



Las criptomonedas y su aporte a la diversificación de carteras

Tesis presentada en satisfacción parcial de los requerimientos para obtener el grado académico de Magíster en Finanzas por:

Luz Clara Arias Menor

Willy Fernando Campos Carmona

Jose Luis Oraco Ramos

Programa de la Maestría en Finanzas

Lima, 2 de septiembre de 2019

Esta tesis

Las criptomonedas y su aporte a la diversificación de carteras

Ha sido aprobada por:



.....

Francisco Rosales Marticorena (Jurado)



.....

Luis Piazzon Gallo (Jurado)



.....

Alfredo Mendiola Cabrera (Asesor)



.....

Carlos Antonio Aguirre Gamarra (Asesor)

Universidad Esan

2019

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL	iii
RESUMEN EJECUTIVO	xvi
CAPITULO I. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos de la investigación	2
1.1.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
1.2 Alcances y Limitaciones	3
1.2.1 <i>Alcances</i>	3
1.2.2 <i>Limitaciones</i>	3
1.3 Justificación y Contribución del tema de la investigación	3
CAPITULO II. MARCO METODOLÓGICO	4
2.1 Tipo de investigación	4
2.2 Fuentes de información	6
2.3 Esquema de trabajo	6
2.4 Proceso para el análisis de datos en la investigación cuantitativa	7
CAPITULO III. MARCO TEÓRICO	8
3.1 Métricas de análisis de activos: riesgo y rentabilidad	8
3.1.1 <i>Riesgo y Retorno de un activo individual</i>	8
3.1.2 <i>Tasa Libre de Riesgo</i>	9
3.1.3 <i>El Ratio de Sharpe</i>	10
3.1.4 <i>Retorno y riesgo de un portafolio</i>	10
3.1.5 <i>Portafolio y diversificación</i>	12
3.2 Teoría Moderna de Portafolios	13
3.2.1 <i>Conjunto factible y frontera eficiente</i>	13
3.2.2 <i>Portafolio óptimo</i>	14
3.2.3 <i>Riesgo sistemático y no sistemático</i>	15
3.3 Metodologías de asignación de activos	15
3.3.1 <i>Modelo de Markowitz</i>	15
3.3.2 <i>Frontera eficiente re-muestreada (1989)</i>	17
3.3.3 <i>Black-Litterman (1992)</i>	18
3.3.4 <i>Simulación de Montecarlo</i>	20
3.3.5 <i>Gestión de Superávit de Activos y Pasivos</i>	21
3.3.6 <i>Metodología seleccionada</i>	23

3.4 Conclusiones	25
CAPITULO IV. MARCO CONCEPTUAL DE CRIPTOMONEDAS	26
4.1 Criptomonedas	26
4.2 Características de las Criptomonedas	27
4.3 Elementos de las Criptomonedas	29
4.3.1 Monederos digitales.....	29
4.3.2 Cadena de Bloques o blockchain:	30
4.3.3 Minería de criptomonedas	31
4.4 Oferta inicial de monedas (Initial Coin Offering – ICO)	31
4.5 Bolsas de Criptomonedas (Exchange)	32
4.6 Proceso de inversión en Criptomonedas	34
4.7 Riesgos asociados	35
4.8 Conclusiones	37
CAPITULO V. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS CRIPTOMONEDAS	38
5.1 Determinación de la media de criptomonedas	40
5.2 Determinación de la desviación estándar	42
5.3 Determinación de coeficientes de correlación	44
5.4 Coeficiente de determinación.	46
5.5 Determinación de los betas de criptomonedas	48
CAPITULO VI. SELECCIÓN DE ACTIVOS DEL PORTAFOLIO	49
6.1 Análisis de la coyuntura económica	49
6.2 Evolución de los índices del mercado	49
6.2.1 Evolución del Standard & Poor's 500.....	49
6.2.2 Evolución de la Tasa Libre de Riesgo del Tesoro de Estados Unidos de Norteamérica	50
6.3 Selección de los subíndices del S&P 500	51
6.4 Evolución de las criptomonedas	53
6.5 Criterio de selección de las criptomonedas	55
CAPITULO VII. CONSTRUCCIÓN DE CARTERAS DE INVERSION QUE INCLUYEN CRIPTOMONEDAS	57
7.1 Análisis del índice de Sharpe por activo	57
7.2 Matriz de covarianzas y correlaciones	58
7.3 Fronteras eficientes	60
7.4 Determinación de portafolio óptimo	61
CAPITULO VIII. CONCLUSIONES.....	65
ANEXOS	66
BIBLIOGRAFÍA	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Diseño de trabajo.....	6
Tabla 3.1 Resumen de características de cada metodología.....	23
Tabla 3.2 Características de las metodologías presentadas.....	24
Tabla 5.1 Datos estadísticos semanal de criptomonedas – Agosto 2015 a Diciembre 2018.....	39
Tabla 5.2 Datos estadísticos mensual de criptomonedas – Agosto 2015 a Diciembre 2018.....	39
Tabla 5.3 Coeficiente de variación – Agosto 2015 a Diciembre 2018.....	43
Tabla 5.4 Correlaciones semanal de criptomonedas - Agosto 2015 a Diciembre 2018.....	44
Tabla 5.5 Correlaciones mensual de criptomonedas - Agosto 2015 a Diciembre 2018.....	44
Tabla 5.6 Coeficientes de determinación semanal – Agosto 2015 a Diciembre 2018.....	46
Tabla 5.7 Coeficientes de determinación mensual – Agosto 2015 a Diciembre 2018.....	46
Tabla 5.8 Betas de criptomonedas – Agosto 2015 a Diciembre 2018.....	48
Tabla 6.1 Algoritmos y características de las criptomonedas seleccionadas.....	55
Tabla 6.2 Capitalización de criptomonedas al 31 de diciembre de 2018.....	56
Tabla 7.1 Índices de Sharpe por activo – 30/09/2015 al 31/12/2018.....	58
Tabla 7.2 Matriz de covarianzas mensual de acciones y criptomonedas – periodo 30 días del 30/09/2015 al 31/12/2018.....	59
Tabla 7.3 Matriz de correlaciones mensual de acciones y criptomonedas – periodo 30 días del 30/09/2015 al 31/12/2018.....	59
Tabla 7.4 Frontera eficiente de acciones y criptomonedas – periodo 30/09/2015 al 31/12/2018.....	60
Tabla 7.5 Pesos del portafolio óptimo y mínima varianza mensual – 30/09/2015 al 31/12/2018.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Proceso cuantitativo: Diseño de la investigación.....	5
Figura 2.2	Proceso para efectuar análisis estadístico.....	7
Figura 3.1	Conjunto factible y frontera eficiente.....	14
Figura 3.2	Punto tangente o retorno del mercado.....	14
Figura 3.3	Esquema del proceso de optimización Black-Litterman.....	19
Figura 3.4	Frontera eficiente en la Gestión de Activos y Pasivos.....	22
Figura 4.1	Proceso de inversión en criptomonedas.....	35
Figura 5.1	Evolución de precios de criptomonedas en USD – Agosto 2015 a Diciembre 2018.....	38
Figura 5.2	Evolución de precios del Bitcoin Classic y S&P 500 – Agosto 2015 a Diciembre 2018.....	39
Figura 5.3	Rentabilidad media semanal - Agosto 2015 a Diciembre 2018.....	40
Figura 5.4	Rentabilidad media mensual - Agosto 2015 a Diciembre 2018.....	40
Figura 5.5	Rendimientos máximos y mínimos semanal - Agosto 2015 a Diciembre 2018.....	41
Figura 5.6	Rendimientos máximos y mínimos mensual - Agosto 2015 a Diciembre 2018.....	41
Figura 5.7	Desviación estándar de criptomonedas y S&P 500 semanal – Agosto 2015 a Diciembre 2018.....	42
Figura 5.8	Desviación estándar de criptomonedas y S&P 500 mensual – Agosto 2015 a Diciembre 2018.....	42
Figura 5.9	Rentabilidad media vs volatilidad semanal – Agosto 2015 a Diciembre 2018.....	43
Figura 5.10	Rentabilidad media vs volatilidad mensual – Agosto 2015 a Diciembre 2018.....	43
Figura 5.11	Evolución de precios de Stellar y Ripple – Agosto 2015 a Diciembre 2018.....	45
Figura 5.12	Retornos de Stellar y Ripple – Agosto 2015 a Diciembre 2018.....	45
Figura 5.13	Gráfico de dispersión y tendencia mensual de Stellar y Ripple – Agosto 2015 a Diciembre 2018.....	47
Figura 5.14	Gráfico de dispersión y tendencia mensual de Tether y Litecoin – Agosto 2015 a Diciembre 2018.....	47

Figura 6.1 Evolución del S&P 500.....	50
Figura 6.2 Evolución de los bonos del tesoro de Estados Unidos a 10 años.....	51
Figura 6.3 Evolución de los precios de las criptomonedas.....	54
Figura 6.4 Evolución de las rentabilidades mensuales de las criptomonedas.....	54
Figura 7.1 Comparación de los índices de Sharpe por activo y por periodo – 30/09/2015 al 31/12/2018.....	57
Figura 7.2 Distribución óptima de cartera para rentabilidades objetivo – 30/09/2015 al 31/12/2018	61
Figura 7.3 Portafolio óptimo mensual conformado por acciones y criptomonedas	62
Figura 7.4 Línea de mercado de capitales del portafolio optimo mensual conformado por acciones y criptomonedas.....	63
Figura 7.5 Fronteras eficientes con y sin criptomonedas - periodos a 30 días del 30/09/2015 al 31/12/2018.....	64

CURRICULUM VITAE

LUZ CLARA ARIAS MENOR

*Lima, Perú. Email: luzclara2612@gmail.com DNI: 42268714 Celular: +51
937578963*

Con más de 12 años de experiencia como especialista en contabilidad y reporte de estados financieros. He liderado proyectos de mejora en procesos de gestión contable e implementación NIIF, todos apoyados en una alta automatización. Me considero una profesional responsable, proactiva y permanentemente actualizada en cambios en normas contables y tributarias. Con estudios culminados de Magíster en Finanzas en ESAN y de Magíster en Política Fiscal y Tributación en UIGV. Con especialización en Mercado de Capitales, Bachiller y Licenciado en Contabilidad y Finanzas.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

KROTON S.A.C.

Subjefe de Contabilidad

2014 – presente

Estratégico

- Elaboración de Estados Financieros y notas. Sustento financiero de variaciones y ratios. Adecuación de la presentación a los lineamientos de la gerencia.
- Elaboración de propuestas e implementación de adecuación a NIIF y tratamiento tributario.
- Implementación en sistema ERP Exactus: Existencias, Propiedad, Planta y Equipo, Instrumentos Financieros, así como sus cambios y nuevos tratamientos contables y tributarios.
- Asesoría a la gerencia sobre impacto financiero (ratios) y tributario de transacciones financieras.
- Gestión de información y sustento para auditorías financieras y tributarias.
- Negociación y monitoreo de requerimientos a distintas áreas de la empresa.
- Se logró completar fiscalizaciones tributarias sin multas y/o reparos.

Transaccional

- Gestión para devolución de impuestos (ITAN, Renta). ITAN mayores a S/1.4 millones y recupero de crédito de Impuesto a la Renta por S/ 1 millón.
- Validación financiera de transacciones de alto nivel de complejidad e impacto en Estados Financieros y tributario. Lectura de contratos, normas contables y jurisprudencia.
- Gestión de información y sustento para liquidación de impuesto mensual y anual.
- Automatización para reducción de horas/hombre en la elaboración de impuestos.
Módulo de impuesto a la renta diferido.

HLC S.A.C.

Asistente de Planillas

2013 – 2013

- Automatización de cálculo de remuneraciones, beneficios sociales, AFP, entre otros. Liquidación de planillas del régimen general y construcción civil. Declaración de Plame PDT 601, AFP, etc.

ASFA S.A.C.

Asistente Contable

2009 – 2013

- Lideré la sistematización del proceso de presupuesto, órdenes de compra, documentación facturas, registros de compras a proveedores y de ventas a clientes de construcción.
- Automatización de módulo para reportes de liquidación de pagos a proveedores de construcción y cálculo de saldos pendientes. Análisis de cuentas por pagar y por cobrar.
- Elaboración de liquidación de impuestos mensuales por cada consorcio de construcción (4). Elaboración de Estados Financieros por consorcio, análisis de variaciones.
- Automatización de cálculo de remuneraciones, beneficios sociales, AFP, entre otros. Liquidación de planillas del régimen general y construcción civil.

A & A SERVICIOS GENERALES S.A.C.

Asistente Contable

2007 – 2009

- Gestión de los procesos contables de Empresas de construcción (ASFA, Aransa), corredores de seguros (Veransa), alquiler de vehículos, inmobiliarias, entre otras.
- Análisis de cuentas, elaboración de Estados Financieros, análisis de variaciones.
- Registros contables de compras y ventas. Liquidación de impuestos mensuales, planillas del régimen general y construcción civil. Conciliaciones bancarias.

FORMACIÓN PROFESIONAL

- Maestría en Finanzas, Mercado de Capitales, Universidad ESAN, Lima, 2017-2018.
- Maestría en Gerencia Bancaria y Financiera, U. Pompeu Fabra, Barcelona, 2017-2018.
- Maestría en Política Fiscal y Tributación, U. Inca Garcilaso de la Vega, 2014-2015.
- Curso en Tributación Aduanera, ADEX, Lima, Agosto 2019.
- Especialización: Aplicación de NIIF en la Tributación, ESAN, Lima, 2018.
- Especialización en Tributación Empresarial, ESAN, Lima, 2016.
- Especialización en NIIF, U Ricardo Palma, Lima, 2014.
- Licenciado en Contabilidad. U. Inca Garcilaso de la Vega, Lima, 2009-2012.

CURRICULUM VITAE

WILLY FERNANDO CAMPOS CARMONA

Lima, Perú. Email: willy_campos@hotmail.com DNI: 16716254

Celular: +51 997353205

Contador de profesión, con estudios concluidos de Magíster en Finanzas con mención en finanzas corporativas. Responsable, dinámico, profesional y orientado al cumplimiento de objetivos. Con experiencia en la gestión financiera y contable de compañías privadas y sin fines de lucro en el puesto de Controller Financiero.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

THYSSENKRUPP INDUSTRIAL SOLUTIONS (PERÚ) S.A.

Controller Financiero

2015 - 2017

- Preparar los reportes financieros a la casa matriz en Alemania y proveer de las explicaciones a las desviaciones respecto al presupuesto.
- Preparar y controlar el proceso presupuestal de la subsidiaria local.
- Supervisar el cierre contable mensual y garantizar el cumplimiento de las normas internacionales de contabilidad y políticas corporativas, así como el cumplimiento de las normas tributarias y laborales.
- Supervisar el reconocimiento mensual de ingresos.
- Supervisar y analizar los resultados operativos, así como la rentabilidad de los órdenes de venta: productos y servicios.
- Revisar y mejorar los procesos internos a fin de lograr eficiencias.
- Controlar el proceso de adquisición y gestión general del CAPEX.
- Establecer herramientas de control y optimizar el sistema de información de contable.
- Administración de la tesorería y monitoreo del flujo de caja a fin de cumplir las metas del presupuesto.
- Coordinar y supervisar las auditorías externas e internas de la compañía.

NETAFIM PERÚ S.A.C.

Controller Financiero

2013 – 2015

- Supervisar el cierre mensual financiero y asegurar el cumplimiento de las normas contables, tributarias y obligaciones sociales a nivel local.
- Supervisar el reconocimiento de ingresos mensual.
- Supervisar la rentabilidad de las órdenes de venta, productos y servicios.
- Verificar el cumplimiento de las reglas y procedimientos del Grupo.
- Cumplimiento de impuestos.
- Controlar el presupuesto de la empresa y analizar las desviaciones.
- Establecer actividad de control y optimizar los sistemas de información. Asimismo, participar en las nuevas implementaciones (Durante 2013 estuve a cargo de la supervisión de la implementación de SAP R3 en el área de finanzas).
- Administrar de la tesorería y monitoreo de la necesidades de fondos y financiamiento.
- Entrenar y mantener motivado al equipo de finanzas a mi cargo.
- Responsable de la supervisión, preparación y reporte de la información financiera a la casa matriz en Israel bajo US GAAP.
- Supervisar las auditorías externas anuales.

BDO Perú – Sociedad de Auditoría

Supervisor de Auditoría

2011 - 2013

- Programar y supervisar el trabajo de auditoria de campo. - Administrar las auditorias, personal a cargo y los tiempos de reporte. - Preparar y revisar los informes de auditoría e informes especiales. - Programar el entrenamiento de los asistentes de auditoria. - Preparar las propuestas de auditoria a los clientes y programar su ejecución. - Preparar material de capacitación para el personal de auditoria y clientes.

Auditor Senior

2001 - 2011

- Ejecutar y administrar el trabajo de campo de auditoria tanto para clientes nacionales, como transnacionales y organizaciones sin fines de lucro. Preparar los informes de

auditoría y reportes para otros países. - Preparar material de capacitación para el personal de auditoría.

Asistente de Auditoría

1998 - 2001

- Preparar los papeles de trabajo de auditoría de todas las áreas de los estados financieros. - Inspección física de activos fijos, observación y conteo de inventarios.

FORMACIÓN PROFESIONAL

- Maestría en Finanzas, ESAN / U. Pompeu Fabra Barcelona 2017-2018
- Especialización en Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF), Universidad de Piura 2012
- PADE de Finanzas Corporativas, Universidad ESAN 2004-2005
- Contador Público, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo 1991-1996

CURRICULUM VITAE

JOSE LUIS ORACO RAMOS

Lima, Perú. Email: 1002967@esan.edu.pe DNI: 25683504 Celular: +51 996579564

Ingeniero Industrial de la Universidad Nacional de Ingeniería. Experiencia en el área de cobranzas de entidades financieras, control de indicadores y análisis de información. Conocimientos de inglés básico, portugués nivel avanzado.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

INTERBANK

Analista de Gestión y Seguimiento de Banca Pequeña **2017 - actualidad**

- Responsable de la supervisión del equipo de cobranzas.
- Control de los indicadores de cobranzas.
- Capacitar al nuevo personal de negocios con respecto al modelo de cobranzas

BANCO GNB

Especialista de Cobranzas **2016 – 2017**

- Administrar el indicador de mora contable, mantener el ratio por debajo del 2%.
- Plantear estrategias de cobranzas en coordinación con la Sub Gerencia de Cobranzas.
- Coordinar con los Gerentes de la unidad de negocios operativos de cobranzas.

DERRAMA MAGISTERIAL

Sub Jefe de Cobranzas **2015 – 2015**

- Responsable del área de cobranzas.
- Administrar una cartera d 20,000 clientes y controlar un indicador de mora contable menor al 5%.
- Supervisar el trabajo de un equipo de 32 personas.

FORMACIÓN PROFESIONAL

- Maestría en Finanzas, ESAN / U. Pompeu Fabra Barcelona **2017-2018**

- Especialización en finanzas - ESAN 2010-2011
- Ingeniero Industrial Universidad Nacional de Ingeniería 1992-2001

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de esta tesis es explorar si la inclusión de criptomonedas en una cartera de inversión contribuye en su diversificación y si mejora su perfil rentabilidad-riesgo. Esta tesis parte de una cartera de solo acciones de EE.UU. y se evalúa si incorporar criptomonedas mejora los principales indicadores.

El presente trabajo establece las relaciones estadísticas entre los indicadores de rentabilidad de los precios de los activos y entre sus desviaciones estándar. Se determina la metodología de la Teoría Moderna del Portafolio para estimar los pesos óptimos del universo de activos analizados.

Los resultados del estudio indican que, para periodos de análisis de corto plazo, sí resulta conveniente agregar criptomonedas en un portafolio de acciones, debido a que mejora el ratio Sharpe de la cartera. Estos resultados están explicados por los similares ratios Sharpe de las acciones y criptomonedas a pesar de la elevada volatilidad del último. Todo esto permite que tanto acciones y criptomonedas sean factibles de inclusión en la cartera óptima, sujeto a las restricciones de baja correlación.

CAPITULO I. INTRODUCCION

Una de las reglas básicas dentro de las finanzas y la gestión de carteras es obtener los mayores beneficios con el capital disponible. Esta regla nos lleva a un problema fundamental, que consiste en determinar en qué activos se debe invertir para maximizar la rentabilidad de los recursos disponibles. Este conjunto de activos se denomina cartera de inversión.

Una cartera de inversión es la combinación de activos financieros dentro del patrimonio de un inversor para obtener como objetivo final una rentabilidad esperada bajo un determinado nivel de riesgo en un plazo temporal concreto, siendo esto su característica principal.

Una cartera de inversión eficiente no es aquella que esté libre de riesgo, ya que éste es una de sus características y es de dos tipos. El riesgo general que se encuentra en el mercado se le denomina sistemático, y es el riesgo que un inversor en una cartera no puede eliminar. Por otro lado, el riesgo atribuible a los activos individuales dentro de la cartera de inversión es el riesgo no sistemático, el mismo que puede ser mitigado por la diversificación. Cuánto mayor variedad y cantidad de activos haya en la cartera, mayor diversificación habrá. Esta diversificación reducirá o eliminará el riesgo no sistemático.

Otra característica importante de una cartera de inversión es su liquidez. Esto se refiere a la rapidez en que la cartera se puede convertir en dinero efectivo. Los requisitos de liquidez deben estar asociados al plazo temporal que se espera mantener la inversión. Es decir, una inversión con un horizonte temporal de corto plazo deberá ser más líquida que una de largo plazo.

La diversificación beneficia a los inversionistas, especialmente a aquellos en cuyos países el mercado bursátil no tiene un nivel considerable de desarrollo como por ejemplo su baja flotación (free float). Como consecuencia, el inversionista decide invertir en otros mercados donde podrá obtener mejores activos que le ofrezcan quizás una mayor rentabilidad y un menor riesgo.

Por lo expuesto, el inversionista se encuentra en constante búsqueda de nuevas posibilidades de inversión, considerando los cambios tecnológicos y la proliferación de nuevos productos y servicios en los mercados de capitales. Sin embargo, esta búsqueda

tiene la probabilidad de venir asociada a nuevos riesgos. En esta coyuntura de las nuevas posibilidades de inversión han surgido las criptomonedas.

Una criptomoneda es un tipo de divisa alternativa y de moneda digital que tiene un control descentralizado, en contraposición al sistema monetario tradicional y utiliza criptografía para asegurar las transacciones financieras, así como, verificar la transferencia de activos. Las criptomonedas también se denominan activos digitales porque se consideran una forma de inversión.

En un estudio publicado por la National Bureau of Economic Research determinó que las criptomonedas al ser descentralizadas no se ven afectadas por la mayoría de los factores macroeconómicos o del mercado de valores. Tampoco son afectadas por los retornos de las monedas fiat o commodities (Liu y Tsyvinski, 2018).

Debido a estas características es que las criptomonedas han ganado la popularidad como activos de inversión, por lo que en el presente trabajo de investigación se busca determinar el impacto en la diversificación y mejora del perfil de rentabilidad / riesgo al incorporar criptomonedas en un portafolio de inversión, seleccionando a las seis criptomonedas de mayor capitalización al 31 de diciembre de 2018.

1.1 Objetivos de la investigación

1.1.1 Objetivo general

Determinar si las criptomonedas contribuyen a la diversificación y mejora del perfil de rentabilidad / riesgo de las carteras de inversión.

1.1.2 Objetivos específicos

- ✓ Analizar los modelos de diversificación de cartera y establecer el modelo más adecuado para analizar carteras que incluyan criptomonedas.
- ✓ Definir y entender cómo se crean y funcionan las criptomonedas.
- ✓ Analizar la evolución del precio de las criptomonedas en comparación con otras inversiones.
- ✓ Analizar el impacto de la inclusión de criptomonedas en portafolios de inversión seleccionados.

1.2 Alcances y Limitaciones

1.2.1 Alcances

- ✓ Se evaluará la metodología más apropiada de optimización de portafolios tradicionales que incluyen criptomonedas.
- ✓ Se realizará el estudio desde la perspectiva del inversionista tradicional que toma en cuenta la rentabilidad y riesgo al evaluar una inversión.
- ✓ Se analizará la evolución del S&P500 y 6 criptomonedas de mayor capitalización, todas denominadas en Dólares de EE. UU. del 30 de septiembre de 2015 al 31 de diciembre de 2018.
- ✓ Se estimará los pesos de un portafolio óptimo de activos tradicionales y otro portafolio que además de activos tradicionales incluya criptomonedas.

1.2.2 Limitaciones

- ✓ El estudio incluye como activos tradicionales a acciones incluidas en el índice S&P500 de EE.UU.
- ✓ En la construcción de los portafolios no se tomará en cuenta la tasa impositiva, costos de transacción y riesgo de liquidez.
- ✓ En la presente tesis no se consideran otros instrumentos de inversión diferentes a las acciones y criptomonedas.

1.3 Justificación y Contribución del tema de la investigación

Las criptomonedas vienen captando la atención de los inversionistas debido a la especulación y la innovación tecnológica detrás de ellas (Blockchain). Por ello, la presente investigación está enfocada en evaluar si es conveniente incorporar criptomonedas en un portafolio de inversión de activos tradicionales. Esto permitiría a los inversionistas tener una alternativa adicional de diversificación y por lo tanto lograr reducir el riesgo de sus portafolios.

CAPITULO II. MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo explicaremos brevemente la teoría existente sobre metodologías de investigación a fin de definir aquellas que se aplicarán en el presente trabajo de investigación. Asimismo, estableceremos las técnicas de recopilación de datos y análisis de información relacionada a los mercados financieros y optimización de portafolios.

2.1 Tipo de investigación

El método de investigación consiste en una serie de procesos estructurados, críticos y empíricos, que son utilizados en el estudio de eventos y problemas. De esta manera, el método de investigación elegido es el que va a determinar la manera en que el investigador recaba, ordena y analiza los datos obtenidos.

Actualmente existen dos principales corrientes en la investigación, la cuantitativa y la cualitativa. Ambas corrientes utilizan procesos empíricos y metódicos para generar conocimiento.

De acuerdo con el autor Hernández Sampieri (2014), la metodología cuantitativa consiste en vincular conceptos y variables mediante el uso de la estadística con una finalidad deductiva, esto mediante la demostración de teorías e hipótesis. El enfoque cualitativo usa el análisis de datos y la recopilación para precisar o acotar las preguntas de investigación, e inclusive detectar nuevos problemas o interrogantes en su interpretación.

Este trabajo es cuantitativo, ya que tiene como propósito determinar la composición de portafolios de inversión y la metodología más apropiada para la estimación del portafolio óptimo tomando como base la data histórica de los activos a invertir.

Además, el método de investigación cuantitativo se subdivide en de tipo experimental y no experimental (Figura 2.1). La investigación experimental es aquella en que el investigador puede administrar cambios en las variables bajo estudio, pudiendo así controlar y medir los cambios de las variables observadas. Por otro lado, la investigación no experimental consiste en observar eventos para estudiarlos, es decir, sin la modificación deliberada de variables.

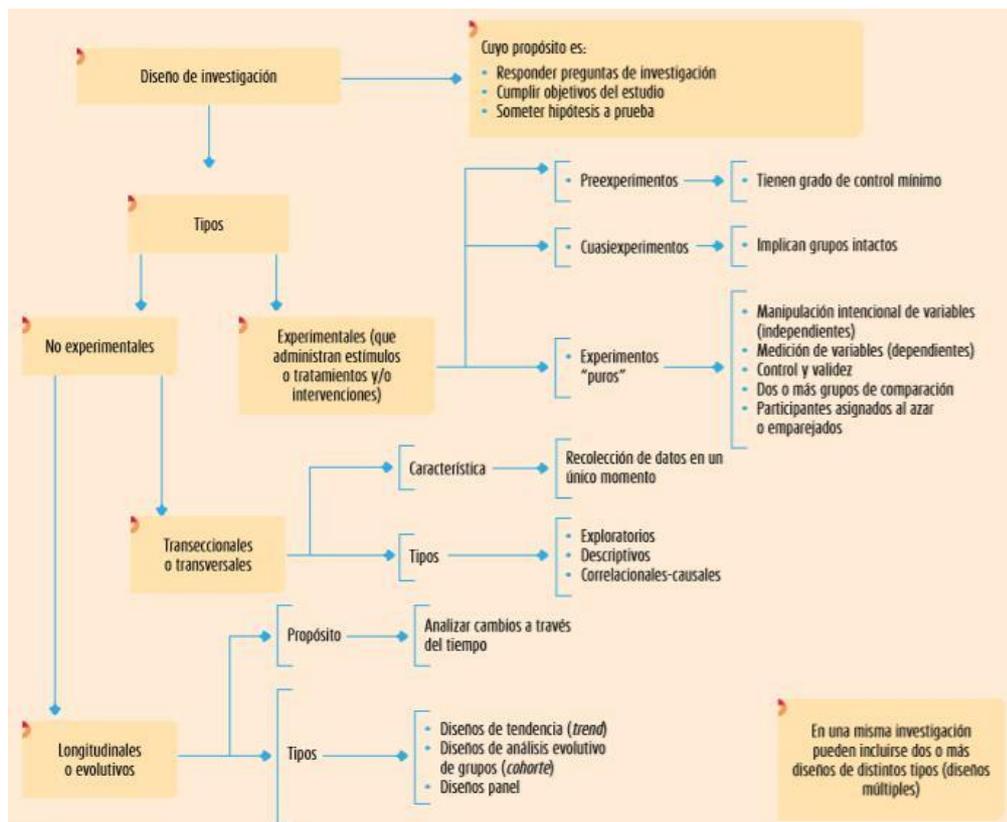
La investigación no experimental, a su vez, se puede clasificar como diseños transeccionales y longitudinales. El diseño transeccional (o transversal) consiste en un

análisis de los datos en un solo momento del tiempo (conjunto de días, meses o años) y no busca distinguir el cambio en el proceso conforme el paso del tiempo. El diseño longitudinal (o evolutivo) consiste en el análisis de cambios en determinados contextos a lo largo del tiempo.

A su vez, el diseño transeccional se puede clasificar como exploratoria, descriptiva y correlacional-causal. La exploratoria consiste en introducir conceptos que ayudan a definir una variable, por lo general nueva o poco conocida. La descriptiva consiste en la indagación de si existe incidencia de ciertas características sobre las variables de estudio en una población y proporcionar la descripción. La clasificación correlacional-causal describe en un periodo, las relaciones entre varias variables.

De acuerdo a lo anterior, se establece que la presente tesis es de tipo cuantitativa, no experimental, de diseño transeccional y descriptiva, debido a que se analizará información de distintos activos en el mercado de capitales en un periodo de tiempo.

Figura 2.1 Proceso cuantitativo: Diseño de la investigación



Fuente: Libro Metodología de la Investigación (Sampietri, 2014)

2.2 Fuentes de información

Luego de seleccionar el diseño de la investigación, se deberá recolectar los datos y realizar el análisis de literatura especializada.

Recolectar datos, bajo el enfoque cuantitativo es medir y plantear procedimientos que conduzcan a extraer la información conveniente sobre las variables de estudio (Hernández, 2014). Se extraerá los precios de los activos a analizar desde distintas fuentes: Yahoo finance, Bloomberg y Coinmarketcap.

Respecto al análisis de la literatura especializada, se desarrollará en los capítulos: Marco teórico y Marco conceptual de criptomonedas. En el primero se analizará las métricas de análisis de activos, teoría moderna de portafolios, así como las metodologías de asignación de activos. En el segundo se revisará las características, elementos, creación de las criptomonedas, así como los mercados donde se ofertan.

2.3 Esquema de trabajo

En los puntos anteriores se ha determinado el método de investigación y las fuentes de información. A continuación, se presenta la Tabla 2.1 con el diseño del trabajo a desarrollar.

Tabla 2.1 Diseño de trabajo

Capítulo	Título	Contenido
I	Introducción	✓ Definir los objetivos, alcances, limitaciones y justificación del tema de investigación.
II	Marco Metodológico	✓ Definir el tipo de investigación, fuentes de información y técnicas de análisis de la información.
III	Marco Teórico	✓ Definir los conceptos de riesgo y rendimiento. ✓ Definir y comparar las principales metodologías para la optimización de portafolios.
IV	Marco conceptual de criptomonedas	✓ Definir las criptomonedas y cómo funcionan. ✓ Definir los elementos de las criptomonedas y proceso de inversión.
V	Análisis estadístico de criptomonedas	✓ Realizar un análisis estadístico de las criptomonedas. ✓ Analizar la correlación de las principales criptomonedas.
VI	Selección de activos del portafolio	✓ Análisis de la coyuntura económica y evolución del S&P500 y tasa libre de riesgo. ✓ Determinar los criterios de selección de los activos del portafolio.
VII	Construcción de carteras de inversión que incluyen criptomonedas comparados con otras inversiones	✓ Optimizar la composición del portafolio para activos de inversión tradicional (acciones) incorporando criptomonedas. ✓ Determinar en qué medida las criptomonedas contribuyen a la mejora de la diversificación y perfil de rentabilidad/riesgo del portafolio.

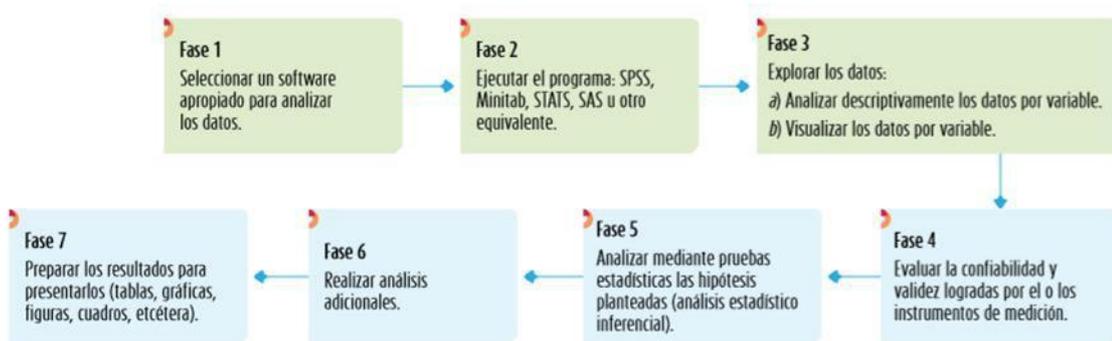
VIII	Conclusiones	✓ Presentar las conclusiones obtenidas de la investigación.
	Anexos	✓ Presentar en detalle la información empleada en el desarrollo del tema de investigación.
	Bibliografía	✓ Detallar los documentos fuente consultados

Fuente: Elaboración propia

2.4 Proceso para el análisis de datos en la investigación cuantitativa

Como se muestra en la Figura 2.2, el análisis de datos en la investigación cuantitativa comprende los siguientes: la selección de las herramientas de análisis (computacional o manual), estudiar los datos obtenidos, determinar la confiabilidad de las metodologías y de interpretar las pruebas estadísticas.

Figura 2.2 Proceso para efectuar análisis estadístico



Fuente: Libro Metodología de la Investigación (Sampietri, 2014)

Una vez que la información ha sido recopilada, codificada y transferida a una base de datos, se procederá con el análisis estadístico descriptivo, seguido de un análisis inferencial. Los datos recopilados son precios de criptomonedas y subíndices bursátiles de S&P500, del periodo 2015 a 2018 tomados en forma semanal y mensual.

Se utilizó el SPSS para el análisis estadístico descriptivo, que comprende la determinación de las medias, varianzas, covarianzas y correlaciones. Se utilizó Matlab para el análisis inferencial y optimización de portafolios.

Una vez efectuados los análisis se procederá a la presentación de los resultados y su interpretación. El estudio no pretende predecir el comportamiento de los activos sino establecer el nivel de relación entre ellos en la conformación de un portafolio óptimo. El inversor que lea este estudio deberá establecer y evaluar sus propios parámetros a fin de tomar una decisión acorde a sus expectativas del mercado y su propio nivel de aversión al riesgo.

CAPITULO III. MARCO TEÓRICO

A continuación, los principales conceptos de carteras de inversión: (i) los principales parámetros estadísticos de medición de activos, (ii) la teoría moderna de portafolio y (iii) las distintas metodologías de asignación de activos. Todos estos conceptos sirven para determinar la metodología apropiada para evaluar la contribución de las criptomonedas a un portafolio de inversión tradicional.

3.1 Métricas de análisis de activos: riesgo y rentabilidad

3.1.1 Riesgo y Retorno de un activo individual

Retorno de un activo individual

El retorno de una inversión es la ganancia o pérdida que un activo experimenta durante un periodo determinado, con relación a su valor inicial. Puede calcularse como la variación en el precio del activo financiero (ganancia o pérdida de capital) más los flujos de caja producidos (dividendos, intereses), expresados como un porcentaje con relación al capital invertido al inicio del periodo.

$$R_t = \frac{P_t + Div_t - P_0}{P_0}$$

Donde:

R_t = Retorno del activo individual

Div_t = Dividendo en cada periodo

P_0 = Precio del activo individual al inicio

P_t = Precio del activo al final del periodo

La fórmula que presenta Markowitz para calcular retornos es un promedio calculado a partir de las probabilidades. Cada posible retorno es multiplicado por su probabilidad de ocurrencia.

$$\bar{r} = \sum (r_i * p_i)$$

Donde:

\bar{r} = Valor esperado del retorno de un activo

$R_t =$ Posibles retornos de cada periodo (desde 1 hasta la n)

$P_t =$ Probabilidad de cada posible retorno

Riesgo de un activo individual

En su concepción más simple, riesgo es entendido como la probabilidad de perder algo. La literatura financiera incluye distintas definiciones de riesgo. La utilizada en este trabajo es la de Markowitz (1952), donde el riesgo de un activo individual es la desviación estándar de sus retornos.

La desviación estándar es el grado de dispersión que muestra la distribución de frecuencias. La dispersión permite ver cuánto puede desviarse un dato específico de su promedio. Cuanto más dispersa es una distribución más inciertos serán los rendimientos. Por el contrario, si la distribución es más concentrada, los rendimientos serán menos inciertos.

La desviación estándar un activo financiero individual es la raíz de las ponderaciones del cuadrado de las desviaciones de cada posible retorno con respecto al retorno esperado.

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n P_i (R_i - \bar{R})^2$$

Donde:

$\sigma^2 =$ Varianza del activo individual

$P_i =$ Probabilidad de cada posible retorno del activo individual

$R_i =$ Posibles retornos de cada periodo (desde 1 hasta la n) del activo Individual.

$\bar{R} =$ Valor esperado del retorno de un activo individual

La desviación estándar es la raíz cuadrada de la varianza.

3.1.2 Tasa Libre de Riesgo

Es la rentabilidad esperada teórica de un activo que no tiene riesgo de pérdida de valor y su retorno está asegurado hasta su vencimiento. Los bonos del tesoro de los Estados Unidos son considerados como el activo libre de riesgo, porque hasta el

momento no ha incurrido en incumplimiento de pago y no se espera que ocurra en el futuro.

3.1.3 *El Ratio de Sharpe*

Los inversionistas son racionales y por ello buscan un retorno que compense el riesgo asumido, en tal sentido entre dos activos con la misma rentabilidad, preferirán el de menor riesgo. El ratio Sharpe mide el rendimiento obtenido por unidad de riesgo, lo que permite hacer comparables entre sí a distintas inversiones.

La fórmula del ratio de Sharpe para un activo o cartera i es el siguiente:

Donde:

E_i = Rentabilidad esperada

R_f = Tasa libre de riesgo

σ_i = Desviación estándar

3.1.4 *Retorno y riesgo de un portafolio*

Las métricas de retorno esperado y riesgo de un activo individual no son útiles para aquellos inversionistas que poseen un grupo de activos que conforman un portafolio.

Retorno de un portafolio

Markowitz definió los retornos como variables aleatorias y determinó que la media del portafolio es un promedio ponderado de las medias de sus activos.

La fórmula del retorno de un portafolio es el siguiente:

Donde:

r_p = Retorno esperado del portafolio

W_A = Peso invertido en el activo A

W_B = Peso invertido en el activo B

r_A = Retorno esperado del activo A

$$R_B = \text{Retorno esperado del activo B}$$

Sujeto a:

$$W_A + W_B = 100\%$$

Riesgo de un portafolio

A diferencia del retorno de un portafolio, la varianza de este no es el promedio de las varianzas de cada activo o el promedio de las desviaciones estándar.

La varianza de un portafolio que incluye dos activos es el valor esperado de las diferencias con respecto a la media del portafolio elevado al cuadrado.

$$\sigma^2 = (R - \bar{R})^2$$

Sustituyendo la ecuación del retorno esperado de un portafolio:

$$\sigma^2 = [W_A(R_A - \bar{R}_p) + W_B(R_B - \bar{R}_p)]^2$$

Resolviendo el cuadrado de una suma:

$$\sigma^2 = W_A^2(R_A - \bar{R}_p)^2 + 2W_A W_B(R_A - \bar{R}_p)(R_B - \bar{R}_p) + W_B^2(R_B - \bar{R}_p)^2$$

Donde:

$(R_A - \bar{R}_p)^2$ y $(R_B - \bar{R}_p)^2$ son las varianzas de A y B respectivamente y $(R_A - \bar{R}_p)(R_B - \bar{R}_p)$ es la covarianza de A y B:

Entonces decimos que la varianza de un portafolio de dos activos (σ^2) depende de los pesos (W_A y W_B) de las varianzas individuales y de la covarianza de ambos activos (σ_{AB}). Una covarianza positiva de dos valores del portafolio incrementa la varianza del portafolio en su conjunto, mientras que una covarianza negativa la disminuye.

La varianza de un portafolio que incluye tres o más activos puede ser calculada con una descomposición matricial. Expresada como sumatoria, la varianza de un portafolio de activos es la suma de todas las multiplicaciones de los pesos y covarianzas de pares de activos, según la siguiente ecuación:

Σ

Donde los numerales correspondientes a i y j representan el número de fila y columna en la matriz de términos de la fórmula de varianza y n representa la cantidad de activos en el universo de análisis. La variable w representa el peso de cada activo en el portafolio y la variable σ_{ij} representa la covarianza entre los activos de la correspondiente fila y columna para cada celda.

Mediante la descomposición matricial, tenemos para n activos:

Activos	A	B	C	...	N
A	$W_A^2\sigma_A^2$	$W_AW_B\sigma_{AB}$	$W_AW_C\sigma_{AC}$...	$W_AW_N\sigma_{AN}$
B	$W_AW_B\sigma_{AB}$	$W_B^2\sigma_B^2$	$W_BW_C\sigma_{BC}$...	$W_BW_N\sigma_{BN}$
C	$W_AW_C\sigma_{AC}$	$W_BW_C\sigma_{BC}$	$W_C^2\sigma_C^2$...	$W_CW_N\sigma_{CN}$
...
N	$W_AW_N\sigma_{AN}$	$W_BW_N\sigma_{BN}$	$W_CW_N\sigma_{CN}$...	$W_N^2\sigma_N^2$

En la diagonal de la tabla se muestran los valores que se refieren a la desviación estándar de un único valor, mientras que los valores de la covarianza entre dos activos se muestran a ambos lados de la diagonal.

La varianza de un portafolio de tres o más activos es el total de la suma de los valores de la tabla de descomposición matricial, por lo que se puede afirmar que la varianza del portafolio depende más de la covarianza entre los activos individuales que de las varianzas de cada uno de ellos por separado.

3.1.5 Portafolio y diversificación

El portafolio es un conjunto de activos que han sido seleccionados teniendo en cuenta el perfil del inversor y su tolerancia al riesgo. La gestión de portafolio consiste en la evaluación de los activos individuales por su contribución al retorno y riesgo la cartera en su conjunto.

La diversificación consiste en añadir activos al portafolio, siendo su potencial beneficio la disminución de riesgo. Los beneficios de diversificar aparecerán si la correlación se aproxima a cero entre el nuevo activo a añadir junto con los activos ya existentes en el portafolio.

3.2 Teoría Moderna de Portafolios

En los años 50 se estableció la teoría moderna de portafolio, bajo esta nueva teoría se realizaron importantes avances, teorías y formas de presentar modelos de cómo funcionan las inversiones en activos financieros. Muchos de estos conceptos continúan siendo utilizados hasta el día de hoy.

La teoría moderna del portafolio estudia la manera como los inversionistas tradicionales construyen un portafolio óptimo con el fin de maximizar su retorno para un determinado nivel de riesgo que estén dispuestos a aceptar.

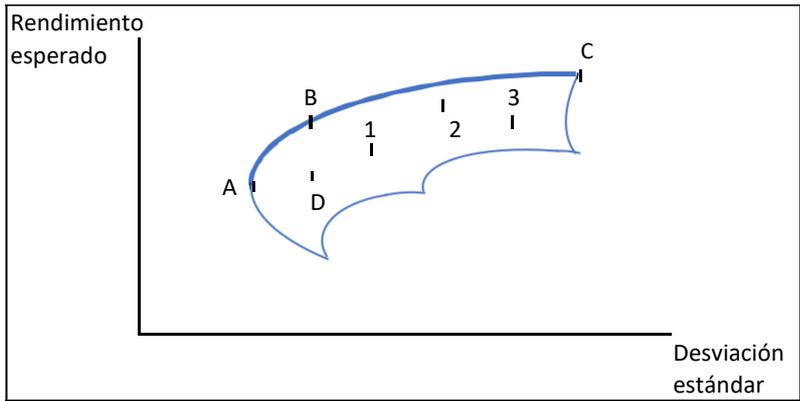
Bajo la teoría moderna del portafolio, la relación rentabilidad / riesgo de un activo financiero no puede ser tomada de manera aislada, sino que debe ser asociada a un conjunto de activos (cartera).

3.2.1 Conjunto factible y frontera eficiente

El conjunto factible representa el conjunto de posibles portafolios, calculados con distintas combinaciones de los pesos de sus activos. Los portafolios en el conjunto factible a su vez son graficados en sus distintos retornos y riesgos.

La frontera eficiente corresponde a los únicos portafolios con el mejor perfil de rentabilidad para cada nivel de riesgo. En la Figura 3.1, la línea ABC corresponde a la frontera eficiente, donde cualquier punto por debajo de la frontera eficiente recibirá un retorno menor pero el mismo riesgo que el de un portafolio en la frontera eficiente.

Figura 3.1 Conjunto factible y frontera eficiente

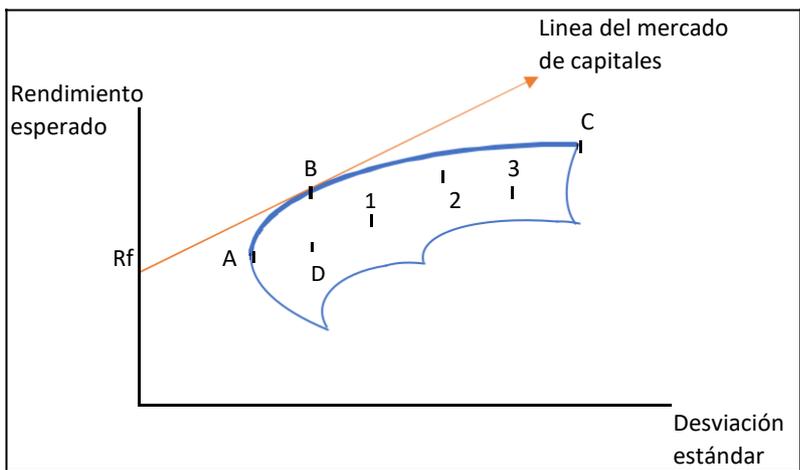


Fuente: Ross (2009). Elaboración: Propia

3.2.2 Portafolio óptimo

El portafolio óptimo es el que tiene la mejor relación retorno-riesgo dentro del conjunto factible. En la Figura 3.2 el portafolio óptimo está representado por el punto B, que es la línea tangente trazada desde el punto del activo libre de riesgo R_f con la frontera eficiente. Esta línea tangente es denominada “línea del mercado de capitales”.

Figura 3.2 Punto tangente o retorno del mercado



Fuente: Ross (2009). Elaboración: Propia

La ecuación de la línea del mercado de capitales es:

$$E_p = R_f + \frac{E_p - R_f}{\sigma_p} \sigma_p$$

Donde:

E_p = Retorno esperado del portafolio

R_f = Retorno esperado del activo libre de riesgo

E_m = Retorno esperado de la cartera del mercado

σ_p = Desviación estándar del portafolio

σ_m = Desviación estándar de la cartera del mercado

3.2.3 Riesgo sistemático y no sistemático

No todos los riesgos pueden ser reducidos en una diversificación de cartera. Los riesgos sistemáticos afectan de manera general a todos los activos, por ello no es posible diversificarlo. Los riesgos no sistemáticos, por el contrario, pueden ser reducidos o eliminados mediante la diversificación de su cartera.

Los riesgos sistemáticos afectarán en la misma dirección a todas las inversiones de un portafolio, por ejemplo, subidas de tasas de interés por lo general tienen el efecto de reducir tanto el valor de las acciones como de los bonos. Si bien algunas inversiones podrían verse más afectadas que otras, incrementar el número de activos en un portafolio no permite eliminar este riesgo, razón por la cual el riesgo sistemático es el que más preocupa a los inversores y para asumirlo requerirán mayor retorno esperado.

Los riesgos no sistemáticos son riesgos que pueden eliminarse incrementando el número de activos en un portafolio.

3.3 Metodologías de asignación de activos

En esta sección se discute el sustento teórico y matemático que respalda cada una de las metodologías de asignación de activos mediante optimización. Todas las metodologías listadas aquí son derivadas a partir de la Teoría Moderna de Portafolios descrita en la sección 3.2 arriba.

3.3.1 Modelo de Markowitz

El modelo de Markowitz se basa en supuestos de imperativo cumplimiento, los principales son los siguientes:

1. Los inversionistas son aversos al riesgo y minimizan el riesgo para un nivel de retorno o exigen mayor retorno para un nivel de riesgo.
2. Los inversores conocen los valores futuros de los parámetros de retorno, riesgo y covarianzas de todos los activos.

3. Las rentabilidades de los activos siguen distribuciones normales, lo que es implícitamente asumido debido a que solo se toma en el análisis las rentabilidades esperadas, varianzas y covarianzas.
4. Los inversionistas no tienen costos de transacción o de impuestos, esto estandariza la medición de rentabilidad a todos los inversionistas.

Otros supuestos son:

1. Se invierte todo el presupuesto, en la creación de la cartera ($W_1 + W_2 + \dots + W_n = 1$)
2. Es un modelo de gestión periódica, es decir, depende del periodo de análisis y de aplicación.
3. Existe una versión adicional donde no se admite las ventas en corto, es decir el inversor no puede vender acciones que no tiene o vender acciones prestadas.
4. Los activos son infinitamente divisibles y en un mundo ideal sin ningún tipo de gastos, impuestos e inflación.

En la sección 3.1 se definieron las métricas de una cartera de activos bajo la metodología de media varianza cuando ya se conocen los pesos (w) de cada uno de sus activos. En la sección 3.2 se definió la Teoría Moderna de Portafolios, el conjunto factible y la frontera eficiente. A continuación, se describe la definición matemática para la estimación de la composición del portafolio óptimo.

Se define al portafolio óptimo como el conjunto de pesos en un vector denominado w^* (n filas, 1 columna). Estos pesos generan la mejor relación retorno / riesgo para el universo de activos evaluado (ajustado por la rentabilidad del activo libre de riesgo):

El vector de rentabilidades (n filas, 1 columna) esperadas también es agrupado en forma matricial para simplificar la notación en el cálculo de la optimización:

La matriz de varianzas y covarianzas (n filas, n columnas) puede ser calculada acumulando los indicadores de cada par de activos, o también puede ser calculada con álgebra de matrices: Siendo MD la matriz de desviaciones de las series de rentabilidad de cada uno de los activos. Entonces la matriz de varianzas y covarianzas S equivale a:

$$S = \frac{MD^T MD}{t}$$

Donde MD^T es la transpuesta de la matriz MD y t es el número de observaciones en cualquier serie de tiempo en el universo de activos analizado.

El portafolio óptimo es calculado resolviendo las siguientes ecuaciones de álgebra de matrices: Se realiza una multiplicación de matrices entre la inversa de la matriz S con el vector de rentabilidades R restado en cada observación por el retorno del activo libre de riesgo. El resultado de esta multiplicación es el vector Z , la ponderación de cada uno de los términos del vector Z corresponde exactamente con los pesos de la cartera con la mejor relación retorno/riesgo.

$$Z = (S^{-1} - \frac{1}{\sigma^2} \mathbf{1}\mathbf{1}^T) R$$

3.3.2 Frontera eficiente re-muestreada (1989)

Una desventaja de la optimización de carteras con la metodología de Markowitz es la sensibilidad de las soluciones de las carteras ante cambios en la data histórica; debido a que la actualización de la data histórica puede significar cambios en los indicadores (rentabilidad, varianza y covarianza) lo suficiente para que cambien significativamente los pesos de la cartera óptima.

De lo anterior, Michaud (1989) desarrolló una aproximación a la optimización de carteras mediante el uso de indicadores (rentabilidad, varianza y covarianza) de distintos periodos muestrales dentro de la muestra original, a esta metodología se le denomina frontera eficiente remuestreada. Con estos indicadores por distintos periodos

muestrales se obtienen diversas fronteras eficientes simuladas o estimadas, obteniendo un nuevo portafolio óptimo, a partir de los pesos promediados de cada uno de los portafolios óptimos.

La ventaja de esta metodología es que el administrador de carteras no tendrá que realizar rebalances fuertes al optimizar nuevamente por una actualización de la data de sus activos. Otra ventaja es que los portafolios generados por el método de Michaud es que están mejor diversificados.

La desventaja es que este método de optimización no tiene una base teórica que respalde que se puede obtener un nuevo portafolio óptimo a partir de promediar los pesos de cada uno de los portafolios óptimos remuestreados.

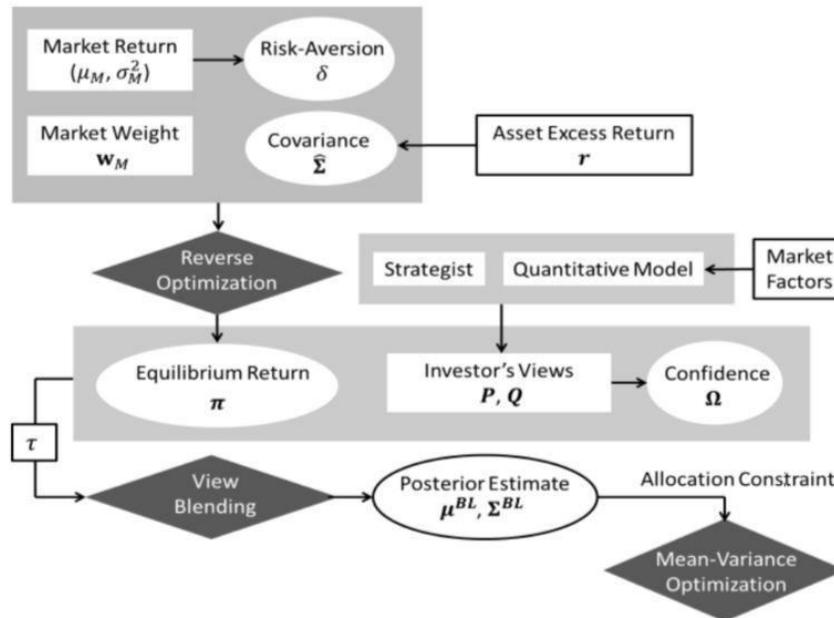
Otra desventaja es que este método puede incluir activos altamente volátiles en el nuevo portafolio óptimo, los que estarían excluidos bajo la metodología de Markowitz. Según Bernd (2002), algunas muestras de activos altamente volátiles pueden también exhibir rentabilidades muy altas, lo que puede hacer que en el portafolio óptimo para ese periodo muestral predomine ese activo volátil.

3.3.3 *Black-Litterman (1992)*

Black y Litterman crearon el modelo de optimización de carteras en base al modelo de Markowitz, incorporando a las perspectivas del mercado y del administrador de carteras sobre los activos analizados. La intención del modelo es solucionar el problema de optimización de Markowitz relacionado con el error de estimación y el uso de solo data histórica (Figura 3.3).

- El modelo parte de designar un índice de mercado (portafolio global) cuyos pesos son ajustados por la perspectiva del mercado, para obtener la rentabilidad implícita de los activos analizados (rentabilidad de equilibrio), la que es ajustada por la perspectiva del administrador de cartera.
- La matriz de covarianzas histórica es ajustada por el número de proyecciones de mercado y la confianza que se tenga sobre estas.
- Las rentabilidades implícitas ajustadas y la matriz de covarianzas ajustadas son usados como input para calcular el portafolio óptimo, siguiendo la misma fórmula de la optimización de media varianza.

Figura 3.3 Esquema del proceso de optimización Black-Litterman



Fuente: Su y Benzschawel (2015). Elaborado por Citigroup.

La descripción matemática del modelo es similar a la optimización Markowitz, excepto por los pasos: (i) la optimización en reversa para calcular la rentabilidad de equilibrio de cada uno de los activos (el vector r se convierte en el vector π) y (ii) la modificación de la matriz de varianzas y covarianzas (S).

Se parte al elegir un “portafolio de mercado”, el cual puede ser un índice de referencia que sea comparable con el objetivo del inversionista general cuya cartera que se busca optimizar.

El paso de optimización en reversa sirve para calcular el vector de rentabilidades de equilibrio, que consiste en combinar los pesos en el portafolio de referencia con la matriz de covarianzas de los activos, para derivar implícitamente la rentabilidad de equilibrio o de mercado. Este es calculado como la multiplicación del escalar (delta) por el resultado de la multiplicación matricial entre la matriz de varianzas y covarianzas (S) y el vector de pesos del portafolio de mercado (w_M), de la siguiente manera:

Donde δ (delta) es el parámetro de aversión al riesgo y corresponde al ratio entre la rentabilidad del portafolio de mercado y la varianza de ese índice. $\delta = (\mu_M / \sigma_M^2)$ o en su versión como ratio shape: $\delta = ([\mu_M - r_f] / \sigma_M^2)$.

La segunda parte de la metodología Black-Litterman consiste en establecer una matriz de varianzas y covarianzas modificada por las expectativas del mercado. Para esto, se introduce también el vector de perspectivas Q ($n \times 1$), que hace referencia solo a las perspectivas sobre la rentabilidad de cada uno de los activos analizado, n es el número de activos analizados. Luego, se introduce la matriz de confianza omega (Ω), una matriz diagonal $k \times k$ que refleja la confianza común entre los inversionistas sobre las perspectivas anteriores, k es el número de perspectivas recopiladas por el inversionista. Ambas matrices son combinadas para conseguir la matriz de proyección P , una matriz $k \times n$, esta matriz puede ser calculada con distintas metodologías siempre que se respete que la distribución de $P\mu$ es normal y depende de Q y Ω :

$$= (P, \Omega)$$

El último paso es calcular el vector de rentabilidades esperadas μ^{BL} , que consisten en ajustar nuevamente el vector de rentabilidades de mercado π por el vector de proyección P , las simplificaciones del modelo permite calcularlo como sigue:

$$= \pi + P' \Omega^{-1} (Q - P\pi)$$

Una vez se realizaron los ajustes a los vectores de rentabilidad esperada y matriz de varianzas y covarianzas bajo la metodología Black-Litterman, se procede con la optimización matemática similar al método de Markowitz:

$$= -\frac{1}{2}$$

$$\mu = \frac{1}{\Sigma^{-1} \mathbf{1}}$$

La ventaja del modelo Black-Litterman es que logra una optimización de carteras con pesos de activos más estables y mejor diversificados. La desventaja es que este modelo tiene muchos pasos, depende mucho de la calidad de las proyecciones del mercado y existen muchas metodologías distintas para ponderarlos dentro del modelo. Todo esto lo hace impráctico para un estudio descriptivo y neutral.

3.3.4 Simulación de Montecarlo

La simulación de Montecarlo también tiene aplicación en la optimización de carteras y sirve de complemento a distintas metodologías de asignación de carteras. Este método se basa en la información de las distintas carteras óptimas a analizar, de las que

se obtienen las rentabilidades, varianzas esperadas y la distribución estadística de los portafolios óptimos con la que se determina: La de menor potencial a la baja, mayor potencial al alza u otros criterios de riesgo máximo tolerable o rentabilidad deseada por el inversionista.

La ventaja de este modelo es que se acopla a los objetivos puntuales del inversionista (rentabilidad mínima, liquidez, etc.), pues calcula las probabilidades de logro de cada cartera óptima analizada.

Las principales desventajas es que puede ser complicado de implementar por el gran número de simulaciones y la revisión retrospectiva (backtesting) que consiste en la validación de los portafolios óptimos obtenidos en la simulación de Montecarlo contrastándolos con su desempeño si es que hubiesen sido aplicados en periodos anteriores. Otra desventaja de la simulación de Montecarlo para estimar carteras es que requiere conocer con exactitud los objetivos y restricciones de cada inversionista, los que por lo general son distintos.

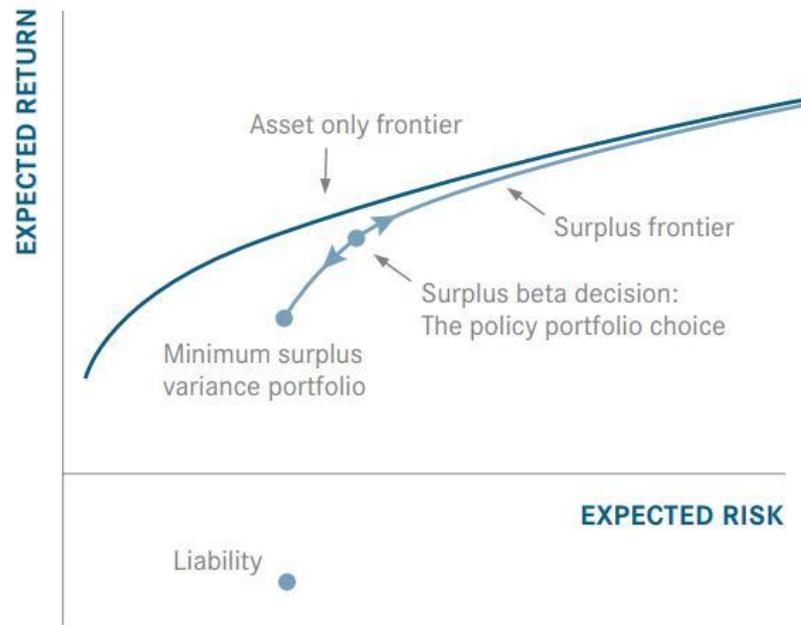
Por último, el portafolio óptimo determinado por este modelo está limitado por el uso de data histórica como único input, porque excluye del cálculo a las perspectivas del mercado.

3.3.5 Gestión de Superávit de Activos y Pasivos

Esta metodología busca realizar la asignación de activos con el objetivo de maximizar la diferencia entre activos en cartera y pasivos del inversionista, para cada nivel de riesgo. Esta metodología es apropiada principalmente para carteras o fondos que incluyen financiamiento dentro de su estructura, ya que el valor finalmente disponible para el inversionista es la diferencia entre ambas métricas: total de activos a valor de mercado menos total de pasivos a valor de mercado en el fondo (Ezra,1991).

Por ejemplo, en la Figura 3.4 se muestra la frontera eficiente para un fondo/cartera con pasivos significativos, donde el eje vertical representa la rentabilidad neta de costo de deuda de todos los activos y pasivos: si el valor es positivo se encuentra en superávit, si es negativo el fondo está en déficit. El eje horizontal representa el riesgo asociado a esa posición neta (su desviación estándar agregada).

Figura 3.4 Frontera eficiente en la Gestión de Activos y Pasivos



Fuente: Waring (2004).

De la misma manera que un portafolio de solo activos, un fondo con pasivos tiene una frontera eficiente y existe un portafolio neto de mínima varianza (MSVP – minimum surplus variance portfolio) y también existe un portafolio neto óptimo (Beta policy decision), que puede ser ajustado discrecionalmente para lograr una rentabilidad neta de costos superior a cero.

La práctica común al optimizar portafolios de activos y pasivos es utilizar Betas agregados (Waring, 2004), de la siguiente manera:

$$R_p = (1 - \beta)R_f + \beta R_m - \lambda \frac{\sigma_p^2}{\sigma_m^2} + \omega \sigma_p$$

Donde A_0 representa el Total de Activos, L_0 el total de pasivos, R_f el retorno del activo libre de riesgo, β_s representa el beta contra el portafolio de mercado, μ es la prima de riesgo, λ es el parámetro de aversión al riesgo del inversor, σ es la desviación estándar y ω es la desviación estándar de la prima de riesgo. Q y S hacen referencia al portafolio de activos y al superávit/déficit, respectivamente.

De la misma manera que la optimización de Markowitz, el método de Gestión de Superávit de Activos y Pasivos sufre de los problemas de sensibilidad en la estimación matemática de la cartera óptima, así como del uso de información histórica para estimar

los retornos y riesgos de los activos, además bajo esta metodología, la medición de los pasivos. Una complicación adicional es que el modelo requiere los betas de los activos, pero los betas no son indicadores adecuados para las criptomonedas por su baja correlación con el mercado.

3.3.6 Metodología seleccionada

De las metodologías revisadas, a continuación se presenta las ventajas y desventajas de cada una de ellas (Ver Tabla 3.1):

Tabla 3.1 Resumen de características de cada metodología

Metodología	Fortalezas	Limitaciones
Markowitz (Optimización de la varianza media)	<ul style="list-style-type: none"> - Altamente entendido y aceptado en la práctica de mercado. - Rápida estimación a partir de parámetros estadísticos sobre los activos analizados. - Los parámetros de rentabilidad y riesgo son adecuados para cualquier activo analizado, incluido criptomonedas. 	<ul style="list-style-type: none"> - La naturaleza de los estimados se basa en data histórica. - Es frecuente las soluciones de esquina (exclusión de algunos activos de la cartera final). - Resultado es muy sensible ante cambios en la frecuencia y horizonte de la data.
Frontera eficiente remuestreada	<ul style="list-style-type: none"> - Existe mayor estabilidad en la frontera eficiente que en la metodología de Markowitz. 	<ul style="list-style-type: none"> - No hay sustento teórico para esta aproximación.
Black-Litterman	<ul style="list-style-type: none"> - Incorpora la perspectiva de mercado para estimar la rentabilidad y riesgo de activos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pueden existir sesgos o mucha dispersión en las estimaciones de rentabilidad y riesgo de los activos.
Simulación de Montecarlo	<ul style="list-style-type: none"> - Permite modelar y solucionar problemas de dependencia en el camino de las proyecciones de los parámetros (rentabilidad / riesgo). - Genera probabilidades estadísticas para estimar el cumplimiento de objetivos de un inversionista. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es muy complejo de implementar y requiere de muchas simulaciones. - Depende de las distribuciones de probabilidad asumidas para cada activo.
Gestión de superávit de activos y pasivos	<ul style="list-style-type: none"> - Considera la rentabilidad neta del inversionista en la estimación de la mejor cartera. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mismas limitaciones de metodología de Markowitz además de tener que estimar parámetros de los pasivos asociados al financiamiento de un portafolio.

Fuente: Elaboración propia

Como siguiente paso en el análisis de las metodologías presentadas se ha comparado las características de cada una de ellas, a fin de establecer cuál es la más adecuada para el análisis de carteras que incluyen criptomonedas y obtener sus pesos óptimos en una cartera global para un inversionista en general.

Tabla 3.2 Características de las metodologías presentadas

Característica	Markowitz (Optimización de la varianza media)	Frontera eficiente remuestreada	Black-Litterman	Simulación de Montecarlo	Gestión de superávit de activos y pasivos
Altamente entendido y aceptado en la comunidad de inversiones.	✓		✓	✓	
Tiene un adecuado respaldo teórico.	✓			✓	✓
Utiliza data histórica como input	✓	✓	✓	✓	✓
Utiliza estimaciones futuras como inputs, es decir incorpora la perspectiva de mercado.			✓		
No requiere conocer una distribución de probabilidad para cada activo.	✓	✓	✓		✓
Es práctico de implementar y no requiere de muchas simulaciones.	✓				
La rentabilidad y riesgo son adecuados para cualquier activo analizado, incluido criptomonedas.	✓				
Considera la rentabilidad neta de deuda para el inversionista en la estimación de la mejor cartera.					✓
Total características	6	2	4	3	4

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3.2, se observa que la metodología de Markowitz tiene más características que se ajustan o adaptan para el estudio de carteras que incluyen criptomonedas, además, esta metodología es práctica, altamente entendida y reconocida por la comunidad de inversiones.

A continuación, se detalla los motivos por lo que no se ha considerado las otras metodologías en esta tesis:

- El método de optimización de carteras por remuestreo no se consideró porque no existe una base teórica que la respalde, particularmente en la discrecionalidad

de la elección de periodos de muestreo, debido a que en activos que experimentaron periodos alcistas en un corto periodo de tiempo, como en el caso de las criptomonedas, podrían ser incluidos en la cartera óptima con pesos más altos que los demás activos.

- La metodología de Black Litterman no se consideró dada su complejidad y que no existe suficientes proyecciones de mercado válidas sobre las criptomonedas.
- La metodología de Monte Carlo no se consideró dado que es una metodología complementaria a la Metodología de Markowitz.
- La metodología de gestión de superávit de activos y pasivos no se consideró dado que la tesis analiza al inversionista en general, independientemente de su financiamiento.

3.4 Conclusiones

En este capítulo se describieron las principales métricas para el análisis de inversiones individuales de portafolios de inversión, así como las distintas metodologías de asignación de activos en una cartera. De este análisis se determinó que para evaluar a un portafolio de un inversionista en general que desee mejorar su perfil retorno/riesgo con criptomonedas, la metodología de varianza media (Markowitz) sería la más apropiada. Esto debido a su sólido fundamento teórico, practicidad y aceptación en la comunidad de inversiones.

CAPITULO IV. MARCO CONCEPTUAL DE CRIPTOMONEDAS

En este capítulo se expondrán definiciones de criptomonedas así como su creación, mecánica de emisión, elementos que la conforman y sus riesgos asociados.

4.1 Criptomonedas

La criptomoneda es un nombre que se usa para describir las monedas digitales que utilizan la tecnología Blockchain, el prefijo “cripto” surge porque estas monedas utilizan la criptografía para asegurar las transacciones entre usuarios y el termino moneda es porque se usan como si fuesen monedas tradicionales, algunos prefieren denominarla “activos digitales” porque la consideran una forma de inversión.

La criptografía es un método matemático que se encarga de hacer seguro un envío de información entre un emisor y un receptor, en término general cualquier moneda digital que utilice “Blockchain” y por lo tanto criptografía para proteger sus transacciones, es una criptomoneda.

El Fondo Monetario Internacional (FMI) define lo siguiente:

Los crypto activos hacen posibles operaciones financieras rápidas y poco costosas, ofreciendo al mismo tiempo la comodidad del efectivo. Algunos servicios de pagos realizan transferencias al extranjero en cuestión de horas, ya no de días. Si las criptomonedas emitidas privadamente siguen siendo riesgosas e inestables, podría surgir una demanda para que los bancos centrales suministren dinero en modalidad digital (C. Lagarde, 2018).

Monedas virtuales: Para clarificar este punto, no se trata de pagos digitales en monedas existentes, a través de Paypal y otros proveedores de “dinero electrónico” tales como Alipay en China, o M-Pesa en Kenya. Las monedas virtuales constituyen una categoría diferente, pues ofrecen su propia unidad de cuenta y sistemas de pagos. Estos sistemas permiten transacciones entre pares sin cámaras centrales de compensación, sin bancos centrales (C. Lagarde, 2017).

Creación de las Criptomonedas:

Las criptomonedas han surgido para retar al sistema financiero tradicional en la forma de realizar transacciones sin la necesidad de un banco u otros, lo que reduce los

costos de transacción permitiendo que sean rápidas, sencillas y seguras. A diciembre de 2018 se habían creado 2104 criptomonedas.

Las personas que apoyan el proyecto de una nueva criptomoneda (Initial Coin Offering -ICO) desean obtener beneficios financieros futuros a través de intercambio de divisas, así como también de su uso como medio de pago, el éxito dependerá del código de programación y de encontrar una comunidad de gente que esté interesada en la nueva criptomoneda. El nuevo proyecto (ICO) se ajustará a las necesidades y requisitos de dicha comunidad y deberá estar orientado a tener éxito a largo plazo.

La mayoría de las criptomonedas están basadas en el código abierto de Litecoin y Bitcoin Classic, debido a que sus códigos son de fácil acceso y cualquiera es libre de copiar y pegar el protocolo de software principal de Bitcoin Classic para crear su propia moneda. Solo se requiere conocimiento de lenguaje de programación C++ y algo de experiencia. Cuantas más características se quiera introducir a una criptomoneda, más tiempo y esfuerzo se va a necesitar para modificar el código abierto existente.

Finalmente, son los mineros que dan soporte a la infraestructura de las criptomonedas al proporcionar su poder computacional al sistema, haciendo posible la creación de nuevos Blockchain, siendo su apoyo el que determina el grado de éxito del proyecto de creación de una criptomoneda. En el caso, que la comunidad de mineros aprecie la idea del proyecto, un equipo de desarrolladores empezaran a minarla (crear las criptomonedas).

4.2 Características de las Criptomonedas

En el presente, los bancos centrales emiten dinero físico, como los billetes y monedas que se encuentran en circulación y dinero digital. Asimismo, las entidades financieras mantienen en su base de datos las cuentas de crédito y depósitos de sus clientes en archivos digitales, por lo que los bancos también están vinculados con lo digital.

El pago realizado a través de las Criptomonedas no requiere de redes privadas como las tarjetas de crédito y bancos. Las criptomonedas tienen su propia unidad de cuenta y sistema de pagos sin cámaras centrales de compensación, esto significa que no existe

algún intermediario entre los participantes, comprador y vendedor, resultando ser un sistema en el cual se transfiere valor libre de intermediarios.

Las características principales de las principales criptomonedas:

Bitcoin Classic (BTC), concebida en 2009 y cuyo creador se desconoce actualmente, fue la única criptomoneda hasta finales del 2012. El Bitcoin Classic es un protocolo y red P2P (peer-to-peer), que se propone como una solución al problema del doble gasto utilizando una red usuario-a-usuario.

Su unidad de cuenta se denomina Bitcoin Classic y se crean cada diez minutos. Las transacciones se apoyan en la tecnología “Cadena de bloques” quedando registradas permanentemente y cada bloque tiene un gran número de transacciones, siendo esta cadena de bloques similar a un gigantesco libro de cuentas. Los bloques se cierran con una especie de firma criptográfica llamada ‘hash’, a modo de sello lacrado. De esta forma, se certifica que la información encriptada no se ha manipulado ni se puede manipular, formando un registro que no puede ser cambiado sin volver a recrear la prueba de trabajo.

El número máximo de monedas que se pueden crear está definido en 21 millones de Bitcoin Classic y a febrero de 2018 se han minado ya unos 16 millones de Bitcoin Classic, lo que es un 75% de la cantidad total. Se estima que para el 2032 se habrán minado un 99% de los Bitcoin Classic, pero como el ritmo de producción será más bajo no será hasta aproximadamente 2140 cuando se mine el último Bitcoin Classic (Xataka, 2018)

Litecoin, creada por Charlie Lee en el 2011, es una Criptomoneda sustentada por la red P2P, tiene un número limitado de aproximadamente 84 millones de Litecoins. Cada litecoin es fraccionado en 100.000.000 unidades más pequeñas, definidas por ocho decimales y el procesamiento de un bloque o creación es cada 2,5 minutos.

El Litecoin se gestiona en una plataforma de código abierto y su minería se basa en el algoritmo Scrypt, lo que significa que no hay centralización de minerías, ya que, no hay equipos específicos destinados para ella. (Yurong Zhu, 2017).

Ether: Basada en el modelo blockchain de Ethereum, fue propuesto por Vitalik Buterin, y salió al Mercado en julio 2015. Ether no tiene un número limitado, por lo que se crearan en la misma cantidad de Ether de forma regular. Ethereum puede usarse como

plataforma para otras criptomonedas, y las transacciones son confirmadas más rápidamente por la cadena de bloques o blockchain. (Matus, 2017).

Stellar, fue desarrollada con la finalidad de ayudar en las operaciones y transacciones financieras de cualquier tipo de divisa y con un costo de transacción bajo, dirigida tanto a bancos como a personas que puedan transferir valor o almacenar activos.

Ripple, es la segunda moneda digital más valiosa del mercado con USD 14.4 mil millones de capitalización al 31 de diciembre de 2018, siendo considerada la criptomoneda de los bancos, debido a que formó alianzas con diversas instituciones financieras, entre los que se tiene al Banco de Inglaterra, el Banco Real de Escocia, Santander, BBVA, entre otros, permitiendo a estas entidades enviar pagos internacionales en tiempo real.

Tether, creada con la finalidad de servir de enlace entre las monedas fiduciarias y las criptomonedas, por lo que cada Tether tiene un valor equivalente a un Dólar Estadounidense y es por lo que se mantiene estable, su precio siempre va a oscilar cerca a dicho valor (USD 1.00) a diferencia de las otras criptomonedas.

4.3 Elementos de las Criptomonedas

4.3.1 Monederos digitales

Los monederos de criptomonedas digitales son programas informáticos que permiten guardar, enviar y recibir dinero, generando dos claves: La clave pública es como la dirección del monedero semejante a tener el número de cuenta del banco y la clave privada es la contraseña que usa el destinatario de las criptomonedas para desbloquear y poder usar los fondos disponibles. En una transacción ambas claves deben coincidir para que el saldo en la billetera digital del remitente disminuya y el saldo en la billetera digital del destinatario aumente. La transacción está representada simplemente por un registro de transacción en la cadena de bloques y un cambio en el saldo de la cartera de la persona que tiene criptomonedas (TecnoBits, 2018).

Tipos de monederos digitales

Wallet en la nube o en línea: Basados en aplicaciones web dentro de un dominio, no requiere que se descargue el software o la cartera en el ordenador.

Wallet de escritorio o de ordenador: Es el monedero más común y fácil de usar, se requiere estar en el ordenador si se requiere realizar alguna transacción urgente.

Wallet de Smartphone: Basada en una App (IOS, Android, Windows)

Paperwallet o monedero de papel: Consiste en imprimir el código QR y la llave privada del wallet.

Hardwallet o wallet de soporte físico: Puede ser en forma de USB, siendo el tipo de hardware más seguro por el simple hecho de que no son tan vulnerables a los ataques de Phishing (GuiaBitcoin, 2018).

4.3.2 Cadena de Bloques o blockchain:

Es una estructura de datos en la que la información se agrupa en conjuntos (bloques) a los que se les añade informaciones relativas a otro bloque de la cadena anterior en una línea temporal, de manera que gracias a técnicas criptográficas, la información contenida en un bloque solo puede ser editada modificando todos los bloques posteriores, se suele comparar con un libro de contabilidad de una empresa donde queda registrada todas las entradas y salidas de dinero como si fuera un libro de acontecimientos digitales. La cadena de blockchain es un libro digital incorruptible de transacciones económicas que pueden programarse para registrar no solo transacciones financieras, sino prácticamente toda transacción o información que sea de valor.

Aplicaciones de las tecnologías Blockchain:

Almacenamiento en la nube distribuido: En lugar de depender de servicios de almacenamiento en la nube centralizados como Dropbox, Amazon o Google Drive, la tecnología blockchain ofrece la posibilidad de almacenar los datos o archivos en una red P2P (peer-to-peer), es decir, quedan guardados por múltiples miembros de la red.

Gestión de identidades: Permite a los usuarios crear su propia identidad digital, la cual es difícil de alterar.

Registros y verificación de datos: Esta tecnología se puede usar para almacenar cualquier tipo de información, generando así un registro distribuido inalterable, mucho más seguro que las base de datos tradicionales que son gestionadas por un tercero. Algunas empresas ya ofrecen este tipo de servicio, siendo las posibilidades de uso enormes, como en clínicas y hospitales que pueden crear registros con todos los datos

y el historial médico de los pacientes. Otra aplicación por ejemplo son los registros de propiedad que podrían crear registros en el que figure quien es el propietario de cada inmueble o terreno y las transacciones realizadas, evitando de este modo cualquier tipo de fraude o manipulación (FinTech M Rodriguez, 2016).

Otros de los campos de aplicación es la certificación de procesos, productos y servicios, en los que miles de certificados de autenticidad quedan almacenados en la cadena de bloques de forma segura y accesible (Dirigentesdigital.com, 2018).

4.3.3 Minería de criptomonedas

Es la actividad por la cual se emiten nuevos criptoactivos a través de la confirmación de transacciones en una red blockchain. Esta confirmación de transacciones se realiza de dos maneras:

Prueba de trabajo (Proof-of-work): Los mineros emplean computadoras que tienen procesadores con una alta potencia para dar solución a los problemas matemáticos (hash), permitiéndoles continuar con las transacciones agregando un nuevo bloque a la cadena y recibiendo criptomonedas como recompensa.

Prueba de participación (Proof-of-stake): Es un algoritmo de consenso alternativo al Proof-of-Work en el que los participantes envían una transacción especial que bloquea sus fondos por un determinado periodo de tiempo y les permite entrar en el proceso de creación y validación de bloques. Los participantes que logran el mayor número de bloques validados son añadidos a la cadena. (Criptonoticias,2018).

4.4 Oferta inicial de monedas (Initial Coin Offering – ICO)

Una ICO es una oferta inicial de monedas. Es un proceso por el cual se distribuye tokens en la fase temprana de creación de una criptomoneda, con el objetivo de financiar su desarrollo.

Estos tokens emitidos pueden ser usados libremente para su comercialización siendo el mercado de libre competencia quien fija el precio de acuerdo a la oferta y a la demanda.

En ese sentido una ICO permitiría que las personas ubicadas en cualquier punto del planeta puedan financiar una idea en un corto tiempo y a cambio obtener un activo digital fácil de negociar, eliminando barreras fronterizas en un mundo globalizado.

Diferencias entre las ICOS y las IPOs:

Una IPO (Initial Public Offering) es un tipo de oferta pública, mediante la cual una empresa oferta una cantidad de acciones en una bolsa de valores.

La finalidad principal de una IPO será, en la mayoría de los casos, recaudar una cierta cantidad de dinero mediante las acciones vendidas, que le permitirá a la empresa mejorar o expandir su negocio o su proyecto y poder generar mayores ganancias.

Las ICOs, son asociadas a las criptomonedas debido a que la mayoría de los proyectos financiados utilizan la tecnología blockchain, mayormente conocida debido a las criptodivisas.

Las ICOs es una forma de financiación colectiva, lo cual implica que pueden ser conseguidas de forma más sencilla, generalmente desde internet.

En una IPO se ofrecen acciones de una empresa, a diferencia de una ICO que distribuye tokens que son una especie de criptomonedas.

En una IPO la empresa requerirá de algunos años de haber sido iniciada y de poseer ciertos activos y un determinado capital.

Las ICOs no están reguladas ni requieren de una bolsa de valores para que la oferta sea accesible, lo cual permite que una campaña de ICO se lance en cualquier momento, cumpliendo ciertos requisitos estándar.

4.5 Bolsas de Criptomonedas (Exchange)

Las casas de exchange de criptomonedas son plataformas online en las que se puede comercializar las diferentes criptomonedas que actualmente existen en el mercado, ya sea comprándolas o vendiéndolas, así como intercambiar dinero tradicional (Euros, Dólares, etc.) por monedas digitales o solamente cambiar criptomonedas.

Tipos de Exchange de Criptomonedas:



El tradicional:

Sería lo más parecido a la bolsa de valores en los cuales los compradores y vendedores se acogen al precio de mercado actual de la criptomoneda en cuestión establecido por la plataforma, cobrando una tarifa por cada transacción.



Plataformas de negociación directa:

En este tipo de plataforma los usuarios pueden negociar directamente entre ellos. Aquellos que quieren vender establecen su propio tipo de cambio y aquellos interesados en comprar establecen las tarifas que estarían dispuestos a pagar, siendo la plataforma la que pone en contacto a compradores y vendedores. Este tipo de exchange funciona de manera similar a un Over The Counter (OTC).



Broker de Criptomonedas:

Son semejantes a los lugares de cambios de divisas del aeropuerto. En estas plataformas los clientes pueden comprar y vender criptomonedas al precio que está establecido, por lo general al precio del mercado más una pequeña prima. Las comisiones que se cobran suelen ser un poco mayores a las que existen en un exchange tradicional (Bitcoin.es, 2018)

Ventajas del Exchange:



Respaldo:

Todos los usuarios dentro de la plataforma de intercambio pasan por procesos de verificaciones, que le da mayor seguridad al momento de realizar transacciones, sin embargo, ningún exchange está exento de un ataque de hackers.



Rapidez:

Ciertas transacciones requieren tiempo para lograr procesarse, en especial las transnacionales, sin embargo, por medio del exchange el proceso se acelera garantizando mayor liquidez.



Privacidad:

La privacidad está garantizada solo si la plataforma acepta pagos en efectivo. (Panda Noticias Shaymar Figueroa, 2018).

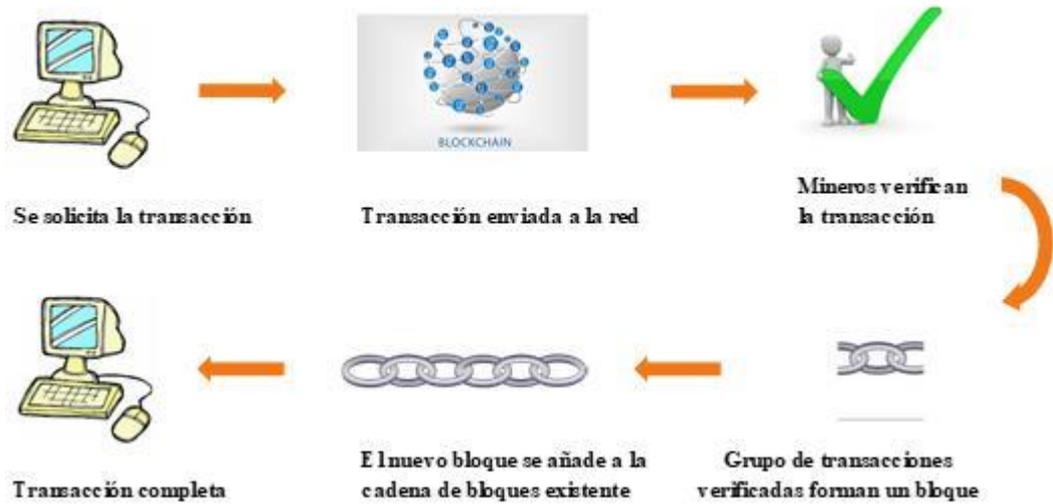
4.6 Proceso de inversión en Criptomonedas

Entre los pasos para hacer una inversión en criptomonedas se encuentra en primer lugar la creación de la billetera (Wallet). Esta billetera puede ser digital, física o una casa de cambio (Exchanges).

Una vez que se tiene la billetera que es donde se almacenarán las criptomonedas, se procede a realizar la compra de la moneda y el sistema procede con el siguiente proceso para validar y registrar la transacción:

1. Cada una de las transacciones se representa en la red como un bloque, asignándole un código alfanumérico irreplicable similar al número de serie de un billete. Cada bloque tiene aproximadamente un 1Mb de tamaño.
2. Cada uno de los bloques se registra de manera permanente y contiene información minuciosa como la cantidad de la transacción; emisor y receptor del intercambio, entre otros. Así mismo cada usuario dispone de dos claves: una privada y otra pública, con la cual se garantiza el anonimato de los usuarios.
3. La red de usuarios registra en tiempo real cada una de las operaciones en un libro de transacciones llamado "Ledger". Las personas que hacen el registro y verificación se les denomina Mineros.
4. Cuando uno de los Mineros completa un bloque de aproximadamente un 1Mb de transacciones verificadas, le comunica al resto para que confirmen su verificación y recibe una recompensa en criptomonedas.
5. Una vez se haya completado un bloque de transacciones verificadas, se crea un "Hash" (que es un código de números y letras de lo que contiene el bloque) y se agrupa a un blockchain en donde es imposible modificar o eliminar alguna operación, debido a que los bloques o registros se encuentran entrelazados y cifrados obteniendo de esta manera una base de datos segura.

Figura 4.1 Proceso de inversión en criptomonedas



Fuente: Elaboración propia

4.7 Riesgos asociados

Las criptomonedas han surgido como una oportunidad atractiva en el mundo actual, a pesar del riesgo que se asume. Por lo tanto, es primordial conocer de qué se tratan estos riesgos antes de realizar una inversión.

✓ Problemas de iliquidez y volatilidad extrema

Las criptomonedas son riesgosas debido a su alta volatilidad. Además, que no se tiene certeza sobre lo que sucederá en el futuro con estas. En pocos días puede cambiar el precio dramáticamente por diversas causas. Así tenemos por ejemplo que el Bitcoin Classic paso de USD 19,535 el 16 de diciembre de 2017 a USD 13,971 el 31 de diciembre del mismo año y luego a USD 10,001 a 31 de enero de 2018, perdiendo 49% de su valor en solo mes y medio. Al cierre de diciembre de 2018, la moneda se cotizaba en USD 3,743.

Cuando suceden estos desplomes en los precios, los tenedores de criptomonedas tienen dificultades para venderlas, debido a que no tienen opciones en el momento que lo requieren para cambiar sus criptomonedas a moneda convencional.

Así, no se puede garantizar una rentabilidad fija a través de la inversión en estas monedas. Es necesario tener precauciones con los anuncios en las redes sociales que

usan el nombre de Bitcoin Classic u otras criptomonedas que prometen rendimientos altos y garantizados.

✓ **Espacio no regulado**

El mercado de criptomonedas no se encuentra regulado, lo que hace que estén expuestas a la manipulación de los precios, al fraude y actividades ilícitas. Sin embargo, la intención de establecer un marco regulatorio ha sido uno de los factores de la caída de los precios.

✓ **Problemas derivados del carácter transfronterizo**

Las diferentes personas que participan en la emisión, resguardo y comercio de criptomonedas, así como los proveedores de billeteras digitales, etc. se encuentran ubicados en diferentes países.

La condición transfronteriza podría dar como resultado que la absolución de cualquier disputa podría estar fuera del entorno de competencia de las autoridades de un país y estar sujeto al marco normativo de otro país. Por tanto, en el caso que no se tuviera conocimiento de las normas, no se sabría si se estaría cometiendo actos en contra de la ley.

✓ **Información inadecuada**

Generalmente la información con que cuentan los inversores no se encuentra auditada o se encuentran incompletas.

En este aspecto, por lo general la información que proporciona este mercado, resalta los beneficios potenciales reduciendo los riesgos al mínimo, así mismo el lenguaje empleado tiene características técnicas y con frecuencia confusas resultando difícil entender el origen de los riesgos y dependiendo de las necesidades y perfiles que puedan tener los clientes podría resultar contraproducente.

✓ **Ética de negocios**

La tecnología blockchain que da soporte a las criptomonedas, es uno de los aspectos que más está llamado la atención de compañías como Facebook, Visa y Mastercard, por su capacidad de verificación de identidad y rapidez al momento de realizar las transacciones. Pero es la capacidad de verificación de identidad de este sistema que ha llamado principalmente el interés de estas compañías ya que las transacciones que

circulan por estas redes son perfectamente rastreables y los usuarios perfectamente identificables. Esta gran cantidad de información que se recolectaría de los usuarios podría ser utilizada para conocer en detalle los gustos y preferencias de las personas e influir en ellas. Con todo este potencial que trae esta nueva tecnología es que Facebook ha lanzado su proyecto de crear su propia criptomoneda, lo cual ha llamado la atención de los organismos fiscalizadores dado el gran potencial de llegada al público de esta compañía que podría utilizar fácilmente su red de usuarios. En el pasado reciente Facebook ya tiene un antecedente por hacer mal uso de la información personal de sus usuarios para satisfacer intereses de terceros. Si bien esta compañía ha asegurado que no usaría la tecnología de su criptomoneda para este propósito, la verdad es que nada asegura que no lo haga. Por esta razón y otras de carácter fiscal es que los gobiernos y principales organismos internacionales empiezan a ver con preocupación y especial interés que las personas accedan con facilidad a negociar con criptomonedas.

4.8 Conclusiones

Las criptomonedas son activos financieros de alta volatilidad que pueden proporcionar altas ganancias como también elevadas pérdidas. Los inversores invierten en estos activos para obtener ganancias vía especulación. Los inversores usan las distintas casas de cambio (Exchanges) para realizar sus inversiones, las cuales se encuentran principalmente fuera del país.

Las criptomonedas a diferencia de otros activos no tienen respaldo y no se encuentran reguladas, lo que dificulta medir su valor y aumenta el riesgo de su uso ilegal.

Existe falta de información y a la vez información tendenciosa que promete grandes ganancias a los inversores de criptomonedas, que no permite conocer exactamente la naturaleza y nivel de riesgo, y este puede no ser el más apropiado de acuerdo con la aversión al riesgo que tiene cada inversionista.

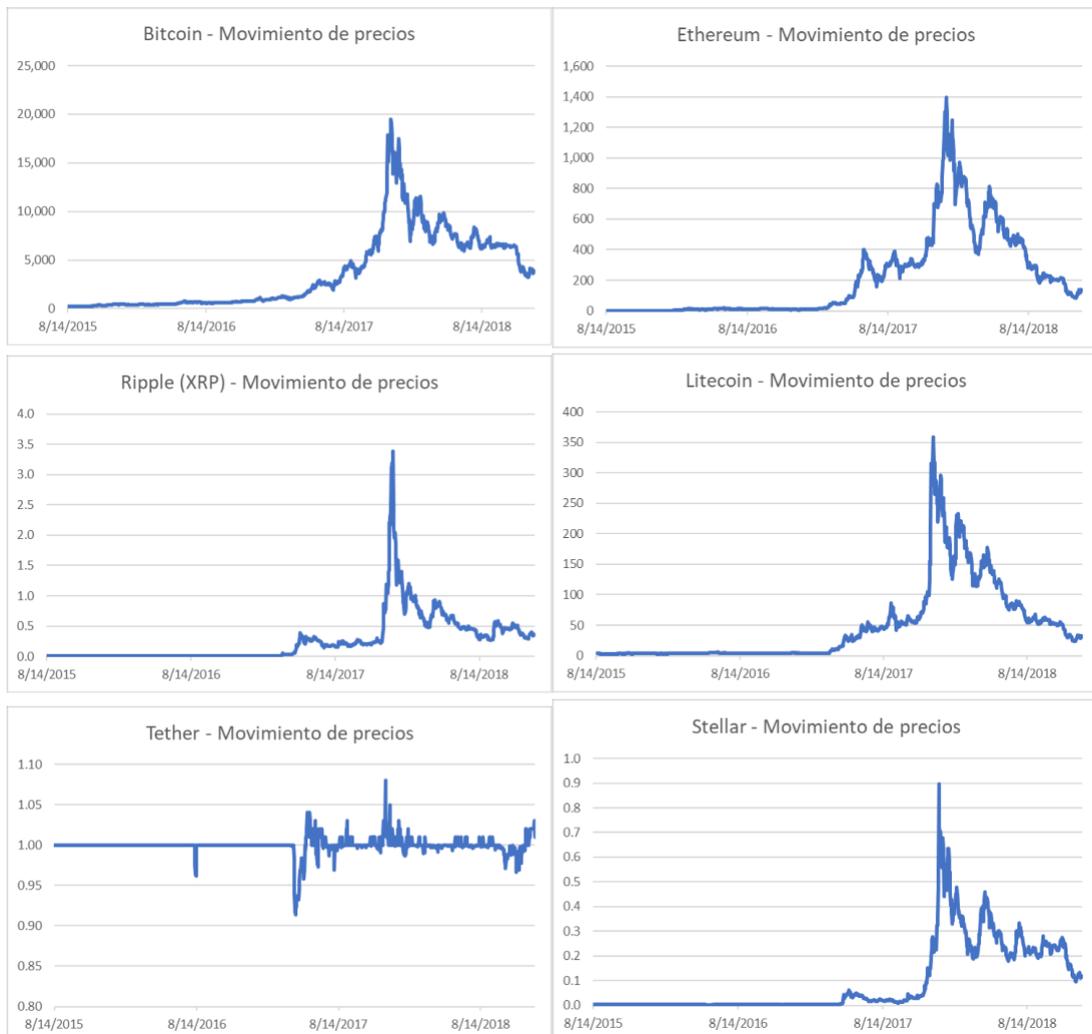
CAPITULO V. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS CRIPTOMONEDAS

En este capítulo se analizará los datos estadísticos de las criptomonedas entre el 14 de agosto de 2015 y el 31 de diciembre de 2018.

En la Figura 5.1 se observa los precios de cada una de las seis criptomonedas, donde todas experimentaron máximos históricos entre diciembre de 2017 y enero de 2018. En perspectiva, el índice S&P 500 alcanzó niveles máximos en octubre de 2018 (Figura 5.2).

Figura 5.1 Evolución de precios de criptomonedas en USD

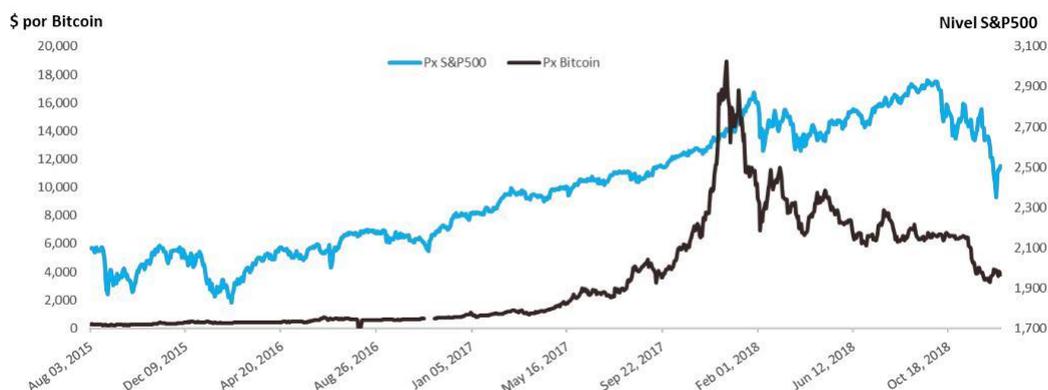
De agosto 2015 a diciembre 2018



Fuente: Yahoo finance. Elaboración: Propia.

Figura 5.2 Evolución de precios del Bitcoin Classic y S&P 500

De agosto 2015 a diciembre 2018



Fuente: Yahoo Finance Elaboración: propia

Las Tablas 5.1 y 5.2 contiene los principales datos estadísticos de los retornos semanales y mensuales de seis criptomonedas y el Índice S&P500 constituido por las principales acciones de EE.UU. En general, las criptomonedas muestran una mayor desviación estándar al ser comparadas con el Índice S&P500, debido a la mayor dispersión en sus retornos. La alta volatilidad de las criptomonedas es compensada por un mayor retorno promedio histórico.

Tabla 5.1 Datos estadísticos semanal de criptomonedas y S&P 500

De agosto 2015 a diciembre 2018

	Bitcoin	Ethereum	Ripple	Litecoin	Tether	Stellar	S&P 500
Media	2.11%	4.31%	4.87%	2.48%	0.05%	5.13%	0.15%
Desviación estándar	11.00%	23.27%	28.49%	18.48%	1.14%	30.99%	1.92%
Varianza	120.91	541.34	811.79	341.36	1.31	960.21	3.67
Asimetría	0.58	2.53	3.46	3.46	-0.37	4.83	-0.87
Curtosis	2.06	10.12	16.20	20.74	4.30	35.20	2.09
Mínimo	-22.59%	-33.19%	-33.07%	-29.51%	-4.98%	-36.04%	-6.97%
Máximo	51.15%	139.76%	202.15%	141.89%	4.10%	275.04%	4.94%

Fuente: Yahoo finance Elaboración: Propia

Tabla 5.2 Datos estadísticos mensual de criptomonedas y S&P 500

De agosto 2015 a diciembre 2018

	Bitcoin	Ethereum	Ripple	Litecoin	Tether	Stellar	S&P 500
Media	10.05%	25.30%	38.74%	12.32%	0.17%	33.48%	0.77%
Desviación estándar	24.91%	65.09%	150.62%	42.56%	2.77%	121.16%	3.39%
Varianza	620.49	4,237.19	22,685.99	1,811.05	7.67	14,680.06	11.51
Asimetría	0.48	1.50	4.15	1.89	1.39	3.67	-0.16
Curtosis	0.13	1.92	19.38	4.23	8.17	14.98	1.97
Mínimo	-36.13%	-54.10%	-50.00%	-43.09%	-6.40%	-40.60%	-9.26%
Máximo	70.99%	214.95%	819.61%	163.58%	11.90%	613.79%	10.45%

Fuente: Yahoo finance Elaboración: Propia

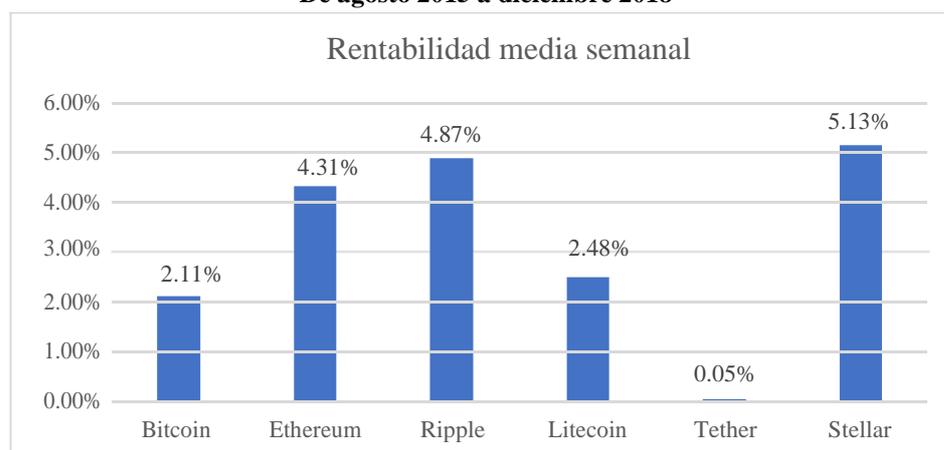
5.1 Determinación de la media de criptomonedas

Del análisis estadístico mostrado en la Tabla 5.1 y 5.2 se observa que la media de los rendimientos de las principales criptomonedas es positiva. La rentabilidad media semanal varía entre 0.05% y 5.13%, mientras que la rentabilidad media mensual varía entre 0.17% y 38.74%.

En la Figura 5.3 y 5.4 se observa que las criptomonedas de mayor rentabilidad media son Stellar y Ripple. Por otro lado, la criptomoneda de menor rentabilidad media es Tether, que siempre tiene un valor cercano a USD 1.00.

Figura 5.3 Rentabilidad media semanal

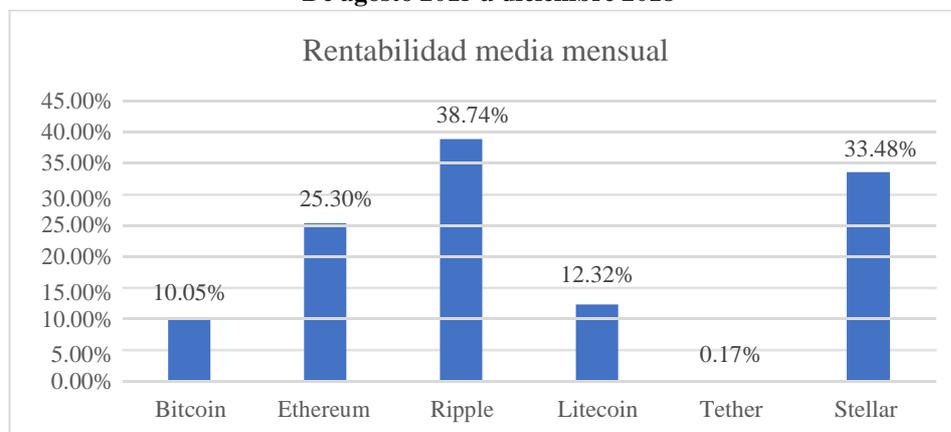
De agosto 2015 a diciembre 2018



Fuente: Yahoo Finance Elaboración: propia

Figura 5.4 Rentabilidad media mensual

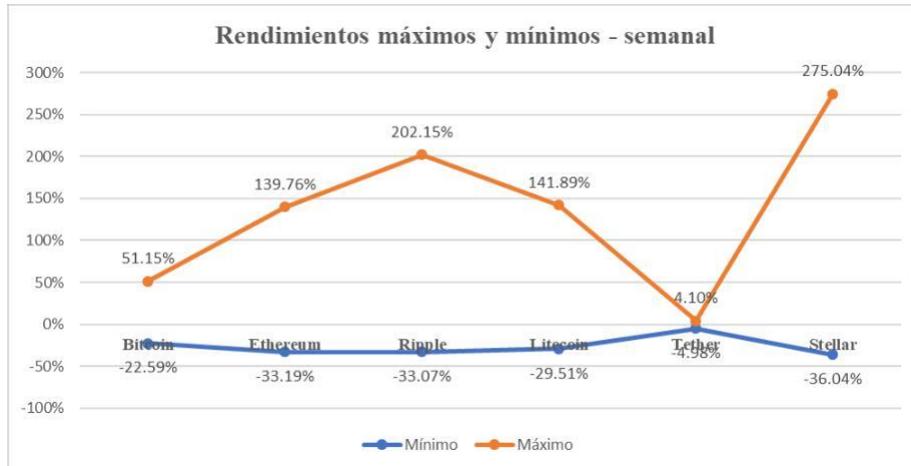
De agosto 2015 a diciembre 2018



Fuente: Yahoo Finance Elaboración: propia

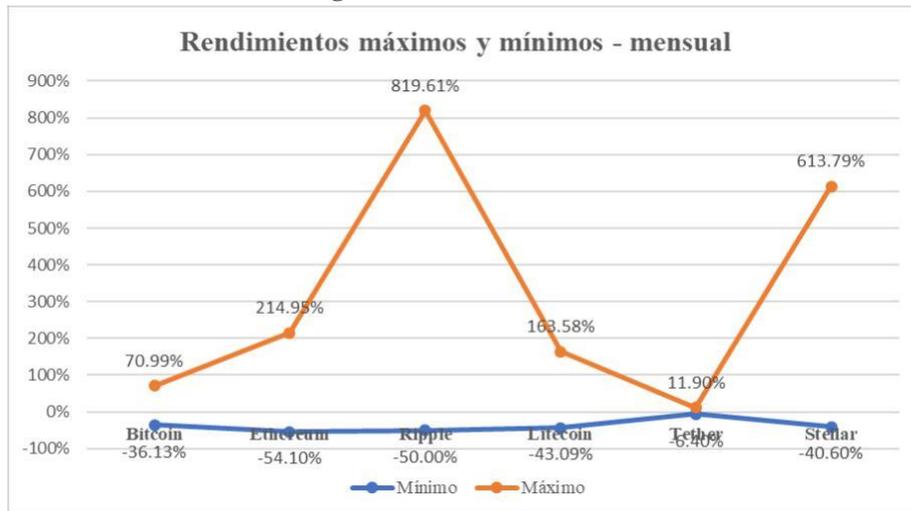
En la Figura 5.5 y 5.6 se observa que todas las criptomonedas han rendido más de 100% semanal y mensual, a excepción del Bitcoin Classic y Tether.

Figura 5.5 Rendimientos máximos y mínimos semanal
De agosto 2015 a diciembre 2018



Fuente: Yahoo Finance Elaboración: propia

Figura 5.6 Rendimientos máximos y mínimos mensual
De agosto 2015 a diciembre 2018

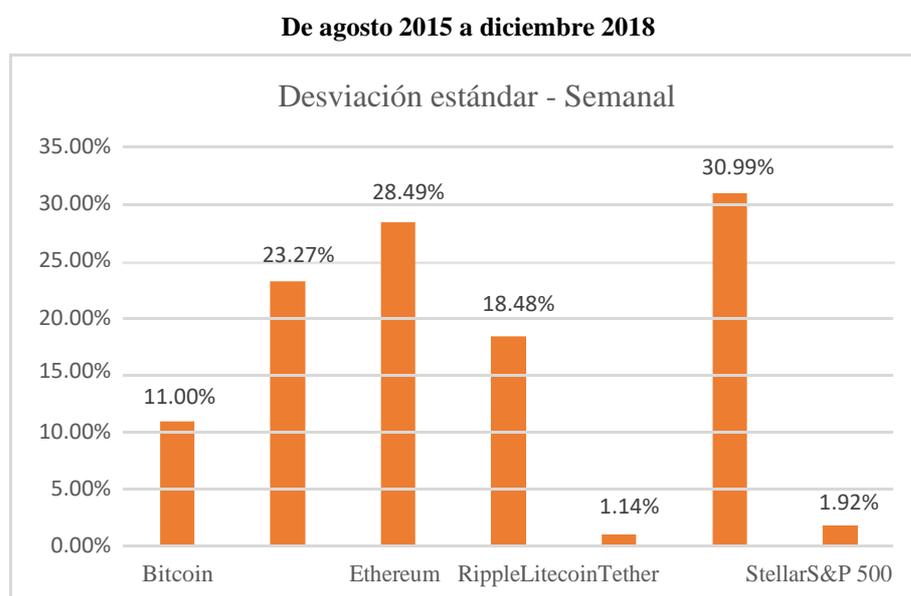


Fuente: Yahoo Finance Elaboración: propia

5.2 Determinación de la desviación estándar

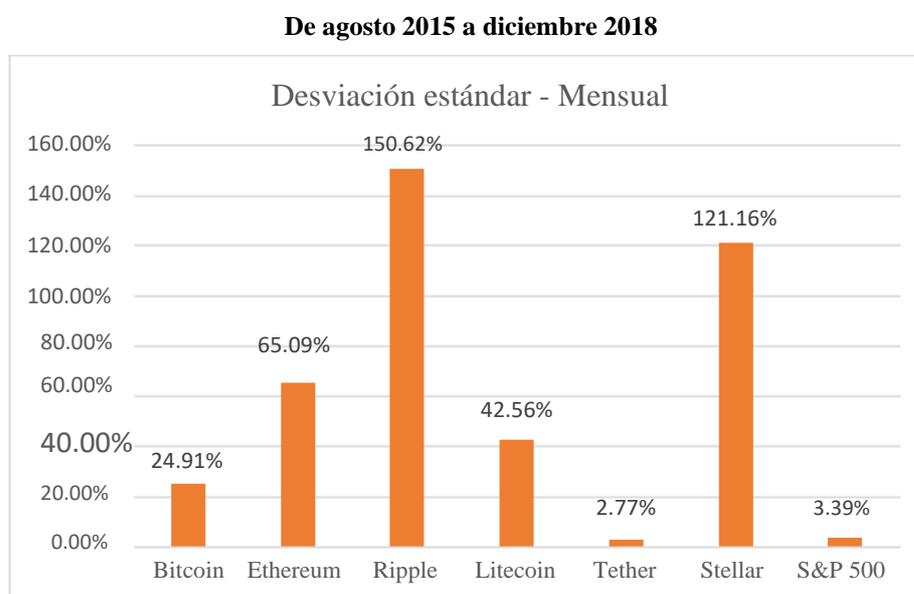
En la Figura 5.7 y 5.8 se observa que los retornos mensuales de las criptomonedas son mayores en las desviaciones estándar que en los retornos semanales. Adicionalmente, en todos los casos las criptomonedas tienen alta volatilidad en comparación con el índice S&P 500, lo cual también se observa en el comportamiento histórico de sus precios en la Figura 5.2.

Figura 5.7 Desviación estándar semanal de criptomonedas y S&P 500



Fuente: Yahoo Finance Elaboración: propia

Figura 5.8 Desviación estándar mensual de criptomonedas y S&P 500



Fuente: Yahoo Finance Elaboración: propia

Tabla 5.3 Coeficiente de variación

De agosto 2015 a diciembre 2018

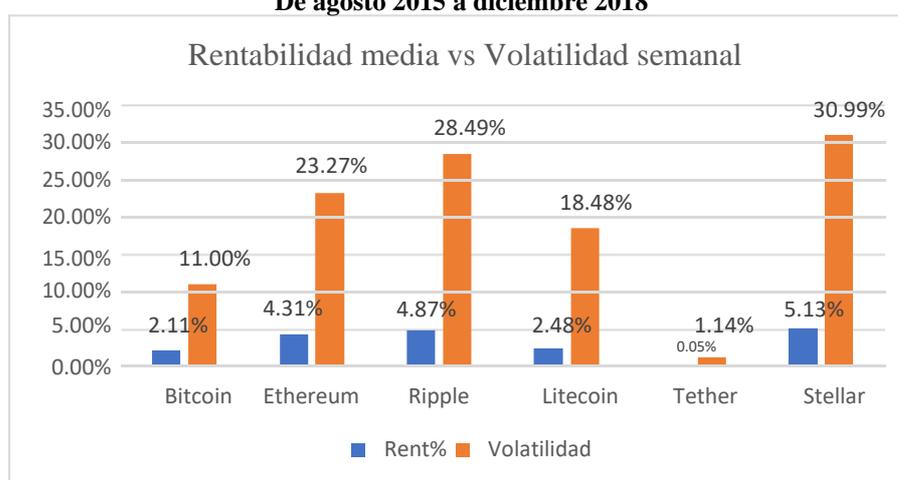
	Bitcoin Classic	Ether	Ripple	Litecoin	Tether	Stellar
Semanal	5.21	5.40	5.85	7.44	24.63	6.04
Mensual	2.48	2.57	3.89	3.45	16.40	3.62

Fuente: Yahoo Finance Elaboración: propia.

En la Tabla 5.3 se observa que el Bitcoin Classic es la criptomoneda con la menor desviación estándar relativa a su media, esto puede ser explicado por su mayor volumen de negociación, lo que reduce su dispersión de sus retornos. En las Figuras 5.9 y 5.10 se observa la magnitud relativa de los indicadores de retorno y riesgo.

Figura 5.9 Rentabilidad media semanal vs volatilidad semanal

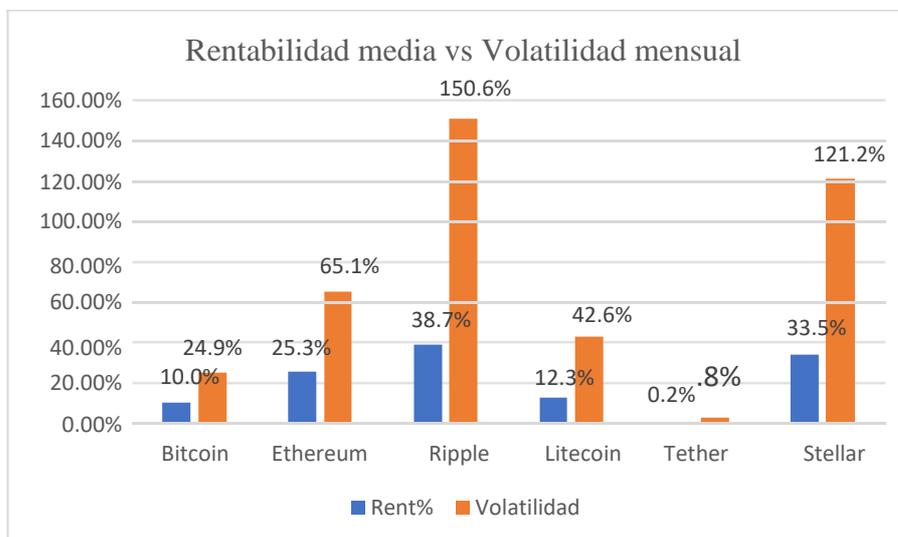
De agosto 2015 a diciembre 2018



Fuente: Yahoo Finance Elaboración: propia.

Figura 5.10 Rentabilidad media mensual vs volatilidad mensual

De agosto 2015 a diciembre 2018



Fuente: Yahoo Finance Elaboración: propia.

5.3 Determinación de coeficientes de correlación

En las Tablas 5.4 y 5.5 se observa entre las distintas criptomonedas, a excepción de Tether, que tienen correlaciones positivas, pero no perfectas.

Tabla 5.4 Correlaciones semanales de criptomonedas

Agosto 2015 a diciembre 2018						
	Bitcoin	Ethereum	Ripple	Litecoin	Tether	Stellar
Bitcoin	1	0.2645467	0.3156142	0.5445514	0.0561457	0.3844257
Ethereum	0.2645467	1	0.2812548	0.3321516	-0.0193338	0.2244667
Ripple	0.3156142	0.2812548	1	0.6607995	0.0652343	0.5750462
Litecoin	0.5445514	0.3321516	0.6607995	1	0.0797033	0.3657456
Tether	0.0561457	-0.0193338	0.0652343	0.0797033	1	0.1169042
Stellar	0.3844257	0.2244667	0.5750462	0.3657456	0.1169042	1

Fuente: Yahoo Finance. Elaboración: Propia

Tabla 5.5 Correlaciones mensuales de criptomonedas

Agosto 2015 a diciembre 2018						
	Bitcoin	Ethereum	Ripple	Litecoin	Tether	Stellar
Bitcoin	1	0.3515725	0.3774651	0.5936559	0.3026038	0.6096296
Ethereum	0.3515725	1	0.4702660	0.4910083	0.2721617	0.5007214
Ripple	0.3774651	0.4702660	1	0.7670049	0.2271368	0.7786137
Litecoin	0.5936559	0.4910083	0.7670049	1	-0.0108766	0.5927241
Tether	0.3026038	0.2721617	0.2271368	-0.0108766	1	0.4813180
Stellar	0.6096296	0.5007214	0.7786137	0.5927241	0.4813180	1

Fuente: Yahoo Finance. Elaboración: Propia

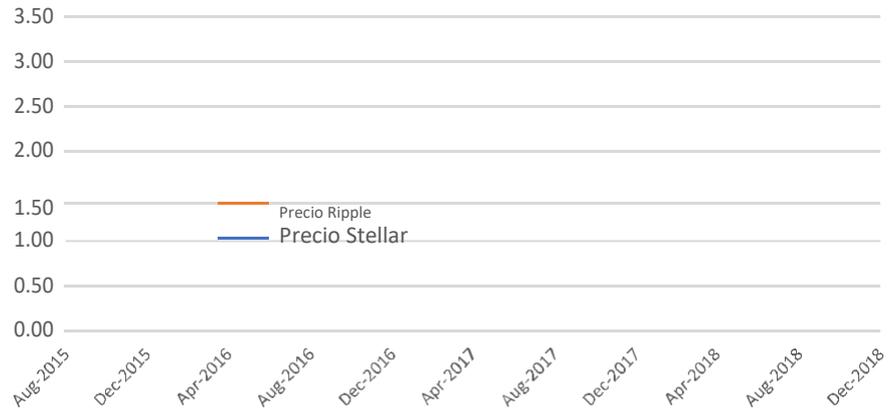
Las correlaciones entre las distintas criptomonedas no son fuertes en todos los casos. Se observa que las correlaciones fluctúan entre 0.06 y 0.66 en el análisis semanal y entre 0.23 y 0.77 en el análisis mensual.

El Tether tiene la menor correlación con el resto de las criptomonedas, debido a que sirve como moneda de enlace con el dólar de EE.UU. y su valor siempre oscila alrededor de USD 1.00, mostrando un comportamiento indiferente a la variación del resto de criptomonedas.

La correlación mensual más alta se encuentra entre Ripple y Stellar, explicada por las características similares en su motor de procesamiento de transacciones y sus altas velocidades en comparación con otras criptomonedas. En la Figura 5.11 se observa que sus precios han variado en la misma dirección y en la Figura 5.12 se observa que sus retornos han experimentado magnitudes similares.

Figura 5.11 Evolución de precios de Stellar y Ripple

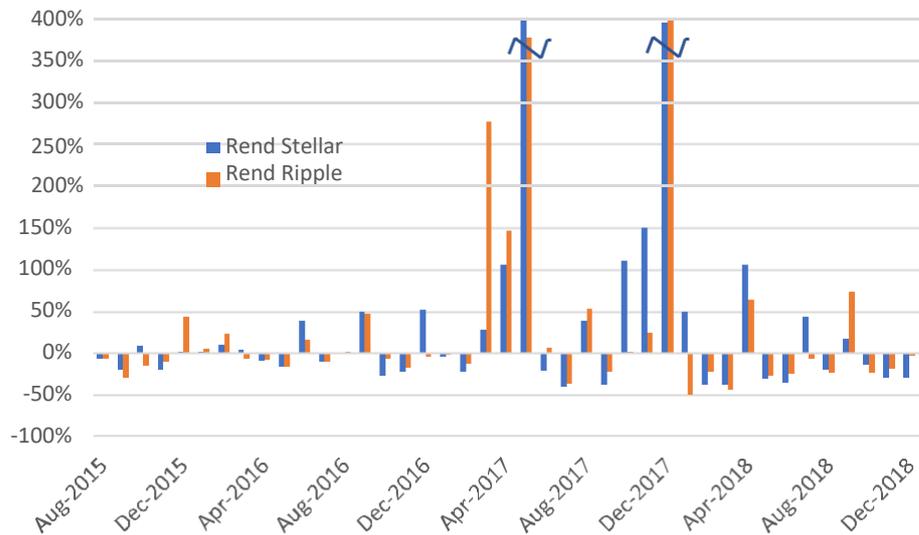
Agosto 2015 a diciembre 2018



Fuente: Yahoo Finance. Elaboración: Propia

Figura 5.12 Retornos de Stellar y Ripple

Agosto 2015 a diciembre 2018



Fuente: Yahoo Finance. Elaboración: Propia

5.4 Coeficiente de determinación.

En la Tabla 5.6 y 5.7 se presenta los coeficientes de determinación con el fin de medir el grado de variación de una criptomoneda explicada por otra.

En la Tabla 5.6 los coeficientes de determinación semanales en todos los casos son poco significativos, siendo el más alto el de Ripple con Litecoin con 43.67%.

Los grados de explicación se vuelven relevantes a partir de periodos mensuales. En la Tabla 5.7 se observa que Stellar y Ripple tienen el mayor coeficiente de determinación de las criptomonedas, donde el 60% del retorno mensual de Stellar está explicado por el retorno mensual de Ripple (Figura 5.13). El Tether tiene el menor coeficiente de determinación contra cualquier criptomoneda (Figura 5.14), debido a que esta criptomoneda tiene una correlación muy baja o casi nula con el resto.

Tabla 5.6 Coeficientes de determinación semanal

Agosto 2015 a diciembre 2018

	Bitcoin	Ethereum	Ripple	Litecoin	Tether	Stellar
Bitcoin	100.00%	7.00%	9.96%	29.65%	0.32%	14.78%
Ethereum	7.00%	100.00%	7.91%	11.03%	0.04%	5.04%
Ripple	9.96%	7.91%	100.00%	43.67%	0.43%	33.07%
Litecoin	29.65%	11.03%	43.67%	100.00%	0.64%	13.38%
Tether	0.32%	0.04%	0.43%	0.64%	100.00%	1.37%
Stellar	14.78%	5.04%	33.07%	13.38%	1.37%	100.00%

Fuente: Yahoo Finance. Elaboración: Propia

Tabla 5.7 Coeficientes de determinación mensual

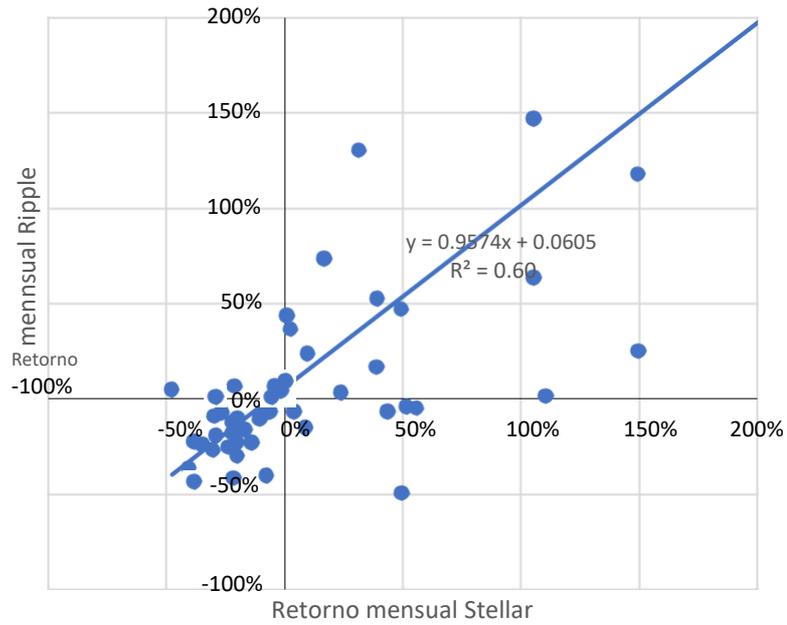
Agosto 2015 a diciembre 2018

	Bitcoin	Ethereum	Ripple	Litecoin	Tether	Stellar
Bitcoin	100.00%	12.36%	14.25%	35.24%	9.16%	37.16%
Ethereum	12.36%	100.00%	22.12%	24.11%	7.41%	25.07%
Ripple	14.25%	22.12%	100.00%	58.83%	5.16%	60.62%
Litecoin	35.24%	24.11%	58.83%	100.00%	0.01%	35.13%
Tether	9.16%	7.41%	5.16%	0.01%	100.00%	23.17%
Stellar	37.16%	25.07%	60.62%	35.13%	23.17%	100.00%

Fuente: Yahoo Finance. Elaboración: Propia

Figura 5.13 Gráfico de dispersión y tendencia mensual de Stellar y Ripple

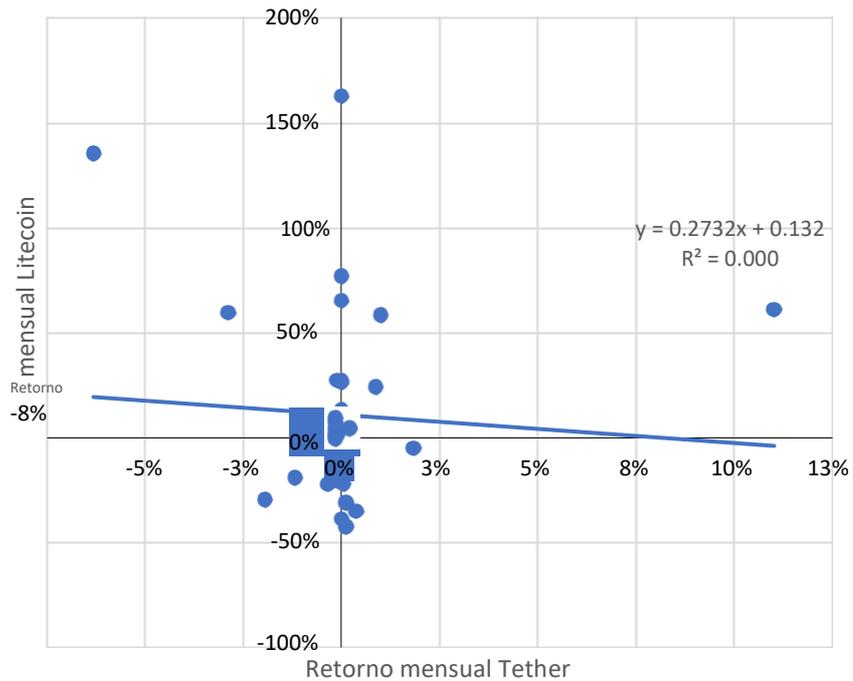
Agosto 2015 a diciembre 2018



Fuente: Yahoo Finance. Elaboración: Propia

Figura 5.14 Gráfico de dispersión y tendencia mensual de Tether y Litecoin

Agosto 2015 a diciembre 2018



Fuente: Yahoo Finance. Elaboración: Propia

5.5 Determinación de los betas de criptomonedas

A fin de determinar si son significativos los betas entre las criptomonedas y S&P 500, se muestran los coeficientes de correlación y coeficientes de determinación de los mismos.

Tabla 5.8 Betas de criptomonedas

Agosto 2015 a diciembre 2018

	S&P 500	Bitcoin	Ethereum	Ripple	Litecoin	Tether	Stellar
Varianza	0.0011						
Covarianzas		0.0016	0.0010	0.0054	0.0017	0.0001	0.0061
Correlaciones		0.1908	0.0485	0.1089	0.1219	0.1362	0.1529
Beta		1.4011	0.9301	4.8338	1.5296	0.1112	5.4627
R cuadrado		0.0364	0.0023	0.0119	0.0149	0.0186	0.0234

Fuente: Yahoo Finance. Elaboración: Propia

En la Tabla 5.8 se observa que existe poca correlación entre las criptomonedas y el S&P 500. Asimismo, el coeficiente de determinación (R cuadrado) muestra poco grado de variación de las criptomonedas explicadas por el S&P 500. Por lo anterior, los betas de las criptomonedas no son significativos.

CAPITULO VI. SELECCIÓN DE ACTIVOS DEL PORTAFOLIO

En este capítulo se determinará los criterios para la selección de activos con los que se efectuarán la optimización del portafolio. Para lograr este objetivo se analizará la perspectiva económica general y evolución de las criptomonedas, a fin de conocer los principales eventos que marcaron su comportamiento en los últimos años.

6.1 Análisis de la coyuntura económica

Recién en 2013 la economía de EE.UU. se recuperó a niveles antes de la crisis financiera de 2009. Como consecuencia, los mercados de capitales y los inversionistas sofisticaron sus metodologías de gestión de riesgos, así como requerir estrictas valorizaciones de los distintos activos. También durante la crisis financiera aparecieron las criptomonedas, una alternativa de moneda como medio de pago rápido y de bajo costo.

En los últimos años, después de un largo período de estancamiento, la economía mundial se estaba fortaleciendo, creando oportunidades para reorientar la política hacia la búsqueda a largo plazo del desarrollo sostenible. Sin embargo, a mediados del 2018, este crecimiento se vio interrumpido por la escalada de las disputas comerciales globales y los episodios de estrés financiero y volatilidad, en medio de una corriente geopolítica subyacente.

6.2 Evolución de los índices del mercado

6.2.1 Evolución del Standard & Poor's 500

El Standard & Poor's 500 (S&P 500) es un índice bursátil que incorpora a las 500 compañías listadas más importantes de Estados Unidos de Norteamérica (EE.UU.), siendo considerado como el más representativo de la situación del mercado y del inversionista global. Al 2018, las 500 empresas están formadas de la siguiente manera: 20 de transportes, 40 financieras, 40 de servicios públicos y 400 compañías industriales. Algunos de los criterios básicos para incorporar valores al índice son:

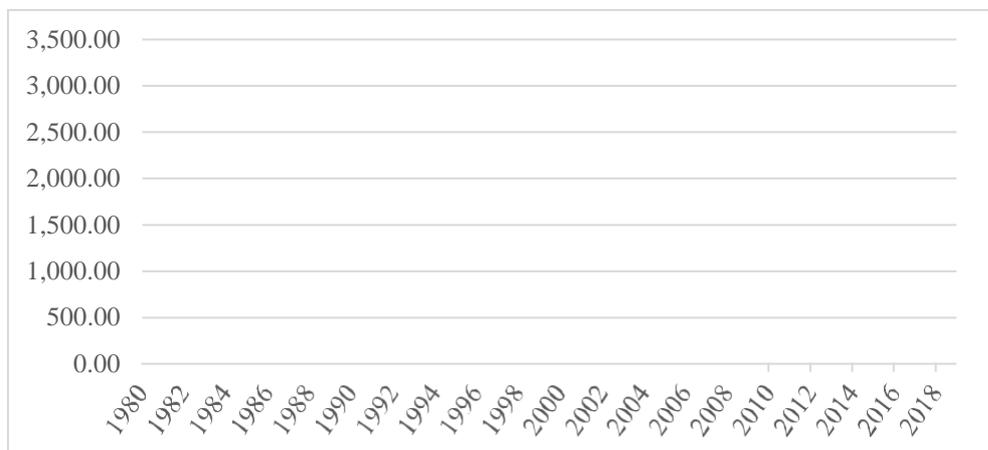
- ✓ Capitalización bursátil mínima de 3,500 millones de dólares.
- ✓ Radicar en Estados Unidos.
- ✓ Capital flotante de al menos el 50% de su accionariado.

- ✓ Contribuir a la estabilidad del sector al que pertenezcan según el GICS (Global Industry Classification Standar).

En la Figura 6.1 se observa que el índice tiene una trayectoria ascendente desde la década de los 80 hasta el 2000, año en que el estallido de la “burbuja puntocom” perjudicó severamente a este indicador. Desde el año 2002 el S&P 500 empezó a ascender hasta inicios de la crisis financiera de las hipotecas sub prime en el 2007. En marzo de 2009 el índice S&P 500 cayó a mínimos no vistos desde 1998. En el 2013, el índice S&P500 se recuperó a niveles antes de la caída de la crisis financiera, desde allí se ha incrementado en 87% (17% promedio anual) hasta octubre 2018, justo antes de la primera escalada de la guerra comercial entre EE.UU. y China.

Figura 6.1 Evolución del S&P 500

Enero 1980 a diciembre 2018



Fuente: Yahoo Finance. Elaboración: propia.

6.2.2 Evolución de la Tasa Libre de Riesgo del Tesoro de Estados Unidos de Norteamérica

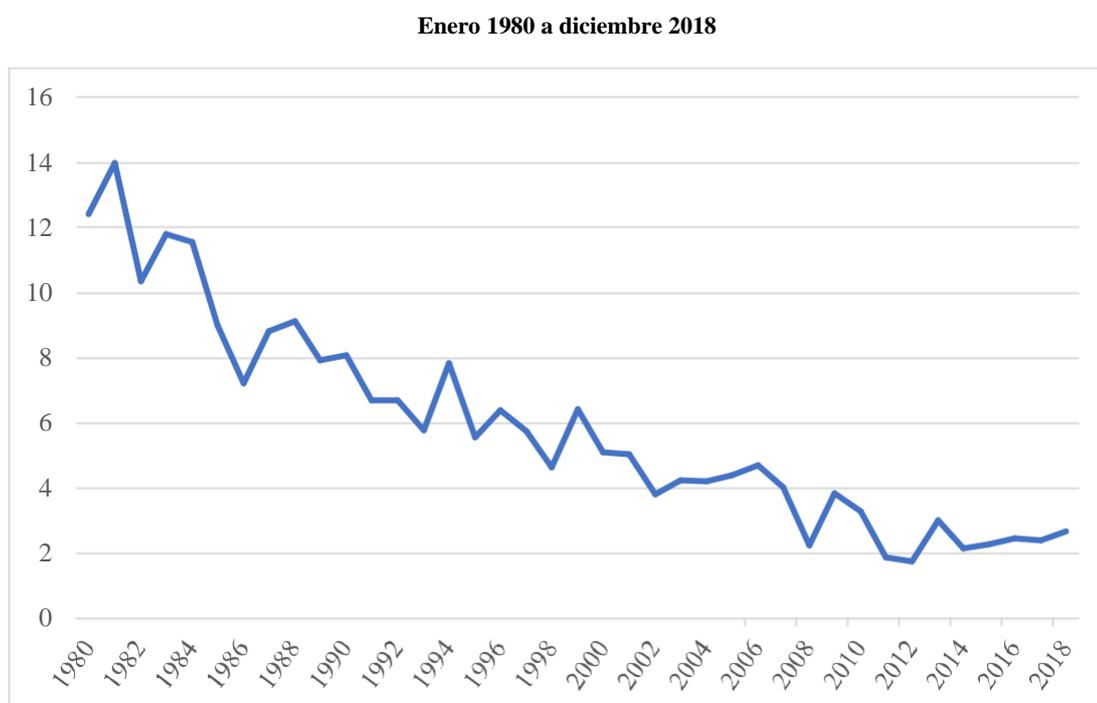
La tasa libre de riesgo es un concepto teórico que supone que en la economía existe una alternativa de inversión que no tiene riesgo para el inversionista. En el mercado se considera como la inversión libre de riesgo, al rendimiento de los Bonos del Tesoro de Estados Unidos, que promete rendimientos seguros en dólares americanos en un plazo establecido, es decir sin riesgo de crédito o reinversión, debido a que se asume improbable que no se pague el bono emitido por ese país.

La política monetaria junto con la oferta y demanda influyen en la determinación de la tasa de interés de los bonos del tesoro. En Estados Unidos la política monetaria

comprende establecer la tasa de referencia, la emisión y la compra de bonos con el objetivo de estabilizar los precios y de fomentar el empleo.

En la Figura 6.2 se presenta la evolución del retorno de los bonos del tesoro de Estados Unidos a 10 años, observándose que su tendencia es a la baja, esto congruente con una de las medidas que ha tomado la Reserva Federal desde mediados de los años 90, que consiste en establecer expectativas de inflación en niveles bajos.

Figura 6.2 Evolución del retorno de bonos del tesoro a 10 años



Fuente: Yahoo Finance. Elaboración: Propia.

6.3 Selección de los subíndices del S&P 500

El índice S&P 500 contiene a las empresas representativas de EE.UU. distribuidas en 11 subíndices independientes según la clasificación industrial GICS (Global Industrial Classification Standard), lo que significa que una acción en un subíndice no se encuentra en otro subíndice.

Los subíndices del S&P 500 son los siguientes:

- ✓ S&P 500 consumo discrecional, incluye compañías que producen bienes y servicios que son considerados no esenciales por los consumidores, pero deseables si se posee el dinero para comprarlos. Son bienes duraderos, vestuario, restaurantes, entretenimiento, ocio y automóviles. Así tenemos que este subíndice agrupa

compañías como Amazon Inc, Home Depot Inc, McDonald's Corp, Nike Inc, Starbucks Corp, Booking Holdings Inc, Lowe's Cos Inc, TJX Cos Inc, General Motors Company, Target Corp, entre otros.

- ✓ S&P 500 consumo básico, incluye compañías que producen alimentos, bebidas, productos farmacéuticos, bienes perecibles para consumo personal y del hogar. Así tenemos que este subíndice agrupa compañías como McCormick and Company, Lamb Weston Holdings Inc, Church & Dwight Co., Hormel Foods Corporation, Costco, entre otros.
- ✓ S&P 500 Energía, incluye compañías de petróleo, gas, carbón y combustibles, así como compañías que producen equipos y servicios para el sector de energía. Así tenemos que este subíndice agrupa compañías como Exxon, Shell, Chevron, BP, Kinder Morgan, Schlumberger, Halliburton, entre otros.
- ✓ S&P 500 Financiero, incluye bancos, compañías de seguros, así como demás compañías de servicios financieros. Así tenemos que este subíndice agrupa compañías como JPMorgan, Bank of America, Wells Fargo, U.S. Bank, Goldman Sachs, entre otros.
- ✓ S&P 500 Salud, incluye compañías farmacéuticas, biotecnología, equipamiento para el cuidado de la salud y servicios de salud. Así tenemos que este subíndice agrupa compañías como Johnson and Johnson, Pfizer, Merck, Medtronic, UnitedHealth, entre otros.
- ✓ S&P 500 Industriales, incluye la industria aeroespacial y de defensa, maquinaria, aerolíneas, construcción, transporte y demás compañías de manufactura. Así tenemos que este subíndice agrupa compañías como Boeing, 3M, Honeywell, UPS, Delta, Lockheed Martin, Deere, Caterpillar, entre otros.
- ✓ S&P 500 Tecnologías de la información, incluye compañías de internet, software y semiconductores. Asimismo, incluye compañías que manufacturan equipos electrónicos, procesamientos de datos, equipos de comunicación y servicios de tecnología de información. Así tenemos que este subíndice agrupa compañías como Microsoft, Intel, Visa, MasterCard, Adobe, Salesforce, Square, entre otros.
- ✓ S&P 500 Materiales, incluye compañías de químicos, materiales de construcción, metales, contenedores, empaques y papel. Así tenemos que este subíndice agrupa

compañías como DowDuPont, Ecolab, Valvoline, Scotts Miracle-Gro, Sherwin-Williams, entre otros.

- ✓ S&P 500 Comunicaciones, incluye compañías de telecomunicaciones, medios y entretenimiento. Así tenemos que este subíndice agrupa compañías como Verizon, AT&T, T-Mobile, Sprint, Comcast, Charter, Netflix, entre otros.
- ✓ S&P 500 Servicios públicos, incluye compañías de electricidad, gas, agua y energías renovables. Así tenemos que este subíndice agrupa compañías como Duke Energy, NextEra, PG&E, Xcel, NRG, entre otros.
- ✓ S&P 500 Bienes raíces, incluye compañías que operan edificios de apartamentos, centros comerciales, oficinas, asilos y en general compañías de desarrollo inmobiliario. Así tenemos que este subíndice agrupa compañías como American Tower Corp, Realty Income Corp, Welltower Inc., Extra Space Storage Inc, HCP Inc, entre otros.

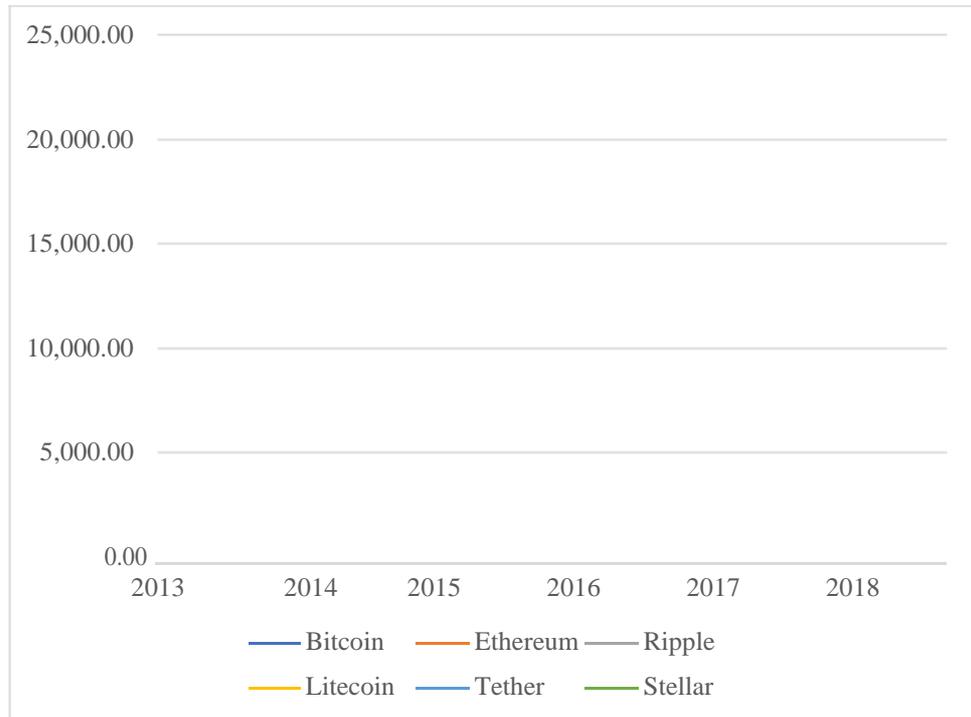
6.4 Evolución de las criptomonedas

La alta exposición mediática y especulación generó una acelerada subida en los precios de las criptomonedas a fines del 2017. A inicios del 2018 los precios de las criptomonedas cayeron coincidentemente con los anuncios de regulación en los principales mercados asiáticos de criptomonedas. El Bitcoin Classic, la criptomoneda más conocida y de mayor capitalización, ha visto disminuido su valor desde los USD 19,200 en diciembre de 2017 a USD 3,742 al cierre de 2018, lo que significa un retroceso del 81%. En el caso de Ether, principal competidor de Bitcoin Classic, obtuvo su más alta cotización de 1,380 dólares en enero de 2018, pero al cierre del mismo año se situaba en USD 133.

En las Figuras 6.3 y 6.4 se observa que las criptomonedas siguen un comportamiento similar, lo que es congruente con el análisis estadístico del Capítulo V, donde se observaron correlaciones positivas, pero no perfectas.

Figura 6.3 Evolución de precios de las criptomonedas

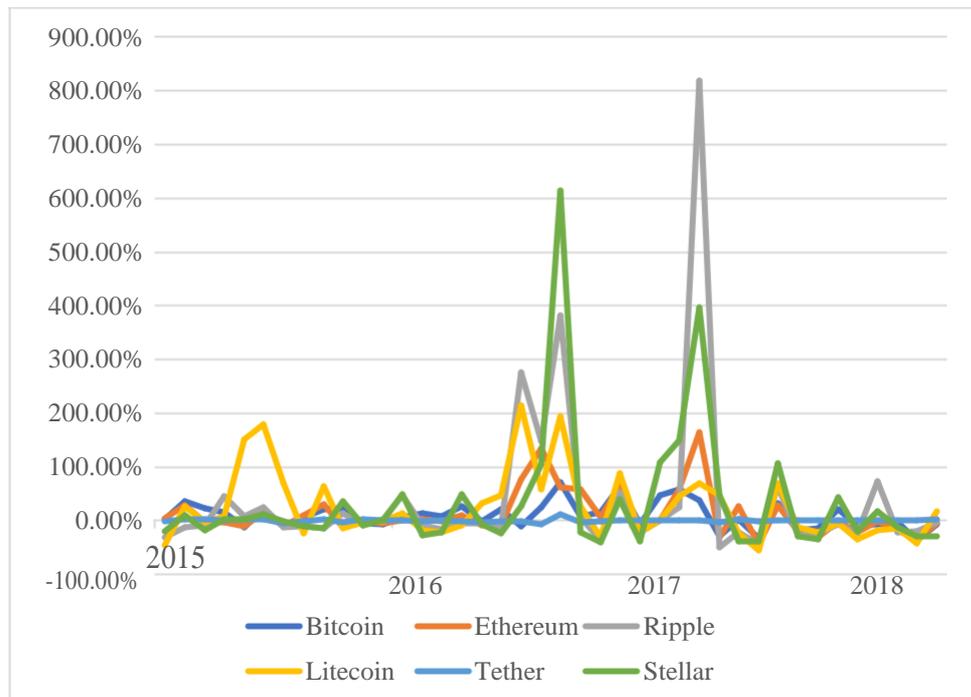
Enero 2013 a diciembre 2018



Fuente: Yahoo Finance. Elaboración: Propia.

Figura 6.4 Evolución de las rentabilidades mensuales de las criptomonedas

Enero 2013 a diciembre 2018



Fuente: Yahoo Finance. Elaboración: Propia.

6.5 Criterio de selección de las criptomonedas

No existe una posición clara entre los especialistas respecto a qué soporta el valor o el precio de una criptomoneda, lo que sí está claro es que existe un público dispuesto a pagar un precio por dichos activos y es este público el que finalmente determina su valor. Las criptomonedas, no son iguales entre sí, sino que se diferencian en el tipo de algoritmos y otras características que las hace atractivas a diversos grupos de personas. Por esta razón y considerando que el consenso público es el que finalmente determina el precio de una criptomoneda, se seleccionará dichos activos teniendo en cuenta dos factores: La variedad de criptomonedas por las diferencias en sus algoritmos y características principales, así como por su capitalización de mercado al 31 de diciembre de 2018.

A continuación, se muestra la Tabla 6.1 y 6.2 que contiene los criterios de selección de las criptomonedas a considerar en el portafolio:

Tabla 6.1 Algoritmos y características de las criptomonedas seleccionadas

Criptomonedas	Creación	Algoritmo usado	Característica principal
Bitcoin Classic	2009	SHA-256	- Su algoritmo proporciona un nivel de alta seguridad de los datos, aunque es más lento que otras criptomonedas.
Ripple	2012	ECDSA	- Es un sistema virtual de pagos que es utilizado principalmente por las instituciones financieras. - Velocidad casi instantánea en las transacciones.
Ether	2015	Ethash	- Basada en una cadena de bloques que permite la creación de contratos inteligentes.
Stellar	2014	Stellar	- Creada para realizar transacciones internacionales en tiempo real. - El código Stellar es similar al de Ripple, optimizado para procesar muchas transacciones por importes bajos.
Tether	2014	Script	- Facilita transacciones por su capacidad para cambiar dinero por su paridad cercana a un dólar de EE.UU., eliminando así la volatilidad que caracteriza a otras monedas.
Litecoin	2011	Script	- Permite transacciones a alta velocidad.

Elaboración: Propia.

Tabla 6.2 Capitalización de criptomonedas al 31 de diciembre de 2018

Criptomonedas	Capitalización de mercado (En USD)
Bitcoin Classic	65,331,499,158
Ripple	14,388,351,241
Ether	13,886,837,730
Stellar	2,161,590,359
Tether	1,884,199,082
Litecoin	1,822,504,811

Fuente: CoinMarketCap. Elaboración: Propia.

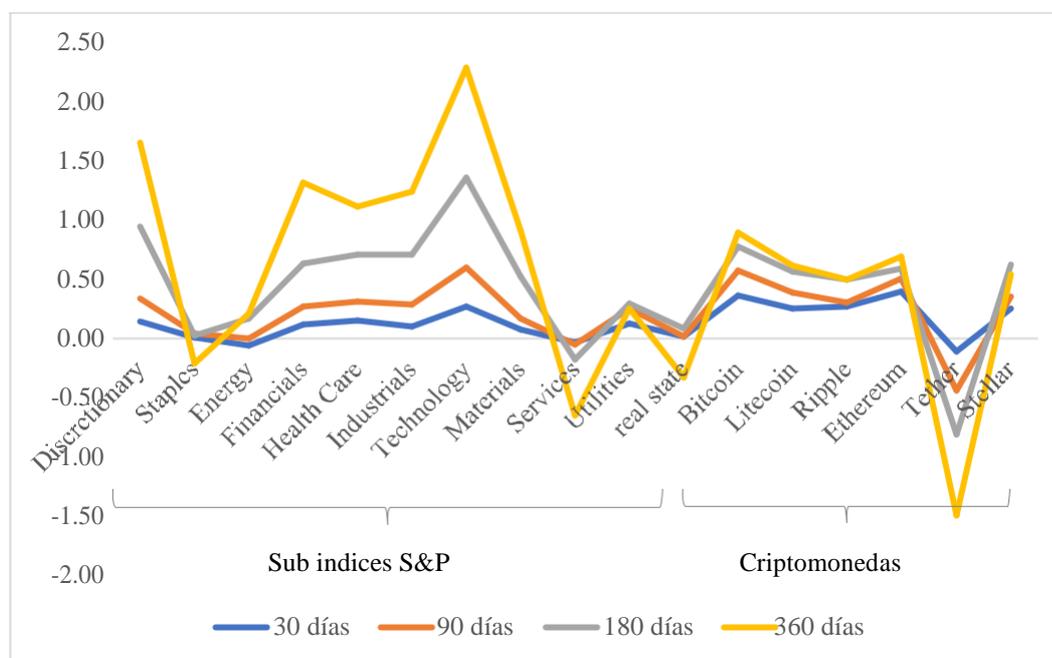
CAPITULO VII. CONSTRUCCIÓN DE CARTERAS DE INVERSION QUE INCLUYEN CRIPTOMONEDAS

En este capítulo se realizará el análisis de la optimización de portafolios para activos de inversión tradicional (acciones) incorporando las criptomonedas en dicho estudio, a fin de determinar en qué medida éstas contribuyen a la mejora de la diversificación y perfil de rentabilidad/riesgo del portafolio. Este análisis se realizará tomando las rentabilidades con periodos superpuestos a 30 días desde el 30 de septiembre de 2015 hasta el 31 de diciembre de 2018.

7.1 Análisis del índice de Sharpe por activo

En la Figura 7.1 se observa que para el periodo de análisis de rentabilidades mensuales, los índices de Sharpe individuales de las criptomonedas son mayores que las acciones. Sin embargo, a medida que nos desplazamos a periodos de rentabilidades más largos, los índices de Sharpe de las acciones crecen en mayor proporción que las criptomonedas. Estos niveles de los indicadores podrían significar que en periodos de muy corto plazo se asignaría a ambas clases de activos y en periodos más largos se ponderaría más a las acciones.

Figura 7.1 Comparación de los índices de Sharpe por activo y por periodo
30/09/2015 al 31/12/2018



Fuente: Yahoo Finance Elaboración: Propia

En la Tabla 7.1 se observa que Technology tiene un índice de Sharpe mensual de 0.27, el cual se incrementa en 2.01 llegando a 2.28 en periodos anuales. Por otro lado, el Bitcoin Classic tiene índice de Sharpe mensual de 0.36, el cual se incrementa en 0.54, llegando a 0.90 en periodos anuales. Como se puede apreciar, la relación retorno/riesgo de las acciones son mayores que las criptomonedas cuando se calculan con periodos de rentabilidad más largos, esto debido a que las acciones no sufren tanta corrección en sus precios como las criptomonedas.

Tabla 7.1 Índices de Sharpe por activo

Del 30/09/2015 al 31/12/2018

Activos	30 días	Periodos superpuestos		360 días
		90 días	180 días	
Discretionary	0.15	0.33	0.94	1.65
Staples	0.01	0.05	0.03	-0.21
Energy	-0.05	0.00	0.17	0.21
Financials	0.12	0.27	0.63	1.31
Health Care	0.15	0.31	0.71	1.12
Industrials	0.10	0.29	0.71	1.24
Technology	0.27	0.60	1.35	2.28
Materials	0.07	0.17	0.53	0.91
Services	-0.03	-0.04	-0.17	-0.64
Utilities	0.12	0.26	0.30	0.26
real state	0.02	0.02	0.09	-0.33
Bitcoin	0.36	0.58	0.77	0.90
Litecoin	0.25	0.39	0.57	0.61
Ripple	0.27	0.30	0.50	0.50
Ethereum	0.39	0.50	0.59	0.70
Tether	-0.11	-0.43	-0.81	-1.49
Stellar	0.25	0.36	0.63	0.54

Fuente: Yahoo Finance. Elaboración:

Propia 7.2 Matriz de covarianzas y correlaciones

De acuerdo a las matrices de covarianzas y correlaciones mostradas en las Tablas 7.2 y 7.3, se observa que para periodos de rentabilidades mensuales hay una alta correlación entre las distintas acciones del S&P 500 y entre las criptomonedas por separado. Sin embargo, existe una correlación baja entre acciones y criptomonedas en su conjunto, lo que significaría que en el portafolio óptimo es probable que se asigne criptomonedas en la diversificación.

Tabla 7.2 Matriz de covarianzas mensual de acciones y criptomonedas

Del 30/09/2015 al 31/12/2018

	Discretionary	Staples	Energy	Financials	Health Care	Industrials	Technology	Materials	Services	Utilities	real state	Bitcoin	Litecoin	Ripple	Ethereum	Tether	Stellar
Discretionary	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	-0.000	0.001	0.002	0.005	0.009	0.003	-0.000	0.015
Staples	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.003	0.003	0.005	0.006	0.000	0.009
Energy	0.001	0.000	0.003	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	-0.000	0.000	0.001	0.002	0.010	0.004	-0.000	0.008
Financials	0.001	0.000	0.002	0.003	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	-0.000	0.000	0.004	0.004	-0.002	-0.002	-0.000	0.007
Health Care	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	-0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.000	-0.000	0.006
Industrials	0.001	0.000	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	-0.000	0.000	0.003	0.005	0.009	0.005	-0.000	0.013
Technology	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.000	-0.000	0.001	0.003	0.003	0.009	0.004	-0.000	0.016
Materials	0.001	0.000	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	-0.000	0.001	0.002	0.004	0.007	0.006	-0.000	0.008
Services	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.002	0.001	0.001	0.004	0.004	0.001	0.010	0.000	0.003
Utilities	-0.000	0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	-0.003	-0.011	0.006	0.000	-0.006
real estate	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	-0.001	-0.006	-0.002	0.000	-0.007
Bitcoin	0.002	0.003	0.001	0.004	0.001	0.003	0.003	0.002	0.004	0.001	0.001	0.096	0.127	0.170	0.081	0.001	0.307
Litecoin	0.005	0.003	0.002	0.004	0.002	0.005	0.003	0.004	0.004	-0.003	-0.001	0.127	0.419	0.678	0.171	-0.001	0.770
Ripple	0.009	0.005	0.010	-0.002	0.003	0.009	0.009	0.007	0.001	-0.011	-0.006	0.170	0.678	2.750	0.512	0.002	2.722
Ethereum	0.003	0.006	0.004	-0.002	0.000	0.005	0.004	0.006	0.010	0.006	-0.002	0.081	0.171	0.512	0.672	0.003	0.567
Tether	-0.000	0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	-0.001	0.002	0.003	0.000	0.006
Stellar	0.015	0.009	0.008	0.007	0.006	0.013	0.016	0.008	0.003	-0.006	-0.007	0.307	0.770	2.722	0.567	0.006	4.058

Fuente: Yahoo Finance. Elaboración: Propia

Tabla 7.3 Matriz de correlaciones mensual de acciones y criptomonedas

Del 30/09/2015 al 31/12/2018

	Discretionary	Staples	Energy	Financials	Health Care	Industrials	Technology	Materials	Services	Utilities	real state	Bitcoin	Litecoin	Ripple	Ethereum	Tether	Stellar
Discretionary	100%	43%	59%	72%	69%	81%	77%	79%	34%	-12%	43%	18%	19%	15%	8%	-8%	19%
Staples	43%	100%	14%	24%	47%	37%	28%	35%	53%	45%	56%	29%	13%	10%	23%	4%	15%
Energy	59%	14%	100%	56%	39%	67%	43%	67%	32%	-11%	20%	7%	7%	10%	8%	-9%	7%
Financials	72%	24%	56%	100%	59%	84%	56%	77%	26%	-25%	23%	23%	11%	-2%	-5%	-10%	7%
Health Care	69%	47%	39%	59%	100%	68%	59%	64%	28%	-1%	46%	12%	8%	5%	2%	-7%	8%
Industrials	81%	37%	67%	84%	68%	100%	65%	88%	43%	-14%	28%	21%	19%	13%	16%	-7%	15%
Technology	77%	28%	43%	56%	59%	65%	100%	68%	8%	-3%	37%	23%	10%	13%	12%	-5%	19%
Materials	79%	35%	67%	77%	64%	88%	68%	100%	30%	-10%	39%	16%	13%	10%	17%	-6%	9%
Services	34%	53%	32%	26%	28%	43%	8%	30%	100%	29%	28%	25%	14%	1%	25%	6%	3%
Utilities	-12%	45%	-11%	-25%	-1%	-14%	-3%	-10%	29%	100%	54%	12%	-16%	-18%	22%	11%	-9%
real estate	43%	56%	20%	23%	46%	28%	37%	39%	28%	54%	100%	8%	-5%	-10%	-6%	1%	-9%
Bitcoin	18%	29%	7%	23%	12%	21%	23%	16%	25%	12%	8%	100%	63%	33%	32%	21%	49%
Litecoin	19%	13%	7%	11%	8%	19%	10%	13%	14%	-16%	-5%	63%	100%	63%	32%	-9%	59%
Ripple	15%	10%	10%	-2%	5%	13%	13%	10%	1%	-18%	-10%	33%	63%	100%	38%	7%	81%
Ethereum	8%	23%	8%	-5%	2%	16%	12%	17%	25%	-6%	-6%	32%	32%	38%	100%	22%	34%
Tether	-8%	4%	-9%	-10%	-7%	-7%	-5%	-6%	6%	11%	1%	21%	-9%	7%	22%	100%	17%
Stellar	19%	15%	7%	7%	8%	15%	19%	9%	3%	-9%	-9%	49%	59%	81%	34%	17%	100%

Fuente: Yahoo Finance. Elaboración: Propia

7.3 Fronteras eficientes

En la Tabla 7.4 se observa que la frontera eficiente para el periodo mensual muestra que, a mayor rentabilidad exigida, los portafolios incorporan casi en su totalidad criptomonedas debido a su mayor perfil de rentabilidad. Asimismo, su participación en el portafolio va disminuyendo en la medida que disminuye la rentabilidad deseada.

En el análisis mensual se observa mayor diversificación entre acciones y criptomonedas para rentabilidades menores, debido a que sus índices de Sharpe para este periodo son más uniformes (Figura 7.2).

Tabla 7.4 Frontera eficiente de acciones y criptomonedas

Del 30/09/2015 al 31/12/2018

Indicadores de cada cartera										
Rentabilidad	51%	45%	40%	34%	28%	23%	17%	11%	1%	0%
Objetivo										
Volatilidad	201%	150%	105%	80%	64%	48%	35%	23%	2%	1%

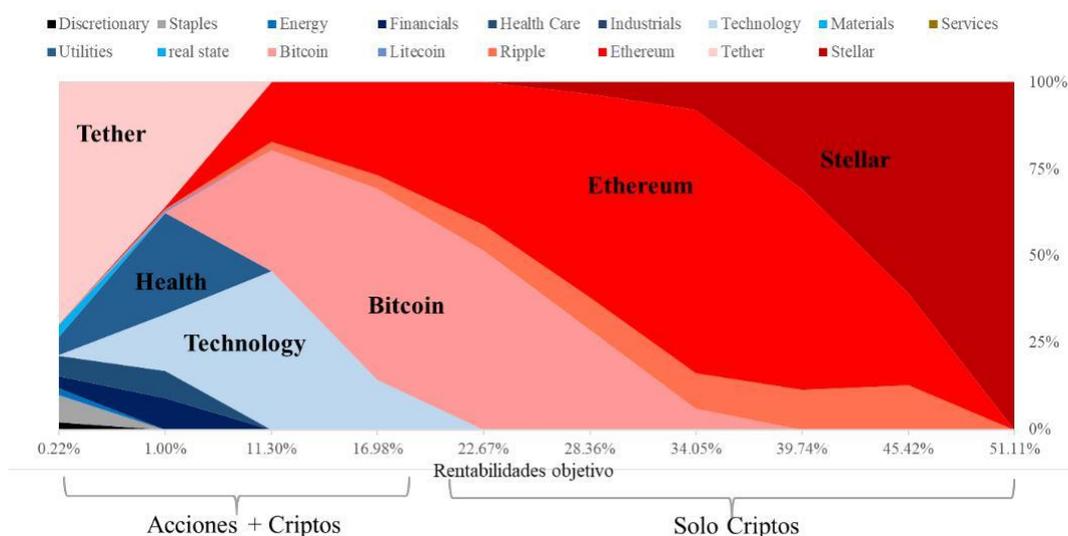
Mín var

Pesos de las carteras óptimas para cada objetivo de rentabilidad											
Acciones	Discretionary	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	2%
	Staples	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8%
	Energy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2%
	Financials	-	-	-	-	-	-	-	-	9%	3%
	Health Care	-	-	-	-	-	-	-	-	8%	6%
	Industrials	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
	Technology	-	-	-	-	-	-	14%	46%	16%	0%
	Materials	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Services	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Utilities	-	-	-	-	-	-	-	-	29%	5%
real state	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4%	
Criptos	Bitcoin	-	-	-	6%	29%	51%	55%	35%	0%	-
	Litecoin	-	-	-	-	-	-	-	-	1%	0%
	Ripple	-	13%	12%	10%	9%	8%	4%	2%	0%	0%
	Ethereum	-	26%	58%	76%	58%	41%	27%	17%	1%	-
	Tether	-	-	-	-	-	-	-	-	36%	70%
	Stellar	100%	61%	31%	8%	4%	-	-	-	-	-
	Suma total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Yahoo Finance. Elaboración: Propia.

Figura 7.2 Distribución óptima de cartera para rentabilidades objetivo

Del 30/09/2015 al 31/12/2018



Fuente: Yahoo Finance. Elaboración: Propia.

7.4 Determinación de portafolio óptimo

Para la determinación del portafolio óptimo se ha utilizado los bonos del tesoro de Estados Unidos a 10 años de 2.686% al 31 de diciembre de 2018. Esta tasa se convirtió a base mensual para la optimización realizada.

Durante el análisis de los índices de Sharpe, covarianzas y correlaciones se observó que las criptomonedas contribuyen a la diversificación de portafolios para rentabilidades mensuales. Aplicando la metodología de Markowitz se determinó que las criptomonedas contribuyen hasta en un 14% de la composición del portafolio óptimo con un índice de Sharpe de 0.14 (Tabla 7.5, Figura 7.3 y Figura 7.4).

Tabla 7.5 Pesos del portafolio óptimo y mínima varianza mensual

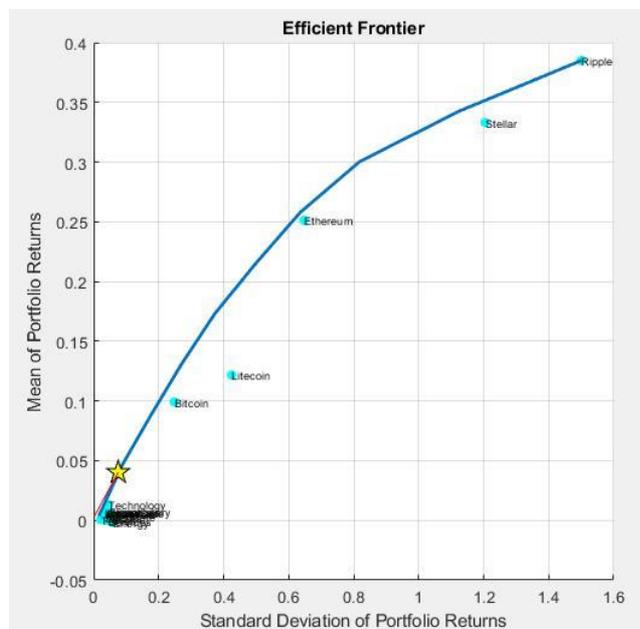
Del 30/09/2015 al 31/12/2018

Indicadores de cada cartera			
Rentabilidad	3.7%		0%
Objetivo			
Volatilidad	6.9%		1%
		<i>Óptimo Sharpe</i>	<i>Min var</i>
Pesos de las carteras óptimas para cada			
Acciones	Discretionary	0%	2%
	Staples	-	8%
	Energy	-	2%
	Financials	-	3%
	Health Care	7%	6%
	Industrials	-	0%
	Technology	54%	0%
	Materials	-	-
	Services	-	-
	Utilities	25%	5%
	real state	-	4%
	Criptos 14%	Bitcoin	9%
Litecoin		-	0%
Ripple		1%	0%
Ethereum		4%	-
Tether		-	70%
Stellar		-	-
Suma total	100%		100%

Fuente: Yahoo Finance. Elaboración: Propia.

Figura 7.3 Portafolio óptimo mensual conformado por acciones y criptomonedas

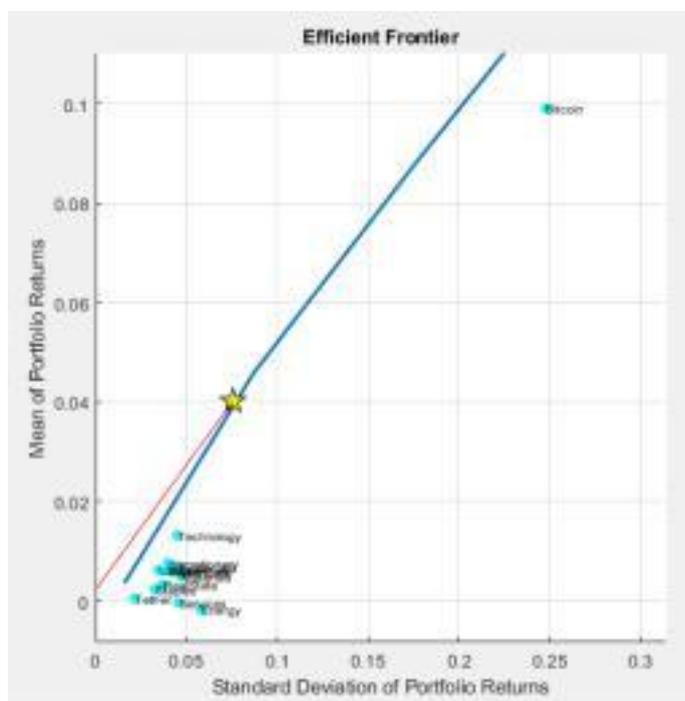
Del 30/09/2015 al 31/12/2018



Fuente: Yahoo Finance. Elaboración: Propia.

Figura 7.4 Línea de mercado de capitales del portafolio óptimo mensual conformado por acciones y criptomonedas

Del 30/09/2015 al 31/12/2018

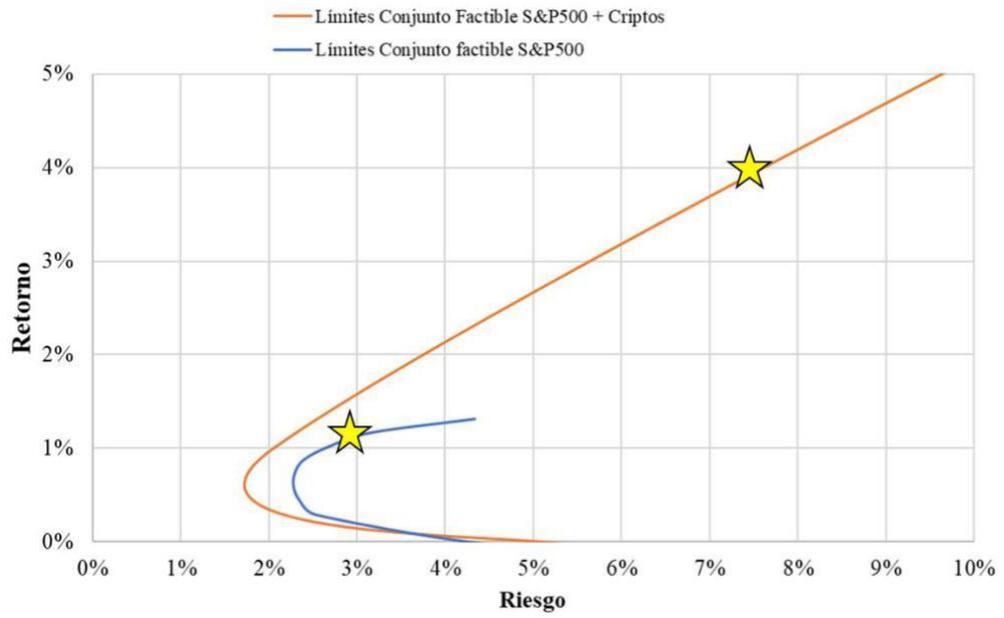


Fuente: Yahoo Finance. Elaboración: Propia.

A comparación, un portafolio óptimo de solo acciones tiene una rentabilidad de 1.12% mensual, desviación estándar de 2.97% y un índice de Sharpe de 0.30. En la Figura 7.5 se muestra que cuando se incluyen criptomonedas en los portafolios de acciones, estas mejoran el perfil rentabilidad/riesgo para periodos mensuales.

Figura 7.5 Fronteras eficientes mensuales con y sin criptomonedas

Del 30/09/2015 al 31/12/2018



Fuente: Yahoo Finance. Elaboración: Propia.

CAPITULO VIII. CONCLUSIONES

1. Para un portafolio construido bajo rentabilidad a pedido o por optimización por objetivo de rentabilidad, cuanto más alto es el objetivo el modelo lleva a asignar más criptomonedas y esto ocurre porque los índices de acciones y criptomonedas son distintos en sus fundamentos e indicadores (rentabilidad, riesgo, ratio de Sharpe).
2. Para inversiones de corto plazo de periodicidad mensual la optimización asigna hasta un 14% de criptomonedas, optimizando con este porcentaje el perfil rentabilidad/riesgo del portafolio.
3. Los ratios de Sharpe de acciones y criptomonedas son distintos. Para periodos de rentabilidades mensuales los ratios de Sharpe se muestran algo uniformes por lo que la optimización lleva a asignar o diversificar incluyendo criptomonedas.
4. Al comparar el portafolio de solo acciones versus el portafolio de acciones y criptomonedas en el periodo de rentabilidades mensuales, el portafolio diversificado que incluye criptomonedas tiene mejor ratio de Sharpe.

ANEXOS

ANEXO 1 Matriz de covarianzas semanales de criptomonedas

De agosto 2015 a diciembre

	Bitcoin	Ethereum	Ripple	Litecoin	Tether	Stellar
Bitcoin	0.0120228	0.0067299	0.0098322	0.0110007	0.0000702	0.0130247
Ethereum	0.0067299	0.0538285	0.0185395	0.0141978	-0.0000512	0.0160920
Ripple	0.0098322	0.0185395	0.0807203	0.0345891	0.0002114	0.0504831
Litecoin	0.0110007	0.0141978	0.0345891	0.0339435	0.0001675	0.0208214
Tether	0.0000702	-0.0000512	0.0002114	0.0001675	0.0001301	0.0004119
Stellar	0.0130247	0.0160920	0.0504831	0.0208214	0.0004119	0.0954781

Fuente: Yahoo Finance Elaboración: propia.

ANEXO 2 Matriz de covarianzas mensuales de criptomonedas

De agosto 2015 a diciembre

	Bitcoin	Ethereum	Ripple	Litecoin	Tether	Stellar
Bitcoin	0.0604976	0.0555809	0.1380789	0.0613581	0.0020353	0.1793914
Ethereum	0.0555809	0.4131262	0.4495377	0.1326166	0.0047835	0.3850382
Ripple	0.1380789	0.4495377	2.2118837	0.4793436	0.0092373	1.3853817
Litecoin	0.0613581	0.1326166	0.4793436	0.1765775	-0.0001250	0.2979796
Tether	0.0020353	0.0047835	0.0092373	-0.0001250	0.0007478	0.0157462
Stellar	0.1793914	0.3850382	1.3853817	0.2979796	0.0157462	1.4313062

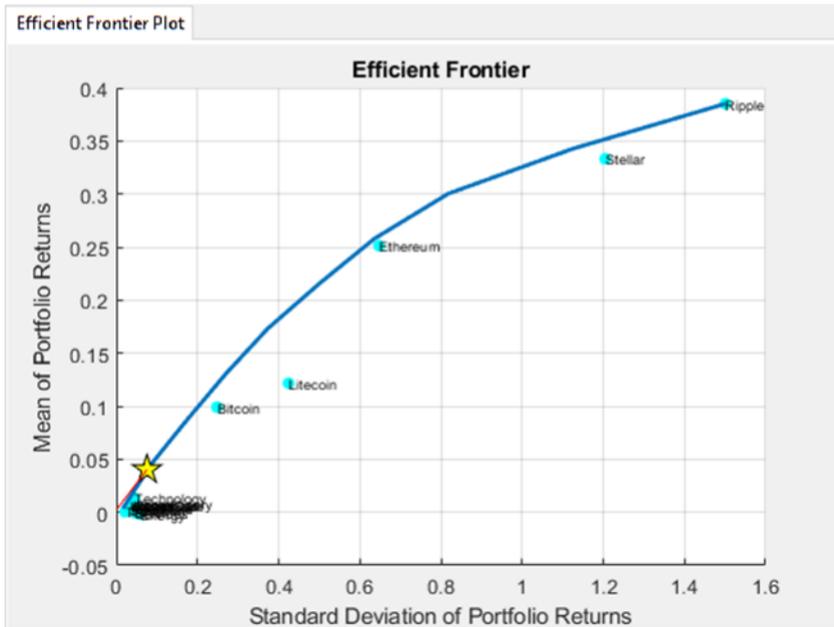
Fuente: Yahoo Finance Elaboración: propia.

ANEXO 3 Códigos Matlab – Portafolio óptimo

```
open ('Data S&P 500 + Criptos matlab mensual.xlsx')
T = readtable ('Data S&P 500 + Criptos matlab mensual.xlsx')
MonthlyReturn = tick2ret(T{:},2:end)
symbol = T.Properties.VariableNames(2:end)
Mean = mean(MonthlyReturn)
Sigma = std(MonthlyReturn)
p = Portfolio('AssetList',symbol,'RiskFreeRate',0.02686/12)
p = estimateAssetMoments(p, MonthlyReturn)
p = setDefaultConstraints(p)
w1 = estimateMaxSharpeRatio(p)
w1 = 17x1
    0.0000  0.0000  0.0000  0.2214  0.0000  0.0000  0.4206  0.0000  0.0000  0.1440  :
[risk1, ret1] = estimatePortMoments(p, w1)
risk1 = 0.0757
ret1 = 0.0402
[sharpe] = (ret1-(0.02686/12))/risk1
sharpe = 0.5014
```

ANEXO 4 Códigos Matlab – Frontera eficiente y línea de mercado de capitales

```
f = figure;
tabgp = uitabgroup(f); % Define tab group
tab1 = uitab(tabgp,'Title','Efficient Frontier
Plot'); % Create tab
ax = axes('Parent', tab1);
% Extract asset moments from portfolio and
store in m and cov
[m, cov] = getAssetMoments(p);
scatter(ax,sqrt(diag(cov)), m,'oc','filled'); %
Plot mean and s.d.
xlabel('Risk')
ylabel('Expected Return')
text(sqrt(diag(cov))+0.0003,m,symbol,'FontSize'
,7); % Label ticker names
% Plot optimal portfolio and efficient frontier
using plotFrontier
hold on;
[risk2, ret2] = plotFrontier(p,10);
plot(risk1,ret1,'p','markers',15,'MarkerEdgeCol
or','k',...
'MarkerFaceColor','y');
line([0,risk1],[0.02686/12,ret1],'Color','red')
hold off
```



BIBLIOGRAFÍA

- Banco Central de Reserva del Perú (2018) *Riesgos de las criptomonedas*
<http://www.bcrp.gob.pe/sistema-financiero/articulos/riesgos-de-las-criptomonedas.html> (16/09/2018; 19.45 h)
- Bitcoin.es (2018) *¿Que son los exchanges de criptomondas?*.
<https://bitcoin.es/criptomonedas/que-son-los-exchanges-de-criptomonedas/>
(16/09/18; 17.58 h)
- Black & Litterman (1992) Global Portfolio Optimization. Financial Analysts Journal, September-October 1992. CFA Institute, Virginia, EE.UU.
<https://www.cfapubs.org/doi/pdf/10.2469/faj.v48.n5.28>
- Coinmarketcap (s.f) <https://coinmarketcap.com/> (16/09/2018; 18.50 h)
- Criptonoticias (2018) *Como minar criptomonedas*.
<https://www.criptonoticias.com/informacion/como-minar-criptomonedas/>
(16/06/18; 23.40 p)
- Crosslytics (2018) *ZB.COM*. <https://www.crosslytics.com/exchanges/zb-com/>
(16/09/18; 19.43 h)
- Cryptowiki (2018) *ZB:COM*. <https://cryptowiki.com/ZB.COM> (16/09/18; 19.30 h)
- Diario Oficial de la Federación (2018), *Ley para Regular las Instituciones de Tecnología Financiera*. PP.14. México.
- Dirigentesdigital.com (2018) *Conoce las aplicaciones de blockchain más revolucionarias*.
<https://dirigentesdigital.com/hemeroteca/conoce-las-aplicaciones-de-blockchain-mas-revolucionarias-LYDD68692> (16/09/18; 22.45 h)
- Expansión (2018) *Lo que debes saber de la Ley Fintech en México*
<https://cnnespanol.cnn.com/2018/03/09/lo-que-debes-saber-de-la-ley-fintech-en-mexico/> (17/09/2018, 10:50 h)
- Ezra D. (1991) *Asset Allocation by Surplus Optimization*, Financial Analysts Journal, Jan-Feb 1991. Taylor & Francis Ltd, EE.UU.
- Financial Action Task Force on Money Laundering-FATF (2015) *Guidance for a risk-based approach to virtual currencies* PP.29.Francia
- Financial Action Task Force on Money Laundering-FATF (2018) *Report to G20 Finance Ministers and Central Bank Governors* PP.1 & 2 Francia
- FinTech M Rodriguez (2016) *15 aplicaciones de la tecnología blockchain más allá de bitcoin*. <https://www.fin-tech.es/2016/10/aplicaciones-de-la-tecnologia-blockchain.html> (16/09/18; 22.20 h)

- GuiaBitcoin (2018) *Que es un Wallet o monedero digital de Bitcoin y criptomonedas*.
<https://guiabitcoin.com/que-es-un-wallet/> (16/09/18; 20.42 h).
- Hardwareate (2018) *Los 8 mejores exchanges de criptomonedas de 2018*.
<https://hardwareate.com/mejores-exchanges-criptomonedas> (16-09-18; 18.28 h)
- Kennedy, R. (2016) *Vitalik Buterin: Q&A- An Interview with the inventor of Ethereum*.
 Q&A Interviews.
- Lagarde C. (2018) *Fondo Monetario Internacional, Los cryptoactivos bajo una mirada imparcial*. <https://blog-dialogoafondo.imf.org/?p=9119> (17/09/2018; 15:25 h).
- Lagarde C. (2017) *Fondo Monetario Internacional, Conferencia del Banco de Inglaterra, Londres: "Los bancos centrales y la tecnología financiera: ¿Un mundo feliz?"* <https://www.imf.org/es/News/Articles/2017/09/28/sp092917-central-banking-and-fintech-a-brave-new-world> (16/09/2018; 10:25 h)
- Matus.D (2017) *Ethereum vs. Bitcoin: te explicamos las principales diferencias*,
<https://es.digitaltrends.com/guias/ethereum-bitcoin-guia-diferencias/>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Ethereum> (15/09/2018 18:00 h)
- Molly Jane Zuckerman (2018) *Malta aprueba tres leyes de Blockchain y crypto en segunda lectura parlamentaria* <https://es.cointelegraph.com/news/malta-approves-three-blockchain-crypto-bills-in-second-parliamentary-reading>
 (17/09/2018; 13:49 h)
- Nieto A (2018) Xataka *El número de bitcoins es finito, no podrá haber más de 21 millones: ¿qué se espera que suceda entonces?*
<https://www.xataka.com/criptomonedas/el-numero-de-bitcoins-es-finito-no-podra-haber-mas-de-21-millones-que-se-espera-que-suceda-entonces>
 (16/09/2018; 14:30 h)
- Panda Noticias Shaymar Figueroa (2018) *¿Cómo funciona un exchange?*
<https://pandanoticias.xyz/como-funciona-un-exchange/> (16/09/18; 18.20 h)
- Roca, F. (2011) *Finanzas para Emprendedores*. 4ta. Ed. Guatemala: Amazon Kindle Publishing.
- Ross, S. (2012) *Finanzas Corporativas*. 9a. Ed. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Satoshi Nakamoto (2008), *Bitcoin: Un Sistema de Efectivo Electrónico Usuario-a-Usuario*. PP.2.
- SoloLinux (2018) *¿Que es una exchange de Criptomonedas?*
<https://www.sololinux.es/que-es-una-exchange-de-criptomonedas/> (16-09-18/
 15.25 h)
- Su, Benzschawel (2015) *Black-Litterman Asset Allocation Demystified*. Citi Research Bond Portfolio Analysis.

- Swiss Financial Market Supervisory Authority-FINMA (2018) *Guidelines for enquiries regarding the regulatory framework for initial coin offerings (ICOs)*. PP.3. Suiza.
- Tecnobits (2018) *Los mejores monederos de criptomonedas de criptomonedas (2018)*. <https://tecnobits.xyz/mejores-monederos-de-criptomonedas/> (16/09/18; 19.55)
- Tokens24 (2018) *Bitfinex Exchange: La guía completa*. <https://www.tokens24.com/es/cryptopedia/trading/bitfinex-exchange-la-guia-completa> (16/09/18; 18.58 h).
- Vigilante Inversores (2018) *Exchanges de criptomonedas – Lista con los mejores del mercado para el año 2018*. <https://vigilanteinversores.com/exchanges-criptomonedas/> (16/09/18; 17.15 h)
- Waring, Barton (2004). *The Journal of Portfolio Management*. Volume 8, Issue 2.
- Yurong Zhu (2017) *Litecoin: qué es, cómo nació y cuáles son sus ventajas*, <https://www.rankia.com/blog/blockchain-criptomonedas-bitcoin-ethereum/3683224-litecoin-que-como-nacio-cuales-son-sus-ventajas> (16/09/2018: 05:56h)