORTAFOLIOS EFICIENTES.....	80
INTRODUCCIÓN	81
IV.I PORTAFOLIOS EFICIENTES	82
IV.II CÁLCULO DE LA FRONTERA EFICIENTE	83
IV.III PORTAFOLIO ÓPTIMO	88
IV.IV EL MÍNIMO RIESGO DEL PORTAFOLIO	89
IV.V EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y LA TEORÍA DE PORTAFOLIOS	94
IV.V.I Relación Riesgo-Rendimiento cuando $\rho_{xy} = 1$	94
IV.V.II Relación Riesgo-Rendimiento cuando $\rho_{xy} = -1$	95
IV.V.III Relación Riesgo-Rendimiento cuando $\rho_{xy} = 0$	96
CONCLUSIONES	99
 CAPÍTULO V: MODELO PARA CALCULAR PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN	100
INTRODUCCIÓN	101
V.I RENTABILIDAD DE UNA ACCION	102
V.I.I Rentabilidad simple	102
V.I.II Rentabilidad continua.....	102
V.I.III Exclusión del dividendo de las ecuaciones de cálculo	103

APLICACIÓN DEL MODELO DE MARKOWITZ EN PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN

V.I.IV Cálculo de las rentabilidades para el caso práctico	103
V.II RIESGO DE UNA ACCIÓN	106
V.II.I Desviación estándar de una acción	106
V.II.II Varianza de una acción	107
V.II.III Cálculo de la desviación estándar y la varianza para el caso práctico	107
V.III LA COVARIANZA Y EL COEFICIENTE DE LA CORRELACION	109
V.III.I Matriz de varianzas y covarianzas	111
V.III.II Matriz de correlaciones.....	111
V.III.III Construcción de la Matriz Varianza-Covarianza para el caso práctico	112
V.III.IV Construcción de la Matriz de Correlaciones para el caso práctico	113
V.IV RENTABILIDAD DE UN PORTAFOOLIO.....	115
V.IV.I Cálculo de la rentabilidad del portafolio para el caso práctico	115
V.V RIESGO DE UN PORTAFOOLIO	117
V.V.I Cálculo del riesgo del portafolio para el caso práctico	118
V.VI MODELO DE MEDIA VARIANZA DE MARKOWITZ.....	119
V.VI.I Portafolio eficiente para el caso práctico	119
V.VII La región factible y la frontera eficiente	125
V.VII.I Construcción de la región factible para el caso práctico	125
V.VII.II Determinación de la Frontera Eficiente para el caso práctico.....	128
CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN DE RESULTADOS	129
INTRODUCCIÓN	130
VI.I RESULTADOS DE LOS PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN PARA INVERSIONISTAS CON DIFERENTES PERFILES DE RIESGO	130
VI.I.I Portafolios de inversión para los perfiles de riesgo conservador, moderado y agresivo en el caso práctico	131
VI.I.II Análisis de resultados expuestos en cuadros y gráficas anteriores	136
VI.II EL EFECTO DE LA DIVERSIFICACIÓN	137
VI.II.I Portafolio mal diversificado	138
VI.III EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL FUNDAMENTO TEÓRICO “A MAYOR RIESGO, MAYOR RENTABILIDAD ESPERADA”	140
CONCLUSIONES	143
BIBLIOGRAFIA.....	145

INDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1 Instrumentos Financieros	25
Figura 2. 2 La Bolsa Mexicana de Valores	27
Figura 2. 3 Funcionamiento de la Casa de Bolsa	32
Figura 2. 4 Las Casas de Bolsa	32
Figura 2. 5 Mercados Financieros	39
Figura 2. 6 Instrumentos Financieros	40
Figura 2. 7 Naturaleza de los Instrumentos	40
Figura 2. 8 Tipos de Inversión	49
Figura 2. 9 Clasificación de Riesgos	51
Figura 3. 1 Elementos Básicos de Inversión.....	59
Figura 5. 1 Cálculo de rentabilidades mensuales por acción	104
Figura 5. 2 Rentabilidad Mensual Media	105
Figura 5. 3 Desviación Estándar y Varianza.....	108
Figura 5. 4 Matriz de la varianza-covarianza	112
Figura 5. 5 Matriz de correlaciones	114
Figura 5. 6 Rentabilidad del portafolio	115
Figura 5. 7 Riesgo del portafolio	118
Figura 5. 8 Modelo media-varianza para el cálculo de la rentabilidad y el riesgo del portafolio conformado por 3 acciones.	120
Figura 5. 9 Portafolio de inversión optimizado para minimizar el riesgo	123
Figura 5. 10 Portafolio de inversión optimizado para maximizar la rentabilidad. 124	
Figura 6. 1 Portafolio de Inversión: Perfil de riesgo conservador	132
Figura 6. 2 Portafolio de inversión: Perfil de riesgo agresivo.....	133
Figura 6. 3 Portafolio de inversión: Perfil de riesgo moderado	135
Figura 6. 4 Portafolio mal diversificado.....	138

INDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Empresas de Servicios a Intermediarios Bursátiles	31
Tabla 2. 2 Listado de las casas de bolsa	33
Tabla 2. 3 Sociedades Valuadoras	37
Tabla 2. 4 Principales características de Instrumentos de Deuda Gubernamental.	
.....	41
Tabla 2. 5 Principales características de Instrumentos de Deuda Corto Plazo....	44
Tabla 2. 6 Principales características de Instrumentos de Deuda Mediano Plazo	45
Tabla 2. 7 Principales características de Instrumentos de Deuda Largo Plazo	46
Tabla 3. 1 Cálculo del riesgo-rendimiento de diversos instrumentos	65
Tabla 3. 2 Situación uno: Combinación de dos instrumentos de inversión	66
Tabla 3. 3 Situación uno: Combinación de dos instrumentos de inversión con riesgo cero.....	67
Tabla 3. 4 Situación dos: Combinación de dos instrumentos de inversión independientes	68
Tabla 3. 5 Situación tres: Combinación de dos instrumentos de inversión cuyo riesgo-rendimiento es el mismo que en el portafolio.	69
Tabla 3. 6 Cálculo de covarianza y coeficiente de correlación	73
Tabla 4. 1 Cálculos de covarianza	86
Tabla 4. 2 Datos históricos de dos instrumentos x , y	90
Tabla 4. 3 Riesgo-Rendimiento-Proporción.	90
Tabla 4. 4 Riesgo-Proporción para diferentes coeficientes de correlación	96
Tabla 4. 5 Riesgo-Rendimiento de los instrumentos x , y	97
Tabla 4. 6 Resumen Riesgo-Proporción para diferentes niveles de correlación...	97
Tabla 5. 1 Precio de cierre mensual de acciones	103
Tabla 5. 2 Casos de inversión total en un solo activo	125
Tabla 5. 3 Portafolio de mínima varianza con Solver.....	126
Tabla 5. 4 Combinaciones aleatorias entre las acciones que conforman el portafolio.....	126
Tabla 6. 1 Riesgo y Rentabilidad de las acciones del caso práctico.....	141

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 3. 1 Construcción de un Portafolio	58
Gráfica 3. 2 Coeficiente de Correlación $\rho_{ij} = 1$	61
Gráfica 3. 3 Coeficiente de Correlación $\rho_{ij} = -1$	61
Gráfica 3. 4 Desviación de los Datos.....	63
Gráfica 3. 5 Desviación de los Rendimientos	71
Gráfica 4. 1 Portafolios preferibles.	82
Gráfica 4. 2 Frontera Eficiente y portafolios Ineficientes	83
Gráfica 4. 3 Niveles máximos de rendimiento de distintos portafolios.....	88
Gráfica 4. 4 La línea de Mercado de Capitales.....	89
Gráfica 4. 5 Rendimiento-Proporción	91
Gráfica 4. 6 Riesgo-Proporción	91
Gráfica 4. 7 Riesgo-Proporción	91
Gráfica 4. 8 Correlación de Rendimientos	91
Gráfica 4. 9 Riesgo-Rendimiento para diferentes niveles de correlación.	98
Gráfica 5. 1 Ingreso de parámetros a Solver	121
Gráfica 5. 2 Opciones ingreso de parámetros a Solver	121
Gráfica 5. 3 Cuadro de diálogo de Solver.....	122
Gráfica 6. 1 Estructura del portafolio de inversión: Perfil de riesgo conservador	132
Gráfica 6. 2 Estructura del portafolio de inversión: Perfil de riesgo agresivo.....	134
Gráfica 6. 3 Estructura del portafolio de inversión: Perfil de riesgo moderado ...	136
Gráfica 6. 4 Portafolios de inversión y frontera eficiente	136
Gráfica 6. 5 Estructura de un portafolio mal diversificado	139
Gráfica 6. 6 Portafolios Eficientes y No Eficientes.....	139
Gráfica 6. 7 Riesgo y Rentabilidad en los portafolios de inversión para el caso práctico.....	141

RESUMEN

La presente Tesis tiene por objetivo analizar, mostrar y validar el Modelo de Portafolios desarrollado por Markowitz, para lo cual se ha estructurado un portafolio de inversión conformado por tres acciones que coticen en la Bolsa Mexicana de Valores.

Sabemos que México tiene poca cultura bursátil que hace que las personas y/o empresas no inviertan o al invertir aumente el riesgo y logro de la recuperación del capital como beneficio retribuible a corto plazo.

En la presente Tesis se muestra un panorama general sobre las opciones que una persona y/o empresa tiene cuando toma la decisión de invertir, describiendo el funcionamiento de la Bolsa de Mexicana de Valores y los distintos instrumentos de inversión disponibles. La selección de diversos instrumentos de inversión (conformación de un portafolio de inversión) permite compensar los riesgos de cada instrumento y con la determinación de la proporción adecuada que se invertirá en cada activo es posible maximizar los rendimientos, estos son los portafolios que se encuentran en la Frontera Eficiente.

Está dirigida a aquellas personas y/o empresas interesadas en la manera en que es conformado un portafolio de inversión, se presenta un modelo sencillo que está desarrollado en Excel, el cual permite obtener los portafolios que se encuentran en la Frontera Eficiente cuyo fundamento teórico es el Modelo de Markowitz el cual menciona la manera de medir el riesgo y rendimiento que tienen los instrumentos de inversión y la forma de obtener los máximos rendimientos esperados cuando se invierte en un portafolio de inversión.

El Modelo de Excel tiene como objetivo principal mostrar la congruencia de dicho modelo con el soporte teórico presentado, así como también determinar sus limitaciones y mediante el cual es posible apreciar numérica y gráficamente el comportamiento de un portafolio de inversión.

Palabras clave: Modelo de Portafolios, Portafolio de inversión, Riesgo, Rentabilidad.

ABSTRACT

This thesis aims to analyze, display and validate the model developed by Markowitz Portfolios, for which it has structured an investment portfolio consisting of three stocks listed on the Mexican Stock Exchange.

We know that Mexico has little trading culture that makes people and / or companies to invest or not to invest increased risk and achieving recovery retribuible capital as short-term benefit.

In this thesis an overview of the options that a person and / or company has when making the investment decision, describing the operation of the Mexican Stock Exchange and the various investment vehicles available is displayed. The selection of different investment instruments (formation of an investment portfolio) offset the risks of each instrument and the determination of the appropriate proportion to be invested in each asset is maximized yields, these portfolios are found in Efficient Frontier.

It is directed to those individuals and / or companies interested in the way it is made an investment portfolio, a simple model is developed in Excel, which allows for portfolios that are on the Efficient Frontier is presented whose theoretical foundation is Markowitz Model which mentions how to measure risk and performance with the investment instruments and how to maximize expected returns when investing in an investment portfolio.

The Excel model's main objective is to show the consistency of the model with the presented theoretical support, as well as determine its limitations and by which one can see numerically and graphically the behavior of an investment portfolio.

Keywords: Model Portfolio, Portfolio Investment, Risk, Profitability.

INTRODUCCIÓN

La gestión financiera implica un gasto, para después obtenerlo; de ahí que el secreto del éxito de la gestión financiera de una empresa consiste en incrementar su valor (Brealey, 1998).

Revisando lo acontecido en los últimos veinticinco años del siglo XX y lo que va del siglo XXI, se observa que se ha producido un desarrollo de las finanzas y de los mercados financieros como nunca antes había ocurrido. El fenómeno de la innovación financiera a través del cual surgen de manera constante nuevos productos financieros o se renuevan otros ya conocidos, ha permitido conocer nuevos sistemas de valoración de activos financieros o una mejor gestión de las carteras de valores pero, sobre todo, un análisis más minucioso del riesgo, lo que ha hecho posible gestionarlo antes que eliminarlo. Las decisiones de financiación de las empresas son tratadas a través de los mercados financieros y de los intermediarios; los mercados financieros analizan las transacciones desde el punto de vista de un observador independiente y en ellos tienen lugar las operaciones de compra y venta de los activos financieros; los intermediarios financieros las analizan con la óptica de alguien que las hace posibles, puesto que adquieren los activos financieros para mantenerlos como inversiones (Mascareñas, 1999).

Los mercados financieros e intermediarios actúan dentro del marco denominado Sistema Financiero, tanto de manera nacional como internacional. El grado de organización y eficiencia del Sistema Financiero determinará el grado de movilidad y combinación de los recursos disponibles para fines de inversión y por añadidura el grado de utilización óptima o no de dichos recursos.

Por lo que actualmente conocemos la importancia que tiene el valor del dinero, que se gana con trabajo y dedicación. Por consiguiente, realizamos planes y duros esfuerzos para lograr formar un patrimonio para futuras generaciones y su bienestar, así como el bienestar propio de quienes ahora somos parte de la sociedad económicamente activa en México.

Dichos esfuerzos cuando son bien encaminados nos arrojan un resultado positivo que podemos denominar ahorro y que bajo una cultura de previsión se convierten en cuentas bancarias, fondos de ahorro, fideicomisos, entre otros, para su posterior uso o para fines previamente establecidos por el ahorrador.

En México existen diversos instrumentos financieros que pueden ser la respuesta a nuestras plegarias en materia financiera, por ejemplo las inversiones de forma directa o a través de casas de bolsa, sociedades de inversión, por mencionar algunos. Los cuales nos pueden permitir incrementar de forma razonable aquellos ahorros, que de otra manera no serían suficientes para hacer frente a nuestras necesidades (Olvera, 2009).

Los instrumentos bursátiles financieros pueden significar inversiones muy rentables y, a la vez, muy complejas, considerando el actual ambiente del mercado de los negocios. La finalidad de estos instrumentos es distribuir el riesgo de movimientos inesperados en variables financieras (precios, tasas, índices, monedas, etc.) entre los que quieren disminuirlo para asegurar la estabilidad de sus flujos operativos, y aquellos que quieren tomarlo con la finalidad de obtener elevados rendimientos financieros.

La complejidad en el manejo de estos instrumentos exige el conocimiento de sus características, de cómo pueden ser usados, de sus implicaciones, y de la forma de registro y supervisión; de manera que puedan ser utilizados como herramientas para aumentar la rentabilidad de las empresas y disminuir sus riesgos.

Generalmente, las inversiones contemplan tres variables que son;

1. El rendimiento esperando, es decir cuánto dinero se espera ganar de una inversión;
2. El riesgo aceptado, es decir la probabilidad de obtener una ganancia esperada;
3. El horizonte temperado, es decir cuando se espera obtener la ganancia (2009).

Es por ello que se elabora esta investigación sobre el tema propuesto, a fin de que el público, pueda responder a las exigencias de sus necesidades, obteniendo el mayor nivel de eficiencia en el uso de los instrumentos bursátiles.

La situación del problema es que en los últimos años, impulsado por el fenómeno de globalización económica y competitiva que vivimos, debemos plantearnos nuevas formas no solamente de ejecutar, sino también nuevas formas de medir el resultado de nuestros esfuerzos rutinarios.

Uno de los mayores problemas que presentan las personas actualmente, es la presencia de debilidades en cuanto al manejo de las finanzas se refiere, puesto que no les permite evaluar y corregir de manera inmediata las posibles desviaciones que se presentan dentro de su núcleo de operaciones para alcanzar con éxito niveles aceptables de rentabilidad, solvencia, liquidez y eficiencia, por lo que las inversiones son diseñadas para alcanzar fines individuales y colectivos, tienen un gran reto frente al manejo de las finanzas que aplican en las actividades diarias para su funcionamiento..

Para algunas personas el dinero debe mantenerse disponible, que sea de liquidez inmediata para cualquier acontecimiento improvisto que ocurra.

Se pueden tomar decisiones sobre inversiones equivocadas, que no produzcan suficiente rentabilidad, liquidez y eficiencia. Por lo tanto es indispensable que exista una adecuada orientación en cuanto a la situación financiera y la adecuada interpretación de los índices financieros, para desempeñar las actividades específicas del manejo de los recursos económicos en forma efectiva.

Se espera obtener todos los procedimientos, normativas y controles sobre inversiones financieras, por lo tanto se aspira generar en esta investigación un modelo de evaluación de la gestión financiera que permita determinar si la planificación y obtención de las diferentes fuentes de ingresos, la aplicación de los egresos, las colocaciones financieras, sus rendimientos, riesgos y oportunidades se están manejando de la manera más eficiente.

Como ya se ha mencionado, el invertir en un negocio o empresa no es la única opción, podría pensarse entonces que lo más fácil y seguro es invertir en el banco, o en la bolsa de valores, pero tampoco invirtiendo en la bolsa de valores ó en el banco se asegura tener un buen rendimiento. Existe una amplia diversificación de instrumentos de inversión tales como: títulos de deuda de emisión gubernamental, como cetes, ajustabonos, bondes, udibonos; títulos de deuda de emisión privada como letras giradas por bancos, pagares negociables y acciones bursátiles, donde cada una de éstas ofrece diferentes rendimientos (tasas de interés), dependiendo del nivel de riesgo de la inversión. Además también se involucran otros factores relevantes para el inversionista, tales como el plazo de la inversión, ya que éste puede ser a corto, mediano, o largo plazo. Se habla de nivel de riesgo, puesto que la tasa de interés depende no sólo del nivel de inflación, sino también del tipo de cambio y la situación financiera de la empresa o institución que esté respaldando la inversión, así como también de la inestabilidad económica del país, la cual a su vez depende en buena parte de la estabilidad económica de países con las cuales se tiene una fuerte relación económica, el no hacer una selección adecuada de éste tipo de títulos podría tener como consecuencia pérdidas económicas significativas.

Una forma de minimizar los riesgos es mediante la integración de un portafolio de inversión, el cual está integrado por diversos instrumentos de inversión con ciertas características (a esto se le conoce como diversificación).

La presente tesis se divide en capítulos:

En el **Capítulo I**, titulado **Fundamentos de Investigación**, se plantea el problema, los objetivos, la justificación y metodología empleada para la investigación del tema.

En el **Capítulo II**, titulado **Instrumentos de Inversión Disponibles en México**, se muestra el contexto sobre los portafolios de inversión, con la finalidad de entender el proceso mediante el cual los instrumentos financieros se ponen a disposición del público inversionista, se explica el funcionamiento de la Bolsa Mexicana de Valores y del Mercado Mexicano de Derivados, así como también se describen los organismos reguladores, intermediarios y de apoyo que intervienen en el funcionamiento de la Bolsa. Como organismos intermediarios se describe lo que es una casa de Bolsa y una sociedad de inversión así como la importancia de cada una de éstas. Se describe también la clasificación de los mercados en México y cada uno de los instrumentos financieros que en éstos se encuentran, describiendo sus respectivas características tales como quién emite dichos

valores, qué garantía presentan dichos instrumentos, cuál es el rendimiento que presentan, qué plazos maneja el instrumento, valor nominal, entre otros. Como también es importante el contexto legal bajo el cual funciona la Bolsa, se presentan los diversos lineamientos existentes, así como también se realiza una breve descripción de MEXDER y las operaciones realizadas en éste.

En el **Capítulo III**, titulado **Teoría de Portafolios (Markowitz)**, se trata uno de los mayores problemas que se tienen cuando se desea invertir, mejor dicho, cuando se desea conformar un portafolio de inversión, que es ver la manera en que es posible realizar la selección de los instrumentos de inversión que proporcionarán los máximos beneficios, para esto es empleada la “teoría de portafolios Media-Varianza” conocida como modelo de Markowitz. Además de la selección de los instrumentos de inversión se describen otros elementos que son importantes considerar cuando se realiza una inversión, tales como el plazo de la inversión, los niveles de riesgo y rendimiento, el nivel de liquidez, entre otros. Se explica de la manera más sencilla posible como es que se mide el riesgo de los instrumentos de inversión y poco a poco se va haciendo una deducción de las fórmulas empleadas. Son empleados algunos términos matemáticos tales como media, varianza, correlación y covarianza, a los cuales se les define con un enfoque financiero, así como también se presentan algunos ejemplos que dejan en claro la importancia que tiene la correlación entre los instrumentos para realizar una selección óptima de éstos. Se empieza por ver el comportamiento que tienen dos instrumentos de inversión y de aquí se generaliza para n instrumentos. En conclusión en este capítulo se determina la forma de medir el rendimiento y el riesgo de un portafolio de inversión (el cual consta de diversos instrumentos de inversión).

En la última parte de este capítulo se analiza un tema de gran importancia que son los métodos alternativos existentes para la evaluación del riesgo de un portafolio, aunque debido a la extensión de éste solo es mencionado brevemente, dando al lector algunas referencias por si desea abundar sobre estos métodos.

En el **Capítulo IV**, titulado **Portafolios Eficientes**, se enfatiza que en la elección de un portafolio de inversión, además de determinar los instrumentos que lo van a conformar, también es preciso determinar la proporción que cada instrumento tendrá dentro de la inversión total que se hará en el portafolio, pues al variar la proporción de cada instrumento, variará el rendimiento del portafolio, por lo tanto lo que interesa es determinar las proporciones con las cuales se obtenga el mayor rendimiento esperado. La solución a este problema depende de un modelo de programación lineal, puesto que existe una función objetivo (maximizar rendimientos) y se encuentra sujeto a ciertas restricciones, una de ellas es emplear el 100% del monto de la inversión.

Se describe el por qué unos portafolios de inversión son preferibles sobre otros y se define que aquellos portafolios de inversión que permiten obtener el máximo rendimiento para un cierto nivel de riesgo dado son aquellos que se encuentran en la frontera eficiente, y se determina la forma en que es posible calcular a ésta. Con la finalidad de analizar el comportamiento que tienen los portafolios de inversión

en cuanto a la relación riesgo rendimiento, se hace un análisis considerando sólo dos instrumentos de inversión y como la selección de éstos depende de la correlación que exista entre ellos se ven diversos casos que en su conjunto permiten obtener conclusiones importantes.

En el **Capítulo V**, titulado **Modelo para Calcular Portafolios de Inversión**, se estructura 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 Media-Varianza estimar el riesgo y rentabilidad de las acciones en su conjunto, y mediante programación lineal determinar una solución óptima. Describe precisamente un modelo desarrollado en Excel que requiere un conocimiento intermedio del paquete y cuyo objetivo principal es proporcionar a todo tipo de persona, (incluso a aquellos que no son expertos en el tema de inversión) una herramienta para determinar portafolios eficientes. En esta parte se cubre con el objetivo de mostrar la congruencia de las fórmulas aplicadas en el modelo con respecto a la teoría de portafolios (previamente estudiada con la finalidad de que no haya lugar a duda de que el modelo tiene una fundamentación teórica adecuada).

En el **Capítulo VI**, titulado **Evaluación de Resultados**, explica los resultados obtenidos a través del análisis y evaluación expuestos en el capítulo anterior. De acuerdo al perfil de riesgo que manejan los inversionistas, como es perfil de riesgo conservador, perfil de riesgo moderado y perfil de riesgo agresivo. Analizando y evaluando el fundamento teórico de “*a mayor riesgo, mayor rentabilidad esperada*”.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACION

I.I SITUACIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años, impulsado por el fenómeno de globalización económica y competitiva que vivimos, debemos plantearnos nuevas formas no solamente de ejecutar, sino también nuevas formas de medir el resultado de nuestros esfuerzos rutinarios. Como herramienta principal para desarrollar esta labor se sugiere establecer un adecuado análisis de la situación financiera que contribuya a una verdadera base para toma de decisiones, en materia de inversiones financieras.

Algo realmente imprescindible para las sociedades es el dinero, su importancia radica en que es la base del desarrollo y permite la satisfacción de las necesidades del ser humano, ya que permite el intercambio de bienes y/o servicios, es un medio de intercambio universal.

Toda persona requiere de dinero, y busca la forma de obtenerlo y en la medida que sea posible busca la forma de incrementarlo obteniendo beneficios como rentabilidad, solvencia, liquidez y eficiencia; ya que el incrementar su dinero le permitirá sentir y tener seguridad en muchos aspectos, pues puede incrementar su patrimonio en bienes, disponer de este dinero en una emergencia médica, pagar su educación o la de sus hijos, etc.

Una forma de sentir o tener una seguridad económica es el ahorro, el ahorro es la cantidad de dinero que se deja de gastar y se puede invertir. Una de las formas de hacer crecer el dinero es precisamente invirtiendo. La diferencia entre invertir y ahorrar es que el invertir implica un riesgo obteniendo una ganancia.

En las sociedades, existen personas o empresas que han tomado la decisión de invertir su dinero, en lugar de gastarlo. Dicha decisión se basa en las expectativas de obtener un buen rendimiento, de obtener una ganancia, de obtener cierta compensación, pago por diferir o por manipular el uso de ese dinero.

La gente que invierte deja de gastar su dinero en ese momento, por lo tanto podemos asegurar que deja de obtener cierta utilidad, es decir, la decisión de compra es pospuesta, porque se pretende que invirtiendo el dinero se generará una mayor utilidad o satisfacción en el futuro que aquella utilidad que se obtendría al gastar el dinero en el presente.

Sin embargo, la decisión de invertir no es algo sencillo, puesto que existen diversas formas de inversión cada una con ventajas y desventajas diferentes, y por supuesto, el invertir también representa un riesgo.

Aún invirtiendo donde actualmente se obtuvieran excelentes rendimientos, o que por lo menos las ganancias obtenidas han permitido la sobrevivencia de éstos, tal vez durante varios plazos, tampoco es garantía de que la situación continué así.

Se puede invertir en un negocio o empresa, pero no es la única opción, podría pensarse entonces que lo más fácil y seguro es invertir en el banco, o en la bolsa de valores, pero tampoco invirtiendo en la bolsa de valores o en el banco se

asegura tener un buen rendimiento. Existe una amplia diversificación de instrumentos de inversión tales como: títulos de deuda de emisión gubernamental, como cetes, ajustabonos, bondes, udibonos; títulos de deuda de emisión privada como letras giradas por bancos, pagares negociables y acciones bursátiles, donde cada una de éstas ofrece diferentes rendimientos (tasas de interés), dependiendo del nivel de riesgo de la inversión. Además también se involucran otros factores relevantes para el inversionista, tales como el plazo de la inversión, ya que éste puede ser a corto, mediano, o largo plazo. Se habla de nivel de riesgo, puesto que la tasa de interés depende no sólo del nivel de inflación, sino también del tipo de cambio y la situación financiera de la empresa o institución que esté respaldando la inversión, así como también de la inestabilidad económica del país, la cual a su vez depende en buena parte de la estabilidad económica de países con las cuales se tiene una fuerte relación económica, el no hacer una selección adecuada de éste tipo de títulos podría tener como consecuencia pérdidas económicas significativas.

Lo importante al invertir es buscar la manera de medir el riesgo y rendimiento que tienen los instrumentos de inversión, hasta la forma de obtener los máximos rendimientos esperados cuando se invierte en un portafolio de inversión.

Una forma de minimizar los riesgos es mediante la integración de un portafolio de inversión, el cual está integrado por diversos instrumentos de inversión con ciertas características.

I.II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿La Teoría de Portafolios de Markowitz es una garantía en el Modelo de Media-Varianza en Portafolios eficientes?

I.III PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ⌚ ¿Cuáles son los instrumentos de inversión disponibles en México?
- ⌚ ¿Cómo funciona la Bolsa Mexicana de Valores de acuerdo a los instrumentos de inversión disponibles en México?
- ⌚ ¿Qué tipos de los modelos de cartera existen para medir el riesgo?
- ⌚ Explicar la Teoría de Portafolios de Markowitz
- ⌚ ¿A qué se le llama “Portafolio Eficiente”?

I.IV OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

- ⌚ Conocer los mercados financieros
- ⌚ Describir los diferentes instrumentos de los mercados
- ⌚ Exponer la Teoría de Portafolios ¿Markowitz?
- ⌚ Validar la aplicación de la Teoría Media-Varianza de Markowitz mediante la conformación de un portafolio óptimo de inversión conformado por 3 acciones representativas de la Bolsa Mexicana de Valores.
- ⌚ Analizar el comportamiento del riesgo, rendimiento y estructura del portafolio de inversión, en función de los perfiles del inversionista.

I.V HIPÓTESIS

- ⌚ El Modelo de Media-Varianza en Portafolios Eficientes nos garantiza una mayor rentabilidad con menor riesgo.
- ⌚ Un inversionista buscará tener un portafolio que le permita maximizar el rendimiento esperado, dado un nivel de riesgo, o minimizar el riesgo, dado un nivel de rendimiento esperado.
- ⌚ A mayor riesgo, mayor será el rendimiento obtenido en la gestión de las inversiones en el mercado financiero.
- ⌚ El incremento en el rendimiento, mayor seguridad existirá en la gestión de las inversiones en el mercado financiero.

I.VI JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El modelo de Media-Varianza creado por Harry Markowitz significó un gran avance en materia de inversiones financiera, 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 la área económica-financiera.

El mercado de valores abre nuevas oportunidades de inversión para las personas 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 presentan características y comportamientos diferentes para cada economía en función de escenario en el cual se desarrollan; es necesario que el modelo desarrollado por Markowitz sea empleado en el mercado bursátil con el objetivo de validar su aplicabilidad en la estructuración de portafolios de inversión con acciones que coticen en el mercado de valores.

I.VII TIPO DE INVESTIGACIÓN

I.VII.I Enfoque Cuantitativo

El tipo de metodología es de enfoque cuantitativo que es definido como el que “toma como centro de su proceso de investigación a las mediciones numéricas, utilizando la observación del proceso en forma de recolección de datos y los analiza para llegar a responder su pregunta de investigación” (Cortés, 2014).

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, 2014).

La presente investigación se realiza desde un enfoque cuantitativo porque para cumplir con un objetivo general, 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.

I.VII.II Tipo de Estudio 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” (Hernández, 2014).

El fin del estudio 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” (Ramírez, 2014).

En esta investigación se busca analizar el comportamiento de las variables riesgo y rendimiento en la formación de portafolios de inversión, así como, el efecto que la correlación entre ambas variables mencionadas tiene sobre la estructura del portafolio identificado eficiente. De igual manera, se pretende validar el fundamento teórico de “A mayor riesgo, mayor rendimiento”, delimitado de nuevo 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 los tres enfoques generales frente del riesgo.

I.VII.III Tipo de Estudio Documental

El estudio documental es aquel que “se realiza a través de la consulta de documentos (libros, revistas, periódicos, anuarios, registros, etc.)” (Grajales, 2014).

La presente investigación es de tipo documental en medida que requiere de fuentes primarias de información.

I.VII.IV Tipo de Estudio Exploratorio

El estudio exploratorio 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, 2014).

El presente estudio es de tipo exploratorio, ya que son muy pocos los estudios académicos científicos relacionados con la aplicación práctica de la Teoría de Portafolios a la vida diaria mexicana.

I.VIII 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 Mexicana de Valores
- ∅ Delimitación de tiempo: los datos históricos de cotización de las acciones comprendidos entre los años 2011 y 2013.
- ∅ Delimitación metodológica: aplicación del modelo Media-Varianza de Markowitz para la construcción de un portafolio conformado por 3 acciones.

I.IX TÉCNICA UTILIZADA PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La presente investigación usara los siguientes instrumentos para la recolección de información:

I.IX.I Fuentes documentales y estadísticas

Consiste en 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, 2014).

En este estudio se emplearán:

- ∅ Series históricas de cotizaciones de las acciones de la Bolsa Mexicana de Valores.
- ∅ Textos académicos de la Teoría de Portafolios de Markowitz.
- ∅ Tesis digitales e impresas de otros estudios relacionados.

I.IX.II Método 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, 2014).

Se usa la observación al seleccionar las acciones que conformará el portafolio de inversión. Así como en la aplicación del modelo Media-Varianza para los distintos perfiles del inversionista, registrando el comportamiento del portafolio en su formación dado por el riesgo asumido y el rendimiento esperado.

I.IX.III Muestreo

Dentro de la investigación cuantitativa el muestreo se realiza con el propósito de que el análisis de la muestra permita tener una idea aproximada del origen población del cual provienen.

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

- ∅ Empresas emisoras más representativas que coticen a través de la Bolsa Mexicana de Valores.
- ∅ Información histórica referente a las cotizaciones de dichas empresas a partir del año 2011.

I.IX.IV Procesamiento de la información

La información estadística previamente recopilada será procesada, ordenada y estandarizada mediante el uso de la aplicación informática “Microsoft Excel”¹, para su posterior procesamiento y análisis. Para procesar la información y conformar el Portafolio de inversión, se empleará el complemento informático “Solver”², por su facilidad en uso y debido a que en esencia es una aplicación de programación lineal al modelo de Media-Varianza Markowitz.

I.X DEFINICIÓN DE VARIABLES INVOLUCRADAS

Un investigador necesita traducir los conceptos (variables) a hechos observables para lograr su medición. Las definiciones señalan las operaciones que se tienen que realizar para medir la variable, de forma tal, que sean susceptibles de observación y cuantificación (Hempel, 1952).

CONGRUENCIA METODOLOGICA	
Variables	
Gestión de	Plazo
inversiones	Riesgo
	Rendimiento

Se explicaran las variables dependientes que son:

- Plazo:** Periodo de tiempo que transcurre antes del vencimiento de un título de deuda. Por lo general, las emisiones suelen ser a 28, 91, 182 y 364 días, aunque se han realizado emisiones a plazos mayores (Valores G. B., 2012).
- Riesgo:** Está relacionado con la posibilidad de que ocurra un evento que se traduzca en pérdidas para los participantes en los mercados financieros, como pueden ser inversionistas, deudores o entidades financieras. El riesgo es producto de la incertidumbre que existe sobre el valor de los activos financieros, ante movimientos adversos de los factores que determinan su precio; a mayor incertidumbre mayor riesgo (Méjico, 2012).
- Rendimiento:** Muestra el crecimiento en el valor del dinero. Beneficio que produce una inversión. El rendimiento anualizado y expresado porcentualmente respecto a la inversión se denomina tasa de rendimiento. Los rendimientos no sólo se obtienen a través de ganancias de capital (diferencia entre el precio de compra y el precio de venta), sino también por los intereses que ofrezca el instrumento, principalmente en títulos de deuda y por dividendos que decrete la empresa emisora (Valores G. B., Grupo Bolsa Mexicana de Valores, 2012).

¹ Microsoft Excel es una hoja de cálculo electrónica que permite el análisis de datos.

² Solver es un complemento de la herramienta informática Microsoft Excel que permite resolver problemas de programación lineal.

CAPÍTULO II: INSTRUMENTOS DE INVERSIÓN DISPONIBLES EN MÉXICO

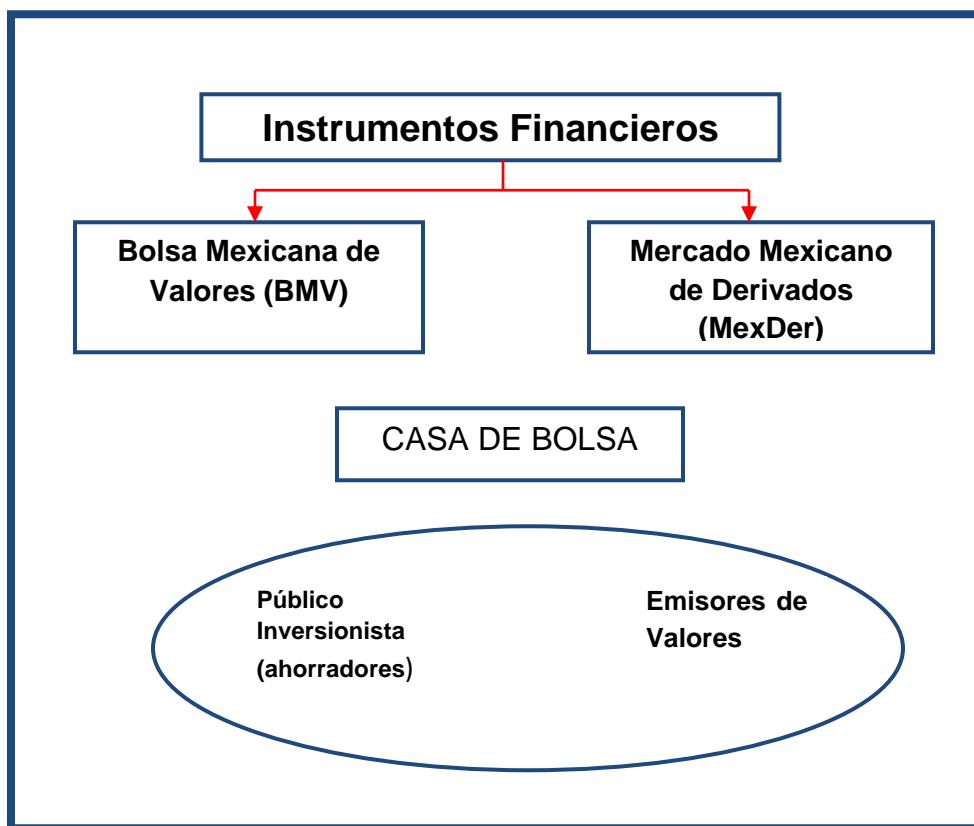
INTRODUCCIÓN

Para entender el manejo de los diferentes instrumentos de inversión disponibles en México, es preciso primero comprender el funcionamiento de la Bolsa Mexicana de Valores y del Mercado Mexicano de Derivados, con la finalidad de entender el proceso mediante el cual los instrumentos financieros se ponen a disposición del público inversionista.

Los instrumentos financieros se ponen a disposición del público inversionista a través de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) y el Mercado Mexicano de Derivados (MexDer). A través de estas instituciones es posible realizar la compraventa de instrumentos de inversión, pues es aquí donde se contactan el público inversionista con los Emisores de Valores.

La figura 2.1 muestra gráficamente la explicación anterior.

Figura 2. 1 Instrumentos Financieros



FUENTE: Elaboración propia

II.I BOLSA MEXICANA DE VALORES

La Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V. (BMV) es una institución privada y es aquella que se encarga de proveer la infraestructura adecuada y marco regulatorio que permiten que la transacción de instrumentos financieros se lleve a cabo con transparencia, seguridad y eficacia dentro de un mercado organizado. En este mercado concurren tanto ahorradores (inversionistas que prestan su dinero a cambio de recibir cierta ganancia) como compradores (emisores que requieren de recursos financieros).

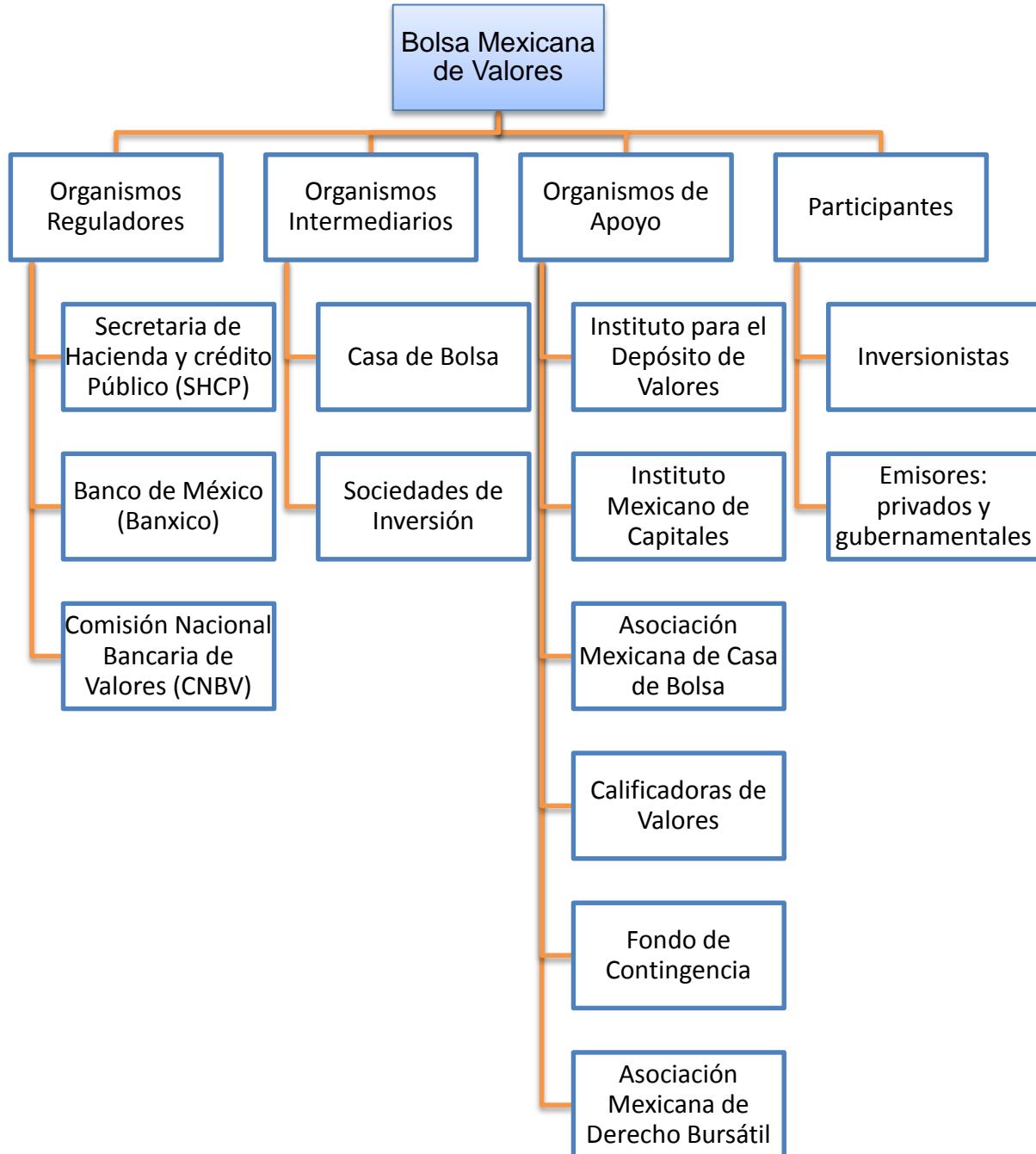
Las principales funciones de la Bolsa Mexicana de Valores se enlistan a continuación.

- ❖ Establecer las instalaciones necesarias para la compra-venta de instrumentos financieros.
- ❖ Hacer pública la información respecto a los instrumentos financieros.
- ❖ Establecer un marco regulatorio al cual deben sujetarse los participantes, promoviendo así operaciones transparentes y estandarizadas. En caso de no cumplir con estas normas, BMV también establece lineamientos correctivos.

Equivocadamente mucha gente piensa que la Bolsa Mexicana de Valores compra y vende valores, en la BMV se compran y venden acciones pero a través de los agentes o corredores, que representan a las Casas de Bolsa. En la BMV sólo se efectúan y se registran estas transacciones de compra venta a través del sistema llamado SENTRA (Sistema Electrónico de Negociación, Transacción, Registro y Asignación). Si un inversionista desea comprar o vender valores o se desean emitir valores, se debe acudir a un promotor de una Casa de Bolsa y no directamente a la BMV.

En la figura 2.2 podemos observar los organismos que intervienen en el funcionamiento de la Bolsa Mexicana de Valores.

Figura 2. 2 La Bolsa Mexicana de Valores



FUENTE: Elaboración propia

II.I.I Organismos Reguladores

Dentro de los organismos Reguladores se encuentran algunas Autoridades que se encargan de establecer el marco normativo y regulatorio de la operación bursátil, tal y como se muestra en el cuadro 1.2, se encuentra la SHCP, Banxico y la CNVB. A continuación se hablará brevemente de las principales funciones que confieren a cada una de estas entidades.

- ❖ **Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP):** La principal función que esta institución desempeña para el funcionamiento de la BMV es que funge como órgano regulador, tiene la facultad de establecer lineamientos y políticas de operación de las bolsas de valores, instituciones de depósito de valores y casas de bolsa. Como otra de sus funciones es otorgar las licencias de operación a los distintos intermediarios bursátiles y bolsas de valores, así como sancionar administrativamente a aquellos que violen dichos lineamientos. Para estar informados sobre las funciones que competen a SHCP, se puede consultar su dirección electrónica: <http://www.shcp.gob.mx/>
- ❖ **Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV):** Es un órgano descentrado de la SHCP. Supervisa el correcto funcionamiento de las operaciones realizadas en el Mercado de Valores, monitorea las transacciones, realiza periódicamente visitas de inspección a los intermediarios bursátiles, y estos también se encuentran obligados a proporcionar reportes de su situación financiera y económica. La principal finalidad es que el funcionamiento del Mercado de Valores sea eficiente, justo, transparente y líquido, con lo que también se procura reducir el riesgo sistemático. Para estar informados sobre las funciones que competen a CNBV se puede consultar su dirección electrónica www.cnbv.gob.mx
- ❖ **Banco de México (Banxico):** El Banco de México es una institución Pública cuya función principal es la de regular la oferta monetaria a través de la política fiscal y la política monetaria, teniendo como uno de sus objetivos contrarrestar los efectos de la inflación, mantener los precios estables, mantener un bajo desempleo y fomentar el aumento del PIB. A esta institución también le compete mantener bajo su control el correcto funcionamiento del mercado de valores mediante disposiciones que los participantes deben seguir, asegurándose de su cumplimiento y en caso de que sean imputados dichos lineamientos establece la sanción correspondiente mediante una multa. Para estar informados sobre las funciones que competen al Banco Central de México, se puede consultar su dirección electrónica: <http://www.banxico.org.mx/>

Se ha hablado sobre el papel que juegan los organismos reguladores, los reglamentos de todas estas instituciones por supuesto se complementan y estos permiten también que el inversionista se sienta protegido y se fomente un ambiente de confianza, creando una operación en el mercado sea:

- ⌚ **Justo.**-Se refiere a que las condiciones de operación sean exactamente las mismas para todos los participantes sin favorecer a algunos en particular, es decir, brindar igualdad de condiciones.
- ⌚ **Eficiente.**- El comportamiento de los precios de los valores que cotizan en la BMV debe reflejar la situación actual en que se encuentra la empresa emisora, cuando esto sucede se dice que el mercado es eficiente.
- ⌚ **Transparente.**- Se refiere a que la información que respecta tanto a transacciones como a valores y emisoras debe estar a disposición del público de manera veraz y oportuna, ya que esta información es de gran relevancia para todo inversionista, pues de esto dependerá su toma de decisiones.
- ⌚ **Liquidez.**- Se refiere a la facilidad con la que los valores pueden convertirse en efectivo, es decir, aquellos valores que pueden ser colocados (comprados o vendidos) con facilidad.

Como parte de la normatividad, la información sobre los instrumentos de inversión siempre debe de estar disponible al público, para esto hay periódicos y revistas especializadas como “El Financiero”, “El Economista”, entre otros o en la BMV y en Bolsatel. Esto permite conocer el desempeño de cada uno de los instrumentos de inversión.

II.I.II Organismos Intermediarios

Los organismos intermediarios son aquellas personas morales que se encargan de poner en contacto a las contrapartes que compran y venden valores, realizan las transacciones acordadas, brindan asesoría y llevan a cabo la administración de portafolios de inversión. En México existe la Asociación Mexicana de Intermediarios Bursátiles A.C (AMIB) en la cual se enlistan todas las casas de Bolsa.

Los intermediarios financieros se enlistan a continuación y entre los principales, organismos intermediarios podemos citar a las Casas de Bolsa y a las sociedades de inversión, las cuales se describirán con más detalle.

- ❖ Instituciones de banca múltiple
- ❖ Instituciones de banca de desarrollo
- ❖ Casas de bolsa
- ❖ Sociedades financieras de objeto limitado
- ❖ Entidades de ahorro y crédito popular
- ❖ Sociedades de inversión
- ❖ Administradoras de Fondos para el Retiro (Afores)
- ❖ Instituciones de seguros
- ❖ Instituciones de fianzas
- ❖ Arrendadoras financieras
- ❖ Empresas de factoraje financiero
- ❖ Almacenes generales de depósito
- ❖ Casas de cambio
- ❖ Uniones de crédito
- ❖ Grupos financieros

En la tabla 2.1 se presentan algunas empresas de servicio a Intermediarios Bursátiles.

Casa de Bolsa

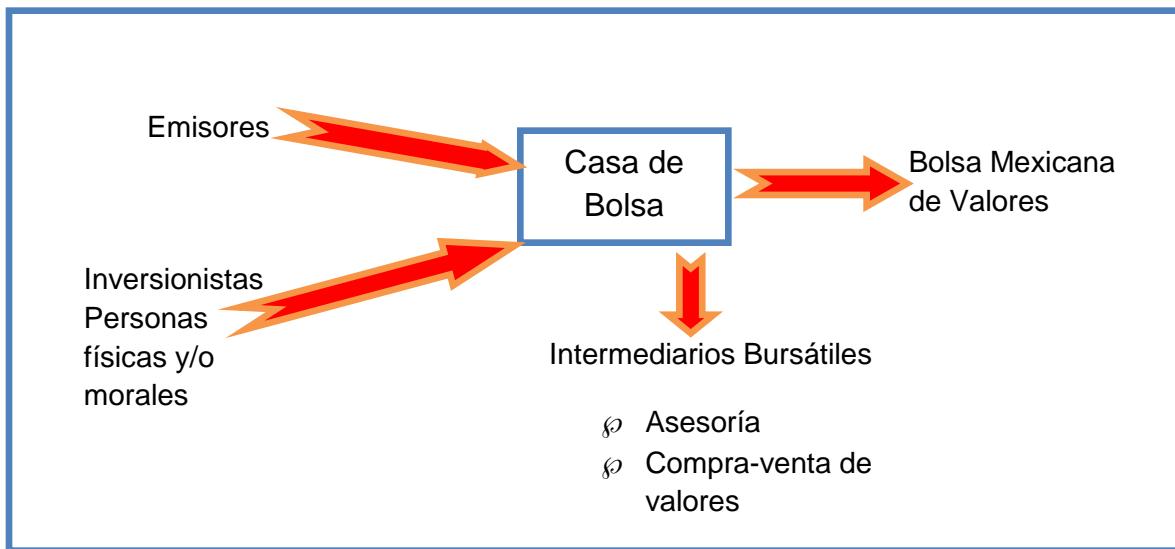
La Casa de Bolsa es un intermediario bursátil a través del cual es posible vender o comprar valores. Los inversionistas que desean comprar o vender valores deben acudir a una Casa de Bolsa y por medio de un promotor, el cual es personal altamente capacitado que se encuentran registrados y están autorizados por la CNBV (Comisión Nacional Bancaria y de Valores) para llevar a cabo operaciones de compra-venta de valores en la BMV. Un promotor le brinda al cliente información en base a sus intereses según los valores disponibles en el mercado, si al inversionista le interesa una oferta de precio (ya sea para comprar o vender), entonces se firma el contrato de intermediación. En dicho contrato, intervienen por supuesto dos partes, las contrapartes de la operación que se realiza, es decir el comprador y el vendedor, ambos representados por su respectiva Casa de Bolsa. La operación realizada debe ser registrada en el sistema SENTRA (Sistema Electrónico de Negociación, Transacción, Registro y Asignación). Dos días hábiles posteriores el Indeval (Depósito Central de Valores de México) transfiere los valores accionarios de la Casa de Bolsa vendedora a la Casa de Bolsa compradora, transfiriendo también el importe de la operación de la Casa de Bolsa compradora a la Casa de Bolsa vendedora, siendo el inversionista el que debe liquidar dicho importe a su Casa de Bolsa representante más el pago de una comisión previamente acordada por dicha transacción. El la figura 2.3 ilustra éste proceso.

Tabla 2. 1 Empresas de Servicios a Intermediarios Bursátiles³

Clave	Razón Social	Nombre Corto	Status	Fecha de Actualización
25-001	Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V.	BMV	En Operación	22/10/2001
25-002	S.D. Indeval, S.A. de C.V. Institución para el Depósito de Valores	Indeval	En Operación	17/04/2000
25-003	Fitch México, S.A. de C.V.	--	En Operación	15/03/2011
25-004	Dictaminadora de Valores, S.A. de C.V.	--	En Operación	17/04/2000
25-005	Calificadora Duff and Phelps de México, S.A. de C.V.	Duff and Phelps	Fusionada	15/03/2011
25-006	Standard and Poor s, S.A. de C.V.	Standard and Poor s	En Operación	17/04/2000
25-007	MexDer, Mercado Mexicano de Derivados, S.A. de C.V.	--	En Operación	17/04/2000
25-008	Asigna, Compensación y Liquidación	ASIGNA	En Operación	17/04/2000
25-009	Proveedora Integral de Precios, S.A. de C.V.	PIP	En Operación	07/08/2000
25-010	Valuadora y Proveedora de Precios, S.A. de C.V.	VPP	En Operación	07/08/2000
25-011	GBS-DATA, S.A. DE C.V.	GBS-DATA	En Operación	07/08/2000
25-012	Valuación Operativa para Referencias de Mercado, S.A. de C.V. (BMV)	VALMER	Autorizada	22/10/2001
25-013	Contraparte Central de Valores de México, S.A. de C.V.	Contraparte Central	En Operación	05/03/2004
25-014	HR Ratings de México, S.A. de C.V.	HR RATINGS DE MÉXICO	En Operación	15/03/2011
25-015	Moody's de México, S.A. de C.V.	MOODY'S DE MÉXICO	En Operación	15/03/2011
25-016	Verum Calificadora de Valores, S.A.P.I. de C.V.	VERUM	En Operación	05/07/2012

³ http://shcp.gob.mx/POLITICAFINANCIERA/casfim_new/catalogo.xls/sector25.rar (10/10/2013)

Figura 2.3 Funcionamiento de la Casa de Bolsa



FUENTE: Elaboración propia

Las funciones principales de la Casa de Bolsa son:

- ∅ La realización de operaciones de compra-venta de valores.
- ∅ Asesoría tanto a emisores de valores como a los inversionistas
- ∅ Registrar las operaciones correspondientes en el SENTRA.
- ∅ Percepción de fondos por dichas transacciones.

Las Casas de Bolsa en México se encuentran en la figura 2.4

Figura 2.4 Las Casas de Bolsa



La tabla 2.2 muestra un listado de las casas de Bolsa.

Tabla 2. 2 Listado de las casas de bolsa⁴

Clave	Razón Social	Nombre Corto	Status	Fecha de Actualización
13-000	Deutsche Morgan Greenfell, S.A. de C.V. Casa de Bolsa	Deutsche	Revocada	24/05/2001
13-001	Acciones y Valores Banamex, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Integrante del Grupo Financiero Banamex	Accival	En Operación	29/04/2005
13-002	Casa de Bolsa Bancomer, S.A. de C.V., Grupo Financiero Bancomer	C.B. Bancomer	Fusionada	06/07/2001
13-003	Operadora de Bolsa Serfín, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Serfín	O.B. Serfín	Revocada	06/07/2001
13-004	Casa de Bolsa Santander, S.A. de C.V., Grupo Financiero Santander	InverMéxico	En Operación	03/05/2007
13-005	Scotia Inverlat,Casa de Bolsa, S.A. de C.V., Grupo Financiero Scotiabank Inverlat	C.B. Scotia Inverlat	En Operación	06/07/2001
13-006	HSBC Casa de Bolsa, S.A. de C.V., Grupo Financiero HSBC	HSBC	En Operación	22/11/2004
13-007	GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero GBM	GBM	En Operación	31/01/2002
13-009	Abaco Casa de Bolsa, S.A. de C.V.	Abaco	Revocada	17/04/2000
13-010	Casa de Bolsa BBVA-Bancomer, S.A. de C.V.	BBVA-Bancomer	En Operación	06/07/2001
13-011	Casa de Bolsa Multiva, S.A. de C.V., Grupo Financiero Multiva	Multiva	En Operación	19/11/2008
13-012	Casa de Bolsa Finamex, S.A.B. de C.V.	Finamex	En Operación	14/08/2008
13-013	IXE Casa de Bolsa, S.A. de C.V., Grupo Financiero Banorte	IXE C.B.	En Operación	22/03/2012
13-014	Anáhuac Casa de Bolsa, S.A. de C.V., Grupo Financiero Anáhuac	Anáhuac	Revocada	17/04/2000
13-015	Interacciones Casa de Bolsa, S.A. de C.V., Grupo Financiero Interacciones	C.B. interaccio	En Operación	17/04/2000
13-017	Valores Bursátiles de México, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Pronorte	Valburmex	Revocada	13/06/2000
13-018	Casa de Bolsa Ve por Más, S.A. de C.V., Grupo Financiero Ve por Más	CB Ve Por Más	En Operación	22/03/2012
13-019	Value, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Value Grupo Financiero	Value	En Operación	06/07/2001
13-020	Actinver Casa de Bolsa, S.A. de C.V.	Actinver	En Operación	22/11/2004

⁴ http://shcp.gob.mx/POLITICAFINANCIERA/casfim_new/catalogo.xls/sector13.rar (10/10/2013)

APLICACIÓN DEL MODELO DE MARKOWITZ EN PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN

Clave	Razón Social	Nombre Corto	Status	Fecha de Actualización
13-021	Monex Casa de Bolsa, S.A. de C.V.	Monex	En Operación	19/08/2002
13-022	Estratégia Bursátil, S.A. de C.V., Casa de Bolsa	Estrategia	Revocada	22/11/2002
13-023	Mexival Banpaís Casa de Bolsa, S.A. de C.V., Grupo Financiero Mexival Banpaís	Mexival	Revocada	22/11/2002
13-024	Somoza, Cortina y Asociados Casa de Bolsa, S.A. de C.V.	Somoza	Revocada	17/04/2000
13-026	Vector Casa de Bolsa, S.A. de C.V.	Vector	En Operación	17/04/2000
13-027	Casa de Bolsa Banorte, S.A. de C.V., Grupo Financiero Banorte	C.B. Banorte	Fusionada	22/03/2012
13-032	Valores Mexicanos Casa de Bolsa, S.A. de C.V.	Valmex	En Operación	17/04/2000
13-040	Inversora Bursátil, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Inbursa	C.B. Inbursa	En Operación	17/04/2000
13-041	Invex Casa de Bolsa, S.A. de C.V., Grupo Financiero Invex	C.B. Invex	En Operación	17/04/2000
13-102	Casa de Bolsa Santander México, S.A. de C.V.	C.B. Santander	Fusionada	30/03/2005
13-104	ING (México), S.A. de C.V., Casa de Bolsa, ING Grupo Financiero	ING Baring	Revocada	17/04/2013
13-105	Merrill Lynch México, S.A. de C.V., Casa de Bolsa	Merrill Lynch	En Operación	17/04/2000
13-106	Deutsche Securities, S.A. de C.V., Casa de Bolsa	Deutsche Securities	En Operación	13/06/2005
13-107	Goldman Sachs México Casa de Bolsa, S.A. de C.V.	Goldman Sachs	Revocada	30/09/2004
13-108	Casa de Bolsa Banamex, S.A. de C.V. Grupo Financiero Banamex	C. B. Banamex	Fusionada	03/05/2007
13-109	J.P. Morgan Casa de Bolsa, S.A. de C.V., J.P. Morgan Grupo Financiero	J.P. Morgan	En Operación	19/08/2002
13-112	J.P. Morgan Casa de Bolsa S.A. de C.V., J.P. Morgan Grupo Financiero	J.P. Morgan	Revocada	22/10/2001
13-114	Morgan Stanley México Casa de Bolsa, S.A. de C.V.	Morgan Stanley	En Operación	01/07/2009
13-117	ABN Amro Securities (México), S.A. de C.V., Casa de Bolsa	ABM Amro	En Operación	06/07/2001
13-118	Casa de Bolsa Credit Suisse (México), S.A. de C.V., Grupo Financiero Credit Suisse (Mexico)	C.B. Credit Suisse	En Operación	03/05/2007
13-119	Banc of América Securities, Casa de Bolsa, S.A. de C.V., Grupo Financiero	Banc of America	Fusionada	22/08/2011
13-120	UBS Casa de Bolsa, S.A. de C.V.	UBS	En Operación	30/09/2004
13-121	Evercore Casa de Bolsa, S.A. de C.V.	CB Evercore	En Operación	18/04/2012

Clave	Razón Social	Nombre Corto	Status	Fecha de Actualización
13-122	Estructuradores del Mercado de Valores Casa de Bolsa, S.A. de C.V.	CB Estructuradores	En Operación	14/11/2011
13-123	Barclays Capital Casa de Bolsa, S.A. de C.V.	Barclays	En Operación	19/06/2007
13-124	Intercam Casa de Bolsa, S.A. de C.V.	CB Intercam	En Operación	25/06/2007
13-125	CI Casa de Bolsa, S.A. de C.V.	CI Bolsa	En Operación	10/02/2012
13-126	BullTick Casa de Bolsa, S.A. de C.V.	Bulltick	Revocada	10/12/2012
13-127	Masari Casa de Bolsa, S.A.	Masari	En Operación	18/12/2008
13-128	Kuspit Casa de Bolsa, S.A. de C.V.	CB Kuspit	En Operación	21/01/2012
13-129	Punto Casa de Bolsa, S.A. de C.V.	CB Punto	En Operación	18/04/2012

Sociedades de Inversión

Las sociedades de inversión también son conocidas como fondos, la razón de esto es que reúnen recursos monetarios de pequeños y medianos inversionistas hasta obtener un monto considerable con la finalidad de crear un portafolio de inversión, seleccionando diversos instrumentos financieros con la intención de minimizar los riesgos.

Si estas sociedades de inversión no existieran, sería imposible para algunos inversionistas acceder al mercado de valores, pues en la mayoría de los casos los montos mínimos exigidos para la adquisición de un instrumento financiero particular son elevados. Las sociedades de inversión cuentan con personal altamente capacitado en el ámbito bursátil.

Las sociedades de inversión operan dentro de las mismas Casas de Bolsa, los Bancos y algunas Operadoras Independientes de inversión.

Las sociedades de inversión se clasifican en tres tipos:

- ⑥ **Sociedades de inversión de renta variable.**- Estas sociedades invierten tanto en instrumentos de renta variable como en instrumentos de deuda. El rendimiento esta dado por la diferencia entre el precio de venta y el de compra. Las personas físicas que invierten en este tipo de sociedades están exentas del pago de impuestos, mientras que las personas morales no.
- ⑥ **Sociedades de inversión en instrumentos de deuda.**- Tal y como su nombre lo dice estas sociedades sólo pueden invertir en instrumentos del mercado de deuda, por lo tanto se caracterizan por representar inversiones de bajo riesgo

- ❖ **Sociedades de inversión de capitales (SINCAS).**- Se caracterizan por invertir los recursos de manera temporal en las empresas. También se conocen como fondos mutualistas, donde los pequeños y medianos inversionistas no requieren realizar una gran inversión, pues su capital aportado se junta con el de otros inversionistas y esto hace posible el recaudar cierto fondo e invertir en un portafolio diversificado obteniendo rendimientos proporcionales a la inversión.

Existen 773 sociedades de inversión disponibles en México, si se desea tener un detalle de las sociedades de inversión puede consultar la pagina web: http://shcp.gob.mx/POLITICAFINANCIERA/casfim_new/catalogo_xls/sector52.rar, en la cual se muestra la razón social, su nombre corto, su status de operación y su fecha de actualización.

II.I.III Organismos de Apoyo

Los organismos de apoyo se desglosan a continuación:

- ❖ Instituto para el Depósito de Valores (INDEVAL)- En estas instituciones se depositan y administran los valores, en México el INDEVAL es la institución encargada de administrar estos depósitos.
- ❖ Instituto Mexicano del Mercado de Capitales
- ❖ Asociación mexicana de Casa de Bolsa
- ❖ Sociedades Calificadoras de Valores.-Estas sociedades se encargan precisamente de otorgar una calificación con base en información histórica de la empresa, que permita hacer del conocimiento de los inversionistas el grado de riesgo relativo que tiene cada emisión
- ❖ Fondo de contingencia
- ❖ Asociación Mexicana de Derecho Bursátil
- ❖ Asociación Mexicana de Intermediarios Bursátiles (AMIB).- Aquí se encuentran agrupadas todas las casas de Bolsa, AMIB se encarga de representar a éstas ante las autoridades y otros organismos nacionales e internacionales, así como también se encarga del estudio de asuntos de interés general para las Casas de Bolsa tal como el desarrollo de proyectos.

De estos organismos de apoyo son de gran importancia las Sociedades Calificadoras, pues proporcionan información que es de gran interés para los inversionistas, información relevante para la toma de decisiones sobre la elección de cierto instrumento, pues puede conocer un panorama completo de la empresa emisora de valores, incluyendo su situación económica, financiera y jurídica, así como un análisis de los riesgos que pudieran presentarse en el futuro. Esta información es dada a conocer al público en general a través de la BMV y por medio de los intermediarios bursátiles. Las empresas emisoras están obligadas a proporcionar información veraz y oportuna de reportes de su situación financiera e informar sobre cualquier acontecimiento relevante en cuanto a su operación, puesto que hay eventos que pudieran afectar el desempeño de sus valores.

Algunas de las sociedades Valuadoras se muestran en la tabla 2.3.

Tabla 2. 3 Sociedades Valuadoras⁵

Sector 72: Valuadoras de Acciones de Sociedades de Inversión				
Clave	Razón Social	Nombre Corto	Status	Fecha de Actualización
72-001	Covaf, S.A. de C.V.	COVAF	En Operación	26/09/2005
72-002	Valuadora Gaf, S.A. de C.V.	GAF	En Operación	26/09/2005

II.II PARTICIPANTES

Dentro de los participantes destacan los inversionistas y por supuesto los emisores de valores. Resulta interesante mencionar el por qué las personas se ven interesadas en realizar una inversión.

El público inversionista son aquellas personas físicas o morales que están dispuestas a invertir su dinero a cambio de obtener cierta ganancia. En las sociedades, existen personas (o empresas) que han tomado la decisión de invertir su dinero, en lugar de gastarlo. Esta decisión está basada en las expectativas de obtener un buen rendimiento, de obtener una ganancia, de obtener cierta compensación o pago por posponer el uso de ese dinero.

La gente que invierte deja de gastar su dinero en ese momento, por lo tanto podemos asegurar que deja de obtener cierta utilidad (satisfacción obtenida por los bienes y servicios comprados), es decir, la decisión de compra es pospuesta, porque se pretende que invirtiendo el dinero se generará una mayor utilidad o satisfacción en el futuro de aquella utilidad que se obtendría al gastar el dinero en el presente.

Sin embargo, la decisión de invertir no es algo sencillo, puesto que existen diversas formas de inversión cada una con ventajas y desventajas diferentes, y por supuesto, el invertir también representa un riesgo.

Podría pensarse que lo más fácil y seguro es invertir en el banco, o en la bolsa de valores, pero tampoco invirtiendo en la bolsa de valores o en el banco se asegura tener un buen rendimiento. Existe una amplia diversificación de instrumentos de inversión tales como: títulos de deuda de emisión gubernamental, como cetes, ajustabonos, bondes, udibonos; títulos de deuda de emisión privada: letras giradas por bancos, pagares negociables y acciones bursátiles, donde cada una de estas ofrece diferentes rendimientos (tasas de interés), dependiendo del nivel de riesgo de la inversión. Además también se involucran otros factores relevantes para el inversionista, tales como el plazo de la inversión, ya que este puede ser a corto, mediano, o largo plazo.

⁵ http://shcp.gob.mx/POLITICAFINANCIERA/casfim_new/catalogo_xls/sector72.rar (10/10/2013)

Se habla de nivel de riesgo, puesto que la tasa de interés depende no sólo del nivel de inflación, sino también del tipo de cambio y la situación financiera de la empresa o institución que esté respaldando la inversión, el no hacer una selección adecuada de éste tipo de títulos podría tener como consecuencia pérdidas económicas significativas. Es evidente que al tener una amplia diversificación de instrumentos de inversión el público inversionista se encuentra ante el problema de selección de dichos instrumentos, con la finalidad de disminuir su riesgo de pérdida. Aunque en la mayoría de los casos el inversionista suele acudir a un especialista que le resuelva este problema, resulta interesante mostrar cuales son las variables y cálculos matemáticos necesarios para realizar esta selección.

Los emisores de valores pueden ser Sociedades Anónimas, organismos públicos, entidades federativas, municipios y entidades financieras, que representados por una Casa de Bolsa ante la Bolsa Mexicana de Valores pueden poner a disposición del público inversionista diferentes instrumentos financieros (entre éstos se pueden mencionar las acciones, los títulos de deuda, entre otros), con la finalidad de que estos sean una fuente opcional de financiamiento, ya sea para su operación o para proyectos de expansión o de desarrollo. Aunque no cualquiera de estas instituciones puede emitir acciones, es necesario que cumplan con ciertos lineamientos establecidos por la BMV.

II.III CLASIFICACIÓN DE LOS MERCADOS

Las condiciones del mercado influyen en el comportamiento de los precios en general, en el desempeño de las organizaciones y por su puesto en el desempeño de los instrumentos de inversión, por lo que es importante entender la estructura de los mercados. Hay muchas maneras de clasificar los mercados, estos serán descritos a continuación.

II.III.I Mercados Eficientes

Todos los mercados están obligados a proporcionar información veraz y oportunamente, cuando la información proporcionada se ajusta a la realidad, se dice entonces que los mercados son eficientes, es decir, debido a que los cambios en la situación económica, política y social son constantes y éstos se reflejan en el desempeño de las empresas y en el comportamiento de los instrumentos de inversión, existe un desfasamiento entre la información proporcionada y la realidad, incluso se puede dar el caso en que el precio de un mismo instrumento de inversión difiera de una fuente a otra (aún cuando debe ser el mismo) por la situación ya mencionada. Bajo esta circunstancia el inversionista comprará el instrumento de inversión al precio más bajo o venderá el instrumento de inversión al precio más alto. A esto se le llama arbitraje. Finalmente los precios se ajustan porque a mayor compra el precio tiende a aumentar y a mayor venta el precio tiende a disminuir.

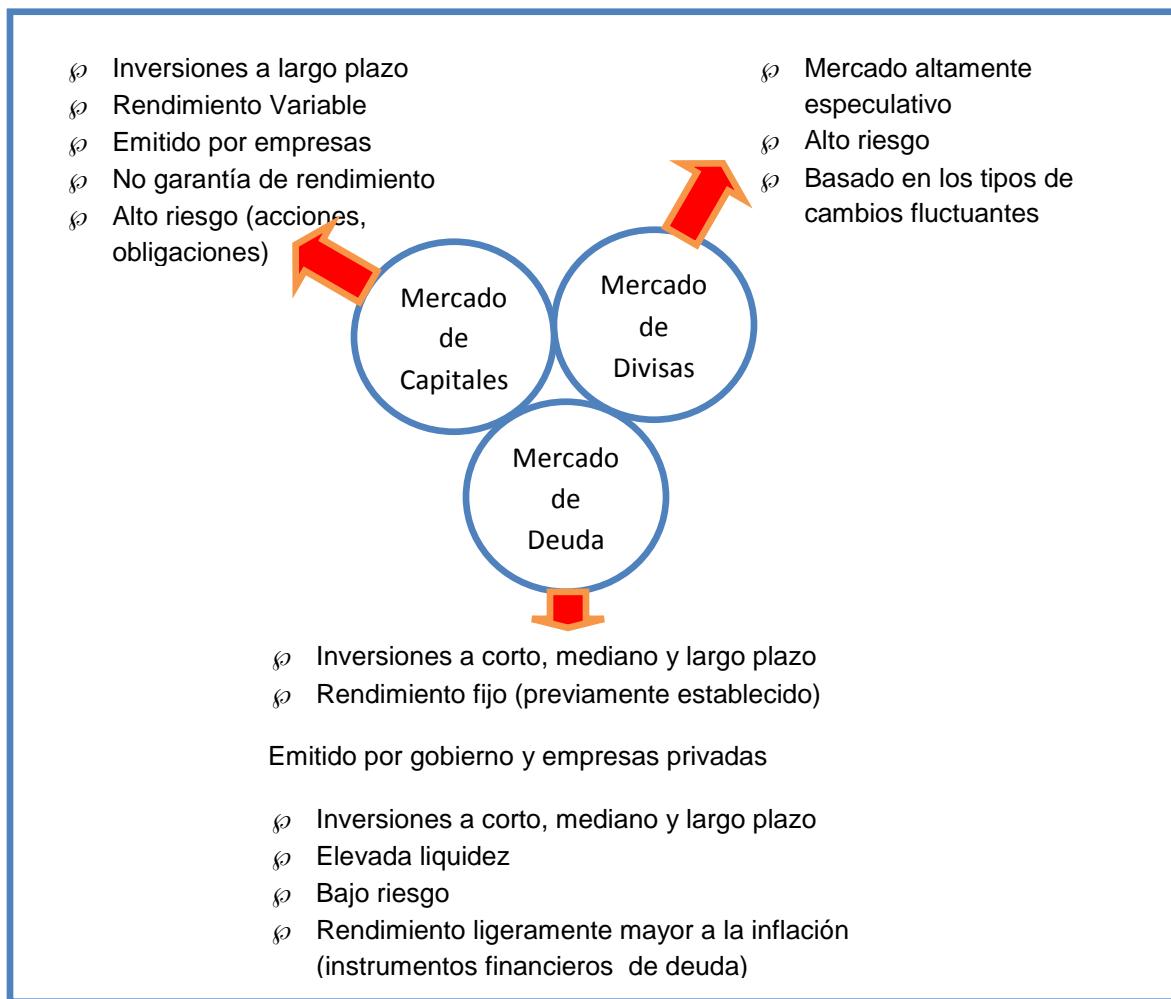
II.III.II Mercado de Valores

En el mercado de valores se encuentran todos los participantes (emisores, inversionistas, intermediarios bursátiles y autoridades), los cuales están sujetos a cierta normatividad (Ley de Mercado de Valores), mediante la cual es posible la emisión y colocación de valores.

Los instrumentos financieros que están inscritos en la Bolsa Mexicana de Valores, cada uno tiene diferentes características y se encuentran en diferentes mercados.

La figura 2.5 resume las características principales de cada uno de estos mercados.

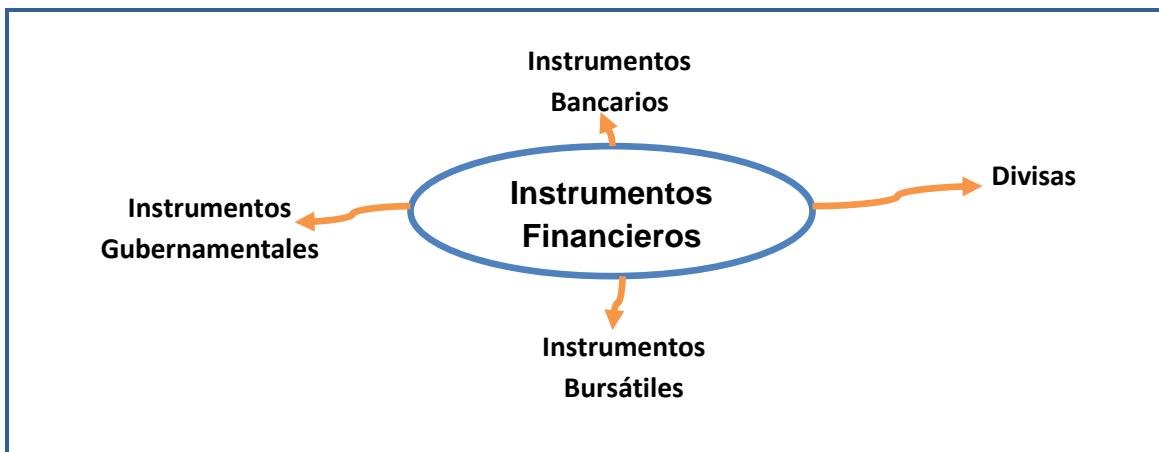
Figura 2.5 Mercados Financieros



FUENTE: Elaboración propia

Los instrumentos financieros también pueden ser de diversa índole, según la institución emisora, tal y como se muestra en la figura 2.6

Figura 2. 6 Instrumentos Financieros

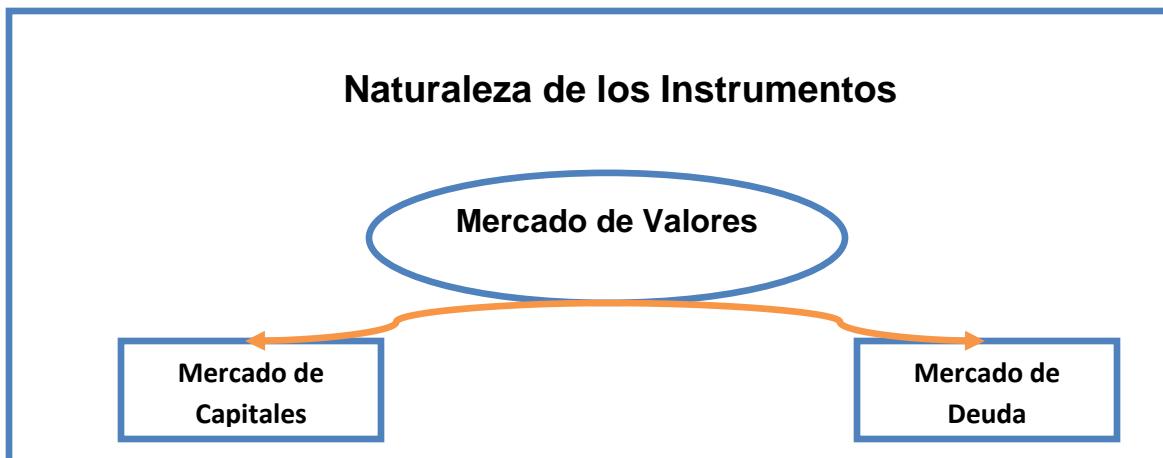


FUENTE: Elaboración propia

Por la naturaleza de los instrumentos suele hablarse de Mercado de Deuda y Mercado de Capitales, la diferencia entre estos radica en la forma en que se pagan las ganancias y en el plazo de la inversión.

Se explicarán cada uno de estos mercados y sus respectivos instrumentos financieros con más detalle

Figura 2. 7 Naturaleza de los Instrumentos



FUENTE: Elaboración propia

II.III.III Mercado de Deuda

Los valores que son negociados en el mercado de deuda son aquellos cuyo principal objetivo es financiar proyectos de corto, mediano y largo plazo para las empresas o instituciones emisoras.

En éste se incluyen valores del tipo:

- ❖ Gubernamental
- ❖ Instrumentos de Deuda a Corto Plazo
- ❖ Instrumentos de Deuda a Mediano Plazo
- ❖ Instrumentos de Deuda a Largo Plazo

Mercado de deuda Gubernamental

Incluye valores como: Cetes, Udibonos, Bonos de Desarrollo (Bondes), Pagaré de Indemnización Carretero (PIC-FARAC) y Bonos BPAS.

Tabla 2. 4 Principales características de Instrumentos de Deuda Gubernamental.

	Cetes	Udibonos	Bondes
DEFINICIÓN	Certificados de la Tesorería de la Federación. Son títulos de crédito al portador.	Bonos de Desarrollo denominados en unidades de inversión (UDIS) Ligado al INPC.	Bonos de Desarrollo Bancario. Son títulos de Crédito.
VALOR NOMINAL	\$10 Amortizado en una sola exhibición Se paga al vencimiento	100 UDIS cada bono	\$100 o múltiplos
PLAZO	Corto Plazo *28, 91, 182 y 364 días	Mediano y Largo Plazo. *2-5 años con pagos semestrales	Mediano y Largo Plazo. *364, 532, 728, 1092 días
RENDIMIENTO	Dado que se colocan a descuento, su rendimiento se determina por el diferencial entre el precio de compra y el de venta. Depende de la emisión.	Se colocan a descuento. Pagan una tasa de interés fija cada 128 días	Rendimiento pagable cada 28 días (Cetes a 28 o TIIE, la que resulte más alta). Como variante existe Bonde 91 (rendimiento a 91 días)
GARANTÍA	Cero riesgo. Respaldo absoluto del Gobierno Federal	Respaldo absoluto del Gobierno Federal	Respaldo absoluto del Gobierno Federal
EMITIDOS POR:	Gobierno Federal Mexicano	Gobierno Federal Mexicano, colocados por el Banco de México	Gobierno Federal Mexicano. Banco de Desarrollo o Sociedad Nacional de Crédito, colocados por el Banco de México.
OBJETIVO	*Financiar al Gobierno Federal * Regular el circulante monetario	Su valor nominal y de rendimiento no se vea	*Financiar proyectos de inversión propia de su

APLICACIÓN DEL MODELO DE MARKOWITZ EN PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN

	y de tasas de interés	deteriorado por el INPC	*Financiar al Gobierno Federal	actividad *Financiar al Gobierno Federal
--	-----------------------	-------------------------	--------------------------------	--

	PIC-FARAC	Bonos BPAS	Ajustabonos
DEFINICIÓN	Pagaré de indemnización Carretero, pertenece al Fideicomiso de Apoyo al rescate de autopistas concesionadas	Son emisiones del Instituto Bancario de Protección al Ahorro	Título de Crédito.
VALOR NOMINAL	100 UDIS cada bono	\$100 Amortizado en una sola exhibición al vencimiento	\$100 valor nominal inicial de cada bono
PLAZO	Largo Plazo. *5-30 años	Largo Plazo. *3 años	Mediano Plazo. *3-5 años
RENDIMIENTO	Según el precio de adquisición, con pago de tasa de interés fija cada 182 días	Se colocan a descuento. Pagan una tasa de interés fija cada 28 días	Se liquida el capital prestado ajustándose de acuerdo al INPC, referido al valor y adquisición de los títulos y la tasa real que devenguen
GARANTÍA	Pagaré avalado por el Gobierno Federal	Respaldo absoluto del Gobierno Federal	Respaldo absoluto del Gobierno Federal
EMITIDOS POR:	Banco Nacional de Obras y Servicios S.N.C., en el carácter de Fiduciario	No disponible	Gobierno Federal Mexicano. Colocado por el Banco de México.
OBJETIVO	No disponible	Hacer frente a sus obligaciones contractuales y reducir gradualmente el costo financiero asociado a programas de apoyo a ahorradores	*Brindar la opción de ahorro a largo plazo, sin merma en los rendimientos reales. *Financiar al Gobierno Federal

Instrumentos de Deuda a Corto Plazo

Incluye valores como: Aceptaciones Bancarias, Papel Comercial, Pagaré con Rendimiento Liquidable al Vencimiento (PRLV'S), Certificado Bursátil de Corto Plazo. La Tabla 2.5 resume las principales características de cada uno de estos valores.

Como principales características de estos tipos de valores se puede mencionar que las instituciones que los emiten son S.A., entidades de la Administración Pública Federal Paraestatal, entidades Federativas, Municipios y Entidades Financieras Fiduciarias.

El valor nominal de estos instrumentos es determinado en cada emisión y será de \$100 o 100 UDIS cada uno, o en múltiplos de éstos. El plazo es de un año como máximo (aunque el vencimiento puede ser anticipado), el interés puede ser fijo o variable, y la garantía la determina el emisor.

Tabla 2. 5 Principales características de Instrumentos de Deuda Corto Plazo

TABLA 2.5. Instrumentos de deuda a corto plazo (Emisión Privada)			
	Aceptación Bancaria	Papel Comercial	Pagaré con Rendimiento Variable al Vencimiento
DEFINICIÓN	Son letra de cambio (o aceptación) que emite un banco en respaldo al préstamo que hace una empresa	Pagaré negociable emitido por empresas que participan en el mercado de valores. Es una nota promisoria no asegurada, con vencimiento fijo vendido a descuento.	Es un pagaré conocido como PRLV'S, donde la institución de crédito emisora está obligada a devolver al tenedor, el capital más intereses en una fecha determinada
VALOR NOMINAL	\$100 o sus múltiplos	\$100 o sus múltiplos	\$1, variable
PLAZO	7 - 182 días	7 - 360 días	No mayor a 360 días
RENDIMIENTO	Fijado con referencia a los Cetes o a la TIIE. Se venden a descuento. Diferencia entre el precio de compra y de venta	Se compra a descuento, paga una sobretasa referencia a los Cetes o a la TIIE	Tasa pactada por el emisor al vencimiento de los títulos. Resulta del diferencial entre los precios de compra-venta
GARANTÍA	Mayor riesgo que un documento gubernamental. La única garantía que tiene es la solvencia del banco aceptante	Sin garantía específica. Avalado en ocasiones por una institución de crédito. Lo respalda el prestigio de la empresa	Lo respalda el patrimonio de las instituciones de crédito que lo emite
EMITIDOS POR:	Empresas aceptadas por alguna institución de crédito. Colocados por alguna institución de crédito o Casas de Bolsa	Empresas que participan en el BMV, Sociedades Mercantiles, colocados por Casas de Bolsa	Instituciones de crédito
OBJETIVO	El banco para fondearse coloca la aceptación en el mercado de deuda gracias a lo cual no se respalda en los depósitos del público. Fuente de financiamiento a corto plazo para las empresas	Fuente de financiamiento a corto plazo para las empresas que lo emiten.	Ayuda a cubrir la captación bancaria y alcanzar el ahorro interno de los particulares. Financiar operaciones de crédito de los bancos

TABLA 2.5. Instrumentos de deuda a corto plazo		
	Certificado Bursátil a Corto Plazo	Acciones Bursátiles
DEFINICIÓN	Es un título de crédito que se emite en serie o en masa	Título que ampara la propiedad de una parte alícuota de la empresa emisora. Pueden ser acciones comunes o preferentes
VALOR NOMINAL	Pueden ser pesos, unidades de inversión o indexadas al tipo de cambio	No disponible
PLAZO	No disponible	Variable
RENDIMIENTO	Se coloca a descuento	Variable
GARANTÍA	Amparado por un programa	Respaldo por el prestigio de la empresa
EMITIDOS POR:	No disponible	Colocadas a través de una Casa de Bolsa.
OBJETIVO	No disponible	Fuente de financiamiento permanente para las empresas

Instrumentos de Deuda a Mediano Plazo

Incluye valores como: Pagaré o Mediano Plazo.

Tabla 2. 6 Principales características de Instrumentos de Deuda Mediano Plazo

TABLA 2.6. Instrumentos de deuda a mediano plazo	
	Pagaré a Mediano Plazo
DEFINICIÓN	Es un título de deuda emitido por una sociedad mercantil con la facultad de contraer pasivos y suscribir títulos de crédito
VALOR NOMINAL	\$100 o 100 UDIS, o múltiplos
PLAZO	1 - 7 años
RENDIMIENTO	A tasa revisable de acuerdo a las condiciones del mercado, el pago de los intereses puede ser mensual, trimestral, semestral o anual.
GARANTÍA	Puede ser quirografaria, avalada o con garantía fiduciaria.
EMITIDOS POR:	Sociedades Mercantiles
OBJETIVO	Financiamiento de proyectos a mediano plazo

Instrumentos de Deuda a Largo Plazo

Incluye valores como: Obligaciones, Certificados de Participación Inmobiliaria, Certificados de Participación Ordinaria, Certificados Bursátiles, Pagaré con Rendimiento Liquidable al Vencimiento a Plazo Mayor un año.

Tabla 2. 7 Principales características de Instrumentos de Deuda Largo Plazo

TABLA 2.7. Instrumentos de deuda a largo plazo			
	Obligaciones	Certificados de participación Inmobiliaria	Certificados de participación Ordinarios
DEFINICIÓN	Son instrumentos emitidos por empresas privadas que participan en el mercado de valores	Títulos colocados en el mercado bursátil por instituciones crediticias con cargo a un fideicomiso cuyo patrimonio se integra por bienes inmuebles	Títulos colocados en el mercado bursátil por instituciones crediticias con cargo a un fideicomiso cuyo patrimonio se integra por bienes muebles
VALOR NOMINAL	\$100 o 100 UDIS, o múltiplos	\$100 pesos	\$100 o 100 UDIS, o múltiplos
PLAZO	De 3 años en adelante. Su amortización puede ser al término del plazo o en parcialidades anticipadas	De 3 años en adelante. Su amortización puede ser al vencimiento o con pagos periódicos	De 3 años en adelante. Su amortización puede ser al vencimiento o con pagos periódicos
RENDIMIENTO	Una sobretasa teniendo como referencia a los CETES o TIIE	Pagan una sobretasa teniendo como referencia a los CETES o TIIE	Pagan una sobretasa, teniendo como referencia a los CETES o TIIE, o tasa real
GARANTÍA	Puede ser quirografaria, fiduciaria, avalada, hipotecaria o prendaria.	No disponible	No disponible
EMITIDOS POR:	Empresas Privadas	Instituciones de crédito	Instituciones de crédito
OBJETIVO	No disponible	No disponible	No disponible

TABLA 2.7. Instrumentos de deuda a largo plazo		
	Certificado Bursátil	Pagaré con Rendimiento Liquidable al Vencimiento
DEFINICIÓN	Instrumento de deuda de mediano y largo plazo, la emisión puede ser en pesos o en unidades de inversión	Es un pagaré conocido como PRLV'S, donde la institución de crédito emisora está obligada a devolver al tenedor, el capital más intereses en una fecha determinada.
VALOR NOMINAL	\$100 pesos o 100 UDIS dependiendo de la modalidad	\$1 peso
PLAZO	Mediano y Largo Plazo. De un año en adelante	De un año en adelante
RENDIMIENTO	Puede ser a tasa revisable de acuerdo a condiciones de mercado por mes, trimestre o semestre, etc. Fijo determinado desde el inicio de la emisión; a tasa real, etc. El pago de intereses puede ser mensual, trimestral, semestral, etc.	Los intereses se pagarán a la tasa pactada por el emisor precisamente al vencimiento de los títulos
GARANTÍA	Quirografaria, avalada, fiduciaria, etc.	El patrimonio de las instituciones de crédito que lo emite
EMITIDOS POR:	No disponible	Instituciones de crédito
OBJETIVO	No disponible	Los PRLV's ayudan a cubrir la captación bancaria y alcanzar el ahorro interno de los particulares

II.III.IV Mercado de Capitales

Los valores que son negociados en el mercado de capitales son aquellos cuyo principal objetivo es financiar proyectos de corto plazo para las empresas o instituciones emisoras.

En éste se incluyen valores del tipo:

- ❖ Acciones
- ❖ Obligaciones

Acciones

Las acciones son una fuente de financiamiento a largo plazo muy importante para las empresas. Son emitidos por sociedades mercantiles El tenedor de una acción cuenta con ciertos derechos y es considerado como socio de la empresa, se puede considerar que el tenedor de una acción posee parte de la empresa. No existe un plazo específico, pues este realmente lo fija el tenedor de la acción, en su momento puede decidir venderla, sin embargo se recomienda que sea a largo plazo.

El precio de la acción es variable, dependiendo de la entidad emisora. Algunos de los factores determinantes en el precio de las acciones es el desempeño mismo de la compañía, así como sus expectativas de crecimiento o desarrollo a futuro. Debido a esto, invertir en acciones resulta riesgoso pues el desempeño de una empresa se puede ver afectado por múltiples factores, tanto internos como externos, tal como la situación económica política del país. Es recomendable siempre acudir a personas capacitadas para evaluar factores externos, tanto nacionales como internacionales (análisis técnico), así como factores que competen al desempeño de la empresa, como situación financiera, análisis de riesgos, análisis de razones financieras, etc. (análisis fundamental) que pueden influenciar en el precio de las acciones. También es recomendable comparar el desempeño de la empresa con el desempeño de otras compañías que se encuentran en el mismo sector.

Los lineamientos emitidos por los organismos reguladores obligan a las empresas que cotizan en la bolsa a proporcionar información veraz y oportuna de su desempeño financiero (cada trimestre) y de cualquier situación que pudiera afectar las condiciones futuras de la empresa, y por supuesto esta información esta disponible al público en general a través de la BMV, revistas especializadas, algunos periódicos y páginas de Internet.

Otro punto que el inversionista debe tener en cuenta al invertir en acciones es precisamente la liquidez (Se refiere a la facilidad con la que las acciones pueden ser colocadas, es decir, compradas o vendidas sin dificultad).

Cuando se invierte en acciones, es posible monitorear su desempeño minuto a minuto con la información que proporcionan los mercados financieros.

El atractivo de las acciones está en las ganancias que se pueden obtener al venderlas, es decir, la diferencia entre el precio de compra y venta o si se desea mantener la acción, es posible obtener ingresos mediante el pago de dividendos que realizan las empresas anualmente que está en función de las utilidades que la empresa haya obtenido.

La forma de emitir acciones puede ser pública o privada, y las acciones se clasifican en acciones preferentes o acciones comunes (ordinarias). La diferencia entre estos tipos de acciones está en que las acciones comunes le confieren al tenedor el derecho a voto dentro de la organización en las asambleas generales

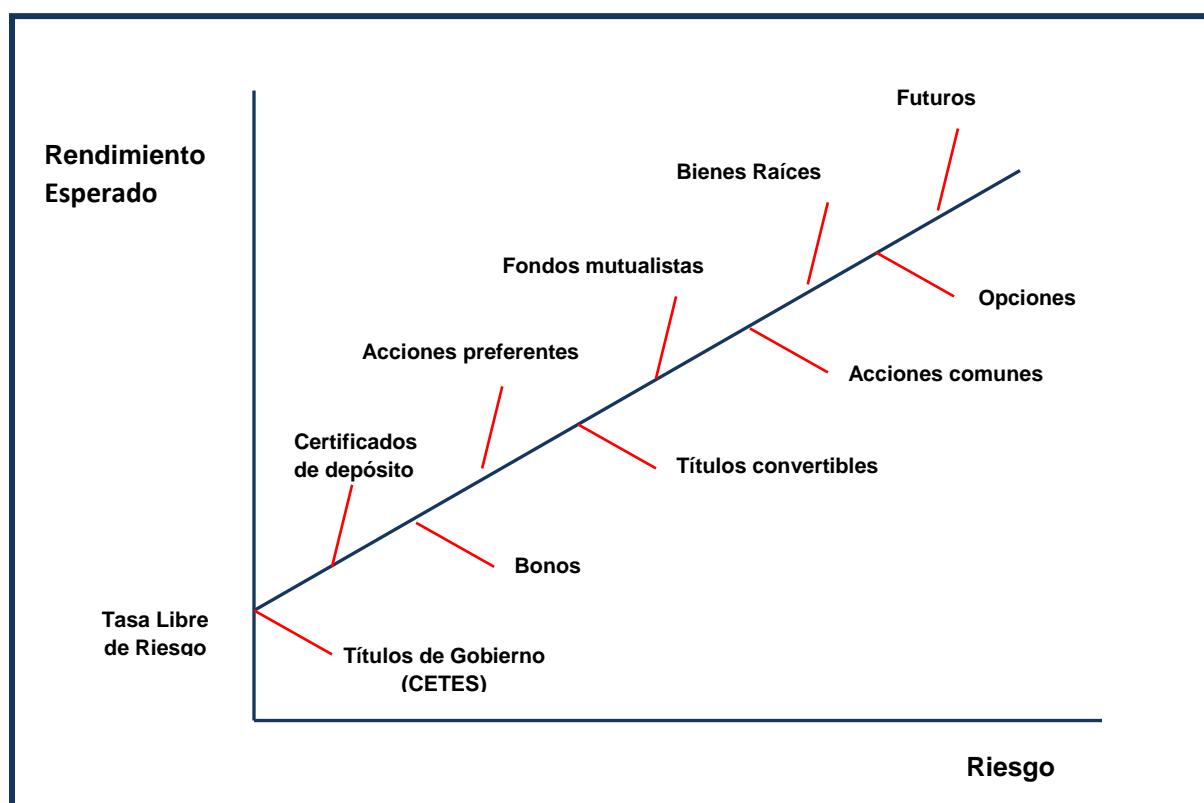
de accionistas para la toma de decisiones importantes, y las acciones preferentes permiten que el tenedor participe en las ganancias de la empresa, es decir, confieren algunos privilegios financieros como cobrar dividendos. No obstante, el poseer acciones no solo confiere derechos, sino también ciertas obligaciones.

Obligaciones

Son emitidas por empresas privadas, su vencimiento es a largo plazo, entre tres y ocho años, se venden a descuento, su valor nominal es de \$100 o múltiplos, su amortización es al término del plazo o en parcialidades previamente anticipadas, su rendimiento es una sobre tasa teniendo como referencia a los Cetes o la TIIE, su garantía es quirografaria, avalada, hipotecaria o prendaria. Su objetivo es financiar proyectos de inversión a largo plazo.

En la figura 2.8 se muestra cómo se va incrementando el riesgo para los diferentes tipos de inversión.

Figura 2.8 Tipos de Inversión



II.III.V Mercado de Divisas

Como principal característica de este mercado se puede mencionar que esta basado en los tipos de cambios fluctuantes, por lo que es altamente especulativo y por lo tanto de alto riesgo. Aquí se negocian divisas (monedas extranjeras) tales como el dólar.

II.III.VI Mercado de Metales

Existen algunos metales que nunca se devalúan, al contrario tienden a subir su valor, entre ellos se puede mencionar a la plata. En este mercado se negocian certificados de plata. El rendimiento es determinado por la cotización que tenga en ese momento la onza troy de plata y el tipo de cambio peso dólar. Cada certificado ampara 100 onzas.

II.IV MERCADO PRIMARIO Y SECUNDARIO

Al hablar del mercado primario o secundario se hace referencia a la fase en que se encuentra la negociación. Los emisores interesados en realizar la oferta pública y colocación de sus valores deben acudir a una casa de bolsa y sólo a través de éstas es posible realizar estas operaciones. Cuando los valores son emitidos y colocados por primera vez mediante la Casa de Bolsa, se dice que se realiza en el mercado primario, ya que estos valores han sido colocados previamente en el mercado primario, pueden ser comprados y vendidos (nuevamente a través de la Casa de Bolsa), se dice que estas operaciones se realizan en el mercado secundario.

II.V TIPOS DE RIESGO DE LOS INSTRUMENTOS DE INVERSIÓN

A continuación se explicarán el riesgo sistemático y no sistemático que inciden en las inversiones realizadas en el mercado de valores.

Existen diversos tipos de riesgos cuando se realiza una inversión, el riesgo es un nivel de incertidumbre que implica el no obtener los rendimientos estimados o incluso perder parte de la inversión realizada. Entre los riesgos existentes podemos mencionar a los riesgos de mercado, los riesgos de crédito, los riesgos tecnológicos u operativos.

Los riesgos de mercado se dan debido a que las condiciones político-económicas del país y las condiciones exteriores suelen ser cambiantes, y esto ocasiona que haya turbulencia en los valores de las tasas de interés, en las paridades y por supuesto en la situación de liquidez. Este tipo de riesgo es también conocido como riesgo sistemático, y por supuesto es imposible eliminarlo, pues está fuera del control de los inversionistas, así que se debe aprender a manejarlo.

Los riesgos de crédito se refieren a la posibilidad que existe de incumplimiento de contrato, es decir, que el emisor no liquide su deuda. Esto puede suceder porque

nada asegura la solvencia de la compañía, es decir, existe siempre la posibilidad de quiebra.

El riesgo tecnológico u operativo radica en que las empresas pueden estar operando con tecnología obsoleta, empleando sistemas inadecuados o realizar operaciones de manera equivocada, es decir, cometer errores administrativos, y todos estos factores por supuesto aumentan la incertidumbre de la inversión.

Mediante la información histórica del comportamiento de los instrumentos de inversión es posible realizar una medición del riesgo, esta medición requiere del empleo de técnicas estadísticas tales como el cálculo de la media o valor promedio (\bar{x}), la varianza (S^2) y la desviación estándar (S). (Estos conceptos y cálculos se definen posteriormente en el Capítulo II, para lo cual se emplea el modelo propuesto por Markowitz). Siempre existirán fluctuaciones en el precio, es decir el valor futuro de un instrumento variará con respecto al valor promedio del mismo, a esta desviación se le conoce como riesgo de precio. Existen otros métodos alternativos para realizar la medición del riesgo, los cuales también serán mencionados posteriormente, sin embargo, por el nivel de complejidad que estos manejan se trabaja únicamente con el modelo propuesto por Markowitz, considerando que en éste se fundamenta el modelo desarrollado en Excel que permite obtener portafolios eficientes.

Cuando las situaciones en el mercado cambian, el valor de los instrumentos de inversión puede verse afectado, ya sea positivamente o negativamente, un riesgo que puede minimizar el inversionista es el llamado riesgo no sistemático, el cual tiene que ver con el comportamiento de los instrumentos financieros, y lo que se busca aquí es que los cambios en los instrumentos financieros sean independientes, así se busca que no todos los instrumentos financieros disminuyan al mismo tiempo, reduciendo así el riesgo de pérdida. Para hacer la elección de este tipo de instrumentos independientes también existen técnicas estadísticas tales como el cálculo del coeficiente de correlación (ρ_{ij}) y la covarianza (σ_{ij}) que se explicarán con más detalle en el Capítulo II.

Figura 2.9 Clasificación de Riesgos



II.VI NORMATIVIDAD Y REGLAMENTOS

Dentro de la Legislación Financiera existen múltiples lineamientos, dentro de los cuales se pueden enlistar los siguientes:

- ❖ Ley del Mercado de Valores
- ❖ Ley de Sociedades de Inversión
- ❖ Código de Ética Profesional de la Comunidad Bursátil Mexicana
- ❖ Reglamento Interior de la BMV
- ❖ Circulares de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores.
- ❖ Ley de instituciones de crédito
- ❖ Ley para agrupaciones financieras
- ❖ Ley General de Organizaciones y Actividades Auxiliares del Crédito
- ❖ Ley de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores.
- ❖ Ley de Ahorro y Crédito Popular
- ❖ Ley de los Sistemas de Ahorro para el Retiro
- ❖ Ley de Protección al Ahorro Bancario
- ❖ Ley de Transparencia y Fomento a la Competencia en el Crédito Garantizado
- ❖ Ley Federal de Instituciones de Fianzas
- ❖ Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros
- ❖ Ley Orgánica del Banco del Ahorro Nacional y Servicios Financieros
- ❖ Ley Orgánica del Banco Nacional de Comercio Exterior
- ❖ Ley Orgánica de Nacional Financiera
- ❖ Ley Orgánica de Sociedad Hipotecaria Federal
- ❖ Ley Orgánica de la Financiera Rural
- ❖ Ley para la Transparencia y Ordenamiento de los Servicios Financieros
- ❖ Ley para Regular las Sociedades de Información Crediticia

II.VII MEXDER

Mexder S.A de C.V. es el mercado Mexicano de Derivados, donde se negocian contratos estandarizados de futuros y opciones que se compensan y liquidan a través de una Cámara de Compensación la cual hace el papel de contraparte para cada transacción realizada. La Cámara de Compensación es un Fideicomiso de administración integrada por Socios Liquidadores y Socios Operadores. Los Socios Liquidadores son Bancos o Casas de Bolsa que precisamente liquidan o celebran contratos operados en la bolsa. Los Socios Operadores pueden ser tanto Bancos, Casas de Bolsa, como personas físicas y/o morales que están facultadas a través del Socio Liquidador para celebrar contratos.

Toda aquella persona que desee adquirir un contrato de compra-venta de futuros u opciones, deposita un margen en la Cámara de Compensación, el margen es un depósito obligatorio (determinado porcentaje del valor del contrato) que le permite cubrir el riesgo asumido, tiene la función de una garantía que asegura el cumplimiento de ambas partes, tanto del vendedor (al cual se le llama corto), como del comprador (al cual se le llama largo).

Mexder es una entidad autorregulada con autorización de la SHCP. Se llama mercado de derivados precisamente porque el valor de los futuros u opciones deriva o subyace de un bien financiero, el cual puede ser divisas, índices accionarios, tasas de interés o acciones.

Tanto los futuros como las opciones son herramientas empleadas para neutralizar los riesgos de tasas de interés, de tasas cambiarias y de precio. Se dice que estos contratos son estandarizados por que el inversionista no puede fijar fechas de vencimiento, tamaños del contrato, condiciones de entrega, lo único que se puede negociar es el precio.

II.VII.I Los Futuros

En los contratos de futuros se involucran dos partes y en la fecha fijada se estipula una acción obligatoria ya sea comprar o vender activos reales (comodities) o financieros a un precio previamente acordado sin importar la cotización que se tenga en el mercado, es aquí donde la decisión tomada de compra o venta puede representar pérdidas o ganancias.

El riesgo de las fluctuaciones en las tasas de interés se puede cubrir empleando futuros, la primera pregunta que debe plantearse es si conviene comprar o vender futuros. Esta decisión depende de las expectativas que se tengan con respecto a las tasas de interés. En esta parte la ingeniería financiera es muy importante, pues por medio de la especulación, empleando el análisis de gráficas, es posible pronosticar tendencias de las tasas de interés y con base a esto tomar decisiones.

II.VII.II Las Opciones

Al igual que los futuros es un contrato entre dos partes, donde también se puede comprar o vender opciones, pero a diferencia de éstos, en las opciones se tiene el derecho de decidir ejercerla cuando las condiciones son favorables o no, es decir, las opciones confieren derechos pero no obligaciones.

Cuando se compra una opción se está especulando a que el precio del activo subirá arriba del precio acordado P^* , y sólo entonces ejercerá su derecho de compra, pues la diferencia entre el precio acordado P^* y el precio de cotización del mercado en esa fecha P representará su ganancia, es decir, se pagará menos por algo que vale más (y la contraparte está obligada a vender al precio P) Lo único que se puede perder si el precio de cotización no aumenta es la prima pagada por la compra de la opción.

En caso contrario, cuando se decide adquirir una opción de venta, se está especulando a que el precio del activo disminuirá con respecto al precio acordado P^* , y sólo entonces ejercerá su derecho de venta, pues la diferencia entre el precio de cotización del mercado en esa fecha P y el precio acordado P^* representará su ganancia, es decir, venderá más caro algo que vale menos (y la contraparte está

obligada a comprar al precio P). Lo único que se puede perder sí el precio de cotización no disminuye es la prima pagada por la venta de la opción.

CONCLUSIONES

En este Capítulo se presentó una perspectiva general sobre el funcionamiento de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) y del Mercado Mexicano de Derivados (MexDer) pues mediante estas entidades son puestas a disposición del público inversionista los distintos instrumentos financieros existentes.

Se describió brevemente los Organismos que intervienen en el funcionamiento de la BMV, entre estos organismos existen aquellos que fungen como Reguladores (SHCP, Banxico y la CNBV). Los que fungen como Intermediarios (Las Casa de Bolsa y las Sociedades de Inversión), los Organismos de apoyo (Instituto para el Depósito de Valores, la Asociación de Casa de Bolsa, las Calificadoras de Valores, etc.), y por supuesto los participantes que son los Inversionistas y los Emisores, ya sean privados o gubernamentales. El papel que juegan todos estos organismos se complementan y permiten que el inversionista se sienta protegido en un ambiente de confianza, en el cual las operaciones realizadas sean justas y transparentes. Se mencionó la Normatividad y Reglamentos de la Legislación Financiera.

Se explicó el procedimiento que se debe seguir cuando se toma la decisión de invertir, es decir, a que entidades se debe acudir, pues equivocadamente se piensa que la BMV es quien compra y vende valores, se debe acudir con los organismos que fungen como Intermediarios que son las diversas Casa de Bolsa y las Sociedades de Inversión, pues son éstos los que ponen en contacto al público inversionista con los Emisores de Valores. La importancia que tienen las Sociedades de Inversión es que reúnen los recursos monetarios de pequeños y medianos inversionistas obteniendo así un monto considerable para cubrir los montos mínimos requeridos para la adquisición de diversos instrumentos de inversión.

Se mencionó la Clasificación Financiera de los Mercados, como es el Mercado de Deuda, de Capitales y de Divisas. El Mercado de Deuda incluye valores del tipo gubernamental, instrumentos de deuda a corto, largo y mediano plazo. Los Valores que son negociados en el Mercado de Capitales incluyen Acciones y Obligaciones, siendo las acciones una fuente de financiamiento muy importante para las empresas a largo plazo. La descripción de los instrumentos financieros se hizo mediante tablas, en las cuales se muestra el nombre, descripción, valor nominal, plazo y rendimiento, garantía y entidad que los emite y el objetivo de cada instrumento.

En los instrumentos de inversión existe el riesgo, como el riesgo sistemático que es imposible eliminarlo pues está directamente relacionado con las condiciones político económico internas y externas del país y el riesgo no sistemático que es aquel que tiene que ver directamente con el comportamiento de los instrumentos financieros y éste puede ser minimizado realizando una selección adecuada de los instrumentos.

Por último se explica brevemente el Mercado Mexicano de Derivados y los contratos que se negocian en éste, como son los futuros y las Opciones.

CAPÍTULO III: TEORÍA DE PORTAFOLIOS (MARKOWITZ)

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas existentes cuando se desea invertir es precisamente la amplia gama de alternativas que hay en cuanto a los diferentes instrumentos de inversión (todos con características diferentes), es decir, el inversionista se ve inmerso en un conjunto de oportunidades.

Existen algunos principios básicos para realizar la selección de instrumentos financieros con la finalidad de obtener un portafolio eficiente.

Elegir entre la gran diversidad de instrumentos de inversión que existen y determinar qué proporción de la inversión debe destinarse a cada uno de los instrumentos financieros elegidos para obtener los máximos beneficios posibles, es decir, para obtener los máximos rendimientos, no es un proceso sencillo, sin embargo, se cuenta con distintos métodos que ayudan a tomar este tipo de decisión.

El análisis de portafolio proporciona herramientas para realizar una selección idónea (óptima) de los instrumentos de inversión. Entre los métodos empleados se encuentra “La Teoría de Portafolios Media-Varianza” conocida como el modelo de Markowitz. La selección óptima por supuesto que también está en función de los intereses y necesidades del inversionista.

Es conveniente saber por qué unos portafolios son preferibles sobre otros, y después se mostrará la manera en que es posible realizar esta selección.

La teoría de portafolios tiene más de 50 años y su implementación ha sido muy fructífera para obtener la maximización de los rendimientos, y para lograr la diversificación en la elección de los instrumentos juega un papel muy importante.

También son empleados modelos de equilibrio del precio y rendimiento. El análisis del comportamiento del precio brinda seguridad por que la información del mercado está siendo constantemente actualizada, cuando la información no está disponible se requiere de otro tipo de análisis.

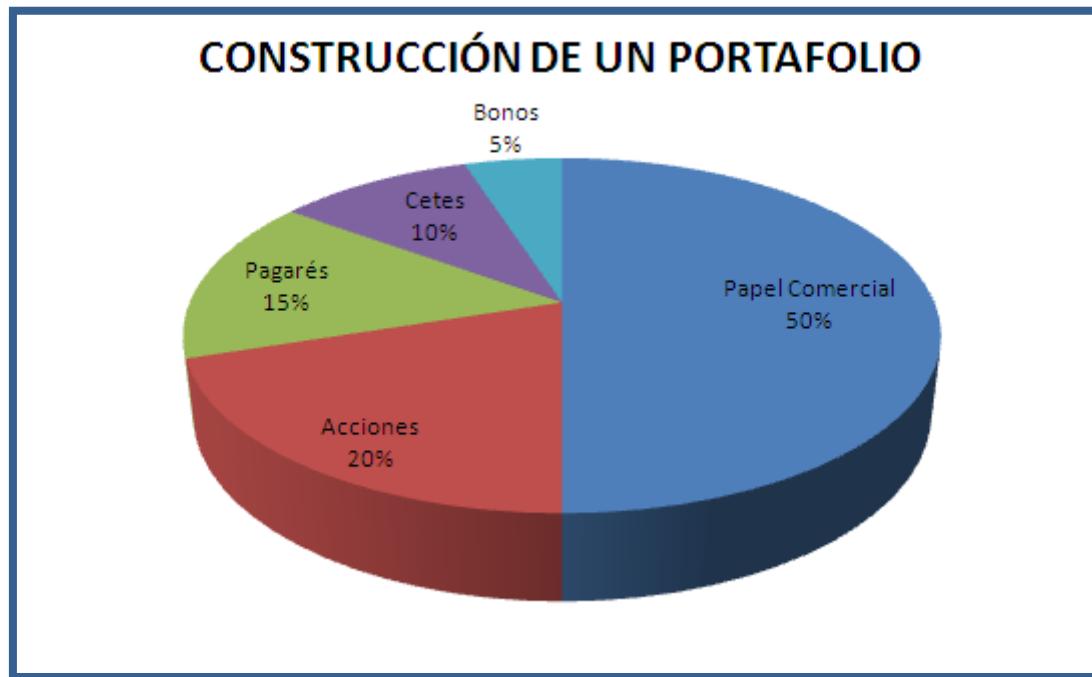
Otro de los puntos importantes no sólo es la selección óptima de los instrumentos de inversión sino también el realizar una evaluación del comportamiento del portafolio, es decir, evaluar los resultados y además darle un seguimiento, realizar las modificaciones que sean convenientes para seguir obteniendo los resultados esperados, a esto se le conoce como administración del portafolio.

III.I CONSTRUCCIÓN DE UN PORTAFOOLIO DE INVERSIÓN

Construir un portafolio significa realizar la selección adecuada de los instrumentos de inversión que lo integrarán, así como también determinar la proporción de la inversión que se destinará a cada uno de estos instrumentos.

La gráfica 3.1 ilustra la construcción de un portafolio de inversión, donde los instrumentos que lo conforman son: papel comercial, acciones, pagares, cetes y bonos, y el porcentaje indica la proporción de la inversión destinada a dicho instrumento

Gráfica 3. 1 Construcción de un Portafolio



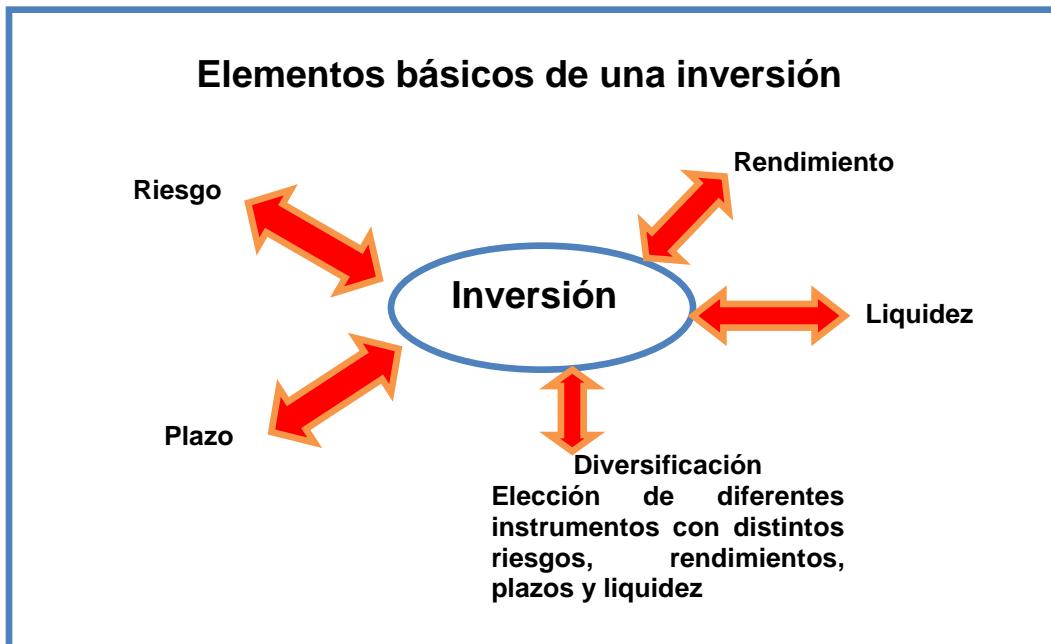
FUENTE: Elaboración propia

III.I.I Elementos Básicos de una Inversión

Lo atractivo de una inversión por supuesto son los rendimientos obtenidos y éstos dependen no sólo del tipo de instrumento en el que se invierte si no también del plazo en que éste se mantenga y de algunos otros factores. Desafortunadamente la vulnerabilidad de los mercados ante eventos económicos, políticos y sociales influye en el desempeño de los instrumentos de inversión, por lo que existe un nivel de incertidumbre sobre los rendimientos esperados, por lo tanto toda inversión conlleva cierto nivel de riesgo.

Otro de los elementos que debe considerarse al realizar una inversión es la liquidez del instrumento. La figura 3.1 muestra los elementos básicos de una inversión.

Figura 3. 1 Elementos Básicos de Inversión



FUENTE: Autor

A continuación se menciona cada uno de estos elementos con más detalle.

- ⑥ **Rendimiento:** Se refiere al % de ganancia que se obtiene con respecto a la inversión durante cierto periodo de tiempo. Generalmente se genera un mayor rendimiento cuando se prolonga el plazo de la inversión. Algunos factores que reducen el nivel de rendimiento obtenido son las comisiones e impuestos requeridos para las transacciones y seguimiento de dicha inversión.
- ⑥ **Riesgo:** Es producto de incertidumbre. Si no existiera incertidumbre sobre el nivel de rendimiento obtenido, no existiría riesgo, el riesgo precisamente representa la posibilidad de no obtener los rendimientos esperados o de tener pérdidas sobre la inversión inicial, incluso el poder perderlo todo. Este ocurre ante movimientos adversos de los factores que determinan su precio; a mayor incertidumbre mayor riesgo
- ⑥ **Plazo:** Es determinado por el inversionista, puede ser a corto, mediano o largo plazo, es el periodo de tiempo durante el cual no se puede disponer del monto invertido hasta que se cumpla cierto plazo conocido como vencimiento. Es el periodo en el cual se desea mantener el instrumento.
- ⑥ **Liquidez:** Es la facilidad con que un activo financiero puede ser vendido o comprado, esto representa por supuesto la rapidez con la cual puede convertirse en efectivo para el inversionista.
- ⑥ **Diversificación:** Es la elección de diferentes instrumentos de inversión que conforman al portafolio. Dichos elementos tienen características propias distintas entre sí, con lo cual se busca disminuir el riesgo total del portafolio, de tal manera que sea posible obtener el rendimiento esperado (estipulado, especulado, deseado) inversionista. La elección de elementos

diversificados (que difieren en sus características) permite equilibrar las pérdidas y ganancias que se tienen con los distintos instrumentos.

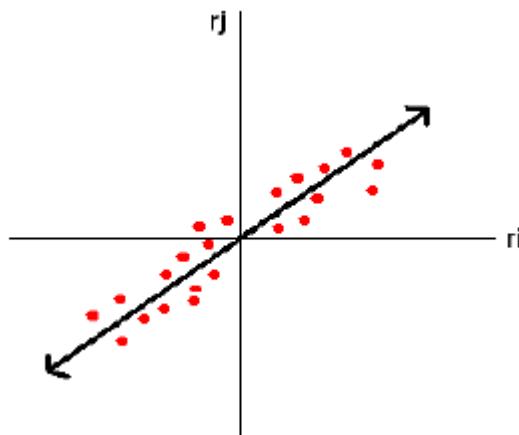
La seguridad de un instrumento financiero se refiere a la relación existente entre riesgo y rendimiento. Desafortunadamente éstos guardan una relación directamente proporcional, es decir, a mayor rendimiento mayor riesgo. Si se desea obtener mayores rendimientos se debe estar dispuesto a aceptar el riesgo inherente por dichos rendimientos, es decir, a aceptar las pérdidas probables de no obtener los rendimientos esperados, perder parte de la inversión e incluso perderlo todo. Por supuesto que todo mundo está dispuesto a ganar más, pero desea que sus probabilidades de perder sean menores.

Para realizar la elección de los diferentes instrumentos de inversión que conformarán el portafolio es necesario considerar el nivel de correlación que existe entre éstos, a continuación se describe cómo es que este coeficiente permite observar como varía el rendimiento de un instrumento con respecto a otro.

Correlación.

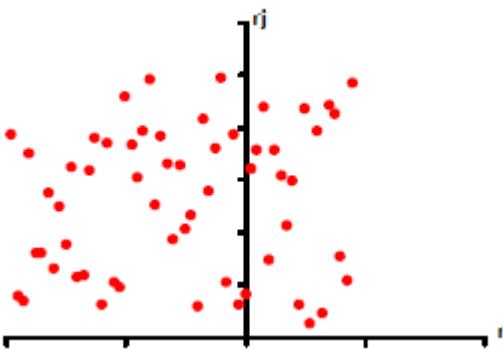
El coeficiente de correlación se denota por: ρ_{ij} , con $-1 < \rho_{ij} < 1$.

El coeficiente de correlación se emplea para determinar el grado de correlación existente entre los distintos rendimientos de los instrumentos de inversión que conforman el portafolio. Nos permite observar como varía el rendimiento del instrumento j al variar el rendimiento del instrumento i . Cuando $\rho_{ij} = 1$ quiere decir que los rendimientos de dichos instrumentos varía en forma directamente proporcional a través del tiempo, es decir, si uno aumenta el otro también lo hará y viceversa. Se puede representar gráficamente esta situación, tal y como se aprecia en la gráfica 3.2.

Gráfica 3. 2 Coeficiente de Correlación $\rho_{ij} = 1$ 

Ambos rendimientos aumentan o disminuyen en la misma proporción

Cuando $\rho_{ij} = -1$ quiere decir que los rendimientos varían en forma inversamente proporcional, si uno aumenta, el otro disminuye o viceversa. Se puede representar gráficamente esta situación, tal y como se aprecia en la gráfica 3.2.

Gráfica 3. 3 Coeficiente de Correlación $\rho_{ij} = -1$ 

Lo deseable por lo tanto es elegir instrumentos de inversión cuyo coeficiente de correlación sea $\rho_{ij} < 0$, de esta manera se estarían compensando las disminuciones en los rendimientos del instrumento i con los aumentos en el rendimiento del instrumento j .

Si se eligen instrumentos financieros con $\rho_{ij} > 0$, que varían en la misma proporción, las pérdidas podrían ser muy grandes, pues cuando disminuye el rendimiento del instrumento i , también disminuye el rendimiento del instrumento j . Aunque por supuesto que si sucede lo contrario las ganancias se incrementarían considerablemente, sin embargo, como los mercados son vulnerables, no es recomendable elegir instrumentos de inversión con este coeficiente de correlación

III.II TEORÍA MEDIA-VARIANZA

Esta teoría es empleada en el Modelo de Markowitz y se desarrollará en el presente Capítulo.

Un portafolio está integrado por diferentes instrumentos de inversión, los cálculos necesarios para medir el rendimiento total del portafolio y el riesgo final del portafolio se vuelven un poco más complejos porque ahora se deben considerar los riesgos y rendimientos respectivos de todos los instrumentos de inversión que conforman el portafolio, pero siguen determinándose mediante el cálculo de la media y la desviación estándar. Sin embargo, el nivel de rendimiento también se verá influenciado por los distintos niveles de correlación existente entre los diferentes instrumentos de inversión.

Los cálculos necesarios para aplicar el modelo de Markowitz se describen con detalle en el apartado de medición del riesgo y rendimiento de un instrumento de inversión, y posteriormente se amplia para n instrumentos de inversión.

III.III MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN INSTRUMENTO DE INVERSIÓN

El rendimiento de un instrumento de inversión es medido mediante el cálculo del valor promedio.

El valor promedio también es conocido como media aritmética, en éste caso se empleará el término de valor promedio, su notación es μ (mu) cuando se trabaja con todos los elementos de la población o \bar{x} cuando se trabaja con una muestra de la población. Cuando se trabaja con datos aleatorios (los cuales ocurren con cierta probabilidad) se emplea el término de valor esperado con la notación $E(x)$, también conocido como esperanza matemática.

El cálculo del valor promedio en este caso se están sumando rendimientos obtenidos durante cierto números de periodos T , así que $\bar{x} = \bar{R}_t$. La fórmula empleada para calcular el valor promedio del rendimiento se muestra en la fórmula 3.1.

Fórmula 3.1 Rendimiento Promedio del Instrumento i

$$\bar{R}_i = \frac{\sum_{t=1}^T R_{it}}{T}$$

Donde:

\bar{R}_i = Rendimiento del instrumento i

R_{it} = Rendimiento obtenido del instrumento i en el periodo t

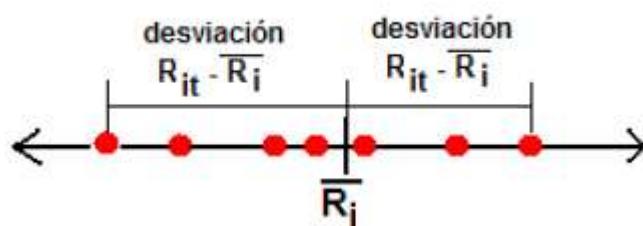
T = Número de periodos que se analizan

III.IV MEDICIÓN DEL RIESGO DE UN INSTRUMENTO DE INVERSIÓN

La medición del riesgo se realiza mediante el cálculo de la desviación estándar. La desviación estándar es una medida de dispersión de los datos, ésta nos dice que tan dispersos se encuentran los valores obtenidos con respecto al valor promedio, por lo tanto un mayor valor de desviación estándar representará mayor riesgo.

“Una medida de dispersión indica qué tan cercanos o separados están los datos con respecto a su valor central, es decir, necesitamos un valor que indique una medida para comparar las dispersiones de los datos entre diferentes conjuntos”⁶

La variación que existe entre cada uno de los rendimientos obtenidos R_{it} y el valor del rendimiento promedio \bar{R}_i , se puede obtener fácilmente mediante la diferencia $R_{it} - \bar{R}_i$. La gráfica 3.4 es representativa de esta situación, mientras los datos se encuentren más alejados del valor promedio, se tendrá una mayor desviación o variabilidad de los datos.

Gráfica 3.4 Desviación de los Datos

En la gráfica 3.4 se puede observar que los valores obtenidos de rendimientos difieren con respecto al valor promedio, sin embargo al obtener las diferencias $R_{it} - \bar{R}_i$ se obtendrán valores tanto positivos como negativos, de tal manera que al sumar estos resultados se anularán unos valores con otros y el resultado será cero. Por lo tanto la suma de los valores de las diferencias obtenidas no es de utilidad.

⁶ Gutierrez, Eduardo. “Fundamentos de Estadística Descriptiva e Inferencial para Ingeniería y Ciencias”, Educación Nauta, 1era edición, México 2006, pg 24.

Una forma de obtener una medida general de la desviación estándar es calcular el promedio de las desviaciones, pero para que no se anule la suma, se suman los valores absolutos y posteriormente se dividen entre T (el número de periodos analizados).

Otra forma de resolver este problema es elevar al cuadrado cada uno de los resultados de las diferencias, pues el cuadrado de un número es siempre positivo y al sumar valores positivos nunca se anulará el resultado.

La medida de dispersión que se calcula mediante el promedio de las sumas obtenidas, se le conoce con el nombre de varianza. Si a la sumatoria se le divide entre n se le llama varianza sesgada o poblacional denotada por σ^2 , la varianza poblacional se puede escribir por lo tanto mediante la fórmula 3.2.

Fórmula 3.2 Varianza Poblacional

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{t=1}^T (R_{it} - \bar{R}_i)^2}{T}$$

Si se divide entre $n - 1$ se le llama varianza insesgada o muestral, denotada por S^2 . Normalmente cuando se trabaja con datos históricos suele utilizarse S^2 . La fórmula mediante cual se calcula la varianza muestral se muestra en la fórmula 3.3.

Fórmula 3.3 Varianza Muestral

$$S^2 = \frac{\sum_{t=1}^T (R_{it} - \bar{R}_i)^2}{T - 1}$$

Donde:

S^2 = Varianza Muestral

\bar{R}_i = Valor Promedio del Rendimiento del instrumento i

R_{it} = Rendimiento del instrumento i obtenido en el periodo t

T = Número de periodos que se analizan

S = Desviación Estándar = Raíz cuadrada de S^2

La desviación estándar es denotada por σ o por S según se considere a los datos poblacionales o muestrales respectivamente. “Se llama **desviación estándar** de un conjunto de datos a la raíz cuadrada positiva de la varianza, y ésta dependerá del tipo de varianza que se esté empleando”⁷. El riesgo respectivo del instrumento i se mide mediante la desviación estándar, para la cual se emplea la fórmula 3.4

⁷ Gutiérrez, Eduardo. “Fundamentos de Estadística Descriptiva e Inferencial para Ingeniería y Ciencias”, Educación Nauka, 1era edición, México 2006, pg 25.

Fórmula 3.4 Riesgo del Instrumento i

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (R_{it} - \bar{R}_i)^2}{T - 1}}$$

Si se comparan los resultados entre los rendimientos promedios esperados y los valores de riesgo entre dos instrumentos de inversión i y j , será preferible el instrumento i cuando:

- ∅ $\bar{R}_i = \bar{R}_j$ con $S_i < S_j$
- ∅ $\bar{R}_i > \bar{R}_j$ con $S_i = S_j$
- ∅ $\bar{R}_i > \bar{R}_j$ con $S_i < S_j$

Lo anterior quiere decir que cuando los rendimientos promedios esperados son iguales se preferirá aquel que presenta menor riesgo; cuando los riesgos son iguales se preferirá aquel que presente mayor rendimiento, y por último, lo deseable es seleccionar el instrumento que tenga mayor rendimiento promedio y menor riesgo.

Sin embargo no se recomienda que una inversión se realice sobre un solo instrumento de inversión, lo que se desea es tratar de minimizar los riesgos, es decir, compensar las pérdidas y ganancias de los instrumentos mediante la diversificación de éstos. No obstante, la selección de instrumentos no sólo se realiza entre dos instrumentos de inversión, sino mediante la combinación de varios instrumentos que directamente afectan el desempeño del portafolio, en éste caso el cálculo de los rendimientos y riesgos individuales de los instrumentos ya no resulta de mucha utilidad.

III.V MULTIPLES INSTRUMENTOS DE INVERSIÓN

Con la finalidad de tener una mejor compresión sobre la influencia de los diferentes instrumentos de inversión en el rendimiento final del portafolio, se realizará dicho análisis sobre dos instrumentos de inversión y se verá qué relación guarda el comportamiento del rendimiento del instrumento i , con respecto al comportamiento del rendimiento del instrumento j , bajo distintas circunstancias. Posteriormente será más fácil realizar dicho análisis cuando intervienen múltiples instrumentos de inversión. Tomando el ejemplo que proponen los autores Edwin J. Elton, Martin J. Gruber, Stephen J. Brown y William N. Goetzmann⁸, se analizarán tres distintas situaciones con la información proporcionada en la tabla 3.1.

Tabla 3. 1 Cálculo del riesgo-rendimiento de diversos instrumentos

⁸ Edwin J. Elton, Martin J. Gruber, Stephen J. Brown y William N. Goetzmann. "Moder Portfolio Theory And Investment Analysis", Wiley, Seventh Edition, 2007. pg 47

Rendimientos y riesgos de varios instrumentos de inversión						
Los rendimientos están en %*						
Condición del mercado	Instrumento 1	Instrumento 2	Instrumento 3	Instrumento 4	Instrumento 5 ^a	
1	15	16	1	16	16	
2	9	10	10	10	10	
3	3	4	19	4	4	
\bar{R}_i	9	10	10	10	10	
σ^2	24	24	54	24	24	
$\sigma = \text{riesgo}$	4.90	4.90	7.35	4.90	4.90	

*Se considera que los rendimientos son igualmente probables.

^aLos valores de estos rendimientos son independientes a las condiciones del mercado.

Empleando la tabla 3.1 se describirán tres situaciones diferentes para ver como las características individuales de los instrumentos afectan el rendimiento final del portafolio.

Situación 1

Si se tuviera que elegir entre los instrumentos 2 y 3, como éstos presentan el mismo rendimiento esperado pero diferentes riesgos, lo más adecuado es elegir aquel que presenta el menor riesgo, es decir, elegir el instrumento 2, no obstante el objetivo es ver como se ve afectado el rendimiento del portafolio cuando se decide invertir en ambos instrumentos. Supóngase que se tienen \$1 (miles) para invertir y se decide invertir 50% de esta cantidad en el instrumento 2 y el resto 50% en el instrumento 3. La tabla 3.2 muestra los resultados obtenidos de esta inversión (cantidad final que incluye cantidad invertida más los rendimientos obtenidos) según la condición de mercado que se presente. Por ejemplo, si la situación del mercado que se presenta es la uno, el rendimiento que se obtendrá del instrumento 2 es el 16% sobre la cantidad invertida en éste, por lo que la cantidad final será $0.5 + 0.5 (0.16) = 0.58$ para el instrumento 2.

El rendimiento que se obtendrá del instrumento 3 es el 1% sobre la cantidad invertida en éste, por lo que la cantidad final será $0.5 + 0.5 (0.01) = 0.505$ para el instrumento 3. La cantidad final obtenida por la combinación de estos dos instrumentos por lo tanto es: $0.58 + 0.505 = 1.085$. Sea i el interés que brinda el instrumento y m el monto de la inversión en dicho instrumento, la cantidad final sería $m + m(i)$, tal que factorizando se tiene que la cantidad final sería $m(1 + i)$. De esta forma son realizados los cálculos que se muestran en la tabla 3.2

Tabla 3. 2 Situación uno: Combinación de dos instrumentos de inversión

		Cantidad final (instrumentos individuales)		Cantidad final (instrumentos individuales)	
Condición del mercado	Cantidad invertida (miles)	Instrumento 2 100%	Instrumento 3 100%	Instrumento 2 50%	Instrumento 3 50%
1	1	1.16	1.01	$0.5*1.16+0.5*1.01=$	1.09
2		1.10	1.10	$0.5*1.10+0.5*1.10=$	1.10
3		1.04	1.19	$0.5*1.04+0.5*1.19=$	1.12
		Promedio	1.10	Promedio	1.10
				Varianza	0.00015
				Desv. Estándar	0.01224745

Aunque en promedio se espera obtener la misma cantidad al final si se invirtiera en los instrumentos de manera individual que si se realizara una combinación de ellos, comparando los niveles individuales de riesgo de los instrumentos 2 y 3 que se muestran en la tabla 3.1, con el nivel de riesgo obtenido mediante la combinación de estos instrumentos, se puede observar que éste es considerablemente menor, incluso tiende a ser cero, precisamente esto es lo que se busca con la diversificación, la elección adecuada de instrumentos de inversión que compongan el portafolio, de tal manera que las características individuales de éstos compensen las pérdidas y ganancias obtenidas, minimizando así el riesgo.

Cabe la pregunta de qué pasará con el valor promedio y el nivel de riesgo si se destinará otra proporción del monto de la inversión a cada instrumento, por ejemplo, la tabla 3.3 muestra estos resultados cuando para la misma cantidad \$1 (miles), se decide invertir 60% en el instrumento 2 y 40% en el instrumento 3.

Tabla 3. 3 Situación uno: Combinación de dos instrumentos de inversión con riesgo cero.

		Cantidad final (instrumentos individuales)		Cantidad final (instrumentos individuales)	
Condición del mercado	Cantidad invertida (miles)	Instrumento 2 100%	Instrumento 3 100%	Instrumento 2 60%	Instrumento 3 40%
1	1	1.16	1.01	$0.6*1.16+0.4*1.01=$	1.10
2		1.10	1.10	$0.6*1.10+0.4*1.10=$	1.10
3		1.04	1.19	$0.6*1.04+0.4*1.19=$	1.10
		Promedio	1.10	Promedio	1.10
				Varianza	0
				Desv. Estándar	0

La Tabla 3.3 muestra una situación extrema donde al combinar instrumentos de inversión se puede reducir el riesgo final considerablemente tomando una adecuada proporción de la inversión para cada instrumento. Generalmente esto

sucede cuando los instrumentos de inversión tienen el mayor y menor rendimiento de forma inversa, es decir, si se presenta la condición 1 en el mercado, el instrumento 2 obtendrá su mayor rendimiento posible, mientras que el instrumento 3 obtendrá su menor rendimiento posible, y viceversa. Otro punto importante que se puede resaltar aquí es que bajo esta situación siempre es posible obtener una combinación adecuada en las proporciones de los instrumentos de tal manera que la cantidad final obtenida sea la misma bajo cualquier condición del mercado.

Situación 2.

Consideremos ahora los instrumentos 2 y 5, en la tabla 3.1 se menciona que los rendimientos del instrumento 5 se comportan de manera independiente a la condición del mercado, esto quiere decir que si la condición del mercado fue la 1, el instrumento 2 obtuvo 16% de rendimiento, sin embargo el instrumento 5 pudo haber obtenido 16%, 10% o 4%.

Supóngase que se tienen \$1 (miles) para invertir y se decide invertir 50% de esta cantidad en el instrumento 2 y el resto 50% en el instrumento 5, las posibles cantidades finales que se pueden obtener se muestran en la tabla 3.4.

Explicando la tabla 3.4, si la condición de mercado que se presenta es la 1, de la inversión realizada en el instrumento 2 se obtiene 0.58, pero como los rendimientos del instrumento 5 son independientes a la condición del mercado, de aquí se pueden obtener 0.58 o 0.55 o 0.52. De la combinación de los dos instrumentos las posibles cantidades finales serían lo que se obtiene con el instrumento 2 más lo que se puede obtener con el instrumento 5, es decir $0.58 + 0.58$ o $0.58 + 0.55$ o $0.58 + 0.52$, esto es 1.16, 1.13 o 1.10. De igual manera se realizan los cálculos para las otras condiciones de mercado.

Tabla 3. 4 Situación dos: Combinación de dos instrumentos de inversión independientes

Condición Del Mercado	Cantidad invertida (miles)	Proporción	Cantidad final \$ miles	Posibles cantidades finales \$ miles
			Instrumento 2	
1	1	50%	50%	50%
		Rendimiento %	Según condición	16 o 10 o 4
			0.58	0.58 0.55 0.52
2	1	16	0.58	Posibles cantidades finales \$ miles
3		10	0.55	
		4	0.52	
				Promedio = 1.10
				Varianza = 0.00120
				Desv. Estándar = 0.034641016

Se puede observar que se tienen 9 posibles resultados, cuya frecuencia de ocurrencia es la misma, es decir 1/9; se muestra sombreado el mayor y menor valor que son los puntos que presentan mayor dispersión con respecto al valor

promedio y por supuesto que éstos pueden ocurrir pero con una menor frecuencia (1/9) pues ahora se tienen más posibles resultados. Se puede observar que el valor promedio de estos datos es de \$1.10 (miles) y su desviación respectiva es de 0.034. Combinando los instrumentos 2 y 5 el valor promedio sigue siendo el mismo que si se invirtiera independientemente el 100% de la cantidad en cualquiera de los dos instrumentos, sin embargo la dispersión con respecto al valor promedio disminuye considerablemente de 4.9 a 0.034.

Una conclusión que se puede mencionar acerca de esta situación es que es conveniente incluir instrumentos de inversión cuyos rendimientos sean independientes pues esta es una forma de disminuir el riesgo final del portafolio.

Situación 3.

Supóngase que se eligen los instrumentos 2 y 4, se tienen \$1000 para invertir en éstos. Se decide invertir 50% de esta cantidad en el instrumento 2 y el resto en el instrumento 4. La tabla 3.5 muestra las cantidades finales esperadas para cada condición del mercado que se presente.

De la tabla 3.5 se puede observar que el inversionista obtendría exactamente la misma cantidad si hubiera invertido solamente en cualquiera de los dos instrumentos. En este caso se conservan las características de los instrumentos de inversión. Desde luego que ésta es una situación que difícilmente se encontrará, y menos cuando se combinan más de dos instrumentos de inversión.

Tabla 3. 5 Situación tres: Combinación de dos instrumentos de inversión cuyo riesgo-rendimiento es el mismo que en el portafolio.

Condición del mercado	Cantidad invertida (miles)	Cantidad final (instrumentos individuales)		Cantidad final (instrumentos individuales)	
		Instrumento 2 100%	Instrumento 4 100%	Instrumento 2 50%	Instrumento 4 50%
1	1	1.16	1.16	$0.5*1.16+0.5*1.16=$	1.16
2		1.10	1.10	$0.5*1.10+0.5*1.10=$	1.10
3		1.04	1.04	$0.5*1.04+0.5*1.04=$	1.04
		Promedio	1.10	Promedio	1.10
				Varianza	0.0024
				Desv. Estándar	0.04898979

Estos ejemplos muestran que las características del portafolio difieren de las de los instrumentos de inversión que lo componen, aunque éstos determinan el comportamiento del portafolio.

III.VI RENDIMIENTO DEL PORTAFOLIO

Si se observan las tablas presentadas, la información necesaria para calcular el rendimiento del portafolio, son por supuesto los rendimientos históricos de los

instrumentos de inversión y la proporción del monto de la inversión que se destinará a cada instrumento.

En la tabla 3.2 se puede observar que las variables que intervienen para calcular el rendimiento final del portafolio \bar{R}_p son el monto de la inversión m , el rendimiento del instrumento i y la proporción destinada del monto a cada instrumento a la cual se le llamará peso y se le denotará con la letra w_i , donde el subíndice i hace referencia al instrumento. El cálculo del rendimiento del portafolio es un promedio ponderado de los rendimientos esperados de cada uno de los instrumentos que lo componen, la fórmula empleada es la 2.5

Fórmula 3.5 Rendimiento promedio del Portafolio

$$\bar{R}_p = \sum_{i=1}^n w_i * \bar{R}_i$$

Debiéndose cumplir: $\sum_{i=1}^n w_i = 100\%$

Donde:

\bar{R}_p = rendimiento esperado del portafolio

w_i = proporción del monto de la inversión destinada al instrumento i

\bar{R}_i = rendimiento promedio del instrumento i

n = número de instrumentos de inversión que se analizan

Tómese el ejemplo presentado en la tabla 3.5. Se decide invertir 60% de \$1000 en el instrumento 2 y el restante 40% en el instrumento 3. Los rendimientos esperados respectivamente de estos instrumentos 10% para cada uno de los instrumentos (ver tabla 3.3). Desarrollando la fórmula 3.5 se tiene:

$$\bar{R}_p = \sum_{i=1}^2 w_i * \bar{R}_i = w_1 * \bar{R}_1 + w_2 * \bar{R}_2$$

Donde:

$n = 2$, se tienen dos instrumentos de inversión

$w_1 = 60\%$, proporción destinada al primer instrumento

$w_2 = 40\%$, proporción destinada al segundo instrumento

$\bar{R}_1 = 10\%$, rendimiento esperado del primer instrumento

$\bar{R}_2 = 10\%$, rendimiento esperado del segundo instrumento

Sustituyendo esta información se tiene:

$$\bar{R}_p = \sum_{i=1}^2 w_i * \bar{R}_i = w_1 * \bar{R}_1 + w_2 * \bar{R}_2 = 0.60(0.10) + 0.40(0.10) = 0.10$$

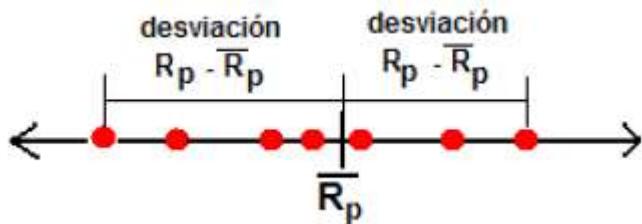
Por lo tanto el rendimiento del portafolio es de 10%, es decir, la cantidad que se espera tener es el monto de la inversión más el 10% de ésta, como se muestra:

Cantidad final = \$1000 + \$1000(10%) = \$1000 + \$100 = \$1100, que es precisamente la cantidad esperada que se muestra en la tabla 3.5 que es \$1.1 (miles).

III.VII RIESGO DEL PORTAFOLIO

El riesgo del portafolio es un poco más difícil de determinar, pero también se considera la variación que existe entre cada uno de los rendimientos reales obtenidos para el portafolio \bar{R}_p y el valor del rendimiento promedio del portafolio \bar{R}_p , mientras los rendimientos obtenidos se encuentren más alejados del valor del rendimiento promedio, se tendrá una mayor desviación o variabilidad de los rendimientos, lo que representa por supuesto un mayor riesgo. La gráfica 3.5 representa las posibles variaciones de los rendimientos reales del portafolio con respecto al rendimiento promedio.

Gráfica 3. 5 Desviación de los Rendimientos



Sin embargo ya se ha mencionado que sumar estas diferencias no serviría de nada, puesto que se anularían los resultados, por lo que se calcula el promedio de las diferencias elevadas al cuadrado. Por lo tanto la varianza del portafolio denotada por: σ_p^2 está dada por la fórmula 3.6.

$$\sigma_p^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (R_{it} - \bar{R}_i)^2 = E(R_p - \bar{R}_p)^2$$

Fórmula 3.6

Considerando que se analizan sólo dos instrumentos de inversión:

$$R_p = w_1 R_1 + w_2 R_2$$

Sustituyendo y desarrollando la expresión:

$$\begin{aligned}\sigma_p^2 &= E(w_1 R_1 + w_2 R_2 - (w_1 \bar{R}_1 + w_2 \bar{R}_2))^2 \\ \sigma_p^2 &= E(w_1 R_1 + w_1 \bar{R}_1 - w_1 R_1 - w_2 \bar{R}_2)^2\end{aligned}$$

Factorización w_1 y w_2

$$\sigma_p^2 = E[w_1(R_1 + \bar{R}_1) + w_2(R_2 + \bar{R}_2)]^2$$

Desarrollando:

$$\sigma_p^2 = E[w_1^2(R_1 - \bar{R}_1)^2 + 2w_1 w_2(R_1 - \bar{R}_1)(R_2 - \bar{R}_2) + w_2^2(R_2 - \bar{R}_2)^2]$$

$$\sigma_p^2 = w_1^2 E(R_1 - \bar{R}_1)^2 + 2w_1 w_2 E(R_1 - \bar{R}_1)(R_2 - \bar{R}_2) + w_2^2 E(R_2 - \bar{R}_2)^2$$

Donde $E(R_i - \bar{R}_i)^2$ se definió mediante la fórmula 2.2 como la varianza, denotada por σ^2 , por lo tanto se tiene:

$$\sigma_p^2 = w_1^2 \sigma_1^2 + 2w_1 w_2 E(R_1 - \bar{R}_1)(R_2 - \bar{R}_2) + w_2^2 \sigma_2^2$$

Anteriormente se mencionó que el valor de la covarianza es un punto importante en la selección de instrumentos de inversión, sin embargo no se definió como calcularla, la covarianza se denota mediante σ_{ij} , donde i y j son los instrumentos que se están analizando. La covarianza se determina con la fórmula 3.7.

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (R_{it} - \bar{R}_i)(R_{jt} - \bar{R}_j) = E(R_{it} - \bar{R}_i)(R_{jt} - \bar{R}_j)$$

Fórmula 3.7

La covarianza es el producto de dos desviaciones, por lo tanto es importante hacer notar que $\sigma_{ij} = \sigma_{ji}$ puesto que si se invierten los factores del producto no se altera el resultado. Por lo que la varianza del portafolio se puede escribir como la fórmula 3.8

$$\sigma_p^2 = w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 \sigma_{12}$$

Fórmula 3.8

Aquí es importante mencionar los posibles resultados en cuanto a la covarianza, si $\sigma_{ij} > 0$, quiere decir que ambas diferencias son negativas o ambas son positivas, por lo tanto los rendimientos obtenidos son ambos mayores a los rendimientos esperados o ambos son menores, pero los rendimientos se mueven en la misma dirección. La covarianza es una forma de saber cómo se comportan los rendimientos de dos instrumentos de inversión, es decir, si los dos aumentan, si los dos disminuyen, si uno aumenta y el otro disminuye o viceversa.

Los instrumentos que son deseables en el portafolio son aquellos que varían en forma inversa, de esta manera se compensan las pérdidas y ganancias, por lo tanto la covarianza tiene un valor negativo. Cuando la covarianza tiende a ser cero, quiere decir que los rendimientos no guardan relación alguna.

La covarianza permite obtener el coeficiente de correlación entre dos instrumentos, el cual es denotado por ρ_{ij} y definido por la fórmula 3.9

$$\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \sigma_j}$$

Fórmula 3.9 Coeficiente de correlación

El coeficiente de correlación permite interpretar el resultado de la covarianza, éste se encuentra en una escala entre -1 y +1, lo cual sugiere reconocer una fuerte relación lineal.

La tabla 3.8 muestra los cálculos pertinentes para obtener la covarianza y el coeficiente de correlación entre los instrumentos 2 y 3 que se presentaron en la situación 1, los instrumentos 2 y 5 que se presentaron en la situación 2 y los instrumentos 2 y 4 que se mostraron en la situación 3, para lo cual se emplea la fórmula 3.7 y 3.9

Tabla 3. 6 Cálculo de covarianza y coeficiente de correlación

Cálculo de covarianza y coeficiente de correlación										Producto de las desviaciones		
Condición del Mercado	Rendimientos %			Desviaciones								
	Instrumento			Instrumentos								
	2	3	4 y 5	Inst. 2		Inst. 3		Inst. 4 y 5		2,3	2,4	2,5*
1	16	1	16	16-10=	6	1-10=	-9	16-10=	6	-54	36	0
2	10	10	10	10-10=	0	10-10=	0	10-10=	0	0	0	0
3	4	19	4	4-10=	-6	19-10=	9	4-10=	-6	-54	36	0
\bar{R}_1	10	10	10	Promedio= Covarianza=						-36	24	0
σ_t^2	24	54	24	Producto de las desviaciones $(\sigma_i \sigma_j) =$						36	24	24
$\sigma_t = \text{riesgo}$	4.90	7.35	4.90	Coeficiente de correlación=						-1	1	0

Se han presentado tres situaciones diferentes, se empleará la fórmula 3.8 para determinar la varianza de los portafolios, para el caso que se presenta en la tabla 3.5, donde se invirtió 60% de \$1000 en el instrumento 2 y el restante 40% en el instrumento 3 se tiene:

$$\sigma_p^2 = (0.6)^2 24 + (0.4)^2 54 + 2(0.6)(0.4)(-36) = 0$$

Este es precisamente el valor obtenido de la varianza calculado mediante las cantidades finales. Se puede observar en la tabla 3.8 que el coeficiente de correlación entre los instrumentos 2 y 3 es -1, lo cual significa que el comportamiento de los rendimientos ocurren de manera inversa, cuando el coeficiente de correlación tiende a -1 el riesgo del portafolio tiende a ser cero.

Para el caso que se presenta en la tabla 3.6, donde se invirtió 50% de \$1000 en el instrumento 2 y el restante 40% en el instrumento 5, recordando que los rendimientos entre estos instrumentos son independientes por lo que su coeficiente de correlación y covarianza son cero, se tiene:

$$\sigma_p^2 = (0.5)^2 24 + (0.5)^2 24 = 12$$

Cuando el coeficiente de correlación es cero, el riesgo del portafolio es menor al riesgo de cada uno de los instrumentos por separado.

Para el caso que se presenta en la tabla 3.7, donde se invirtió 50% de \$1000 en el instrumento 2 y el restante 40% en el instrumento 4, se tiene:

$$\sigma_p^2 = (0.5)^2 24 + (0.5)^2 54 + 2(0.5)(0.5)(24) = 24$$

Para estos instrumentos el coeficiente de correlación es 1, cuando el coeficiente de correlación tiende a 1, ambos rendimientos crecen o ambos decrecen y el riesgo del portafolio no tiende a reducirse.

La fórmula 3.8 para el cálculo de la varianza del portafolio puede generalizarse para un número n de instrumentos considerando todas las combinaciones posibles entre estos, como se muestra a continuación:

$$\begin{aligned} \sigma_p^2 = & w_1 w_1 \sigma_{11} + w_1 w_2 \sigma_{12} + w_1 w_3 \sigma_{13} + \cdots + w_1 w_n \sigma_{1n} + \\ & w_2 w_1 \sigma_{21} + w_2 w_2 \sigma_{22} + w_2 w_3 \sigma_{23} + \cdots + w_2 w_n \sigma_{2n} + \\ & w_n w_1 \sigma_{n1} + w_n w_2 \sigma_{n2} + w_n w_3 \sigma_{n3} + \cdots + w_n w_n \sigma_{nn} \end{aligned}$$

Una consideración importante en esta parte es que en la fórmula 3.8 se puede apreciar que la varianza de cada instrumento es multiplicada por el cuadrado de la proporción invertida en este, por lo tanto donde se presenta σ_{ij} con $i = j$, este es igual a σ_i^2 , es decir la varianza del instrumento, tal y como se demuestra a continuación si empleamos la fórmula 3.7 de la covarianza:

$$\sigma_{ii} = E(R_i - \bar{R}_i)(R_i - \bar{R}_i) = E(R_i - \bar{R}_i)^2 = \sigma_i^2$$

Lo cual puede escribirse mediante una doble sumatoria, generalizando la varianza del portafolio mediante la fórmula 3.10

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}$$

Fórmula 3.10 Varianza del portafolio

La varianza del portafolio también puede obtenerse mediante su forma matricial, como se muestra:

Fórmula 3.11 Varianza del portafolio (Calculada Matricialmente)

$$\sigma_p^2 = [w_1 w_2 w_n] \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{2n} \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \sigma_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_n \end{bmatrix} = [w_1 w_2 w_n] \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \sigma_{2n} \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \sigma_n^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_n \end{bmatrix}$$

Nótese que la matriz cuadrada es la matriz de covarianza de los instrumentos, que en su matriz diagonal contiene a la varianza de los instrumentos en consideración.

Sin embargo la fórmula 3.10 también puede escribirse como se muestra en la fórmula 2.12

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}, \quad \text{con } i \neq j$$

Fórmula 3.12 Varianza del portafolio

Si se considera la misma proporción de la inversión en cada uno de n instrumentos de inversión, la varianza del portafolio sería:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{n}\right)^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left(\frac{1}{n}\right) \left(\frac{1}{n}\right) \sigma_{ij}, \quad \text{con } i \neq j$$

Factorizando $\frac{1}{n}$ de la primer sumatoria y $\frac{(n-1)}{n}$ de la segunda puesto que aquí se tiene $n - 1$ instrumentos de inversión considerando que $i \neq j$, se tiene:

$$\sigma_p^2 = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sigma_i^2}{n}\right) + \frac{(n-1)}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left(\frac{\sigma_{ij}}{n(n-1)}\right), \quad \text{con } i \neq j$$

La primer sumatoria es realmente el promedio de las varianzas y la segunda es el promedio de las covarianzas, puesto que se tienen $n(n-1)$ covarianzas calculadas. Sustituyendo las sumatorias por sus respectivos promedios se tiene:

$$\sigma_p^2 = \left(\frac{1}{n}\right) \overline{\sigma_i^2} + \frac{(n-1)}{n} \overline{\sigma_{ij}}, \quad \text{con } i \neq j$$

Esta expresión nos permite apreciar que es lo que sucede cuando se incrementa el número de instrumentos de inversión que conforman al portafolio. La varianza de los instrumentos individuales tiende a ser cero cuando la cantidad de instrumentos de inversión se incrementa, sin embargo, el límite de $\frac{(n-1)}{n}$ tiende a uno cuando n crece.

Por lo que la varianza del portafolio tiende a estar dada por el promedio de la covarianza de los instrumentos que lo conforman.

El riesgo del portafolio es precisamente la raíz cuadrada de la desviación estándar, por lo tanto la fórmula empleada para calcular éste está dada por la fórmula 3.13

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}}$$

Fórmula 3.13 Riesgo del portafolio

III.VIII MÉTODOS ALTERNATIVOS DE MEDICIÓN DEL RIESGO

Como ya se ha mencionado, el riesgo es la probabilidad de que el rendimiento del portafolio sea distinto al rendimiento esperado. El modelo de Markowitz es sólo un apoyo para realizar la selección de los instrumentos de inversión que compondrán el portafolio, sin embargo, es necesario mencionar que la teoría existente sobre portafolios de inversión es muy amplia y el modelo de Markowitz no es el único empleado, no obstante es uno de los más sencillos y comprensible sobre todo para aquellas personas que apenas se interesan en el ámbito de las inversiones.

A continuación se mencionan brevemente cada uno de estos métodos alternativos de evaluación del riesgo.

Método CAPM (Capital Asset Pricing Model).- este método fue desarrollado por Sharpe en 1963 y se basa en el análisis de las variaciones de los precios con respecto a los precios del mercado considerando también cifras históricas. CAPM considera el riesgo sistemático, sin tratar a ningún instrumento aisladamente buscando de esta manera la compensación de los riesgos.

Método APT (Arbitrage Pricing Theory).- este método fue diseñado por Stephen A. Ross en 1976, el cual no sólo considera que los indicadores de precio del mercado es el único factor determinante en el riesgo, sino que también considera a otros factores tales como la producción industrial, la inflación, las tasas de interés, el precio del petróleo, cambios en las reservas internacionales, entre otros. Sin embargo el método APT no es suficiente para tomar decisiones en cuanto al principal problema en la selección de un portafolio de inversión, es decir, no permite tomar la decisión de la proporción idónea que deben tener los instrumentos de inversión que compondrán al portafolio.

El VAR (Value at Risk).- La medición del VAR requiere de fundamentos estadísticos, el VAR determina la cantidad máxima que es posible perder, dado un determinado nivel de confianza (por lo regular el estándar de la industria es considerar el 95% de confianza o el 99%) en un determinado periodo de tiempo. Normalmente los periodos usados para el cálculo del VAR es un día, 10 días o 1 año. Por ejemplo, un VAR 6 a un año quiere decir que existe el 5% de probabilidad de que se tenga una perdida mayor al 6% en ese periodo de tiempo.

Existen varias formas de realizar el cálculo del valor del VAR, se enlistan a continuación y se da una breve explicación de cada uno de ellos.

- ⑥ **El método histórico:** toma una consideración importante, y es que asume que las condiciones pasadas seguirán ocurriendo el futuro, así que se trabaja con datos históricos
- ⑥ **El método de varianza covarianza:** Este método también es conocido como Delta Normal, considera que los rendimientos tienen una distribución normal, así que conociendo la media y varianza de esta distribución, es sencillo determinar el porcentaje de observaciones situadas por encima del 95%, el cual es el nivel de confianza.
- ⑥ **El método de Simulación de Montecarlo:** data aproximadamente de 1994, se basa en la simulación por medio de la generación de números aleatorios los cuales se emplean para generar posibles escenarios. Un posible escenario se refiere a las distintas proporciones del monto total de la inversión que pueden tomar cada uno de los instrumentos de inversión, de esta manera se determina la posible pérdida o ganancia del portafolio bajo esas condiciones. Esta información es ordenada de tal manera que permita determinar un nivel de confianza específico⁹.
- ⑥ **Método de Stress-Testing o Método de Situaciones Extremas:** Este método precisamente simula situaciones extremas o escenarios adversos lo que permite cuantificar los cambios probables en los rendimientos esperados del portafolio. Stress Testing puede ser implementado a través de la teoría de Valores Extremos (EVT) la cual se interesa por el estudio de las colas de la distribución de probabilidad y emplea métodos no paramétricos.

Otro método que permite determinar al portafolio óptimo es un método propuesto por Holland en 1975 conocido como Algoritmo Genético (GA). Este algoritmo también ha sido empleado para resolver diversos problemas de optimización industrial, los cuales son difíciles de resolver con los métodos conocidos y empleados tradicionalmente. Primeramente debe emplearse la simulación estocástica para calcular el rendimiento esperado y el riesgo, y posteriormente (GA) es empleado para determinar el portafolio óptimo. La explicación de cómo es que funciona el Algoritmo Genético es un poco compleja y debe manejarse una nueva definición del riesgo, distinta a la que se ha venido manejando en este capítulo, por lo cual sólo se hace una breve mención de su existencia¹⁰.

Actualmente existen otros modelos que permiten tener una mejor proyección de los niveles de riesgo futuros, entre ellos se puede citar al modelo de heterocedasticidad asimétricos, el modelo GARCH y GARCH Asimétrico, así como también se puede mencionar que no sólo la distribución normal es empleada para modelar retornos, sino también la distribución T- Student, la cual presenta colas

⁹ Se puede consultar la siguiente referencia si se desea tener una breve descripción matemática de este método : www.mat.usach.cl/histmat/html/is.html , <http://random.mat.sbg.ac/links/monte.html>

¹⁰ Si el lector desea ampliar el tema sobre esta nueva definición del riesgo puede consultar la siguiente página de Internet: www.elsevier.com/locate/ejor

con mayor masa de probabilidad y por esto se representa mejor la distribución de rendimientos. Los modelos GARCH mas difundidos fueron desarrollados en 1986 por Bollersler, también son conocidos como modelos generalizados autorregresivos de heterocedasticidad condicionada, los cuales fueron una generalización de los modelos GARCH desarrollados por Engle en 1982. Estos modelos emplean el método de máxima verosimilitud para realizar una estimación que permite determinar las proporciones de los instrumentos que maximizan los rendimientos¹¹.

Otros modelos que también pueden ser empleados y que consideran la trayectoria que han seguido los rendimientos es la estimación de modelos de series de tiempo, conocidos como ARIMA (p,d,q) o modelos autorregresivos integrados de medias móviles con orden p, d y q, sin embargo estos modelos requieren de un uso especializado de software econométrico¹².

Cada uno de los métodos mencionados presenta sus respectivas ventajas y desventajas. Aunque tradicionalmente sea considerado que el promedio histórico de los rendimientos es en buen estimador del rendimiento futuro, los elementos que deben ser considerados al momento de diseñar un portafolio de inversión son realmente bastantes, entre ellos podemos mencionar la duración, la convexidad, deltas, gammas, el VAR, el tracking error, razón de información, teoría de valores extremos, los métodos de simulación, etc. La complejidad y profundidad de cada uno de estos puntos impide que sean desarrollados en la presente tesis, sin embargo el lector debe estar consciente de esto y tener presente que incluso existen factores aunque importantes para diseñar un portafolio de inversión difíciles de considerar en tal estudio.

¹¹ Para ver un ejemplo donde se emplean modelos GARCH se puede consultar la siguiente dirección electrónica:
<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=71603504&iCveNum=5762>

¹² Si se desea ampliar sobre el tema de modelos de series de tiempo se puede consultar la siguiente bibliografía: Hamilton J.D. "Time Series análisis" Princeton University Press, 1994
Campbell J.Y, Lo. A.W & Mackinlay A.C, "The Econometrics of Financial Markets" Princeton University Press, 1997

CONCLUSIONES

En este capítulo se ha definido un portafolio de inversión como aquel que está compuesto por diversos instrumentos de inversión, en los cuales se invierte cierta proporción de una cantidad total de dinero, llamado monto de la inversión. Han sido analizados cada uno de las partes elementales a considerar para realizar una inversión, principalmente el riesgo y el rendimiento de los instrumentos de inversión.

Se ha mostrado mediante tres situaciones diferentes como es que el riesgo y rendimiento del portafolio efectivamente depende de las características de los instrumentos que lo componen, así como también se muestra un desglose matemático de la manera en que el riesgo y rendimiento son calculados.

En la última parte, de manera muy sencilla se describe que existen otros métodos alternativos para realizar la medición del riesgo, sin embargo por su sencillez se decidió trabajar con el modelo de Markowitz.

CAPÍTULO IV: PORTAFOLIOS EFICIENTES

INTRODUCCIÓN

En el Capítulo III se abordó la forma en la cual es posible determinar el riesgo y rendimiento tanto de instrumentos individuales de inversión como de portafolios de inversión.

Este capítulo se enfoca a determinar la manera en que se puede obtener la proporción eficiente a invertir en cada uno de los instrumentos considerados para integrar el portafolio de inversión, de tal manera que se maximicen los rendimientos para un cierto nivel de riesgo dado, precisamente el portafolio de inversión que permite esto es llamado “portafolio eficiente”.

El conjunto de portafolios eficientes en los cuales se maximizan los rendimientos para cierto nivel de riesgo dado, permiten obtener la frontera eficiente.

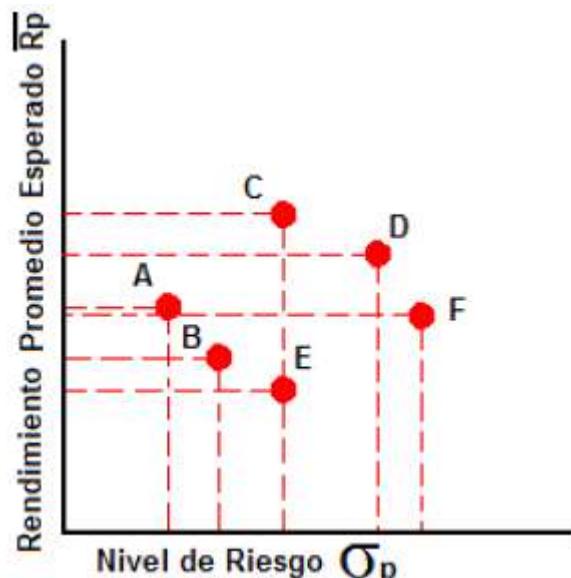
Para fines prácticos es analizado un portafolio integrado por sólo dos instrumentos de inversión denotados por X y Y , donde a la proporción invertida en X se le llama “a”. Al hacer variar a la proporción “a”, tanto el riesgo como el rendimiento del portafolio cambiarán, esto nos permite obtener ciertas gráficas en las cuales se puede observar muy claramente que existe un valor de “a” para el cual es posible obtener un riesgo mínimo en el portafolio. La forma de obtener el nivel de riesgo mínimo también será mostrada.

Se observará mediante una serie de gráficas la relación que guardan el riesgo-rendimiento del portafolio dependiendo del valor que tenga el coeficiente de correlación. Para realizar esto se tomarán primero los puntos extremos del valor de correlación, es decir: $\rho_{XY} = 1$ y $\rho_{XY} = -1$, posteriormente se toman valores intermedios, que realmente son los que comúnmente suceden.

IV.I PORTAFOLIOS EFICIENTES

Si se observa la gráfica 4.1 se puede ver que existen ciertos portafolios que son preferibles sobre otros. Lo deseable es seleccionar aquel portafolio que proporcione el mayor rendimiento posible, para un nivel de riesgo dado, de esta manera es preferible el portafolio A sobre el portafolio B, es preferible el portafolio C sobre el E, pues al mismo nivel de riesgo, la selección y la proporción de la inversión en los instrumentos de inversión del portafolio C presenta mayor rendimiento. También es preferible el portafolio C sobre los portafolios D y E.

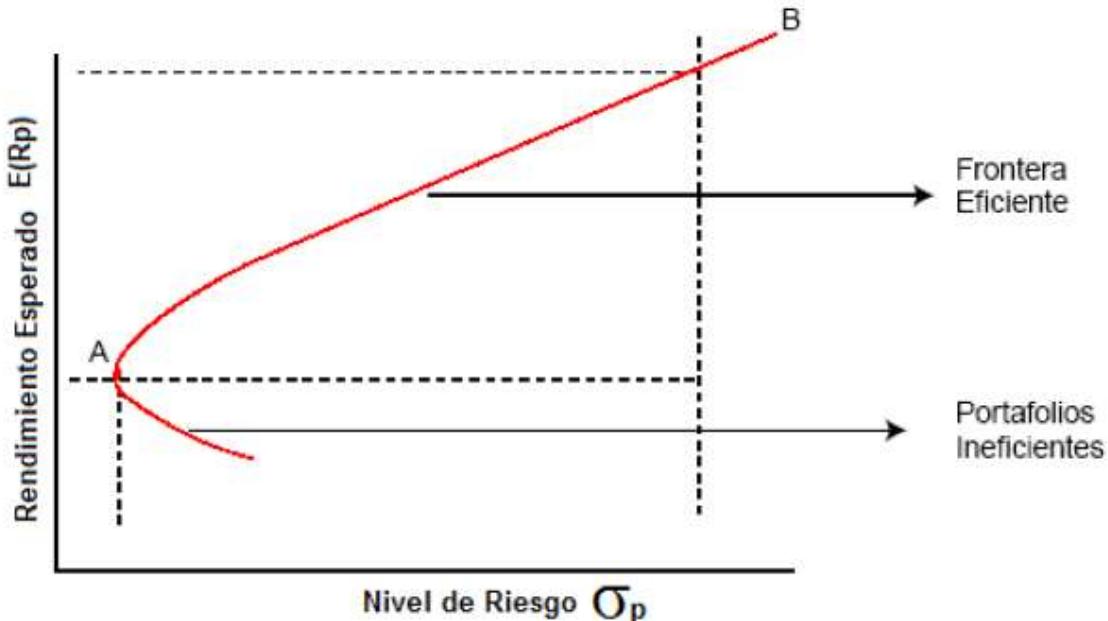
Gráfica 4. 1 Portafolios preferibles.



Referencia: Teoría de Portafolio Moderno y Análisis de Inversiones

Sin embargo la selección entre los portafolios A y C no resulta del todo sencilla, pues al tener mayor rendimiento en el portafolio C también se incurre en mayor riesgo, la elección entre estos portafolios dependerá de las preferencias del inversor y de su aversión al riesgo. Si no existe otro portafolio que para el mismo nivel de riesgo proporcione mayor rendimiento que los portafolios A y C, entonces se dice que los portafolios A y C se encuentran en la frontera eficiente. Para cada nivel de riesgo siempre existirá algún nivel máximo de rendimiento esperado (estos portafolios son los que se encuentran en la frontera eficiente), tal y como se muestra en la gráfica 4.2.

Gráfica 4. 2 Frontera Eficiente y portafolios Ineficientes



A mayor nivel de riesgo se tiene un mayor rendimiento esperado. El problema principal es el de determinar a aquellos portafolios que se encuentran en la frontera eficiente.

IV.II CÁLCULO DE LA FRONTERA EFICIENTE

Harry M. Markowitz fue galardonado con el premio Nobel de Economía en 1990 por sus investigaciones acerca de la selección de carteras óptimas de 1952.

Markowitz empezó a observar a los inversores y detectó un factor clave a la hora de invertir: la rentabilidad. Vio que lo que más deseaban los inversores era maximizar la rentabilidad de sus inversiones y que no se preocupaban de ningún otro factor. Le otorgaron el premio Nobel por la incorporación de un nuevo factor: el riesgo.

Al ver que únicamente interesaba la variable rentabilidad empezó a estudiar dicha variable pero llegó a la conclusión que ésta no es el único factor a tener en cuenta a la hora de invertir.

Por ejemplo, supongamos que existen dos activos, el activo 1 con una rentabilidad del 10% y otro activo 2 con rentabilidad, también, del 10%. ¿Cuál de estos dos activos elegiría? Seguramente la respuesta será “depende”. Pero ¿de qué depende? Obviamente la decisión debe tener una volatilidad del que tengan los dos activos. Si se dice que el activo 1 tiene una volatilidad del 15% y el activo 2 del 25%, parece claro que se elegirá el activo 1. La razón es que dicho activo ofrece igual rentabilidad con un menor riesgo.

Esta situación fue observada por Markowitz y llegó a la conclusión de que la variable “rentabilidad” no puede ser estudiada independientemente de la variable “riesgo”. Si un inversor desea obtener una rentabilidad determinada elegirá aquel activo que le ofrezca menor riesgo. Si, en cambio, el inversor está dispuesto a asumir un riesgo determinado preferiría aquel activo con mayor rentabilidad. Debido a que Markowitz utiliza el binomio rentabilidad-riesgo, y riesgo medio por la varianza, se suele conocer a su modelo como el enfoque “media-varianza”.

Con esto se está hablando de la frontera eficiente, en la que se encuentran los activos que maximizan la rentabilidad para un nivel de riesgo dado o (de manera equivalente) se minimiza la varianza para un nivel de rentabilidad dado. Markowitz fue el primero que utilizó este concepto de frontera financiera.

Los pasos que debe realizar un inversor para determinar su cartera eficiente son básicamente dos. El primero es determinar la frontera eficiente de todos los activos de la economía y el segundo consiste en determinar la cartera óptima en función de sus preferencias o (en términos económicos) teniendo en cuenta su función de utilidad.

Lo primero que debe calcularse son las varianzas y covarianzas de los activos que componen la cartera y, posteriormente, considerar distintas estrategias alternativas (distintos pesos para los activos incluidos en la cartera). Para la creación de la cartera se utilizaran dos supuestos:

1. $\sum_{i=1}^n w_i = 1$, es decir, toda la riqueza disponible debe estar invertida en la cartera.
2. Los pesos de los activos incluidos en la cartera han de ser positivos, es decir, $w_i > 0$. En otras palabras, no pueden invertirse proporciones negativas, es decir, no se puede estar vendiendo de ningún valor¹³.

No obstante, en la economía no existen sólo dos activos, sino que existen muchos más. Por tanto, se deben calcular todas las estrategias posibles y dibujarlas gráficamente para determinar la frontera eficiente.

En este punto es donde el modelo de Markowitz empieza complicarse debido al gran número de cálculos que deben realizarse. Enseguida se realizará el número de varianzas y covarianzas que deben calcularse en función del número de activos incluidos en la cartera.

Una vez se hayan determinado estos parámetros, se pasará a calcular la rentabilidad y volatilidad de las distintas carteras posibles en función de los pesos asignados a los diferentes activos.

¹³ Obviamente, esta situación puede extenderse a pesos negativos de los activos incluidos en la cartera, pero las conclusiones cualitativas no cambian. Gráficamente, los pesos negativos implican que no nos restringimos a la curva limitada por las dos carteras.

Después de crear la frontera eficiente se determina qué cartera querrá un inversor en función de su aversión al riesgo. Obviamente, la cartera que elegirá estará situada sobre la frontera eficiente, nunca por debajo de ésta.

Por tanto, Markowitz se basó en el enfoque media-varianza para elaborar la frontera eficiente, en la cual están situadas todas las carteras óptimas que pueden crearse. Los inversores elegirán una u otra en función de su nivel de aversión al riesgo.

En el capítulo anterior se ha establecido la manera de determinar el rendimiento esperado y el riesgo de un portafolio de inversión. Para calcular el rendimiento esperado de cualquier portafolio de inversión se empleó la fórmula 2.5

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

Mientras que para el cálculo de la desviación estándar mediante la cual se mide el riesgo del portafolio se estableció la fórmula 2.12

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}, \text{ con } i \neq j$$

Estas fórmulas establecen los datos necesarios para poder realizar el análisis del portafolio, se requiere obtener el rendimiento promedio de cada uno de los instrumentos de inversión \bar{R}_i que se están considerando para integrar el portafolio. También es necesario obtener la varianza de cada uno de estos instrumentos σ_i^2 para lo cual por supuesto se requiere de datos históricos de los rendimientos de dichos instrumentos de inversión.

Posteriormente es necesario calcular para cada par de instrumentos de inversión considerados para integrar el portafolio, la covarianza entre éstos. El número de cálculos necesarios para obtener todas las covarianzas crece considerablemente mientras más instrumentos de inversión se incluyan en la posible selección. El número total de cálculos requeridos para obtener las covarianzas si se consideran N instrumentos de inversión serían: $\frac{(N^2 - N)}{2}$ o bien factorizando N se tendría $N(N-1)/2$, esto se deduce por medio del siguiente análisis.

En la tabla 4.1 se representa mediante $\sqrt{}$ las covarianzas que son necesarias calcular considerando sólo 5 instrumentos de inversión.

Tabla 4. 1 Cálculos de covarianza

σ_{ij}		Instrumento				
		1	2	3	4	5
Instrumento	1	✓	✓	✓	✓	✓
	2	✗	✓	✓	✓	✓
	3	✗	✗	✓	✓	✓
	4	✗	✗	✗	✓	✓
	5	✗	✗	✗	✗	✓

VARIANZAS

Los valores que se encuentran en la diagonal principal son aquellos que corresponden a σ_{ij} con $i = j$, lo cual se mostró en el capítulo anterior que son los valores que corresponden a las varianzas de los instrumentos, y los valores que se encuentran bajo la diagonal principal no son necesario calcularlos puesto que $\sigma_{ij} = \sigma_{ji}$, por lo tanto al total de entradas de la matriz es N^2 se le resta el número de entradas de la diagonal principal, entonces se tiene $N^2 - N$ con lo cual se obtiene el total de datos que están fuera de la diagonal principal, de los cuales solo es necesario calcular ya sea la parte superior o la parte inferior por lo que se divide entre dos. Es decir, el número de cálculos necesarios de covarianzas para cuando se analizan 5 instrumentos es $\frac{(N^2-N)}{2} = \frac{(5^2-5)}{2} = 10$, los cuales se muestran en la tabla 4.1.

Ahora supóngase que se toman a consideración 200 instrumentos de inversión, esto requerirá de un total de $\frac{200*(200-1)}{2} = 19,900$ cálculos para determinar todas las covarianzas de cada par de instrumentos. En un principio el número de cálculos necesarios para aplicar el modelo de Markowitz fue una gran limitante, no obstante hoy en día existen varios programas que facilitan dichos cálculos. Así que ahora el problema principal se centra en obtener la proporción de la inversión que se destinará a cada uno de los instrumentos de inversión considerados, de tal manera que se maximice el rendimiento esperado para un nivel de riesgo dado, o de manera equivalente para un nivel de rendimiento deseado se busca determinar la proporción de la inversión que se destinará a cada uno de los instrumentos de inversión considerados de tal manera que se minimice el riesgo. Dichas proporciones pueden calcularse mediante la solución de los siguientes modelos cuadráticos.

a) $\text{Max } \overline{R_p} = \sum_{i=1}^n w_i * \overline{R_i}$

Rendimiento del portafolio

Sujeto a:

- $\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}} = cte, \text{ con } i \neq j$

Riesgo del portafolio

- $\sum_{i=1}^n w_i = 100\%$

Restricción presupuestaria (el monto total de la inversión debe ser distribuido en los instrumentos)

- $w_i \geq 0$

Restricción de signo. Esto indica que no se permiten las ventas en corto¹⁴

La otra alternativa que se tiene se muestra en el siguiente modelo.

- $\text{b) } \text{Min } \sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}}$ **Riesgo del portafolio**

Sujeto a:

- $\bar{R}_p = \sum_{i=1}^n w_i * \bar{R}_i = cte$

Rendimiento del portafolio

- $\sum_{i=1}^n w_i = 100\%$

Restricción presupuestaria

- $w_i \geq 0$

Restricción de signo

El modelo de Markowitz supone que el rendimiento obtenido históricamente se mantendrá para el siguiente periodo, así como la varianza y la covarianza obtenidas para los instrumentos de inversión también se mantendrán para un futuro. Para obtener los valores del rendimiento y la varianza de cada uno de los instrumentos de inversión es necesario establecer un marco temporal para los datos históricos (periodo a considerar dentro del cual se obtendrán los datos históricos).

Supóngase que se toma el primer modelo presentado y se va variando la constante que representa el nivel de riesgo, obteniendo al resolver el programa el conjunto de proporciones w_i que maximizan el nivel de rendimiento esperado para cada nivel de riesgo dado, de esta manera las parejas obtenidas (σ_p, \bar{R}_p) son los portafolios que se encuentran en la frontera eficiente, esto se representa mediante la Gráfica 4.3.

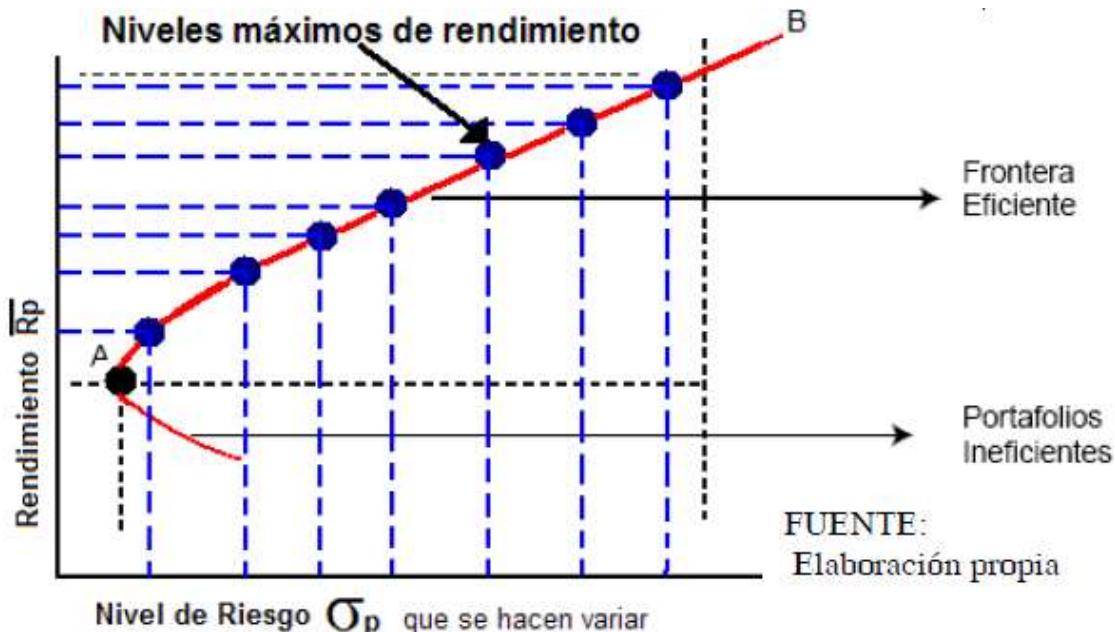
El conocer la frontera eficiente para el inversionista es ventajoso, puesto que de acuerdo a sus preferencias o aversión al riesgo elegirá su portafolio óptimo.

La solución a este tipo de modelos hoy en día puede realizarse con diversos paquetes, los cuales son relativamente sencillos de utilizar, tales como Lindo, Lingo, incluso Excel presenta una opción llamada Solver que también permite obtener la solución a los modelos presentados.

¹⁴ Las ventas en corto se pueden considerar como ventas a crédito, por lo que se vende algo que no se tiene, esto daría origen a valores negativos para las proporciones invertidas en los activos

El modelo de Markowitz presenta la ventaja de que tanto analistas de inversiones, administradores de portafolios (instituciones como casas de bolsa o sociedades de inversión) e incluso inversionistas particulares pueden emplear dicho modelo, pues hoy en día el software disponible facilita grandemente los cálculos.

Gráfica 4. 3 Niveles máximos de rendimiento de distintos portafolios.



Hasta ahora se ha explicado de la manera más sencilla posible el modelo de Markowitz con la intención de que personas no expertas en el tema puedan aplicar dicho modelo. Un inconveniente que se puede presentar para cualquier modelo que emplea datos históricos es precisamente que los valores del rendimiento esperado es tan sólo una estimación y no una predicción de lo que realmente va a suceder.

Como una observación importante de la gráfica 4.3, mencionamos el portafolio A es el portafolio que presenta el mínimo nivel de riesgo posible para los instrumentos considerados.

IV.III PORTAFOOLIO ÓPTIMO

El portafolio óptimo es uno de los que se encuentra en la frontera eficiente, para obtener este portafolio se requiere saber el nivel de rendimiento que ofrecen los títulos emitidos por el gobierno, los cuales tienen el nivel de riesgo más bajo en el mercado, es decir, riesgo cero. A partir de este valor de rendimiento, el inversionista tendrá una serie de alternativas de elección, pues al aumentar el riesgo del portafolio también deberá aumentar el valor del rendimiento esperado, pues en caso contrario no presentaría ventajas realizar una inversión con instrumentos no emitidos por el gobierno, es decir, con un portafolio diversificado.

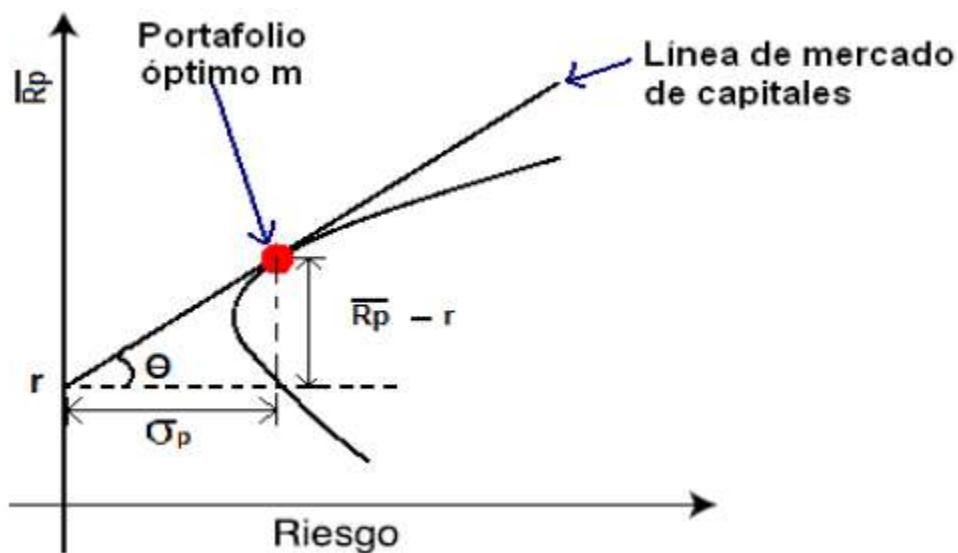
Una forma de obtener el portafolio óptimo es empleando la línea de mercado de capitales (LMC) mediante una función de maximización de su pendiente. El portafolio óptimo se encuentra en el punto de tangencia entre la LMC y la frontera eficiente, para obtener dicho punto de tangencia se requiere del empleo de la tasa de libre riesgo¹⁵, es decir, tasa de ganancia con riesgo cero. La gráfica 4.4 muestra el portafolio óptimo, donde r es precisamente la tasa libre de riesgo y se debe maximizar la pendiente de la LMC.

$$\text{Max } \tan \theta = \frac{\bar{R}_p - r}{\sigma_p}$$

Sujeto a:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n w_i &= 100\% \\ w_i &\geq 0 \end{aligned}$$

Gráfica 4.4 La Línea de Mercado de Capitales



IV.IV EL MÍNIMO RIESGO DEL PORTAFOLIO

En la Tabla 4.2 se muestra rendimientos históricos de los instrumentos X y Y . Para estos instrumentos se hace variar las proporciones invertidas (Peso) en cada activo, recordando que $\sum w_i = 1$ o bien $\sum w_i = 100\%$, para cada valor de “ a ” (proporción invertida en el activo X) se obtiene el rendimiento del portafolio con su riesgo respectivo.

¹⁵ La tasa de libre riesgo es el nivel de rentabilidad que ofrecen los títulos emitidos por el gobierno (los cuales tienen precisamente riesgo cero).

La tabla 4.3 muestra el rendimiento y el riesgo del portafolio para cada valor de “a”. De esta tabla se realizan diferentes gráficas, de las cuales se presentan observaciones importantes. Se grafica primeramente la proporción “a” contra el rendimiento obtenido en el portafolio (la proporción invertida en el activo Y por supuesto es $100\% - a$). (Gráfica 4.5). Se grafica la proporción “a” contra el riesgo del portafolio (Gráfica 4.6). Por último se muestra la gráfica de rendimiento contra riesgo y la de correlación entre los instrumentos (Gráfica 4.7 y 4.8 respectivamente)

Tabla 4. 2 Datos históricos de dos instrumentos x, y

Inst.	Rendimientos					$\sigma = \text{riesgo}$	varianza	\bar{R}_i	σ_{xy}
x	0.11	0.09	0.25	0.07	-0.02	0.0872	0.0076	0.1	-0.0024
y	-0.03	0.15	0.02	0.2	0.06		0.00708	0.08	

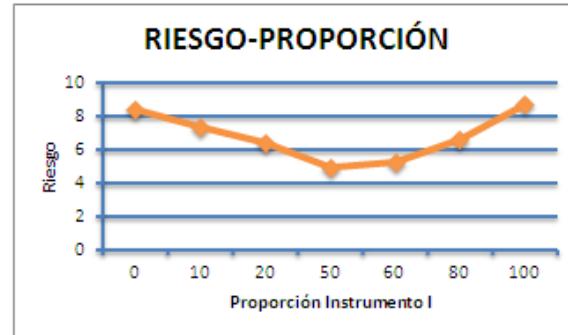
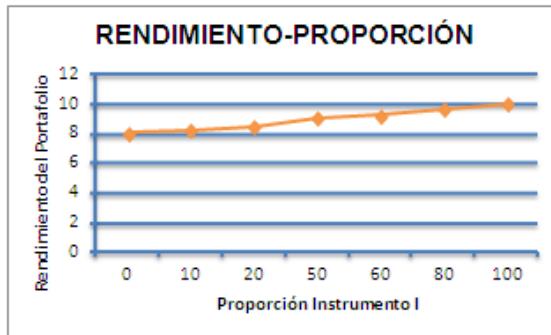
Tabla 4. 3 Riesgo-Rendimiento-Proporción.

Proporción en los instrumentos			
X	Y	$\bar{R}_P\%$	$\sigma_P\%$
0	100	8	8.41
10	90	8.2	7.33
20	80	8.4	6.38
50	50	9	4.97
60	40	9.2	5.21
80	20	9.6	6.62
100	0	10	8.72
0	100	8	8.41

En la gráfica 4.5 se puede observar que el nivel del rendimiento del portafolio aumenta conforme se va incrementando la proporción invertida en el instrumento X , sin embargo el elegir la proporción idónea depende también de lo que sucede con el nivel de riesgo. En la gráfica 4.6 se aprecia cómo cambia el riesgo según la proporción invertida

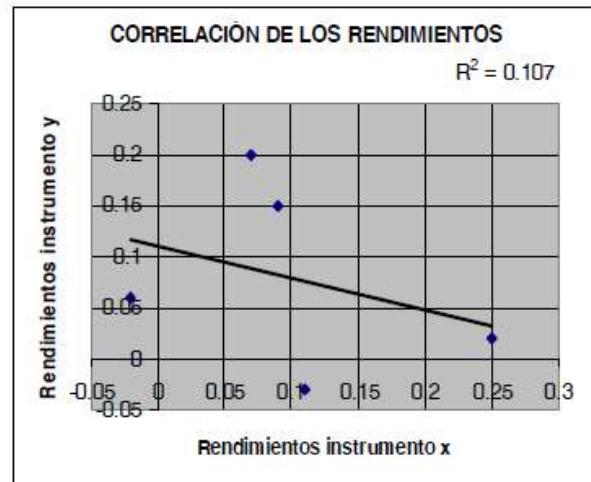
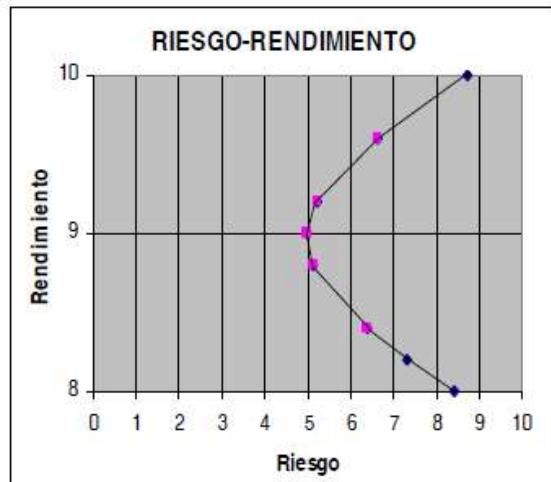
La relación que tiene el nivel de riesgo con respecto a la proporción invertida no es una relación lineal, y en la gráfica 4.6 se puede observar que existe un valor de "a" para el cual se obtiene un nivel de riesgo mínimo. Aquí también se puede observar que existen dos proporciones diferentes para las cuales se obtiene el mismo nivel de riesgo.

Gráfica 4. 5 Rendimiento-Proporción



Gráfica 4.6 Riesgo-Proporción

Gráfica 4. 7 Riesgo-Proporción



Gráfica 4. 8 Correlación de Rendimientos

En la gráfica 4.7, cada punto representa una diferente proporción invertida en el instrumento x , la línea sólida representa todas las combinaciones posibles de esta proporción, y nuevamente aquí se observa que existe un nivel de riesgo mínimo. A continuación se mostrará la manera de obtener la proporción "a" con la cual se obtiene este nivel de riesgo mínimo.

Tomando la expresión para calcular el rendimiento esperado de un portafolio donde se consideran sólo 2 instrumentos de inversión, tenemos:

$$\overline{R_p} = \sum_{i=1}^2 w_i \overline{R_i} = w_1 \overline{R_1} + w_2 \overline{R_2}$$

Para fines prácticos las proporciones respectivas se tomarán como a y b y el promedio de los rendimientos de los instrumentos se denotan como \bar{x} y \bar{y} .

$$\overline{R_p} = a\bar{x} + b\bar{y} \quad \text{Ecuación 3.1}$$

Considerando que a y b son proporciones invertidas en dichos instrumentos que son complementarias, es decir $a + b = 1$, se puede escribir a “ b ” en función de “ a ”, es decir: $b = 1 - a$, entonces el rendimiento esperado del portafolio puede ser expresado mediante la ecuación 3.2:

$$\overline{R_p} = a\bar{x} + (1 - a)\bar{y} \quad \text{Ecuación 3.2}$$

El coeficiente de correlación fue definido en el capítulo anterior, la manera de calcularlo es mediante la fórmula 2.9

$$\rho_{xy} = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{-0.0024}{(0.0872)[0.0841]} = -0.33$$

Ahora se está haciendo referencia a los instrumentos mediante “ x ” y “ y ”.

De aquí que la covarianza pueda escribirse como:

$$\sigma_{xy} = \rho_{xy} \sigma_x \sigma_y \quad \text{Ecuación 3.3}$$

La expresión empleada para calcular la varianza del portafolio cuando se consideran sólo dos instrumentos es la 2.8, en esta expresión también se reemplaza la proporción w_1 por “ a ” y la proporción w_2 por b , así como la covarianza se sustituye con la expresión anterior, se tiene:

$$\sigma_p^2 = w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 \sigma_{12} = a^2 \sigma_x^2 + b^2 \sigma_y^2 + 2ab \rho_{xy} \sigma_x \sigma_y$$

Pero como $b = 1 - a$ se tiene:

$$\sigma_p^2 = a^2 \sigma_x^2 + (1 - a)^2 \sigma_y^2 + 2a(1 - a) \rho_{xy} \sigma_x \sigma_y \quad \text{Ecuación 3.4}$$

El mínimo riesgo se puede obtener con la mínima varianza del portafolio, la cual para fines prácticos se han considerado sólo dos instrumentos y se determina mediante la expresión 3.4. Esta expresión es útil en muchos sentidos, pues para analizar el comportamiento del portafolio no es necesario conocer la covarianza entre los instrumentos considerados pues al suponer el nivel de correlación entre los instrumentos es posible obtener el comportamiento del portafolio en cuanto riesgo y rendimiento. Por el momento se empleará esta ecuación para calcular la proporción de “ a ” con la cual es posible obtener el mínimo riesgo.

Se determina el punto mínimo igualando a cero la primer derivada parcial con respecto a “a”, tal y como se muestra:

$$\begin{aligned}\frac{\partial \sigma_p^2}{\partial a} &= \sigma_x^2 \partial a^2 + \sigma_y^2 \partial (1-a)^2 + 2\rho_{xy}\sigma_x\sigma_y \partial a(1-a) \\ \frac{\partial \sigma_p^2}{\partial a} &= \sigma_x^2 2a + \sigma_y^2 2(1-a)(-1) + 2\rho_{xy}\sigma_x\sigma_y [a(-1) + (1-a)] \\ \frac{\partial \sigma_p^2}{\partial a} &= 2a\sigma_x^2 - 2\sigma_y^2(1-a) + 2\rho_{xy}\sigma_x\sigma_y [-a + 1 - a] \\ \frac{\partial \sigma_p^2}{\partial a} &= 2a\sigma_x^2 - 2\sigma_y^2 + 2a\sigma_y^2 + 2\rho_{xy}\sigma_x\sigma_y [-2a + 1] \\ \frac{\partial \sigma_p^2}{\partial a} &= 2a\sigma_x^2 - 2\sigma_y^2 - 4a\rho_{xy}\sigma_x\sigma_y + 2\rho_{xy}\sigma_x\sigma_y = 0\end{aligned}$$

Factorizando “a” e igualando a cero:

$$a2(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - 2\rho_{xy}\sigma_x\sigma_y) - 2\sigma_y^2 + 2\rho_{xy}\sigma_x\sigma_y = 0$$

Dividiendo ambos lados entre 2 y despejando “a”:

$$a * = \frac{\sigma_y^2 - \rho_{xy}\sigma_x\sigma_y}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - 2\rho_{xy}\sigma_x\sigma_y} \quad \text{Ecuación 3.5}$$

Por lo tanto la ecuación 3.5 nos permite obtener la proporción invertida en el instrumento X de tal manera que el riesgo del portafolio sea el mínimo.

Por lo tanto la proporción “a” con la cual se obtiene el mínimo riesgo para los instrumentos presentados es:

$$a * = \frac{0.00708 - (-0.33)(0.0872)(0.0841)}{0.0076 + 0.0708 - 2(-0.033)(0.0872)(0.0841)} = 0.487$$

Por lo tanto la proporción a invertir en el instrumento X para obtener el mínimo riesgo es 48.7%.

Rendimiento del portafolio con el mínimo riesgo:

$$\overline{R_p} = \sum_{i=1}^2 w_i \overline{R_i} = w_1 \overline{R_1} + w_2 \overline{R_2} = 48.7(0.10) + 51.3(0.08) = 8.974\%$$

Varianza del portafolio:

$$\begin{aligned}\sigma_p^2 &= a^2\sigma_x^2 + (1-a)^2\sigma_y^2 + 2a(1-a)\rho_{xy}\sigma_x\sigma_y \\ \sigma_p^2 &= (48.7)^2(0.0076) + (51.3)^2(0.00708) + 2(48.7)(51.3)(-0.33)(0.0872)(0.0841) \\ &= 4.956\%\end{aligned}$$

Si se observa la gráfica 4.8, en la parte superior derecha se muestra el valor de R^2 , este valor es el cuadrado del coeficiente de correlación, es decir: $R^2 = (\rho_{ij})^2 = (-0.33)^2 = 0.107$. La interpretación de que este valor sea muy pequeño es la siguiente: los puntos (Rx, Ry) se encuentran muy alejados de la línea de ajuste, esto indica que hay mucha dispersión entre los datos y un ajuste pobre. Mientras más cercanos estén estos puntos a la línea de tendencia $R^2 \approx 1$. Como R^2 tiene un valor muy pequeño, esto indica que hay mucha variabilidad en los datos, así que el rendimiento real del portafolio podría estar muy alejado del valor de \bar{R}_p , al igual que la varianza real.

IV.V EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y LA TEORÍA DE PORTAFOLIOS

La expresión 3.4 ahora es utilizada para establecer la relación que existe entre los rendimientos esperados y el nivel de riesgo de los distintos portafolios, según el coeficiente de correlación entre los instrumentos. Se sustituyen los valores de $\rho_{xy} = 1$, $\rho_{xy} = -1$ y $\rho_{xy} = 0$ en la expresión 3.4, y haciendo los cálculos respectivo esta expresión es simplificada, así como también se sustituyen estos valores en la expresión 3.5 para determinar la proporción “a” con la cual se obtiene el mínimo riesgo.

IV.V.I Relación Riesgo-Rendimiento cuando $\rho_{xy} = 1$

Ahora si se sustituye el valor de $\rho_{xy} = 1$ en la ecuación 3.4, se tiene:

$$\sigma_p^2 = a^2\sigma_x^2 + (1 - a)^2\sigma_y^2 + 2a(1 - a)\rho_{xy}\sigma_x\sigma_y$$

Esta expresión puede ser factorizada:

$$\sigma_p^2 = (a\sigma_x + (1 - a)\sigma_y)^2 \quad \text{Ecuación 3.6}$$

Obteniendo la raíz cuadrada de ambos lados para determinar el riesgo del portafolio:

$$\sigma_p = a\sigma_x + (1 - a)\sigma_y \quad \text{Fórmula 3.7 Riesgo cuando } \rho_{xy} = 1$$

Nótese que tanto el rendimiento como el riesgo en un portafolio que tiene un coeficiente de correlación igual a uno, ambas son funciones lineales.

La proporción “a” con la cual se obtiene el mínimo riesgo cuando $\rho_{xy} = 1$, se obtiene sustituyendo este valor en la ecuación 3.5.

$$a * = \frac{\sigma_y^2 - \rho_{xy}\sigma_x\sigma_y}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - 2\rho_{xy}\sigma_x\sigma_y} = \frac{(\sigma_y)(\sigma_y - \sigma_x)}{(\sigma_y - \sigma_x)^2} = \frac{\sigma_y}{\sigma_y - \sigma_x}$$

O bien, este valor también puede obtenerse mediante la ecuación 3.6, como $\sigma^2 \geq 0$, entonces $[a\sigma_x + (1 - a)\sigma_y]^2 \geq 0$, por lo tanto su mínimo se obtiene cuando:

$$\begin{aligned} a\sigma_x + (1 - a)\sigma_y &= 0 \\ a\sigma_x + \sigma_y - a\sigma_y &= 0 \\ a(\sigma_x - \sigma_y) + \sigma_y &= 0 \end{aligned}$$

Despejando “a”, se tiene:

$$a * = \frac{\sigma_y}{\sigma_y - \sigma_x}$$

IV.V.II Relación Riesgo-Rendimiento cuando $\rho_{xy} = -1$

Ahora se analizará el caso cuando $\rho_{xy} = -1$, sustituyendo este valor en la ecuación 3.4, se tiene:

$$\sigma_p^2 = a^2\sigma_x^2 + (1 - a)^2\sigma_y^2 - 2a(1 - a)\sigma_x\sigma_y$$

Factorizando se tiene: $\sigma_p^2 = (a\sigma_x - (1 - a)\sigma_y)^2$

Obteniendo la raíz cuadrada se obtiene la fórmula 3.8:

$$\sqrt{\sigma_p^2} = |\sigma_p| = |a\sigma_x - (1 - a)\sigma_y| = \begin{cases} a\sigma_x - (1 - a)\sigma_y & \text{sí } a\sigma_x - (1 - a)\sigma_y \geq 0 \\ -a\sigma_x + (1 - a)\sigma_y & \text{sí } -a\sigma_x + (1 - a)\sigma_y < 0 \end{cases}$$

Fórmula 3.8 Riesgo cuando $\rho_{xy} = -1$

La proporción “a” con la cual se obtiene el mínimo riesgo cuando $\rho_{xy} = -1$, se obtiene sustituyendo este valor en la ecuación 3.5.

$$a * = \frac{\sigma_y^2 - \sigma_x\sigma_y}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - 2\sigma_x\sigma_y} = \frac{(\sigma_y)(\sigma_y + \sigma_x)}{(\sigma_x + \sigma_y)^2} = \frac{\sigma_y}{\sigma_x + \sigma_y}$$

O bien, este valor también puede obtenerse mediante la ecuación 3.6, como $\sigma^2 \geq 0$, entonces $[a\sigma_x - (1 - a)\sigma_y]^2 \geq 0$, por lo tanto su mínimo se obtiene cuando:

$$\begin{aligned} a\sigma_x - (1 - a)\sigma_y &= 0 \\ a\sigma_x - \sigma_y - a\sigma_y &= 0 \\ a(\sigma_x + \sigma_y) - \sigma_y &= 0 \end{aligned}$$

Despejando “a”, se tiene:

$$a * = \frac{\sigma_y}{\sigma_x + \sigma_y}$$

IV.V.III Relación Riesgo-Rendimiento cuando $\rho_{xy} = 0$

Ahora si ambos instrumentos son independientes, entonces valor de $\rho_{xy} = 0$, sustituyendo este valor en la ecuación 3.4, se tiene:

$$\sigma_p^2 = a^2\sigma_x^2 + (1 - a)^2\sigma_y^2$$

Por lo tanto el riesgo del portafolio con instrumentos independientes es:

$$\sigma_p = \sqrt{a^2\sigma_x^2 + (1 - a)^2\sigma_y^2} \quad \text{Fórmula 3.9 Riesgo cuando } \rho_{xy} = 0$$

La proporción “a” con la cual se obtiene el mínimo riesgo cuando $\rho_{xy} = -1$, se obtiene sustituyendo este valor en la ecuación 3.5.

$$a * = \frac{\sigma_y^2}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$$

La tabla 4.4 muestra en resumen las fórmulas a utilizar para calcular el rendimiento del portafolio y el riesgo según el valor del coeficiente de correlación.

Tabla 4. 4 Riesgo-Proporción para diferentes coeficientes de correlación

Correlación	Riesgo	“a” para mínimo riesgo
$\rho_{xy} = 1$	$\sigma_p = a\sigma_x + (1 - a)\sigma_y$	$a * = \frac{\sigma_y}{\sigma_y + \sigma_x}$
$\rho_{xy} = -1$	$\sigma_p \begin{cases} a\sigma_x - (1 - a)\sigma_y & \text{sí } a\sigma_x - (1 - a)\sigma_y \geq 0 \\ -a\sigma_x + (1 - a)\sigma_y & \text{sí } -a\sigma_x - (1 - a)\sigma_y < 0 \end{cases}$	$a * = \frac{\sigma_y}{\sigma_x + \sigma_y}$
$\rho_{xy} = 0$	$\sigma_p = \sqrt{a^2\sigma_x^2 + (1 - a)^2\sigma_y^2}$	$a * = \frac{\sigma_y^2}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$
$\rho_{xy} = \text{otro}$	$\sigma_p = \sqrt{a^2\sigma_x^2 + (1 - a)^2\sigma_y^2 + 2a(1 - a)\rho_{xy}\sigma_x\sigma_y}$	$a * = \frac{\sigma_y^2 - \rho_{xy}\sigma_x\sigma_y}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - 2\rho_{xy}\sigma_x\sigma_y}$

El rendimiento del portafolio se calcula de la misma manera sin importar el valor del coeficiente de correlación.

Con la finalidad de ejemplificar lo que sucede con el portafolio según los coeficientes de correlación entre los instrumentos se analizaran varios casos. Considérense dos instrumentos X y Y con la siguiente información obtenida históricamente, mostrada en la tabla 4.5

Tabla 4. 5 Riesgo-Rendimiento de los instrumentos x, y .

Instrumento	Rendimiento	Riesgo
X	10%	8.72%
Y	8%	8.41%

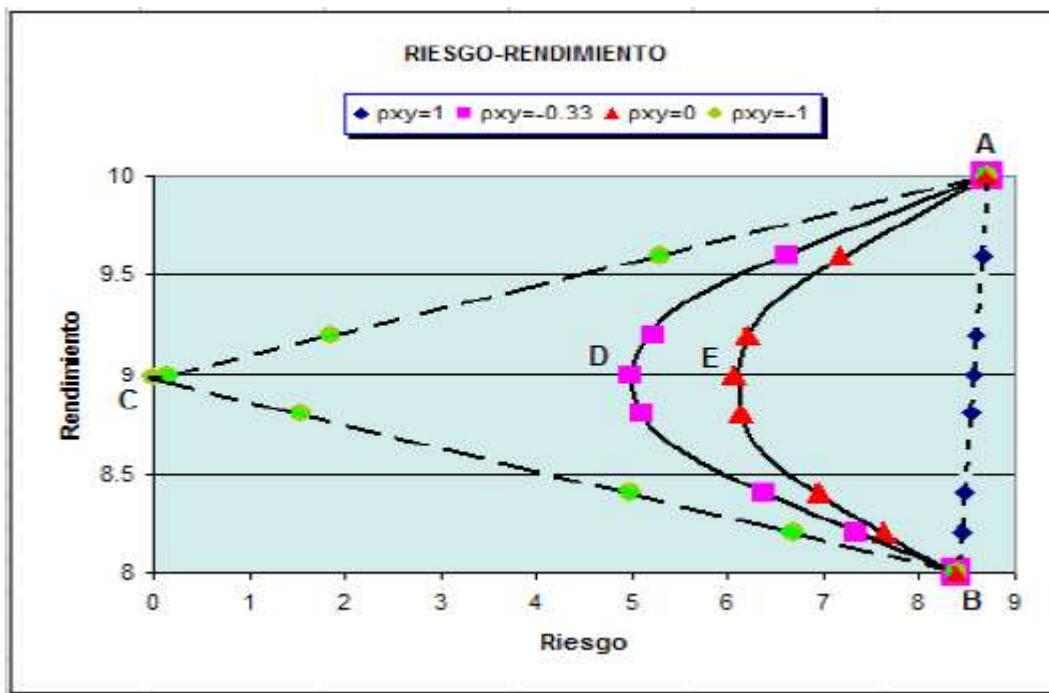
Esta información es suficiente para hacer variar a “a” (la proporción invertida en el instrumento X) y obtener para cada valor de “a” el rendimiento del portafolio y su riesgo, empleando para esto la ecuación 3.1 y la ecuación 3.4 respectivamente. (Observe que si se emplean estas ecuaciones no es necesario conocer el valor de la covarianza entre los instrumentos de inversión cuando el nivel de correlación es supuesto). Los niveles de correlación que serán considerados son $\rho_{xy} = 1$, $\rho_{xy} = -0.33$, $\rho_{xy} = 0$ y $\rho_{xy} = -1$.

Los valores que se muestran en la tabla 4.6 se obtuvieron mediante el uso de Excel (Ver anexo 2). El valor del rendimiento esperado depende sólo de la proporción invertida en cada instrumento y no del nivel de correlación entre éstos, por lo tanto no varía. La información de la tabla 4.6 es empleada para mostrar gráficamente (gráfica 4.9) la relación que se tiene entre el riesgo y rendimiento del portafolio para diferentes niveles de correlación, y esto prevalece así para cualquier portafolio de inversión, sin importar el número de portafolios que sean considerados.

Tabla 4. 6 Resumen Riesgo-Proporción para diferentes niveles de correlación.

Proporción en los Instrumentos			$\rho_{xy} = -$	$\rho_{xy} = -0.33$	$\rho_{xy} = 0$	$\rho_{xy} = -1$
x	y	\bar{R}_p %	σ_p %	σ_p %	σ_p %	σ_p %
0	100	8	8.41	8.41	8.41	8.41
10	90	8.2	8.44	7.33	7.62	6.7
20	80	8.4	8.47	6.38	6.95	4.99
40	60	8.8	8.54	5.11	6.14	1.54
50	50	9	8.57	4.97	6.06	0.15
60	40	9.2	8.6	5.21	6.22	1.86
80	20	9.6	8.66	6.62	7.17	5.29
100	0	10	8.72	8.72	8.72	8.72

Gráfica 4. 9 Riesgo-Rendimiento para diferentes niveles de correlación.



De la gráfica 4.9 se puede apreciar que el portafolio no puede tener mayor riesgo que el que está determinado por la línea AB. El punto A representa el riesgo y el rendimiento del portafolio cuando se invierte 100% en X, el punto B cuando se invierte el 100% en Y, la línea AB representa el rendimiento y riesgo para todas las combinaciones posibles de la inversión cuando $\rho_{xy} = 1$

Cuando los instrumentos tienen una correlación perfectamente inversa, es decir, cuando $\rho_{xy} = -1$, la relación entre riesgo y rendimiento está determinada por la línea ABC, para este caso existe una proporción de “a” (cantidad invertida en el instrumento X) con la cual se obtiene un riesgo cero. La línea AB tiene una pendiente positiva, mientras que la línea BC una pendiente negativa, esto debido a que la varianza del portafolio cuando $\rho_{xy} = -1$ ($\sigma_p^2 = (a\sigma_x - (1 - a)\sigma_y)^2$) puede ser factorizada de la siguiente manera: $\sigma_p = \pm[a\sigma_x - (1 - a)\sigma_y]$. En este caso la proporción de “a” para obtener un riesgo cero es:

$$a * = \frac{\sigma_y}{\sigma_x + \sigma_y} = \frac{0.0841}{(0.0872) + (0.0841)} = 49.095\%$$

Sustituyendo este valor para determinar el rendimiento y demostrar que efectivamente el riesgo es cero, se tiene:

$$\sigma_p = a\sigma_x - (1 - a)\sigma_y = 0.49095(0.0872) - (1 - 0.49095)(0.0841) = 0\%$$

Con un rendimiento de:

$$\overline{R_p} = \sum_{i=1}^2 w_i \overline{R_i} = w_1 \overline{R_1} + w_2 \overline{R_2} = 49.095(0.10) + 50.905(0.08) = 8.982\%$$

Este resultado está representado por el punto C.

Los casos mencionados cuando $\rho_{xy} = -1$ o $\rho_{xy} = 1$, son casos extremos, usualmente el valor del coeficiente de correlación está entre -1 y 1, es decir: $-1 < \rho_{xy} < 1$, y la relación que guarda el riesgo y rendimiento para estos instrumentos son las líneas sólidas presentadas en la gráfica, las cuales siempre se encontrarán dentro del triángulo delimitado por las líneas ABC, y serán siempre convexas, tal y como se aprecia en la gráfica 4.9.

CONCLUSIONES

En el presente capítulo se mencionó que la forma de obtener la proporción idónea a invertir en cada uno de los instrumentos considerados para integrar el portafolio de inversión, de tal manera que se maximicen los rendimientos para un cierto nivel de riesgo dado, es mediante la solución de un problema de programación cuadrática.

Se definió que los portafolios que tienen el máximo nivel de rendimiento para algún nivel de riesgo dado son aquellos que se encuentran en la frontera eficiente, la forma de determinar la frontera eficiente es variar la constante del modelo y resolver el programa mediante las mismas n veces que se varía la constante, obteniendo al resolver el programa el conjunto de proporciones w_i que maximizan el nivel de rendimiento esperado para cada nivel de riesgo dado, de esta manera las parejas obtenidas $(\sigma_p, \overline{R_p})$ son los portafolios que se encuentran en la frontera eficiente. Algunas formas de resolver modelos de programación cuadrática es mediante el empleo de ciertos software, tales como Lindo, Lingo, e incluso Excel mediante una herramienta que se llama Solver.

Actualmente este tipo de paquetes han permitido que la aplicación del modelo de Markowitz no presente el mayor problema en cuanto al número de cálculos que es necesario obtener para su aplicación.

En el siguiente Capítulo se planteará la manera de obtener la frontera eficiente mediante el uso de Solver, y posteriormente la forma de obtener el Portafolio Óptimo.

CAPÍTULO V: MODELO PARA CALCULAR PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN

INTRODUCCIÓN

En el Capítulo IV se llegaron dedujo que al considerar ciertos instrumentos de inversión, los valores del rendimiento esperado y el nivel de riesgo del portafolio dependen de la proporción del monto de la inversión destinada a cada instrumento, de tal manera que lo que interesa es determinar las proporciones idóneas para maximizar el rendimiento del portafolio. Precisamente éste es el principal objetivo de los portafolios de inversión, determinar la forma de obtener los máximos beneficios. En el presente capítulo se presenta un modelo relativamente sencillo de aplicar que soporta este objetivo.

La estructuración de un portafolio de inversión eficiente aplicando la metodología de 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 la rentabilidad de las acciones en su conjunto, y mediante la programación lineal determinar la solución óptima.

El modelo es desarrollado en Excel y requiere de conocimientos intermedios del uso de este paquete. La ventaja del modelo que es empleado para el cálculo del portafolio de inversión óptimo es que puede ser aplicado por cualquier persona, incluso por aquellos que no son especialistas en el tema de inversión.

Además Excel es un paquete de uso muy difundido que está en la mayoría de las computadoras.

En la explicación del funcionamiento del modelo se retoma la parte teórica para mostrar la congruencia de los cálculos y fórmulas introducidas.

El funcionamiento del modelo es probado empleando la información obtenida del ejemplo desarrollado en el capítulo IV, y efectivamente es posible obtener la frontera eficiente y posteriormente emplear ésta para el cálculo del portafolio óptimo.

Una vez definido el modelo y comprobado su funcionamiento, se puede aplicar sobre rendimientos reales de distintos instrumentos de inversión.

Cuando se consideran portafolios con N instrumentos de inversión la relación riesgo-rendimiento sigue siendo convexa, tal y como se mostró en el capítulo anterior considerando sólo dos instrumentos, la única diferencia es que al considerar N instrumentos de inversión, algunos de ellos se encontrarán (según las proporciones destinadas a cada instrumento) en el interior de la línea delimitada ABC.

Recuérdese que los portafolios que se encuentran en la frontera eficiente son aquellos que están sobre la línea AB.

V.I RENTABILIDAD DE UNA ACCION

La rentabilidad de una acción es el resultado positivo o negativo de realizar una operación bursátil de compra-venta de una acción, dada por la fluctuación de los precios de cotización de esa acción en el mercado de valores. Existen múltiples enfoques que permiten calcular la rentabilidad de una acción, en la presente investigación se presentan dos:

V.I.I Rentabilidad simple

La rentabilidad simple o aritmética 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, 2008).

La ecuación del cálculo de la rentabilidad simple es:

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

Donde:

R = Rentabilidad de la acción

P_1 = Precio de la acción en el periodo 1 o actual

P_0 = Precio de la acción en el periodo 0 o actual

D = Dividendo actual

V.I.II Rentabilidad continua

La rentabilidad continua o geométrica 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:

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

Donde:

R = Rentabilidad de la acción

\ln = Logaritmo natural

P_1 = Precio de la acción en el periodo 1 o actual

P_0 = Precio de la acción en el periodo 0 o actual

D = Dividendo actual

V.I.III Exclusión del dividendo de las ecuaciones de cálculo

Se genera una variación positiva o negativa del precio de cotización de las acciones en el mercado, debido a que la Junta General de Accionistas llega a una resolución respecto de los dividendos. Los precios de cotización de las acciones en el mercado se corrigen de manera automática por el efecto dividendo, no es necesaria una inclusión dentro del cálculo de la rentabilidad ya que se estaría sobreestimando el precio de la acción por encima de la cotización del mercado.

V.I.IV Cálculo de las rentabilidades para el caso práctico

En la siguiente tabla, se presentan los precios de cierre mensual de las acciones que han sido seleccionadas para el presente estudio, cuyo periodo comprende de Noviembre 2011 hasta diciembre 2014

Tabla 5. 1 Precio de cierre mensual de acciones

Precios de cierre mensual de acciones				Precios de cierre mensual de acciones			
Periodo	CEMEX	BIMBO	FEMSA	Periodo	CEMEX	BIMBO	FEMSA
Nov-11	6.35	28.2	65.08	Dic-12	12.7	33.47	98.81
Dic-11	7.4	28.5	67.09	Ene-13	13.87	32.88	101.3
Ene-12	8.83	29	70.18	Feb-13	13.72	34.67	110.99
Feb-12	9.84	28.8	72.95	Mar-13	15.03	39.49	109.48
Mar-12	9.9	29.86	75.9	Abr-13	13.69	39.51	114.67
Abr-12	9.42	31.08	84.58	May-13	14.93	37.83	112.5
May-12	8.05	31.46	82.64	Jun-13	13.76	39.25	108.51
Jun-12	8.98	32.79	77.19	Jul-13	14.72	43.2	103.58
Jul-12	9.28	33.12	90.61	Ago-13	15.17	38.85	102.36
Ago-12	9.75	28.7	86.99	Sep-13	14.66	40.69	94.73
Sep-12	10.71	32.04	85.81	Oct-13	13.86	43.83	100.23
Oct-12	11.87	30.5	91.94	Nov-13	14.45	40.8	93.7
Nov-12	11.52	30.5	90.62	Dic-13	15.34	38.55	92.84

Fuente: Precios históricos. Yahoo finanzas.

Elaborado: autor

Con los datos de la tabla 5.1 se procede a realizar el cálculo de las rentabilidades mensuales de las acciones. Se empleará el enfoque de rentabilidad continua, debido a que los datos son mensuales y la rentabilidad de estos activos en el mercado de valores se consideran como una variable aleatoria que sigue una distribución normal.

A partir de este cálculo se empleará la herramienta Excel, haciendo uso de sus funciones y complementos según sea el caso que lo amerite.

En Excel, la función que permite calcular el logaritmo natural de un valor se denomina “LN”¹⁶ y cuyo empleo para el cálculo de la rentabilidad mensual se expone la Figura 5.1.

Figura 5.1 Cálculo de rentabilidades mensuales por acción

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Precios de Cierre Mensual				Rentabilidad Mensual				
2	Periodo	CEMEX	BIMBO	FEMSA	Periodo	CEMEX	BIMBO	FEMSA	
3	Nov-11	6.35	28.20	65.08	Nov-11				=LN(B4)
4	Dic-11	7.40	28.50	67.09	Dic-11	0.15303	0.01058	0.03042	
5	Ene-12	8.83	29.00	70.18	Ene-12	0.17668	0.01739	0.04503	
6	Feb-12	9.84	28.80	72.95	Feb-12	0.10830	-0.00692	0.03871	
7	Mar-12	9.90	29.86	75.90	Mar-12	0.00608	0.03614	0.03964	
8	Abr-12	9.42	31.08	84.58	Abr-12	-0.04970	0.04004	0.10828	
9	May-12	8.05	31.46	82.64	May-12	-0.15716	0.01215	-0.02320	
10	Jun-12	8.98	32.79	77.19	Jun-12	0.10933	0.04141	-0.06822	
11	Jul-12	9.28	33.12	90.61	Jul-12	0.03286	0.01001	0.16029	
12	Ago-12	9.75	28.70	86.99	Ago-12	0.04941	-0.14324	-0.04077	
13	Sep-12	10.71	32.04	85.81	Sep-12	0.09391	0.11009	-0.01366	
14	Oct-12	11.87	30.50	91.94	Oct-12	0.10284	-0.04926	0.06900	
15	Nov-12	11.52	30.50	90.62	Nov-12	-0.02993	0.00000	-0.01446	
16	Dic-12	12.70	33.47	98.81	Dic-12	0.09752	0.09292	0.08652	
17	Ene-13	13.87	32.88	101.30	Ene-13	0.08813	-0.01778	0.02489	
18	Feb-13	13.72	34.67	110.99	Feb-13	-0.01087	0.05301	0.09135	
19	Mar-13	15.03	39.49	109.48	Mar-13	0.09119	0.13017	-0.01370	
20	Abr-13	13.69	39.51	114.67	Abr-13	-0.09338	0.00051	0.04632	
21	May-13	14.93	37.83	112.50	May-13	0.08671	-0.04345	-0.01911	
22	Jun-13	13.76	39.25	108.51	Jun-13	-0.08161	0.03685	-0.03611	
23	Jul-13	14.72	43.20	103.58	Jul-13	0.08744	0.09589	-0.04650	
24	Ago-13	15.17	38.85	102.36	Ago-13	0.03011	-0.10613	-0.01185	
25	Sep-13	14.66	40.69	94.73	Sep-13	-0.03420	0.04627	-0.07747	
26	Oct-13	13.86	43.83	100.23	Oct-13	-0.05612	0.07434	0.05644	
27	Nov-13	14.45	40.80	93.70	Nov-13	0.04169	-0.07164	-0.06737	
28	Dic-13	15.34	38.55	92.84	Dic-13	0.05977	-0.05673	-0.00922	

Nota: La flecha azul indica que la fórmula se arrastra en esa dirección para las demás empresas

Fuente: autor

Elaboración: autor

¹⁶ Esta función permite calcular el logaritmo natural de un valor numérico.

Explicación de los procedimientos de la Figura 5.1

En la parte derecha de la Figura 5.1, se presenta el cálculo de la rentabilidad mensual para cada acción. Para el primer periodo correspondiente a Noviembre 2011 el rango de las celdas G3: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 períodos consecutivos y para el caso de Noviembre 2011 no se dispone de precios de comparación previos. La fórmula “ $=LN(B4/B3)$ ” representa el cálculo del logaritmo natural para el cociente entre el precio de cotización de CEMEX de Diciembre 2011 y Noviembre 2011. Dado que el proceso se repite para las demás empresas, la fórmula se copia y arrastra en forma horizontal y vertical para las demás empresas, tal como se indica con las flechas.

Enseguida, se calcula la rentabilidad mensual media, que no es nada más que calcular la media simple de las rentabilidades mensuales de la Figura 5.1. En Excel, la función que permite calcular la media simple o aritmética se denomina “Promedio”¹⁷.

Figura 5. 2 Rentabilidad Mensual Media

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Precios de Cierre Mensual			Rentabilidad Mensual					
2	Periodo	CEMEX	BIMBO	FEMSA	Periodo	CEMEX	BIMBO	FEMSA	
3	Nov-11	6.35	28.20	65.08	Nov-11				
4	Dic-11	7.40	28.50	67.09	Dic-11	0.15303	=LN(B4/B3)	0.03042	
5	Ene-12	8.83	29.00	70.18	Ene-12	0.17668	0.01739	0.04503	
6	Feb-12	9.84	28.80	72.95	Feb-12	0.10830	0.00692	0.03871	
7	Mar-12	9.90	29.86	75.90	Mar-12	0.00608	0.03164	0.03964	
8	Abr-12	9.42	31.08	84.58	Apr-12	-0.04970	0.04004	0.10828	
9	May-12	8.05	31.46	82.64	May-12	-0.15716	0.01215	-0.02320	
10	Jun-12	8.98	32.79	77.19	Jun-12	0.10933	0.04141	-0.06822	
11	Jul-12	9.28	33.12	90.61	Jul-12	0.03286	0.01001	0.16029	
12	Ago-12	9.75	28.70	86.99	Ago-12	0.04941	-0.14324	-0.04077	
13	Sep-12	10.71	32.04	85.81	Sep-12	0.09391	0.11009	-0.01366	
14	Oct-12	11.87	30.50	91.94	Oct-12	0.10284	-0.04926	0.06900	
15	Nov-12	11.52	30.50	90.62	Nov-12	-0.02993	0.00000	-0.01446	
16	Dic-12	12.70	33.47	98.81	Dic-12	0.09752	0.02922	0.08652	
17	Ene-13	13.87	32.88	101.30	Ene-13	0.08813	-0.01773	0.02489	
18	Feb-13	13.72	34.67	110.99	Feb-13	-0.01087	0.05301	0.09135	
19	Mar-13	15.03	39.49	109.48	Mar-13	0.09119	0.13017	-0.01370	
20	Abr-13	13.69	39.51	114.67	Apr-13	-0.09338	0.00051	0.04632	
21	May-13	14.93	37.83	112.50	May-13	0.08671	-0.04345	-0.01911	
22	Jun-13	13.76	39.25	108.51	Jun-13	-0.08161	0.03685	-0.03611	
23	Jul-13	14.72	43.20	103.58	Jul-13	0.06744	0.09589	-0.04650	
24	Ago-13	15.17	38.85	102.36	Ago-13	0.03011	-0.10613	-0.01185	
25	Sep-13	14.66	40.69	94.73	Sep-13	-0.03420	0.04627	-0.07747	
26	Oct-13	13.86	43.83	100.23	Oct-13	-0.05612	0.07434	0.05644	
27	Nov-13	14.45	40.80	93.70	Nov-13	0.04169	-0.07164	-0.06737	
28	Dic-13	15.34	38.55	92.84	Dic-13	0.05977	-0.05673	-0.00922	
29									
30									#PROMEDIO(G3:G28)
31									
32									Rentabilidad Visual Media
33									CEMEX BIMBO FEMSA
34									0.03528 0.01251 0.01421

Nota: La flecha azul indica que la fórmula se arrastra en esa dirección para las demás empresas

Fuente: autor

Elaboración: autor

¹⁷ Esta función calcula el promedio o la media de un rango de datos seleccionados.

Explicación de los procedimientos de la Figura 5.2

En la parte inferior de la Figura 5.2, se presenta el cálculo de la rentabilidad mensual media. La fórmula empleada es “fx=PROMEDIO(G3/G28)”, este rango representa todas las rentabilidades mensuales ya calculadas de las acciones de CEMEX y al aplicar la fórmula se obtiene la media aritmética de las cifras del rango de celdas seleccionadas. La fórmula se arrastra en forma horizontal para las demás empresas, tal como se indica con la flecha.

Interpretación de los resultados de la Figura 5.2

En las celdas G33, H33 e I33, se tienen los resultados de las rentabilidades mensuales medias de las acciones de las empresas cuya interpretación es la siguiente:

- ❖ Las acciones de CEMEX presentan una rentabilidad media de 3.528% mensual.
- ❖ Las acciones de BIMBO presentan una rentabilidad media de 1.251% mensual.
- ❖ Las acciones de FEMSA presentan una rentabilidad media de 1.421% mensual.

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

V.II RIESGO DE UNA ACCIÓN

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 el resultado incierto del ejercicio económico de la empresa emisora.

V.II.I Desviación estándar de una acción

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 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:

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

Donde:

σ = Desviación estándar

n = Números de periodos

R_j = Rentabilidad de la acción en el periodo j

\bar{R} = Rentabilidad media de la acción

V.II.II Varianza de una acción

La varianza constituye otra medida de dispersión de una serie de datos, es decir, es otro indicador de la 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:

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

Donde:

σ^2 = Varianza de los datos

σ = Desviación estándar de los datos

V.II.III Cálculo de la desviación estándar y la varianza para el caso práctico

En Excel, las funciones “DESVEST”¹⁸ y “VAR”¹⁹ permiten obtener la desviación estándar y la varianza respectivamente de manera directa, cuya forma de empleo para el caso de estudio se puede apreciar en la Figura 5.3

¹⁸ Esta función calcula la desviación estándar de una muestra de datos numéricos.

¹⁹ Esta función calcula la varianza de una muestra de datos numéricos.

Figura 5.3 Desviación Estándar y Varianza

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Precios de Cierre Mensual				Rentabilidad Mensual				
2	Periodo	CEMEX	BIMBO	FEMSA	Periodo	CEMEX	BIMBO	FEMSA	
3	Nov-11	6.35	28.20	65.08	Nov-11	0.15303	0.010531	0.03042	
4	Dic-11	7.40	28.50	67.09	Ene-12	0.17668	0.01739	0.04503	
5	Ene-12	8.83	29.00	70.18	Feb-12	0.10830	-0.00692	0.03871	
6	Feb-12	9.84	28.80	72.95	Mar-12	0.00608	0.03614	0.03984	
7	Mar-12	9.90	29.86	75.90	Abr-12	-0.04970	0.04004	0.10828	
8	Abr-12	9.42	31.08	84.58	May-12	-0.15716	0.01215	-0.02320	
9	May-12	8.05	31.46	82.64	Jun-12	0.10933	0.04141	-0.06822	
10	Jun-12	8.98	32.79	77.19	Jul-12	0.03286	0.01001	0.16029	
11	Jul-12	9.28	33.12	90.61	Ago-12	0.04941	-0.14324	-0.04077	
12	Ago-12	9.75	28.70	86.99	Sep-12	0.09391	0.11009	-0.01366	
13	Sep-12	10.71	32.04	85.81	Oct-12	0.10284	-0.04926	0.06900	
14	Oct-12	11.87	30.50	91.94	Nov-12	-0.02993	0.00000	-0.01446	
15	Nov-12	11.52	30.50	90.62	Dic-12	0.09752	0.09292	0.08652	
16	Dic-12	12.70	33.47	98.81	Ene-13	0.08813	-0.01778	0.02489	
17	Ene-13	13.87	32.88	101.30	Feb-13	-0.01087	0.05301	0.09135	
18	Feb-13	13.72	34.67	110.99	Mar-13	0.09119	0.13017	-0.01370	
19	Mar-13	15.03	39.49	109.48	Apr-13	-0.09338	0.00051	0.04632	
20	Apr-13	13.69	39.51	114.67	May-13	0.08671	-0.04345	-0.01911	
21	May-13	14.93	37.83	112.50	Jun-13	-0.08161	0.03685	-0.03611	
22	Jun-13	13.76	39.25	108.51	Jul-13	0.06744	0.09589	-0.04650	
23	Jul-13	14.72	43.20	103.58	Ago-13	0.03011	-0.10613	-0.01185	
24	Ago-13	15.17	38.85	102.36	Sep-13	-0.03420	0.04627	-0.07747	
25	Sep-13	14.66	40.69	94.73	Oct-13	-0.05612	0.07434	0.05644	
26	Oct-13	13.86	43.83	100.23	Nov-13	0.04169	-0.07164	-0.06737	
27	Nov-13	14.45	40.80	93.70	Dic-13	0.05977	-0.05673	-0.00922	
28	Dic-13	15.34	38.55	92.84					
35									
36									
37		=DESVEST(G3:G28)				CEMEX			
38		=VAR(G3:G28)				BIMBO			
39						FEMSA			
40									
41									

Nota: Las flechas azules indican que la fórmula se arrastra en esa dirección para las demás empresas

Fuente: autor

Elaboración: autor

Explicación de los procedimientos de la Figura 5.3

En la parte inferior de la Figura 5.3, se emplearon las funciones de “fx=DESVEST(G3:G28)” y “fx=VAR(G3:G28)” de Excel para calcular la Desviación Estándar y la Varianza, este rango representa todas las rentabilidades mensuales ya calculadas de las acciones de CEMEX ya que el propósito es calcular la dispersión del rango de datos seleccionados con respecto a la media. La fórmula se arrastra en forma horizontal para las demás empresas, tal como se indica con la flecha.

Interpretación de los resultados de la Figura 5.3

En las celdas G39 a I40, se tienen los siguientes resultados, cuya interpretación es la siguiente:

- ❖ Las acciones de CEMEX presentan la desviación estándar de 0.0821 mensual y una varianza de 0.0067 mensual, lo cual significa un riesgo de 8.21% mensual.
- ❖ Las acciones de BIMBO presentan la desviación estándar de 0.0661 mensual y una varianza de 0.0437 mensual, lo cual significa un riesgo de 6.61% mensual.
- ❖ Las acciones de FEMSA presentan la desviación estándar de 0.0601 mensual y una varianza de 0.0036 mensual, lo cual significa un riesgo de 6.01% mensual.

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

V.III LA COVARIANZA Y EL COEFICIENTE DE LA CORRELACION

Cuando se realiza una inversión en dos o más activos financieros, la rentabilidad y el riesgo de dichos activos ya no se pueden considerar por separado o de manera individual, sino que es necesario evaluar cómo interactúan entre sí. 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, el modelo de media-varianza de Markowitz, la covarianza y el coeficiente son elementos de cálculo necesarios para determinar el riesgo del portafolio de inversión.

La Covarianza es una medida de la dependencia lineal entre dos variables aleatorias. 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:

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

Donde:

σ_{kj} = Covarianza de las rentabilidades de las acciones k y j

R_k y R_j = Rentabilidades de las acciones k y j en el periodo n

$E(R_k)$ y $E(R_j)$ = Rentabilidades medias de las acciones k y j

n = 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 que cero (0), significa que las variables no se encuentran relacionadas de forma lineal.

A la par de la covarianza, tenemos al Coeficiente de Correlación que es 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 es:

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

Donde:

r_{kj} = Coeficiente de correlación entre las acciones k y j

σ_{kj} = Covarianza de las rentabilidades de las acciones k y j

σ_k = Desviación estándar de las rentabilidades de la acciones k

σ_j = Desviación estándar de las rentabilidades de las acciones j

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

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

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.

V.III.I 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 5.1.

Variables	x	y	z
x	Var_x	$Covar_{x,y}$	$Covar_{x,z}$
y	$Covar_{y,x}$	Var_y	$Covar_{y,z}$
z	$Covar_{z,x}$	$Covar_{z,y}$	Var_z

Nota: Las variables x , y , z ; indican los datos de rentabilidad mensual de las empresas que son objeto de análisis.

Fuente: autor

Elaboración: autor

V.III.II Matriz de correlaciones

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 5.2.

Variables	x	y	z
x	$r_{x,x}$	$r_{x,y}$	$r_{x,z}$
y	$r_{y,x}$	$r_{y,y}$	$r_{y,z}$
	$r_{z,x}$	$r_{z,y}$	$r_{z,z}$

Nota: Las variables x , y , z ; indican los datos de rentabilidad mensual de las empresas que son objeto de análisis.

Fuente: autor

Elaboración: autor

Esta matriz 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 las filas y columnas de las variables (x , y , z) que representan a las empresas de estudio y que son objeto de análisis.

El objeto 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.

V.III.III Construcción de la Matriz Varianza-Covarianza para el caso práctico

En Excel, la función “COVAR”²⁰ permite la forma directa la covarianza de dos variables. La forma en que ésta función es aplicada a este estudio se le puede apreciar en la Figura 5.4.

Figura 5. 4 Matriz de la varianza-covarianza

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Precios de Cierre Mensual				Rentabilidad Mensual				
2	Periodo	CEMEX	BIMBO	FEMSA	Periodo	CEMEX	BIMBO	FEMSA	
6	Feb-12	9.84	28.80	72.95	Feb-12	0.10830	-0.00692	0.03871	
7	Mar-12	9.90	29.86	75.90	Mar-12	0.00608	0.03614	0.03964	
8	Abr-12	9.42	31.08	84.58	Abr-12	-0.04970	0.04004	0.10828	
9	May-12	8.05	31.46	82.64	May-12	-0.15716	0.01215	-0.02320	
10	Jun-12	8.98	32.79	77.19	Jun-12	0.10933	0.04141	-0.06822	
11	Jul-12	9.28	33.12	90.61	Jul-12	0.03286	0.01001	0.16029	
12	Ago-12	9.75	28.70	86.99	Ago-12	0.04941	-0.14324	-0.04077	
13	Sep-12	10.71	32.04	85.81	Sep-12	0.09391	0.11009	-0.01366	
14	Oct-12	11.87	30.50	91.94	Oct-12	0.10284	-0.04926	0.06900	
15	Nov-12	11.52	30.50	90.62	Nov-12	-0.02993	0.00000	-0.01446	
16	Dic-12	12.70	33.47	98.81	Dic-12	0.09752	0.09292	0.08652	
17	Ene-13	13.87	32.88	101.30	Ene-13	0.08813	-0.01778	0.02489	
18	Feb-13	13.72	34.67	110.99	Feb-13	-0.01087	0.05301	0.09135	
19	Mar-13	15.03	39.49	109.48	Mar-13	0.09119	0.13017	-0.01370	
20	Abr-13	13.69	39.51	114.67	Abr-13	-0.09338	0.00051	0.04632	
21	May-13	14.93	37.83	112.50	May-13	0.08671	-0.04345	-0.01911	
22	Jun-13	13.76	39.25	108.51	Jun-13	-0.08161	0.03685	-0.03611	
23	Jul-13	14.72	43.20	103.58	Jul-13	0.06744	0.09589	-0.04650	
24	Ago-13	15.17	38.85	102.36	Ago-13	0.03011	-0.10613	-0.01185	
25	Sep-13	14.66	40.69	94.73	Sep-13	-0.03420	0.04627	-0.07747	
26	Oct-13	13.86	43.83	100.23	Oct-13	-0.05612	0.07434	0.05644	
27	Nov-13	14.45	40.80	93.70	Nov-13	0.04169	-0.07164	-0.06737	
28	Dic-13	15.34	38.55	92.84	Dic-13	0.05977	-0.05673	-0.00922	
35									
42									
43	MATRIZ VARIANZA-COVARIANZA								
44									
45					CEMEX	BIMBO	FEMSA		
46					CEMEX	0.006476211	-0.000184347	0.000111952	
47					BIMBO	-0.000184347	0.004196657	0.000581514	
48					FEMSA	0.000111952	0.000581514	0.003478834	
49									
50									
51									

Notas: =COVAR(G3:G28, G3:G28) =COVAR(H3:H28, H3:H28) =COVAR(I3:I28, I3:I28)

Nota 1: Las celdas de color corresponden a las varianzas de las rentabilidades de las acciones.

Nota 2: La fórmula no se puede copiar y debe calcularse cada celda de forma manual, ósea, aplicando la función COVAR con las rentabilidades mensuales de las empresas.

Fuente: autor

Elaboración: autor

²⁰ Esta función calcula la covarianza entre dos rangos de datos que contienen valores numéricos.

Explicación de los procedimientos de la Figura 5.4

En la parte inferior de la Figura 5.4, se encuentra la matriz de varianza-covarianza compuesta por las varianzas y covarianzas entre las acciones de las empresas.

Interpretación de los resultados de la Figura 5.4

En la matriz de la Figura 5.4 los resultados que ameritan la atención son los de las covarianzas, cuya interpretación es la siguiente:

- ⌚ El valor de 0.000184347 de la celda G46, indica que las rentabilidades mensuales entre las acciones BIMBO y CEMEX, se mueven en la misma dirección.
- ⌚ El valor de 0.000111952 de la celda G47, indica que las rentabilidades mensuales entre las acciones FEMSA y CEMEX, se mueven en la misma dirección.
- ⌚ El valor de 0.000581514 de la celda H47, indica que las rentabilidades mensuales entre las acciones FEMSA y BIMBO, se mueven en la misma dirección.

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

V.III.IV Construcción de la Matriz de Correlaciones para el caso práctico

En Excel, la función “COEF.DE.CORREL”²¹ permite calcular el coeficiente de correlación entre dos variables y cuya aplicación al caso práctico se presenta en la Figura 5.5

²¹ Esta función permite calcular el coeficiente de correlación de un rango de datos establecidos.

Figura 5. 5 Matriz de correlaciones

A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Precios de Cierre Mensual				Rentabilidad Mensual			
2	Periodo	CEMEX	BIMBO	FEMSA	Periodo	CEMEX	BIMBO	FEMSA
3	Nov-11	6.35	28.20	65.08	Nov-11		=LN(B4/B3)	
4	Dic-11	7.40	28.50	67.09	Dic-11	0.15303	-0.01058	0.03042
5	Ene-12	8.83	29.00	70.18	Ene-12	0.17668	0.01739	0.04503
6	Feb-12	9.84	28.80	72.95	Feb-12	0.10830	-0.00692	0.03871
7	Mar-12	9.90	29.86	75.90	Mar-12	0.00608	0.03614	0.03964
8	Abr-12	9.42	31.08	84.58	Abr-12	-0.04370	0.04004	0.10828
9	May-12	8.05	31.46	82.64	May-12	-0.15716	0.01215	-0.02320
10	Jun-12	8.98	32.79	77.19	Jun-12	0.10933	0.04141	-0.06822
11	Jul-12	9.28	33.12	90.61	Jul-12	0.03286	0.01001	0.16029
12	Ago-12	9.75	28.70	86.99	Ago-12	0.04941	-0.14324	-0.04077
13	Sep-12	10.71	32.04	85.81	Sep-12	0.09391	0.11009	-0.01366
14	Oct-12	11.87	30.50	91.94	Oct-12	0.10284	-0.04926	0.06900
15	Nov-12	11.52	30.50	90.62	Nov-12	-0.02993	0.00000	-0.01446
16	Dic-12	12.70	33.47	98.81	Dic-12	0.09752	0.09292	0.08652
17	Ene-13	13.87	32.88	101.30	Ene-13	0.08813	-0.01778	0.02489
18	Feb-13	13.72	34.67	110.99	Feb-13	-0.01087	0.05301	0.09135
19	Mar-13	15.03	39.49	109.48	Mar-13	0.09119	0.13017	-0.01370
20	Abr-13	13.69	39.51	114.67	Abr-13	-0.09338	0.00051	0.04632
21	May-13	14.93	37.83	112.50	May-13	0.08671	-0.04345	-0.01911
22	Jun-13	13.76	39.25	108.51	Jun-13	-0.08161	0.03685	-0.03611
23	Jul-13	14.72	43.20	103.58	Jul-13	0.06744	0.09589	-0.04650
24	Ago-13	15.17	38.85	102.36	Ago-13	0.03011	-0.10613	-0.01185
25	Sep-13	14.66	40.69	94.73	Sep-13	-0.03420	0.04627	-0.07747
26	Oct-13	13.86	43.83	100.23	Oct-13	-0.05612	0.07434	0.05644
27	Nov-13	14.45	40.80	93.70	Nov-13	0.04169	-0.07164	-0.06737
28	Dic-13	15.34	38.55	92.84	Dic-13	0.05977	-0.05673	-0.00922
35								
52								
53					MATRIZ DE CORRELACIONES			
54					VARIABLES	CEMEX	BIMBO	FEMSA
55					CEMEX	1.000000000	-0.035360873	0.023586017
56					BIMBO	-0.035360873	1.000000000	0.152192038
57					FEMSA	0.023586017	0.152192038	1.000000000
58								

Nota: La fórmula se arrastra hacia la derecha para las demás combinaciones de las empresas.

Fuente: autor

Elaboración: autor

Explicación de los procedimientos de la Figura 5.5

En la parte inferior de la Figura 5.5, se encuentra la matriz de correlaciones entre las acciones de las empresas. Se usa la función de Excel llamada "COEF.DE.CORREL", donde las rentabilidades de las acciones de una empresa se mantienen fijas para ser correlacionadas con las rentabilidades de otra empresa.

Interpretación de los resultados de la Figura 5.5

En la matriz de la Figura 5.5 los resultados que ameritan la atención son los de las correlaciones, cuya interpretación es la siguiente:

- ⌚ El valor de -0.03536 de la celda G56, indica una correlación negativa entre las rentabilidades mensuales de BIMBO y CEMEX.
- ⌚ El valor de 0.02358 de la celda G57, indica una correlación positiva entre las rentabilidades mensuales de FEMSA y CEMEX.
- ⌚ El valor de 0.15219 de la celda H57, indica una correlación positiva entre las rentabilidades mensuales de FEMSA y BIMBO.

Se observa que los resultados aparte de ser negativos y positivos, se acercan más a uno (1) que a cero (0), lo cual significa que acciones de las empresas mencionadas presentan una relación lineal positiva débil.

V.IV RENTABILIDAD DE UN PORTAFOLIO

La rentabilidad de un portafolio conformado por dos o más activos equivale a “el promedio ponderado de los rendimientos esperados de los títulos que forman parte de ese portafolio”. Se expresa de la siguiente ecuación:

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

Donde:

R_p = Rentabilidad de un portafolio

m = Número de activos que conforman un portafolio

w_i = Proporción de inversión del activo i en el portafolio

\bar{R}_i = Rentabilidad media del activo i

V.IV.I Cálculo de la rentabilidad del portafolio para el caso práctico

La rentabilidad del portafolio se vuelve sencilla, con el uso de Excel.

Figura 5. 6 Rentabilidad del portafolio

A	B	C	D	E	F	G	H
60							
61		Activos	Porcentaje de Inversión	Rentabilidad Media			
62		CEMEX	33.33%	0.03528			
63		BIMBO	33.33%	0.01251			
64		FEMSA	33.33%	0.01421			
65		TOTAL	100.00%		=SUMA(C62:C64)		
66							
67	RENTABILIDAD DEL PORTAFOLIO	R_{pm}	0.02067		=SUMAPRODUCTO(C62:C64,D62:D64)		
68		R_{pa}	0.24798			=D67*12	
69							
70							

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

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

Fuente: autor

Elaboración: autor

Explicación de los procedimientos de la Figura 5.6

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

- ⌚ En el rango C62:C64 se encuentran los porcentajes de inversión arbitrariamente ingresados para las acciones de las empresas respectivamente.
- ⌚ En el rango D62:D64 se encuentran las rentabilidades mensuales medias para las acciones de las empresas respectivamente, que ya fueron calculadas en la Figura 5.2.
- ⌚ En la celda C65 se encuentra la suma de las proporciones de inversión en cada acción, valor que siempre debe ser 100%.
- ⌚ En la celda D67 se encuentra el resultado del cálculo de la rentabilidad del portafolio, el cual se obtiene aplicando la función “SUMAPRODUCTO²²” de las celdas que contienen las proporciones de inversión, por las celdas que contienen las rentabilidades mensuales medias.
- ⌚ 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 5.6

Un portafolio de inversión conformado por las acciones de las empresas CEMEX, BIMBO y FEMSA, en el cual se invierte en partes iguales para cada una de las acciones, presenta:

- ⌚ Una rentabilidad mensual de portafolio 2.067%.
- ⌚ Una rentabilidad anual de portafolio 24.798%.

²² Esta función permite calcular la suma y producto de dos vectores con la misma cantidad de celdas.

V.V RIESGO DE UN PORTAFOOLIO

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 títulos sería ignorar la relación, o covarianza entre los rendimientos de los títulos.

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

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

Donde:

σ_p = Desviación estandar del portafolio

w_x^2 y w_y^2 = Proporciones de inversión al cuadrado en los activos xy

σ_x^2 y σ_y^2 = Varianzas de las rentabilidades de los activos xy

σ_x y σ_y = Desviaciones estandar de las rentabilidades de los activos xy

Cuando el portafolio se encuentra conformado por más de dos activos, el cálculo de riesgo es más complejo y es aquí en donde el empleo de matrices permite simplificar su cálculo. El riesgo de portafolio puede detonarse de forma matricial tal como se puede apreciar en la siguiente ecuación:

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

Donde:

σ_p = Desviación estandar (riesgo) del portafolio

w_x hasta w_n = Proporciones de inversión en los activos x al n

Var_x y Var_n = Varianzas de los rendimientos de los activos x al n

$Covar_{x,y}$ hasta $Covar_{n,y}$ = Covarianzas entre los activos x, y al n, y

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.

V.V.I Cálculo del riesgo del portafolio para el caso práctico

Excel nos permite automatizar este cálculo con la función “MMULT”²³, misma que es empleada en el cálculo del riesgo de portafolio como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura 5. 7 Riesgo del portafolio

A	B	C	D	E	F	G	H
70							
71							
72		PORCENTAJE DE INVERSIÓN					
73	CEMEX	BIMBO	FEMSA				
74	33.33%	33.33%	33.33%				
75		MATRIZ VARIANZA-COVARIANZA					
76	VARIABLES	CEMEX	BIMBO	FEMSA	PORCENTAJE INVERSIÓN		
77	CEMEX	0.006476211	-0.000184347	0.000111952	33.33%		
78	BIMBO	-0.000184347	0.004196657	0.000581514	33.33%		
79	FEMSA	0.000111952	0.000581514	0.003478834	33.33%		
80							
81	RIESGO DEL PORTAFOLIO	σ_{pm}	0.04106		=RAIZ(MMULT(MMULT(B74:D74,B77:D79),E77:E79))		
82		σ_{pa}	0.14222		=D67*RAIZ(12)		
83							

Nota 1: σ_{pm} es el riesgo de portafolio mensual y σ_{pa} es el riesgo de portafolio anual. Se realiza este cálculo adicional puesto la matriz de varianzas-covarianzas fue construida con datos mensuales, y por lo tanto el resultado es un riesgo de portafolio mensual debe ser convertido en riesgo anual.

Fuente: autor

Elaboración: autor

Explicación de los procedimientos de la Figura 5.7

Para calcular el riesgo del portafolio, los datos de cálculo han sido establecidos de la siguiente manera:

- ⌚ En el rango B74:D74 se encuentran las proporciones de inversión arbitrariamente ingresados para las acciones de las empresas respectivamente.
- ⌚ En el rango B77:D79 se encuentra la matriz de varianza-covarianza, que de igual manera fue construida con anterioridad y se puede observar en la Figura 5.4.
- ⌚ En el rango E77:E79 se encuentran las proporciones de inversión arbitrariamente ingresados para las acciones de las empresas respectivamente.
- ⌚ En la celda D81 se encuentra el resultado del cálculo del riesgo del portafolio mensual, el cual se obtiene aplicando la función “MMULT” para calcular el producto de las matrices cuyos rangos de celdas son B74:D74 (matriz de varianza-covarianza), por el rango de celdas E77:E79 (matriz de

²³ 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 tanga la Matriz 2.

porcentajes de inversión). Con este resultado, se calcula la raíz cuadrada aplicando la función “RAIZ”²⁴.

- ❖ En la celda D82 se calcula el riesgo anual del portafolio, multiplicando el resultado de la celda D81 por la raíz cuadrada de 12.

Interpretación de los resultados de la Figura 4.7

Un portafolio de inversión conformado por las acciones de las empresas CEMEX, BIMBO y FEMSA, en el cual se invierte en partes iguales para cada una de las acciones, presenta:

- ❖ Un riesgo de portafolio de 4.10% mensual.
- ❖ Un riesgo de portafolio de 14.22% anual.

V.VI MODELO DE MEDIA VARIANZA DE MARKOWITZ

El principal objetivo del modelo de media-varianza desarrollado por 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 Harry Markowitz los inversionistas realizan inversiones racionales. Recapitulando de forma resumida, el modelo de media varianza busca minimizar el riesgo del portafolio mediante programación lineal, sujeta a dos restricciones:

- ❖ La suma de las proporciones de inversión en cada activo sumen uno.
- ❖ La rentabilidad del portafolio sea igual a la rentabilidad esperada por el inversionista.

Hasta esta parte, 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, proporciones que como veremos más adelante se modificarán mediante programación lineal para minimizar el riesgo o maximizar la rentabilidad.

V.VI.I Portafolio eficiente para el caso práctico

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 anticipación. Se presenta en un solo modelo, el cual puede ser apreciado en la Figura 5.8

²⁴ Esta función de Excel permite obtener la raíz cuadrada de un valor numérico.

Figura 5. 8 Modelo media-varianza para el cálculo de la rentabilidad y el riesgo del portafolio conformado por 3 acciones.

A	B	C	D	E	F	G	H
59							
60							
61	Activos	Porcentaje de Inversión	Rentabilidad Media				
62	CEMEX	33.33%	0.03528				
63	BIMBO	33.33%	0.01251				
64	FEMSA	33.33%	0.01421				
65	TOTAL	100.00%		=SUMA(C62:C64)			
66							
67	RENTABILIDAD DEL PORTAFOLIO	R_{p_m} R_{p_s}	0.02067 0.24798	=SUMAPRODUCTO(C62:C64,D62:D64)			
68					=D67*12		
69							
70							
71							
72							
73							
74							
75							
76	VARIABLES	CEMEX	BIMBO	FEMSA	PORCENTAJE INVERSIÓN		
77	CEMEX	0.006476211	-	0.000184347	0.000111952	33.33%	
78	BIMBO	-	0.000184347	0.004196657	0.000581514	33.33%	
79	FEMSA	0.000111952	0.000581514	0.003478834		33.33%	
80							
81	RIESGO DEL PORTAFOLIO	σ_{p_m} σ_{p_s}	0.04106 0.14222	=RAIZ(MMULT(MMULT(B74:D74,B77:D79),E77:E79))			
82					=D67*RAIZ(12)		
83							

Fuente: autor

Elaboración: autor

V.VI.I.I Minimización del riesgo para el portafolio del caso práctico

El modelo presentado en la Figura 4.8 puede ser optimizado por minimizar el riesgo. Para optimizarlo, es necesario emplear programación lineal, que buscará encontrar una solución óptima para una función objetivo y dos restricciones. Se empleará el complemento denominado SOLVER²⁵ de Excel, que permite determinar una solución óptima para un sistema de programación lineal, cuya forma de empleo se puede apreciar en las gráficas siguientes:

²⁵ Solver en Excel se encuentra ubicado en la pestaña de Datos, sección Análisis.

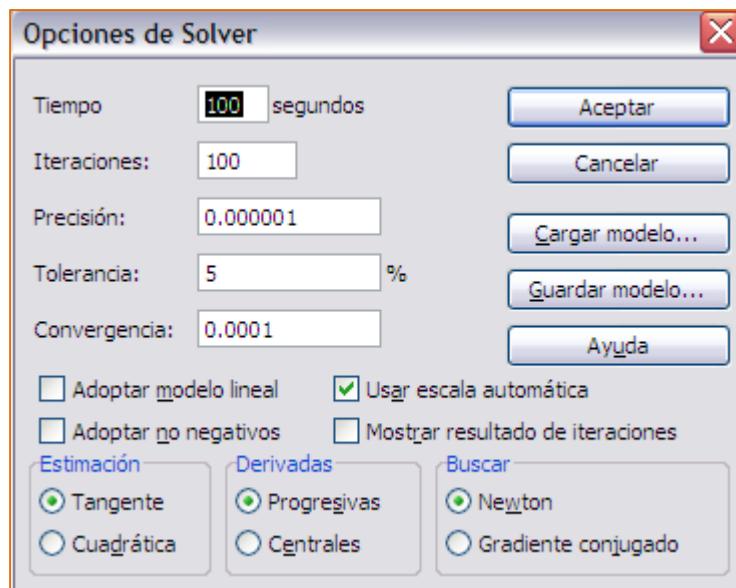
Gráfica 5. 1 Ingreso de parámetros a Solver



Fuente: autor

Elaboración: autor

Gráfica 5. 2 Opciones ingreso de parámetros a Solver



Fuente: autor

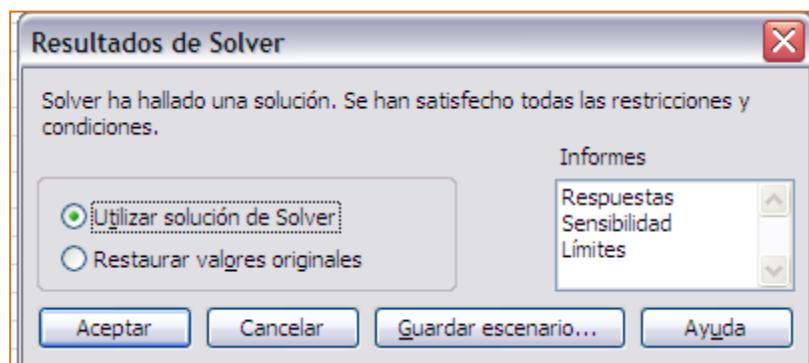
Elaboración: autor

Explicación de los parámetros:

- ❖ **Establecer objetivo:** seleccionar la celda en la cual se encuentra el valor de la función objetivo, es decir, lo que deseamos optimizar, en este caso es el Riesgo Anual ubicado en la celda D82.
- ❖ **Para:** define la naturaleza de la función objetivo, es decir, maximiza, minimiza o iguala la función objetivo. En este caso deseamos optimizar el riesgo, por lo cual seleccionado la opción “MIN” de minimizar.
- ❖ **Cambiando las celdas a variables:** selecciona 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:C64 serán sujetos a modificación mediante programación lineal.
- ❖ **Sujeto a las restricciones:** ingresa las restricciones a las que estará sujeto el modelo de programación lineal, mismas que para este caso son:
 - ❖ Que las proporciones de inversión en cada activo sumen 100%, es decir, el valor de la celda C65 de la Figura 4.8 debe sumar 100%.
 - ❖ Que la rentabilidad sea positiva (>0), es decir, que el valor de la celda D68 sea mayor a cero.
- ❖ **Opciones de Solver:** estará sujeto el modelo de programación lineal, seleccionando usar escala automática.

Establecidos estos parámetros, 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”.

Gráfica 5. 3 Cuadro de diálogo de Solver



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

Fuente: autor

Elaboración: autor

Figura 5. 9 Portafolio de inversión optimizado para minimizar el riesgo

A	B	C	D	E	F	G	H
60							
61	Activos	Porcentaje de Inversión	Rentabilidad Media				
62	CEMEX	25.42%	0.03528				
63	BIMBO	34.34%	0.01251				
64	FEMSA	40.24%	0.01421				
65	TOTAL	100.00%		=SUMA(C62:C64)			
66							
67	RENTABILIDAD DEL PORTAFOLI	R _{port}	0.01898		=SUMAPRODUCTO(C62:C64,D62:D64)		
68		R _{port}	0.22778		=D67*12		
69							
70							
71							
72	PORCENTAJE DE INVERSIÓN						
73	CEMEX	BIMBO	FEMSA				
74	25.42%	34.34%	40.24%				
75	MATRIZ VARIANZA-COVARIANZA						
76	VARIABLES	CEMEX	BIMBO	FEMSA	PORCENTAJE INVERSIÓN		
77	CEMEX	0.006476211	-	0.000184347	0.000111952	25.42%	
78	BIMBO	-	0.000184347	0.004196657	0.000581514	34.34%	
79	FEMSA	0.000111952		0.000581514	0.003478834	40.24%	
80							
81	RIESGO DEL PORTAFOLI	R _{port}	0.04035		=RAIZ(MMULT(MMULT(B74:D74,B77:D79),E77:E79))		
82		R _{port}	0.13978		=D67*RAIZ(12)		
83							

Fuente: autor

Elaboración: autor

Interpretación de los resultados de la Figura 5.9

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 las empresas presentan un Riesgo de portafolio considerable de 13.97% anual, para lo cual el inversionista debería invertir su capital disponible de la siguiente manera:

- ⌚ El 25.42% en acciones de CEMEX.
- ⌚ El 34.34% en acciones de BIMBO.
- ⌚ El 40.24% en acciones de FEMSA.

V.VI.I.II Maximización de la rentabilidad para el portafolio del caso práctico

El proceso de Maximización de la Rentabilidad del portafolio mediante el uso de Solver es similar al de Minimización del Riesgo, pero considerando las siguientes modificaciones:

- ⌚ La celda objetivo de la opción “Establecer Objetivo” es la Rentabilidad Anual, por lo que se selecciona la celda D68.
- ⌚ Como el objetivo es maximizar la rentabilidad anual, en la opción “Para” seleccionamos “Máxima” de maximizar.
- ⌚ Las opciones de “Cambiando las celdas de variables”, “Sujetos a las restricciones” permanecen sin ningún cambio.
- ⌚ En “Opciones de Solver” seleccionando usar escala automática y adoptar no negativos.

APLICACIÓN DEL MODELO DE MARKOWITZ EN PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN

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

Figura 5. 10 Portafolio de inversión optimizado para maximizar la rentabilidad.

A	B	C	D	E	F	G	H
60							
61		Activos	Porcentaje de Inversión	Rentabilidad Media			
62		CEMEX	100.00%	0.03528			
63		BIMBO	0.00%	0.01251			
64		FEMSA	0.00%	0.01421			
65		TOTAL	100.00%		=SUMA(C62:C64)		
66							
67	RENTABILIDAD DEL PORTAFOLIO	$R_{p,m}$	0.03528		=SUMAPRODUCTO(C62:C64,D62:D64)		
68		$R_{p,a}$	0.42336		=D67*12		
69							
70							
71							
72		PORCENTAJE DE INVERSIÓN					
73		CEMEX	BIMBO	FEMSA			
74		100.00%	0.00%	0.00%			
75		MATRIZ VARIANZA-COVARIANZA					
76	VARIABLES	CEMEX	BIMBO	FEMSA	PORCENTAJE INVERSIÓN		
77	CEMEX	0.006476211	-0.000184347	0.000111952	100.00%		
78	BIMBO	-0.000184347	0.004196657	0.000581514	0.00%		
79	FEMSA	0.000111952	0.000581514	0.003478834	0.00%		
80							
81	RIESGO DEL PORTAFOLIO	$\sigma_{p,m}$	0.08047		=RAIZ(MMULT(MMULT(B74:D74,B77:D79),E77:E79))		
82		$\sigma_{p,a}$	0.27877		=D67*RAIZ(12)		
83							

Fuente: autor

Elaboración: autor

Interpretación de los resultados de la Figura 5.10

Un portafolio de inversión conformado por las acciones de las empresas presentan una Rentabilidad máxima de portafolio de 42.33% anual, para lo cual el inversionista debería invertir su capital disponible de la siguiente manera:

- ⌚ El 100% en acciones de CEMEX.
- ⌚ El 0% en acciones de BIMBO.
- ⌚ El 0% en acciones de FEMSA.

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

V.VII La región factible y la frontera eficiente

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.

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 validas para el inversionista.

V.VII.I Construcción de la región factible para el caso práctico

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:

- ⌚ 1er caso, se invierte todo en acciones de CEMEX.
- ⌚ 2do caso, se invierte todo en acciones de BIMBO
- ⌚ 3er caso, se invierte todo en acciones de FEMSA.

En seguida, 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 considerando que la suma total de los porcentajes asignados nunca supere el 100%.

Tabla 5. 2 Casos de inversión total en un solo activo

PORCENTAJE DE INVERSIÓN			RIESGO	RENTABILIDAD
CEMEX	BIMBO	FEMSA	X	Y
100%	0%	0%	0.27877327	0.42336431
0%	100%	0%	0.22441007	0.15006438
0%	0%	100%	0.20431839	0.17052494

Fuente: autor

Elaboración: autor

En la Tabla 5.1 muestra el resultado de invertir todo el capital disponible en un solo activo a la vez, obteniendo los siguientes resultados:

- ⌚ Invertir todo en acciones de CEMEX, tenemos un portafolio de inversión con riesgo de 27.87% anual y una rentabilidad de 42.33% anual.
- ⌚ Invertir todo en acciones de BIMBO, tenemos un portafolio de inversión con riesgo de 22.44% anual y una rentabilidad de 15.00% anual.
- ⌚ Invertir todo en acciones de FEMSA, tenemos un portafolio de inversión con riesgo de 20.43% anual y una rentabilidad de 17.05% anual.

Tabla 5. 3 Portafolio de mínima varianza con Solver

PORCENTAJE DE INVERSIÓN			RIESGO	RENTABILIDAD
CEMEX	BIMBO	FEMSA	X	Y
25%	34%	40%	0.13977580	0.22777524

Fuente: autor

Elaboración: autor

La Tabla 5.2 tenemos el portafolio de mínima varianza, es decir, el portafolio conformado por las acciones de CEMEX, BIMBO y FEMSA con el mínimo riesgo posible que es de 13.97% anual y una rentabilidad esperada de 22.77% anual.

Tabla 5. 4 Combinaciones aleatorias entre las acciones que conforman el portafolio

PORCENTAJE DE INVERSIÓN			RIESGO	RENTABILIDAD
CEMEX	BIMBO	FEMSA	X	Y
85%	11%	4%	0.23783184	0.38318774
15%	70%	15%	0.16859870	0.19412845
70%	26%	4%	0.20240157	0.34219275
62%	33%	5%	0.18673612	0.32053337
11%	69%	20%	0.16803513	0.18421948
0%	79%	21%	0.18864241	0.15436110
35%	57%	8%	0.16117729	0.24735620
40%	60%	0%	0.17176160	0.25938435
4%	90%	6%	0.20412483	0.16222401
93%	5%	2%	0.25926068	0.40464253
53%	10%	37%	0.16987474	0.30248375
45%	40%	15%	0.15797603	0.27611843
89%	7%	4%	0.24845590	0.39411974
64%	17%	19%	0.18732445	0.32886384
89%	6%	5%	0.24853273	0.39432435
7%	35%	58%	0.15305905	0.18106250
60%	2%	38%	0.18625541	0.32181935
5%	4%	91%	0.18832457	0.18234849
37%	33%	30%	0.14498331	0.25732352
48%	27%	25%	0.15772404	0.28636349

Nota 1: para estos casos 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

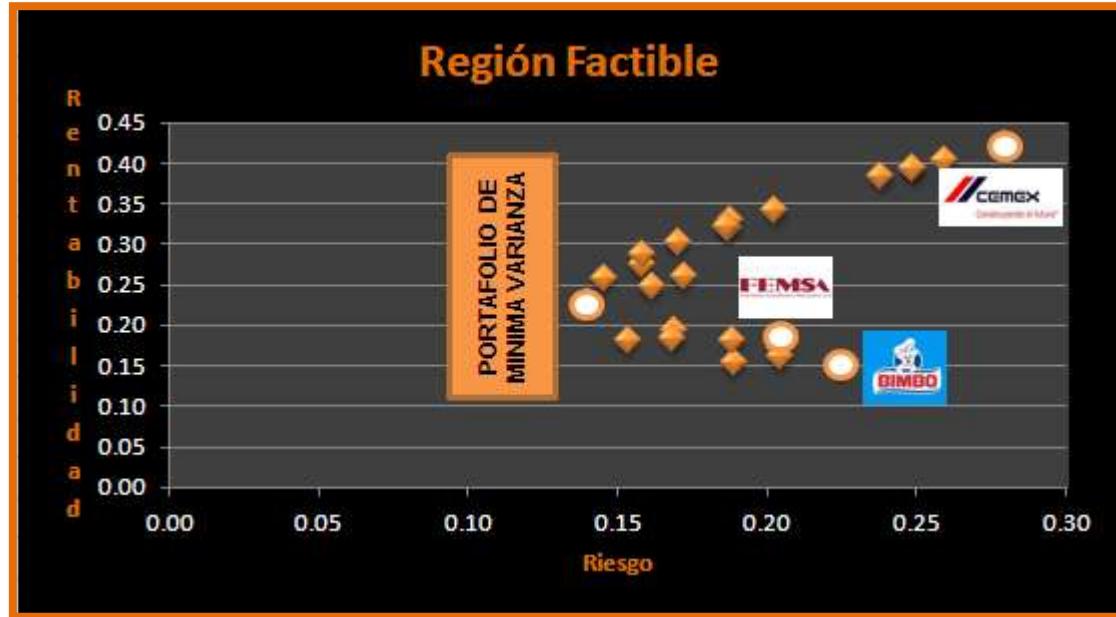
Elaboración: autor

En la Tabla 5.3 se observan 20 casos para los cuales se calculó el riesgo y la rentabilidad del portafolio con porcentajes de inversión aleatorios. Se presenta la interpretación para cuatro casos de los 20 casos que se aprecian en dicha tabla.

- 8 **Caso 1.** Al invertir 85% de los fondos en CEMEX, el 11% en acciones de BIMBO y 4% en acciones de FEMSA, el portafolio de inversión presenta un riesgo de 23.78% anual y una rentabilidad de 38.31% anual.
 - 8 **Caso 2.** Al invertir 0% de los fondos en CEMEX, el 79% en acciones de BIMBO y 21% en acciones de FEMSA, el portafolio de inversión presenta un riesgo de 18.86% anual y una rentabilidad de 15.43% anual.
 - 8 **Caso 16.** Al invertir 7% de los fondos en CEMEX, el 35% en acciones de BIMBO y 58% en acciones de FEMSA, el portafolio de inversión presenta un riesgo de 15.30% anual y una rentabilidad de 18.10% anual.
 - 8 **Caso 20.** Al invertir 48% de los fondos en CEMEX, el 27% en acciones de BIMBO y 25% en acciones de FEMSA, el portafolio de inversión presenta un riesgo de 15.77% anual y una rentabilidad de 28.63% anual.

Con los resultados de las tablas 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”; dado como resultado la Gráfica 5.4

Gráfica 5. 4 Región Factible para el caso práctico



Fuente: autor

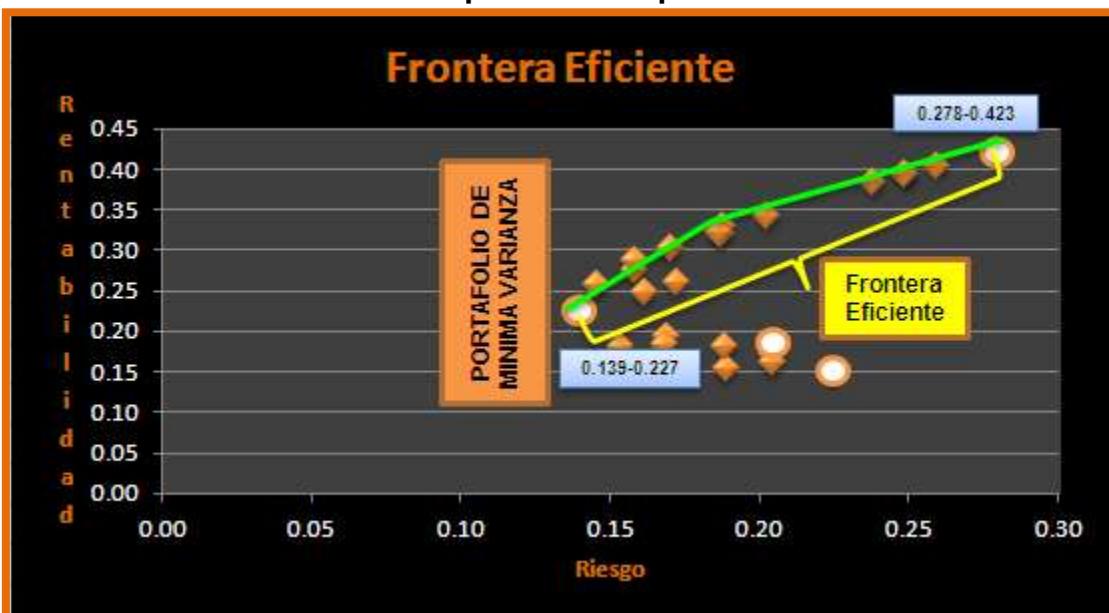
Elaboración: autor

La grafica 5.4 permite apreciar la Región Factible para un portafolio de inversión conformado por las acciones de CEMEX, BIMBO y FEMSA. La unión de todos los puntos forman una región donde muestra todas las posibilidades de estructurar un portafolio de inversión con las acciones mencionadas, en la que presenta 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.

V.VII.II Determinación de la Frontera Eficiente para el caso práctico

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, en consecuencia, la frontera eficiente es la parte marcada como se puede apreciar en el grafico 5.5.

Gráfica 5. 5 Frontera Eficiente para el caso práctico



Nota: Las cifras de (0.139-0.227) y (0.278-0.423), provenientes de las Tablas 5.3 y 5.4, corresponden al rango de riesgo y rentabilidad de la frontera eficiente, lo cual significa que dentro de este rango se encuentran los portafolios eficientes para el caso práctico.

Fuente: autor

Elaboración: autor

La grafica 5.5 El segmento color verde construye la frontera eficiente, es decir, en ese segmento se encuentran los todos los portafolios de inversión que pueden ser construidos combinando las acciones de CEMEX, BIMBO y FEMSA, que presentan la característica de ser eficientes. La Frontera Eficiente va desde el punto en el cual está el portafolio de mínima varianza hasta el punto en el cual está el portafolio conformado solo por las acciones de CEMEX. Es decir, en el segmento señalado se encuentran todos los portafolios que ofrecen la mejor relación entre riesgo-rentabilidad y, que desde el punto de vista de Media-Varianza son opciones válidas de inversión.

CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN DE RESULTADOS

INTRODUCCIÓN

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

VII.I 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 de 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 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:** está relacionado con el objetivo de la inversión, por ejemplo, si el inversionista persigue un ingreso adicional para su jubilación y aun 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 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. 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).

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 para su actitud frente al riesgo, para Gitman y Joehnk 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 al riesgo:** los 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, las entidades que operan como intermediarios de inversión, no emplean los conceptos de indiferente, renuentes y amante del riesgo, sino que catalogan al inversionista en función de los siguientes perfiles:

- ❖ **Perfil conservador:** para la 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.

VI.I.I Portafolios de inversión para los perfiles de riesgo conservador, moderado y agresivo en el caso práctico

VI.I.I.I 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, es decir, el portafolio que presente el menor riesgo de entre todas las posibilidades factibles, cuya estructura se evidencia en la Figura 6.1 y Gráfica 6.1

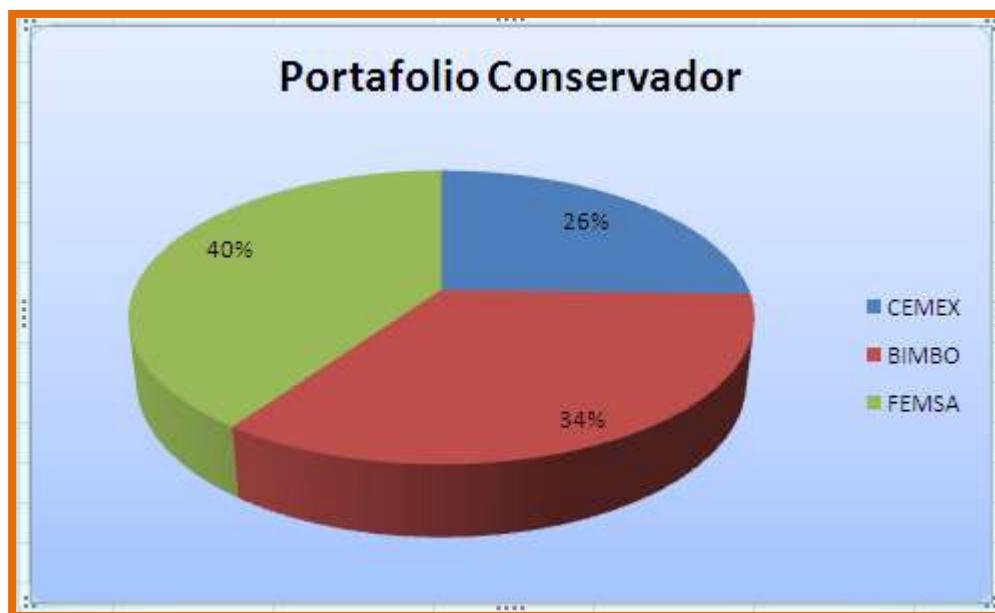
Figura 6. 1 Portafolio de Inversión: Perfil de riesgo conservador

A	B	C	D	E	F	G	H
60							
61	Activos	Porcentaje de Inversión	Rentabilidad Media				
62	CEMEX	25.42%	0.03528				
63	BIMBO	34.34%	0.01251				
64	FEMSA	40.24%	0.01421				
65	TOTAL	100.00%		=SUMA(C62:C64)			
66							
67	RENTABILIDAD DEL PORTAFOLIOS	R _{pm}	0.01898		=SUMAPRODUCTO(C62:C64,D62:D64)		
68		R _{pa}	0.22778			=D67*12	
69							
70							
71							
72	PORCENTAJE DE INVERSIÓN						
73	CEMEX	BIMBO	FEMSA				
74	25.42%	34.34%	40.24%				
75	MATRIZ VARIANZA-COVARIANZA						
76	VARIABLES	CEMEX	BIMBO	FEMSA	PORCENTAJE INVERSIÓN		
77	CEMEX	0.006476211	0.000184347	0.000111952	25.42%		
78	BIMBO	-0.000184347	0.004196657	0.000581514	34.34%		
79	FEMSA	0.000111952	0.000581514	0.003478834	40.24%		
80							
81	RIESGO DEL PORTAFOLIOS	R _{pm}	0.04035		=RAIZ(MMULT(MMULT(B74:D74,B77:D79),E77:E79))		
82		R _{pa}	0.13978			=D67*RAIZ(12)	
83							

Fuente: autor

Elaboración: autor

Gráfica 6. 1 Estructura del portafolio de inversión: Perfil de riesgo conservador



Fuente: autor

Elaboración: autor

VI.I.I.II Estructura de un portafolio de inversión para el inversionista con perfil de riesgo agresivo

El inversionista con perfil de riesgo agresivo busca obtener la mejor rentabilidad aunque ello implique asumir un riesgo de inversión elevado. Para este caso práctico, 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 6.2 y Gráfica 6.2

Figura 6.2 Portafolio de inversión: Perfil de riesgo agresivo

A	B	C	D	E	F	G	H
60							
61		Activos	Porcentaje de Inversión	Rentabilidad Media			
62		CEMEX	100.00%	0.03528			
63		BIMBO	0.00%	0.01251			
64		FEMSA	0.00%	0.01421			
65		TOTAL	100.00%	=SUMA(C62:C64)			
66							
67	RENTABILIDAD DEL PORTAFOLIO	$R_{p_{ag}}^2$	0.03528	=SUMAPRODUCTO(C62:C64,D62:D64)			
68		$R_{p_{ag}}^2$	0.42336	=D67*12			
69							
70							
71							
72		PORCENTAJE DE INVERSIÓN					
73		CEMEX	BIMBO	FEMSA			
74		100.00%	0.00%	0.00%			
75		MATRIZ VARIANZA-COVARIANZA					
76	VARIABLES	CEMEX	BIMBO	FEMSA	PORCENTAJE INVERSIÓN		
77	CEMEX	0.006476211	-0.000184347	0.000111952	100.00%		
78	BIMBO	-0.000184347	0.004196657	0.000581514	0.00%		
79	FEMSA	0.000111952	0.000581514	0.003478834	0.00%		
80							
81	RIESGO DEL PORTAFOLIO	$\sigma_{p_{ag}}$	0.08047	=RAIZ(MMULT(MMULT(B74:D74,B77:D79),E77:E79))			
82		$\sigma_{p_{ag}}$	0.27877	=D67*RAIZ(12)			
83							

Fuente: autor

Elaboración: autor

Gráfica 6. 2 Estructura del portafolio de inversión: Perfil de riesgo agresivo



Fuente: autor

Elaboración: autor

VI.I.I.III Estructura de un portafolio de inversión para el inversionista con perfil de riesgo moderado

El inversionista con perfil de riesgo moderado busca un punto medio entre el riesgo y la rentabilidad de su inversión. Para este caso práctico, un inversionista moderado optará por un portafolio de inversión cuyo nivel de riesgo se encuentra 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, tal como se puede apreciar en la Figura 6.3 y Gráfica 6.3

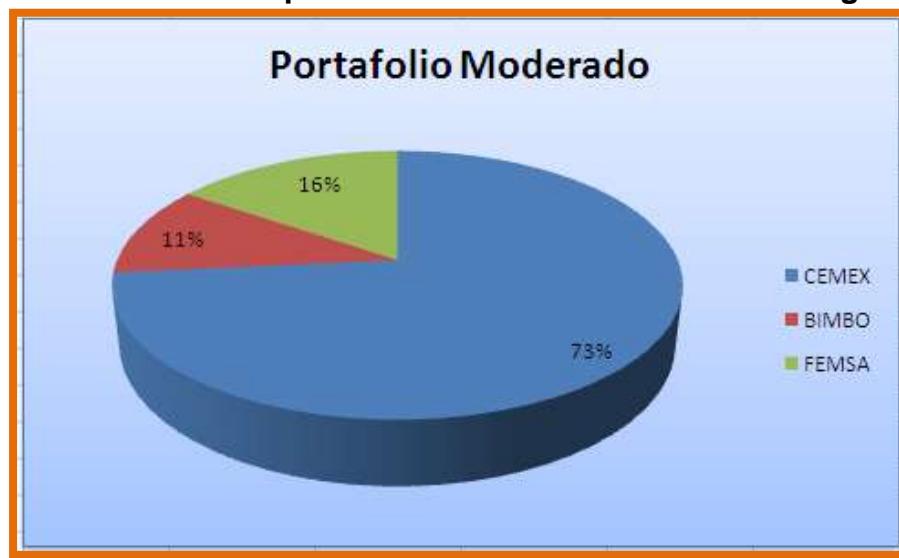
Figura 6. 3 Portafolio de inversión: Perfil de riesgo moderado

Activos	Porcentaje de Inversión	Rentabilidad Media		
CEMEX	73.50%	0.03528		
BIMBO	11.00%	0.01251		
FEMSA	15.50%	0.01421		
TOTAL	100.00%			
RENTABILIDAD DEL PORTAFOLIO				
R_{pm}^2		0.02951		
R_{pa}^2		0.35411		
PORCENTAJE DE INVERSIÓN				
CEMEX	BIMBO	FEMSA		
73.50%	11.00%	15.50%		
MATRIZ VARIANZA-COVARIANZA				
VARIABLES	CEMEX	BIMBO	FEMSA	PORCENTAJE INVERSIÓN
CEMEX	0.006476211	- 0.000184347	0.000111952	73.50%
BIMBO	- 0.000184347	0.004196657	0.000581514	11.00%
FEMSA	0.000111952	0.000581514	0.003478834	15.50%
RIESGO DEL PORTAFOLIO				
σ_{pm}^2		0.06040		
σ_{pa}^2		0.209241451		

Fuente: autor

Elaboración: autor

Gráfica 6. 3 Estructura del portafolio de inversión: Perfil de riesgo moderado



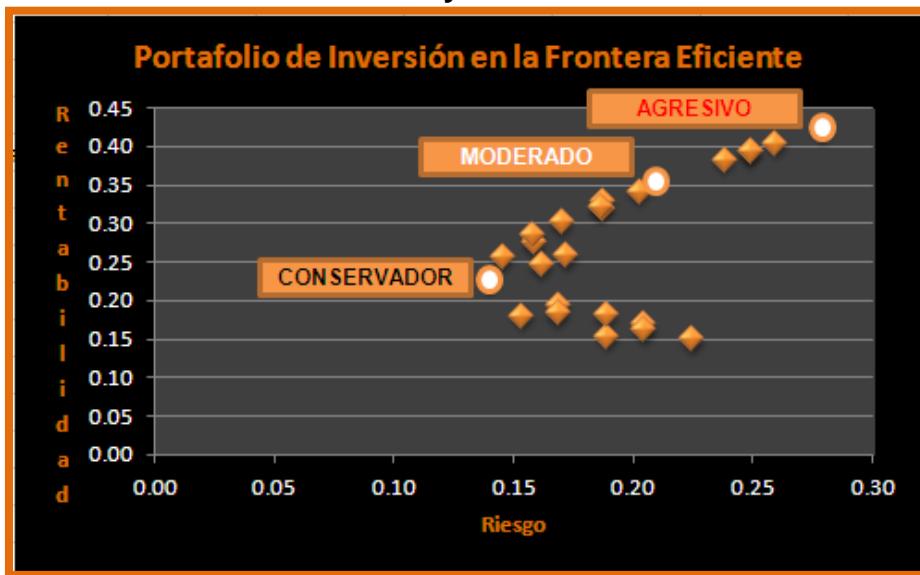
Fuente: autor

Elaboración: autor

V.I.I.II Análisis de resultados expuestos en cuadros y gráficas anteriores

Una forma sencilla que permite interpretar los resultados de los portafolios de inversión construidos 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 la Gráfica 6.4

Gráfica 6. 4 Portafolios de inversión y frontera eficiente



Fuente: autor

Elaboración: autor

En la Gráfica 6.4 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 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 a lo máximo posible. En el caso práctico, un inversionista con poca tolerancia al riesgo invertiría sus fondos de la siguiente manera: el 25.42% en acciones de CEMEX, el 34.34% en acciones de BIMBO y el 40.24% en acciones de FEMSA, permitiéndole disminuir el riesgo de portafolio a 13.97%, con una rentabilidad esperada de 22.72% anual.
- ⌚ **El inversionista con perfil de riesgo agresivo**, busca obtener la mayor rentabilidad posible seleccionaría un portafolio de inversión con una diversificación prácticamente nula, ya que para el caso práctico invertiría el 100% de sus fondos en acciones de CEMEX, debido a que son estas acciones las que presentan la mayor rentabilidad esperada, dándole como resultado un riesgo de portafolio de 27.87% anual con una rentabilidad esperada de 42.33% anual.
- ⌚ **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 73.50% de sus fondos en acciones de CEMEX, el 11% en acciones de BIMBO y el 15.50% en acciones de FEMSA, obteniendo de esa manera un riesgo de portafolio de 20.92% y una rentabilidad esperada de 35.41% anual.

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 CEMEX. Esto se explica porque de las tres acciones analizadas en este estudio, son las acciones de CEMEX 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 CEMEX tengan la mayor participación que el resto de acciones analizadas.

VI.II 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. A la minimización del riesgo mediante la estructuración de portafolios de inversión es lo que se conoce como **diversificación**.

En el caso práctico se puede observar el efecto de la diversificación, al minimizar el riesgo de portafolio mediante una combinación eficiente entre las acciones de CEMEX, BIMBO y FEMSA. Para comprender mejor, es necesario volver a observar las gráficas 6.1, 6.2 y 6.3 y comparar con la gráfica 6.4, 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 la Gráfica 6.2, al decidir invertir todo su capital en acciones de CEMEX generando el riesgo de portafolio más alto.
- ⌚ **El inversionista con perfil de riesgo conservador**, presenta un portafolio de inversión diversificado, el cual está conformado por las acciones de CEMEX, BIMBO y FEMSA como se aprecia en la Gráfica 6.1, dando como resultado un riesgo de portafolio mínimo.

VI.II.I 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 diversificación en el portafolio de inversión, mayor es la optimización del riesgo; son embargo, esto no es del todo correcto, lo cual puede observarse

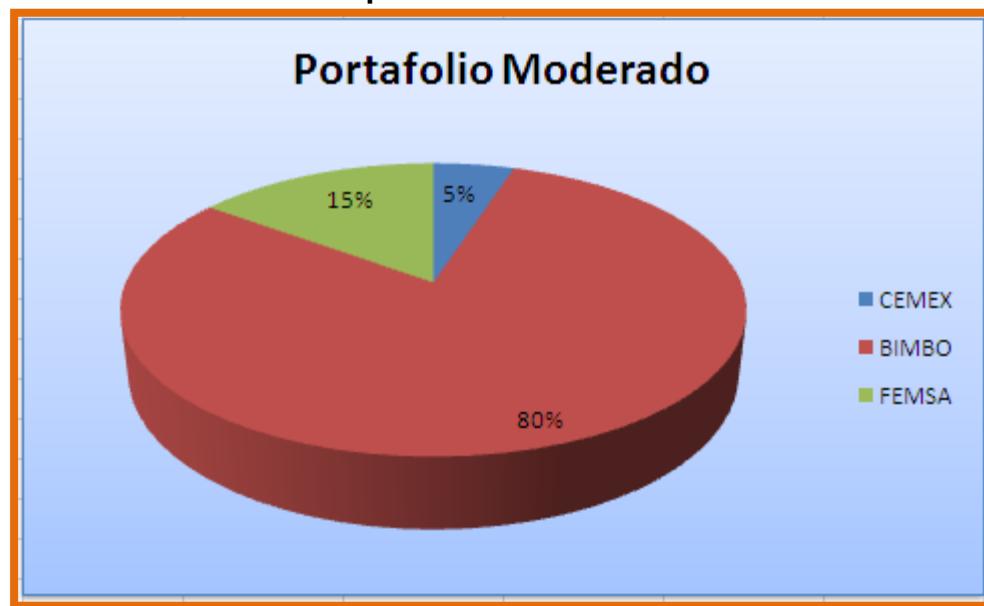
Figura 6. 4 Portafolio mal diversificado

	Activos	Porcentaje de Inversión	Rentabilidad Media	
	CEMEX	5.00%	0.03528	
	BIMBO	80.00%	0.01251	
	FEMSA	15.00%	0.01421	
	TOTAL	100.00%		
RENTABILIDAD DEL PORTAFOLIO		R_{pm}^1 R_{pa}^1	0.01390 0.16680	
PORCENTAJE DE INVERSION				
	CEMEX	BIMBO	FEMSA	
	5.00%	80.00%	15.00%	
MATRIZ VARIANZA-COVARIANZA				
VARIABLES	CEMEX	BIMBO	FEMSA	PORCENTAJE INVERSION
CEMEX	0.006476211	-0.000184347	0.000111952	5.00%
BIMBO	-0.000184347	0.004196657	0.000581514	80.00%
FEMSA	0.000111952	0.000581514	0.003478834	15.00%
RIESGO DEL PORTAFOLIO		σ_{pm}^2 σ_{pa}^2	0.05391 0.186766793	

Fuente: autor

Elaboración: autor

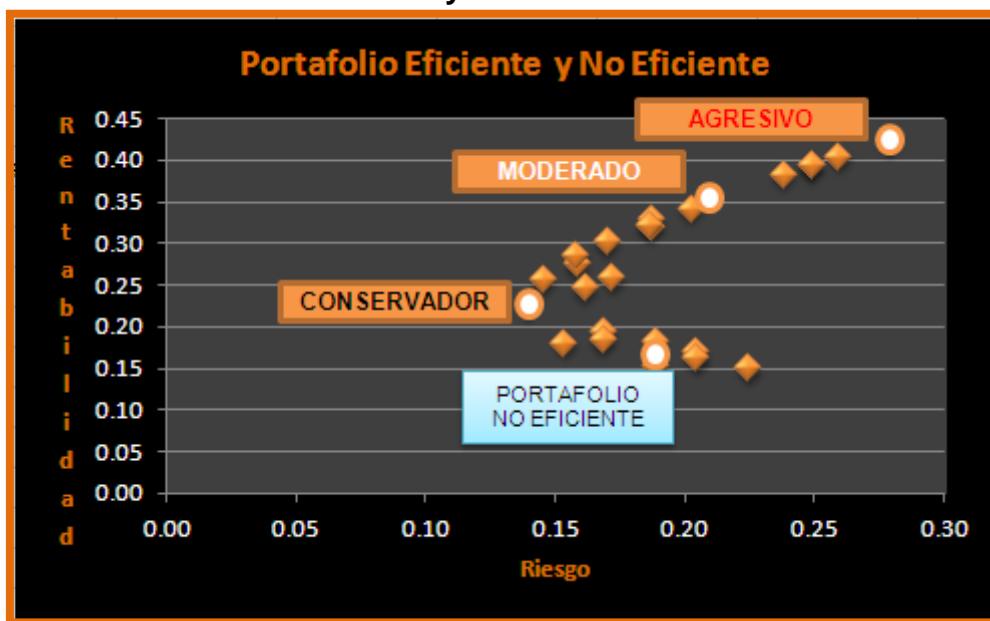
Gráfica 6. 5 Estructura de un portafolio mal diversificado



Fuente: autor

Elaboración: autor

Gráfica 6. 6 Portafolios Eficientes y No Eficientes



Fuente: autor

Elaboración: autor

La Figura 6.4 y la Gráfica 6.5, presentan un portafolio de inversión conformado por las acciones de CEMEX, BIMBO y FEMSA, cuyas proporciones son 5%, 80% y 15% respectivamente. 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 la mínima varianza, generando una relación de riesgo-rentabilidad no eficiente; tal es así que el portafolio ilustrado en la Figura 6.4 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, como se aprecia en la Gráfica 6.6.

Haciendo referencia al Capítulo V, en el cual se calculó el riesgo y la rentabilidad individual para cada acción, se observó que de las tres acciones analizadas, las acciones de CEMEX presentan el menor riesgo y la mayor rentabilidad a nivel individual. Entonces, también se podría considerar que la mejor opción es invertir en CEMEX ya que es la empresa que menor riesgo presenta, sin embargo, mediante una combinación adecuada con las acciones de BIMBO y FEMSA, el riesgo de portafolio puede ser reducido de 27.87% a 13.97% anual, como puede observarse en la Gráfica 6.4.

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.

VI.III EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL FUNDAMENTO TEÓRICO “A MAYOR RIESGO, MAYOR RENTABILIDAD ESPERADA”

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 esperada; y autores como Emery, Stowe y Finnerty (Emery D., 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

Tabla 6. 1 Riesgo y Rentabilidad de las acciones del caso práctico

Acción	Riesgo	Rentabilidad
CEMEX	0.27877327	0.42336431
BIMBO	0.22441007	0.15006438
FEMSA	0.20431839	0.17052494

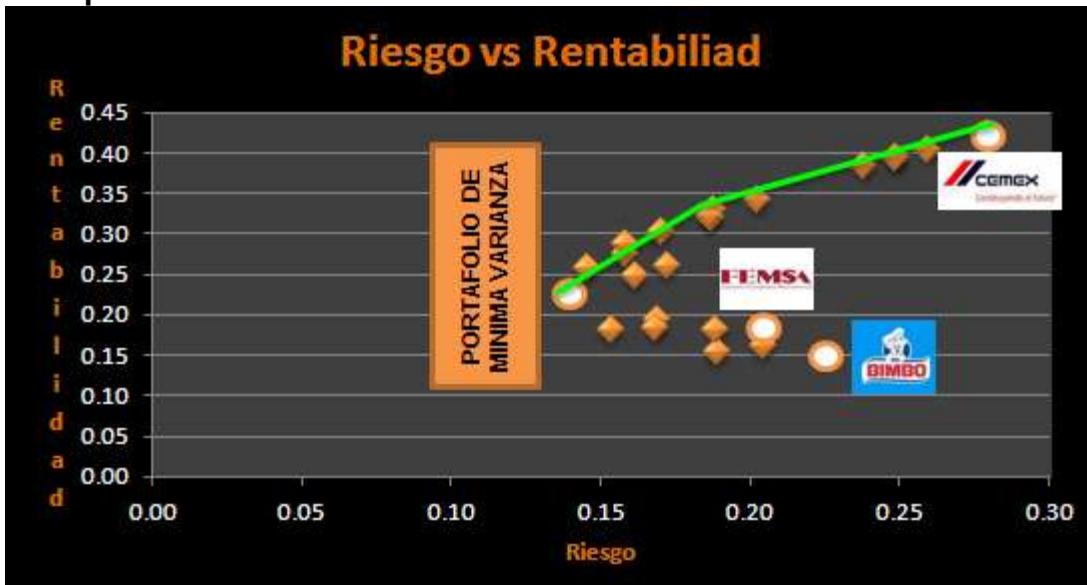
Nota: datos extraídos de la Tabla 5.2

Fuente: autor

Elaboración: autor

Considerando que en este caso práctico, el riesgo supone una medida de volatilidad y la rentabilidad y una medida en función de los precios de cotización de las acciones en el mercado de valores mexicanos, el fundamento teórico de “a mayor riesgo, mayor rentabilidad esperada” se cumple, pues al analizar el riesgo y la rentabilidad individual de cada acción; se observa que las acciones de CEMEX son las más riesgosas en términos de volatilidad, son las que mayor rentabilidad esperada presentan; en contraposición, las acciones de FEMSA, pese a presentar el menor riesgo, son las que una rentabilidad moderada esperada.

Por último, para completar el análisis, es necesario tener que analizar el cumplimiento del fundamento teórico “a mayor riesgo, mayor rentabilidad esperada”, desde la perspectiva de los portafolios de inversión, para lo cual es necesario apoyarse en la Gráfica 6.1

Gráfica 6. 7 Riesgo y Rentabilidad en los portafolios de inversión para el caso práctico

Fuente: autor

Elaboración: autor

En la Gráfica 6.1, se puede observar que el fundamento teórico de “a mayor riesgo, mayor rentabilidad esperada”, se cumple a partir del portafolio de mínima varianza, es decir, considerando solo los portafolios que se encuentran dentro de la Frontera Eficiente, que gráficamente se observa como el segmento verde. Sin embargo, nótese también que aquellos portafolios que se encuentran por debajo del portafolio de mínima varianza, 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 esperada” 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.

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 Mexicana de Valores, se ha llegado a concluir lo siguiente:

- ⌚ El mercado de valores mexicano es en esencia conservador, debido a que se encuentra ampliamente dominado por la comercialización de títulos valores de renta fija, que tiene como premio una tasa mínima de riesgo. El mexicano sigue siendo un inversionista, por un lado, muy direccionado a productos de bajo riesgo y también con una orientación de muy corto plazo. Vale la pena ver cómo más del 90% del ahorro total del mexicano se mantiene en instrumentos de Deuda o de Renta Fija; y menos del 10% se invierte en Renta Variable. No se puede incrementar la participación de la Renta Variable en México si no se ve este Mercado a plazos más largos.
- ⌚ 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 permite evaluar diferentes escenarios de inversión en función del riesgo y la rentabilidad que presentan los activos en su conjunto, logrando diversificar el riesgo de su inversión con portafolios que se ajusten a su perfil y preferencias.
- ⌚ Las limitantes que se encontraron del modelo de Excel empleado para determinar los portafolios que se encuentran en la frontera eficiente fueron las siguientes: el modelo es completamente congruente con el soporte teórico (Modelo de Markowitz) presentado, la sencillez del modelo de Excel permite efectivamente que pueda ser aplicado por cualquier persona, incluso por personas inexpertas en el ámbito de las inversiones, no obstante, al aplicar dicho modelo el inversionista se encontrará con algunas tomas de decisiones importantes que repercuten en los resultados, tales como cuántos instrumentos se recomienda considerar, con cuántos datos históricos se recomienda trabajar, entre otros. También al aplicar el modelo

de Excel se encontrará con el problema de que al variar los niveles de riesgo, éstos podrían estar fuera del intervalo de la frontera eficiente, en este caso los resultados obtenidos no serían favorables. Otra situación importante es que existen muchos otros factores y diversos métodos de medición del riesgo que se deben considerar cuando se ha tomado la decisión de invertir, por lo que se recomienda siempre consultar a un experto.

BIBLIOGRAFIA

- Brealey, R. y. (1998). *Principios de Finanzas Corporativas*. España: MacGraw Hill.
- Brun, I. &. (2008). Matemática Financiera y Estadística Básica.
- Bussot, A. (1991). *Investigación Educacional*. Maracaibo.
- Chávez, N. (1990). *Introducción a la Investigación Educativa*. Maracaibo.
- Contreras, I. (2001). *Características Generales de la Inversión Financiera*. Recuperado el 08 de 2012, de <http://ciberconta.unizar.es/leccion/fin006/200.HTM>
- Coordinación de Transparencia Universitaria UMSNH*. (24 de 08 de 2009). Recuperado el 08 de 2012, de <http://www.informacionpublica.umich.mx/>
- Cortés, M. &. (06 de 06 de 2014). *Universidad Autónoma del Carmen*. Obtenido de <http://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/contenido2.pdf>
- Doncel Pedrera, L. M. (07 de 07 de 2003). *Digital URJC*. Recuperado el 08 de 2012, de Activos financieros y riesgos por tipo de cambio en modelos de equilibrio y optimización dinámica: <http://ecienzia.urjc.es/handle/10115/439>
- Eduardo, H. A. (2003). *Bolsa de Valores y Mercados Financieros*. México , D.F., México: Gasca Sicco.
- Emery D., S. J. (2000). *Fundamentos de la Administración Financiera*. México: Pearson Education.
- Grajales, G. T. (06 de 06 de 2014). *Instituto Universitario Puebla*. Obtenido de <http://tgrajales.net/investipos.pdf>
- Hempel, C. (1952). *Fundamentals of concepts formation in empirical science*. University of Chicago.
- Hernández, R. F. (06 de 06 de 2014). *Yumpu*. Obtenido de <https://www.yumpu.com/es/document/view/14867981/metodologia-dela-investigacion-universidad-politecnica-de-sinaloa>
- Hueso, A. &. (06 de 06 de 2014). Obtenido de http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17004/Metodolog%C3%A9tica%20y%20t%C3%A9cnica%20cuantitativas%20de%20investigaci%C3%B3n_6060.pdf?sequence=3
- Hurtado, J. (1998). *Metodología de la Investigación Holística*. Caracas.
- López, D. d. (24 de 11 de 2003). *Colegio de Tesis Digitales Universidad de las Américas Puebla*. Recuperado el 08 de 2012, de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lcp/chavez_l_dd/capitulo3.pdf

APLICACIÓN DEL MODELO DE MARKOWITZ EN PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN

- Martos, L. G. (2006). *Zona Económica*. Recuperado el 08 de 2012, de Zona Económica:
<http://www.zonaeconomica.com/inversion/factoresseriesgo>
- Mascareñas, J. (1999). *Innovación Financiera, Aplicaciones para la Gestión Empresarial*. España: McGraw Hill.
- México, B. d. (26 de 09 de 2012). *Banco de México*. Obtenido de
<http://www.banxico.org.mx/divulgacion/glosario/glosario.html#R>
- MiMi Economía*. (08 de 2012). Recuperado el 08 de 2012, de
<http://es.mimi.hu/economia/volatilidad.html>
- Olvera, O. O. (2009). *El Financiero en Línea*. Recuperado el 30 de 07 de 2012, de
<http://www.inversiones-financieras.org/index.html>
- Ortíz Olvera, O. (2006). *El Financiero Comercial S.A. de C.V.* Recuperado el 08 de 2012, de
<http://cobertura.elfinanciero.com.mx/universidades/index.php/artsunives/imef-universitario/260-cultura-de-las-inversiones-en-mexico.html>
- Pérez, A. R. (2009). *Unileon*. Recuperado el 06 de 08 de 2012, de
http://www3.unileon.es/pecvnia/pecvnia2009/2009_077_154.pdf
- Ramírez, A. G. (06 de 06 de 2014). *Pontificia Universidad Javeriana*. Obtenido de
<http://www.javeriana.edu.co/ear/ecologia/documents/ALBERTORAMIREZMETODOLOGIADELAINVESTIGACIONCIENTIFICA.pdf>
- Reserved, A. R. (2009). *Inversiones Financieras*. Recuperado el 08 de 2012, de
<http://www.inversiones-financieras.org/>
- Rodríguez Pérez, A. (2009). *Las Inversiones Financieras*. Recuperado el 08 de 2012, de
http://www3.unileon.es/pecvnia/pecvnia2009/2009_077_154.pdf
- Saldívar, A. (1999). *Planeación Financiera de la Empresa*. México: Editorial Trillas.
- SAT. (26 de 09 de 2012). *Servicio de Administración Tributaria*. Obtenido de
http://www.sat.gob.mx/sitio_internet/como_navegar/84_6492.html
- UMSNH. (2010). *Plan de Desarrollo Institucional*. Morelia.
- UMSNH, H. C. (24 de 08 de 2009). *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*. Recuperado el 08 de 2012, de <http://www.umich.mx/mision.html>
- Valencia, B. d. (26 de 09 de 2012). *Bolsa de Valencia*. Obtenido de
<http://www.bolsavalencia.es/diccionario/g.htm>

Valenzuela Bustos, C. E. (2003). *Importancia de Factores No Financieros En Las Decisiones De Inversión*. Recuperado el 08 de 2012, de
http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2003/valenzuela_c/sources/valenzuela_c.pdf

Valores, G. B. (26 de 09 de 2012). *Grupo Bolsa Mexica de Valores*. Obtenido de
http://www.bmv.com.mx/wb3/wb/BMV/BMV_glosario_bursatil#P

Valores, G. B. (26 de 09 de 2012). *Grupo Bolsa Mexicana de Valores*. Obtenido de
http://www.bmv.com.mx/wb3/wb/BMV/BMV_glosario_bursatil#I

Valores, G. B. (26 de 09 de 2012). *Grupo Bolsa Mexicana de Valores*. Obtenido de
http://www.bmv.com.mx/wb3/wb/BMV/BMV_glosario_bursatil#R

Valverde, F. L. (08 de 2012). *Curso de Bolsa*. Recuperado el 08 de 2012, de
<http://www.cursobolsa.net/material/analisis-tecnico.html?start=7>

Visa. (08 de 2012). *Finanzas Prácticas Tu Asesor Financiero Personal*. Recuperado el 08 de 2012, de
<http://finanzaspracticas.com.mx/323902-Analisis-de-la-sensibilidad-de-una-inversion.note.aspx>