



FACULTAD DE TURISMO Y FINANZAS

GRADO EN FINANZAS Y CONTABILIDAD

Gestión de Riesgo de Criptomonedas

Cryptocurrency Risk Management

Trabajo Fin de Grado presentado por Guillermo Rodríguez Solís, siendo el tutor del mismo el profesor D. Filippo Di Pietro

Vº. Bº. del Tutor/a/es/as:

Alumno/a:

D./Dña.

D./Dña.

Sevilla. Junio de 2022



**GRADO EN FINANZAS Y CONTABILIDAD
FACULTAD DE TURISMO Y FINANZAS**

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO ACADÉMICO [2021-2022]**

TÍTULO:

GESTIÓN DE RIESGO DE CRIPTOMONEDAS

AUTOR:

GUILLERMO RODRÍGUEZ SOLÍS

TUTOR:

Dr. D. FILIPPO DI PIETRO

DEPARTAMENTO:

ECONOMÍA FINANCIERA Y DIRECCIÓN DE OPERACIONES

ÁREA DE CONOCIMIENTO:

ECONOMÍA FINANCIERA Y CONTABILIDAD

RESUMEN:

Las criptomonedas se originaron tras la falta de confianza en las entidades financieras por parte de sus usuarios. Desde 2008 han tenido una importancia en el mercado además de la utilidad posible de utilizarla como método de pago entre diferentes partes. Por ello, en términos de inversión, se ha analizado la gestión de riesgos de una cartera de inversión de criptomonedas. La gestión de riesgos es fundamental con el fin de intentar estimar que va a ocurrir con nuestras inversiones. La metodología Valor en Riesgo es útil para ello y se ha aplicado con la hipótesis de normalidad para poder apreciar tanto analíticamente como gráficamente la operación de inversión en una cartera compuesta por criptomonedas.

PALABRAS CLAVE:

Cartera; Criptomoneda; Gestión; Riesgo; VAR;

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	JUSTIFICACIÓN DEL TEMA.....	1
1.2	OBJETIVOS	1
1.3	METODOLOGÍA.....	1
2	INTRODUCCIÓN A LA INVERSIÓN CON CRIPTOMONEDAS.....	3
2.1	HISTORIA DE LAS CRIPTOMONEDAS.....	3
2.1.1	¿Qué son las criptomonedas?	5
2.1.2	Diferencias con el dinero por decreto	6
2.2	TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN	6
2.3	MERCADO DE CRIPTOMONEDAS	9
2.3.1	Principales criptomonedas.....	10
2.3.2	Fuentes de información de datos de ranking y comprobación de precios 11	
2.4	RIESGOS DE INVERTIR EN CRIPTOMONEDAS.....	12
2.5	IMPUESTOS SOBRE CRIPTOMONEDAS.....	13
2.6	EXCHANGES DE CRIPTOMONEDAS.....	14
2.7	BILLETERA DIGITAL	16
3	GESTIÓN DE RIESGOS DE UNA CARTERA DE INVERSIÓN.....	17
3.1	INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN DE CARTERAS	17
3.1.1	Estrategias activa y pasiva	18
3.2	RIESGOS FINANCIEROS.....	19
3.2.1	¿Qué son los riesgos financieros?.....	19
3.2.2	Tipos de riesgos financieros asociados a una cartera de inversión.....	20
3.3	LA GESTIÓN DE RIESGOS.....	23
3.3.1	Órdenes de mercado.....	24
3.3.2	Diversificación	27
3.3.3	Derivados financieros	28
3.4	HERRAMIENTAS EN LA GESTIÓN DE CARTERAS.....	36
4	MODELO VaR DE UNA CARTERA DE CRIPTOMONEDAS.....	39
4.1	INTRODUCCIÓN AL VALOR EN RIESGO (VaR).....	39
4.2	METODOLOGÍAS PARA EL CÁLCULO DEL VaR	39
4.2.1	Método Paramétrico de VaR.....	39
4.2.2	Otros métodos de cálculo del VaR.....	42

4.3	APLICACIÓN PRÁCTICA VaR EN UNA CARTERA DE INVERSIÓN.....	42
4.3.1	Modelo teórico VaR	42
4.3.2	Modelo empírico VaR	46
4.4	LIMITACIONES DEL VaR.....	48
5	CONCLUSIONES.....	49

INTRODUCCIÓN

1.1 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

Actualmente se encuentran alrededor de 20.000 criptomonedas de diferentes índoles en el mercado. La característica fundamental de estos productos radica en la tecnología y en su alta volatilidad, lo cual es lo atractivo para el inversor que decide invertir en estos activos financieros.

Es útil señalar que en un futuro próximo el dinero físico probablemente desaparezca de nuestras vidas por lo que, según diversos autores, las monedas digitales pasarán a un primer plano para todas las personas.

Teniendo lo anterior en cuenta, la gestión de riesgos busca disminuir las amenazas a las que estamos expuestos una vez invertimos en el mercado, es fundamental en el mundo empresarial dado que según la gestión que se realice puede ocasionar importantes beneficios o, por el contrario, unas pérdidas que puedan ocasionar el cierre de nuestra operación.

Hoy en día, el modelo VaR es uno de los fundamentos para medir el riesgo según los académicos y reguladores. Es por ello que se ha basado el siguiente análisis de la cartera por este procedimiento.

1.2 OBJETIVOS

Comenzando con el informe, se iniciará situando al lector en el mundo de las criptomonedas tanto históricamente como mostrándole el funcionamiento técnico de éstas además de informar sobre el mercado.

En el segundo apartado del trabajo se muestra la definición de gestión de riesgo además de las herramientas para poder gestionar una cartera de activos financieros genéricos.

Concluyendo, con el lector situado en el mundo de las criptomonedas y con una idea de cómo se gestiona el riesgo de una cartera de inversión, se utilizará el método teórico y empírico del Valor en Riesgo (VaR) para gestionar una cartera compuesta por cuatro criptomonedas equitativamente distribuidas.

1.3 METODOLOGÍA

Con el fin de realizar este proyecto, se ha recurrido a las fuentes documentales que nos ofrece la Universidad de Sevilla como puede ser Dialnet y Scopus. Además, se han extraído libros de la biblioteca de la Facultad de Turismo y Finanzas con el objetivo de aportar ideas de profesores que componen los departamentos de la facultad.

Por último, también se han utilizado recomendaciones del tutor además de páginas webs de bancos, instituciones, noticias actuales y diferentes webs donde la información sobre criptomonedas está actualizadas al día.

INTRODUCCIÓN A LA INVERSIÓN CON CRIPTOMONEDAS

2.1 HISTORIA DE LAS CRIPTOMONEDAS

El dinero es un lenguaje que los seres humanos utilizamos con el fin del intercambio de valor. También, realizamos transacciones económicas al igual que se crean relaciones con él como sociedades y las organizaciones. Tras la invención de la red Bitcoin, se divide el concepto del dinero de la idea del Estado como emisor de este. Se ha evolucionado de monedas basadas en instituciones a monedas basadas en redes informáticas.

En los años 70 empezó a desarrollarse el dinero digital, cuando la tecnología lo pudo permitir. Sin embargo, con la invención de internet en 1983 es cuando se produce el mayor cambio. La criptomoneda pionera que dio entrada a todo lo que conllevó después fue el Bitcoin. Se trata de un tipo de dinero programable, instantáneo, seguro y libre en un protocolo de confianza. Es aquí, donde se trata con la primera forma de dinero basada en red y en protocolo totalmente descentralizado. (Santiago Moreno, 2019).

El Bitcoin se puso en circulación en 2009 y su creador, no reconocido oficialmente, fue Satoshi Nakamoto, pseudónimo de uno o varios individuos. El origen se remonta tras la crisis financiera de 2008 que llevó a la pérdida de confianza en las entidades financieras y bancarias. Fue aquí donde un grupo de informáticos decidieron crear e implementar su propia moneda virtual al margen de las monedas de curso legal y del sistema monetario internacional con el propósito de hacer transacciones entre ellos mismos. Este advenimiento tuvo muchos seguidores existiendo en la actualidad más de 1.500 criptomonedas, denominadas Altcoin. (Anglès Juanpere, 2019).

Tras el estudio de Rico Carrillo (2020), se ha demostrado que el intercambio de billetes tiene un alto riesgo en el contagio del Covid-19. Tras llegar a esta conclusión, varios países han restringido el dinero efectivo y ellos mismos han recomendado realizar transacciones digitales. Como consecuencia de estas circunstancias, la pandemia ha acelerado el proceso de digitalización de los sistemas de pagos con las consecuencias que llevará a cabo. Estas circunstancias están ocasionando que muchos países se vean intrigados en emitir monedas digitales, con los desafíos regulatorios y tecnológicos que conllevaría tales acciones. El BCE (Banco Central Europeo) ha evaluado los beneficios y las contras de usar monedas digitales ante la nueva situación económica en el mundo.

Analizando la capitalización total del mercado de criptomonedas en Coinmarketcap (2022) se observa cómo en 2013 hay una capitalización de 1.563.360.000USD.

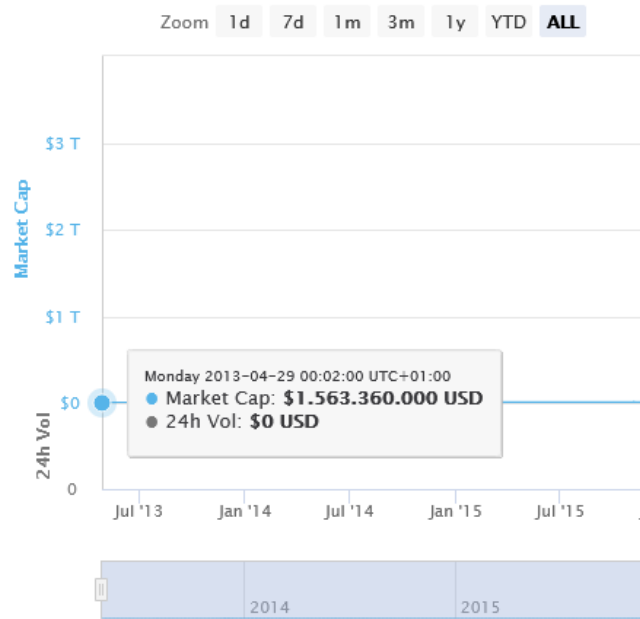


Figura 2.1. Capitalización total del mercado de criptomonedas en 2013.

Fuente:(Coinmarketcap, 2022)

La evolución dada entre 2013 y hoy en día es de aproximadamente un 121.637% superior. Estamos hablando de 9 años y el mayor auge prácticamente es de hace muy pocos años hasta la actualidad.



Figura 2.2. Capitalización total del mercado de criptomonedas en 2022.

Fuente: (Coinmarketcap, 2022)

En pleno 2022 se encuentra activa la invasión rusa de Ucrania. Hay que destacar que Rusia es responsable del 13,6% de la minería de criptomonedas del mundo, se coloca en el tercer productor más importante tras Estados Unidos y Kazajistán. Ucrania es el cuarto país del mundo que mayores implementaciones de criptomonedas está llevando a cabo. Forbes ha señalado que las donaciones de bitcoin a Ucrania superan ya los 4 millones de dólares. Las monedas digitales tienen la capacidad de disminuir las sanciones impuesta en esta guerra. Rusia está estudiando la elaboración de un rublo digital para comercializar sin pasar por el dólar.

Conforme se iba acelerando la invasión de Rusia a Ucrania, los valores de las criptomonedas iban disminuyendo mientras que el comportamiento que se veía en el oro y el petróleo era todo lo contrario. (Yáñez-Richards, 2022).

2.1.1 ¿Qué son las criptomonedas?

“Las criptomonedas tienen naturaleza intangible y digital, y su propósito principal es cumplir con las tradicionales funcionalidades del dinero, que son: unidad de cuenta, reserva de valor y medio de intercambio y pago.” (Santiago Moreno, 2019).

Una criptomoneda, en resumidas cuentas, es una moneda electrónica con la que realizar operaciones. Tiene la cualidad de que no se filtra por ningún organismo conllevando con ella misma menores costes para el que quiera invertir en ellas. (Moreno, Soto, Valencia, & Sánchez, 2018).

Tecnológicamente hablando, son el producto de algoritmos matemáticos que utilizan un sistema avanzado de encriptación de contraseña asimétrica. Se trata de la metodología que se usa para transferir electrónicamente entre dos partes. Cada uno tiene dos claves que son únicas. Una de ellas es pública y es la dirección conocida (monedero) para verificar firmas digitales. La clave privada es la fuente real de la firma digital. El término asimétrico significa que la clave pública, derivando de la privada, hace imposible deducir la clave privada de la pública. Mediante el uso de la tecnología Blockchain (cadena de bloques) se mejora las permutas a través de un software abierto P2P (Peer to Peer). Este tipo de conexiones representan las operaciones que se llevan a cabo entre el que paga y el que se beneficia sin necesidad de agentes, es decir, directamente. (Anglès Juanpere, 2019).

Cuando se quiere realizar una transacción se forma una cadena de bloque de datos inmodificable y cualquier tipo de manipulación ajena conllevaría la desconfianza de la cadena. Se asemeja a un libro contable dónde se apuntan las operaciones realizadas.

Los autores son unánimes en cuánto a las características de las criptomonedas (Criado Enguix, 2020):

- Seguridad: las operaciones aseguran los fondos ligados a cada uno de los usuarios. Además, son éstos mismos los que pueden acceder mediante su clave privada.
- Irreversibilidad: todo tipo de transacción confirmada sujeta a las criptomonedas es completamente irreversible.
- Confidencialidad: la cuenta de los usuarios y las transacciones se realizan siempre bajo el anonimato.
- Rapidez y alcance global.
- Suministro controlado: el suministro de criptomonedas es controlado. En particular, el Bitcoin, no podrá haber en circulación más de 21 millones. Sin embargo, por ejemplo, con Ripple, está limitada a cien mil millones de monedas.

2.1.2 Diferencias con el dinero por decreto

Entre las funciones tradicionales del dinero por decreto encontramos que se trata de un medio de cambio, depósito de valor para mantener su valoración a lo largo del tiempo. La utilidad del dinero es la confianza de que vaya a ser utilizado por una contraparte.

Las criptomonedas, en concreto, todavía no son aceptadas como medio de pago en todos los lugares. Sin embargo, si cumple que tenga un depósito de valor. El valor de una criptomoneda no está ligada a una economía concreta. Los dueños de la propia moneda son de los que depende la volatilidad del precio. Es por ello, que se trata de una inversión, como podría ser con otro activo, dónde se prioriza la especulación.

Dinero Fíat	Criptomonedas
Físicos	Digitales
Asociados a un país o grupo de países	Globales
Emitidos por gobiernos	Ofrecidos a través de la minería
Oferta controlada por los Bancos Centrales	Oferta controlada por los mineros y la tecnología
Se introducen en el sistema económico a través de bonos y otros títulos	Se inyectan directamente en el mercado de criptomonedas
Gran influencia de las tasas de inflación e interés	Poca influencia de política monetarias

Tabla 2.1. Comparativa entre dinero fíat y criptomonedas.

Fuente: (Buzzi, Cittadini, & De Oliveira, 2018)

2.2 TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN

Blockchain tiene su origen en 1991 cuando los científicos Stuart Haber y W. Scott Stornetta desarrollaron un sistema informático para que los documentos digitales no fueran objeto de amaños informáticos.

Según Criado Enguix (2020), se elaboró a través de la cadena de bloques con seguridad criptográfica. Con ello, se almacenaban los documentos con sello de tiempo y en 1992 se introdujeron al diseño “los árboles de Merkle”. El valor de este se hizo cada vez más valioso al permitir que la información se agrupara en un solo bloque. La tecnología no tuvo aplicación práctica alguna y en 2004 la patente se vería caducada. En este mismo año, Hal Finney introduce la Prueba de Trabajo reutilizable (Reusable Proof of Work) con el fin de elaborar una criptomoneda.

En 2008, Satoshi Nakamoto, unió dos tecnologías: la Red Blockchain y la prueba de trabajo. Se implementó por primera vez en 2009 como fundamento del Bitcoin. (Santiago Moreno, 2019)

Blockchain por sí solo significa, literalmente, “cadena de bloques”. Es una base de datos formada por cadena de boques y diseñadas para ser inquebrantable usando un sistema de encriptación y enlazando, mediante hash, la información con los demás bloques. Descentraliza la confianza que la población depositaba en las instituciones financieras. En definitiva, su funcionalidad se asemeja a un libro contable que registra las transacciones que puedan realizarse. La gestión de estos registros se ejecuta

mediante los usuarios de esta base de datos. La metodología por seguir es un acuerdo entre dos partes y la información se agrega a un bloque inmodificable.

Los mensajes que ofrece Blockchain están cifrados pero accesibles a todo el mundo. Sin embargo, la utilidad del cifrado es para guardar la confidencialidad de las transacciones y que sólo el emisor y receptor puedan interpretarlo.

Este sistema tiene como características la transparencia ya que todos los miembros conectados a Blockchain tienen acceso a los registros además de que el código informático es abierto. La información es definitiva, es decir, no se puede alterar este libro contable a no ser que se apruebe con la mayoría del 51% de los nodos. Por último, es inmutable, si uno de los nodos desvía una operación, ésta afecta directamente a la cadena de bloques con su consiguiente registro en el sistema.



Figura 2.3. Visual de distribuciones.

Fuente: (Criado Enguix, 2020).

A continuación, se mencionará las propiedades del Blockchain según Santiago Moreno (2019).

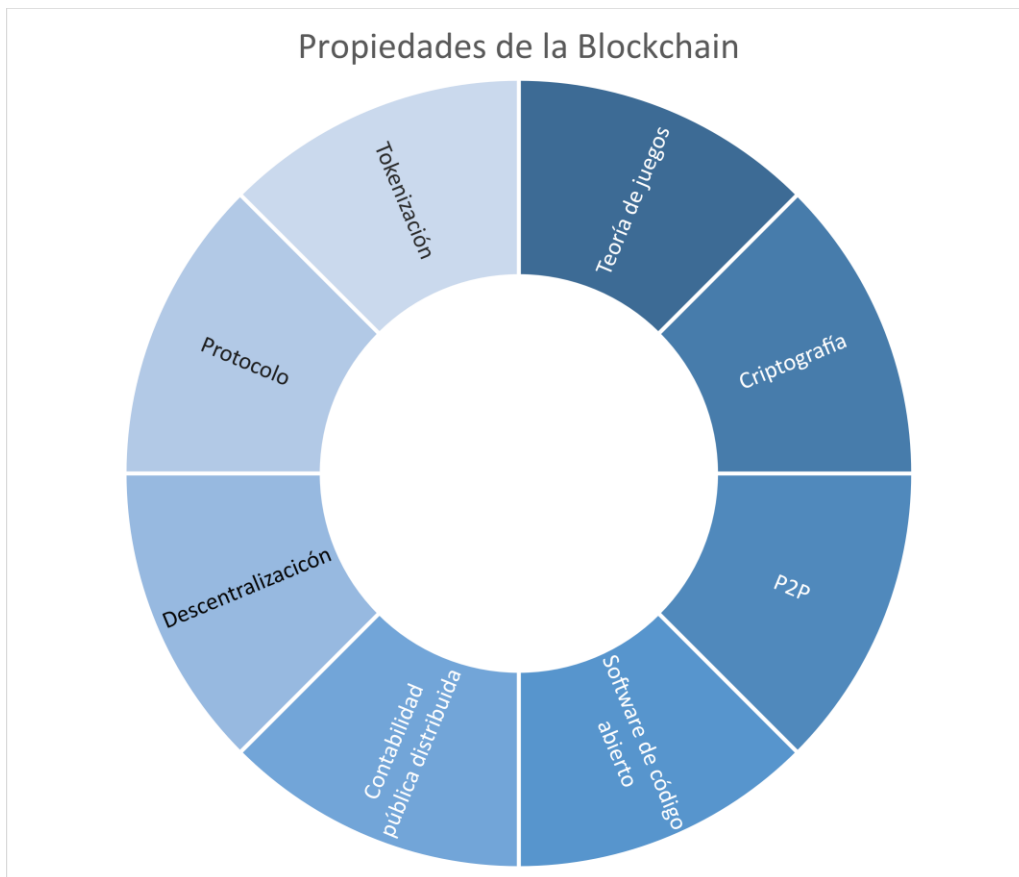


Figura 2.4. Listado propiedades de la Blockchain.

Fuente: (Santiago Moreno, 2019).

- Comenzando con la tokenización, simboliza que la valoración es digital, el control lo decretan las claves criptográficas además de que el registro se centra en la cadena de bloques.
- Siguiendo con el protocolo, se trata del programa informático para que los nodos (red de ordenadores) puedan tener relación entre sí. El protocolo de una red Blockchain determina cómo tienen que proceder los usuarios para comunicarse.
- La descentralización es un sistema dónde sus usuarios no tienen que conocerse entre sí, cada uno de ellos va a obtener el mismo registro de contabilidad del Blockchain. Este registro se llevará a cabo cuando se llegue al acuerdo de los miembros.
- Respecto a la contabilidad pública distribuida, hay que tener claro que esta tecnología es un registro público que permite el control de las transacciones en una red. Cada usuario debe validarlo. Se ordenan y se encuentran disponible en cualquier distribución.
- Las cadenas de bloques son de código abierto y sus fuentes de software también, de aquí deriva la característica de software de código abierto.
- La Peer to Peer (P2P), son unos nodos conectados directamente con una misma red. La información se almacena en cada uno de los nodos y éstos comparten la información hasta llegar a todos los usuarios.
- La criptografía es un mecanismo de seguridad para evitar la manipulación de la información de la red Blockchain.
- La teoría de juegos son decisiones importantes. Se compone de tres integrantes, uno son los miembros (toma de decisiones), otra las estrategias (decisiones) y por último el resultado (consecuencias).

Se pueden diferenciar entre tres tipos de Blockchain. Éstas pueden ser públicas, privadas e híbridas o también llamadas de consorcio. (Amado Monroy, 2020).

Blockchain pública	Blockchain privada	Blockchain híbrida o consorcio
<p>Cualquier usuario puede participar.</p> <p>Todas las transacciones son de dominio público.</p> <p>Es dirigida por el consenso entre los usuarios.</p> <p>Existe un libro público.</p> <p>Es completamente descentralizado.</p> <p><u>Ejemplos:</u> Bitcoin y Ethereum.</p>	<p>No está abierta al público.</p> <p>Los usuarios establecen condiciones para los nuevos usuarios además de invitaciones para poder acceder.</p> <p>Menos descentralizadas.</p> <p>Su finalidad práctica suele ser en administraciones de datos o auditorías internas.</p> <p><u>Ejemplos:</u> Hyperledger y Ripple.</p>	<p>Parcialmente privada y pública.</p> <p>Mezcla de las dos anteriores.</p> <p>Los nodos partícipes son usuarios que inspeccionan el proceso de consenso.</p> <p>Las transacciones son públicas.</p> <p>Son más rápidas y tienen mayor privacidad en las operaciones.</p> <p><u>Ejemplos:</u> BigchainDB y Evemym.</p>

Tabla 2.2. Los tres tipos de Blockchain.

Fuente: Elaboración propia.

2.3 MERCADO DE CRIPTOMONEDAS

El mercado de criptomonedas es de interés tanto para inversores como para los reguladores. Las características inherentes son su transparencia, su carácter especulativo y volátil. Entre sus finalidades podemos encontrar tanto medio de pago como desarrollo de servicios o aplicaciones. Existen más de 10.000 criptomonedas en todo el mundo. A pesar del gran interés en este mercado por parte de inversores, estos activos financieros carecen de información y el enfoque de atención está concentrado en Bitcoin o Ethereum. (Jaureguizar Francés, Grau-Carles, & Jaureguizar Arellano, 2018).

La inestabilidad que conlleva los activos genera un alto riesgo ligado a un alto beneficio o una estrepitosa pérdida. La CNMV (Comisión Nacional del Mercado de Valores) publica en el año 2018 pautas a seguir enfocadas a los profesionales del sector financiero. A pesar de los riesgos ligados, los inversores en criptomonedas realizan operaciones tanto con fines de especulación como de inversión. La finalidad se centra en aprovechar las fluctuaciones tan pronunciada que caracteriza a este mercado. (Nikolova Nikolova, 2021).

El BCE (Banco Central Europeo) clasifica el mercado de criptomonedas en tres categorías:

- Flujos unidireccionales: se puede comprar con dinero real pero no pueden cambiarlo posteriormente.
- Flujos bidireccionales: se puede comprar y vender.
- Cerrados: no tienen vínculos con la economía real.

Los primeros contratos de futuros de Bitcoin se negociaron en 2017. Este servicio lo ofreció CBOE (Chicago Board Options Exchange) y CME (Chicago Mercantile Exchange). Se trata del mercado de futuros más importante de Estados Unidos. Los vencimientos de los contratos de futuros variaban entre tres meses como vencimientos mensuales. Cabe mencionar que existen otros instrumentos financieros como los contratos por diferencias (CFD), los fideicomisos y las notas negociadas en bolsa (ETN). (Nikolova Nikolova, 2021).

- Contratos por diferencias (CFD): “Son acuerdos donde se intercambia la diferencia de valor de cierto activo entre el momento de apertura y el cierre del contrato. Los CFDs permiten beneficiarse de fluctuaciones de precio de los productos subyacentes sin necesidad de ser titular de los mismos. Los CFDs les dan acceso a todos los beneficios dinerarios.” (elEconomista.es, 2020).
- Fideicomisos: “Es un contrato mediante el cual el fideicomitente transmite ciertos bienes y derechos al fiduciario afectándolos a fines determinados. El fiduciario los recibe con la limitación de carácter obligatorio de realizar solo aquellos actos exigidos para cumplir los fines del fideicomiso. El fideicomisario es la persona a la que le corresponde beneficiarse del fideicomiso.” (Gobierno de Guatemala. Ministerio de Finanzas Públicas.)
- Notas negociadas en bolsa (ETN): “Es un instrumento de deuda con una fecha de vencimiento establecida en la cual su emisor promete pagar su inversión. Sin embargo, a diferencia de un bono, no genera intereses ni garantiza el pago de un porcentaje fijo de su desembolso inicial. En cambio, rastrea un índice subyacente o clase de activo, sin otorgar propiedad en ninguno de sus componentes.” (Lutums.net).

Los Exchanges son fundamentales en el sistema de las criptomonedas. A través de ellos las criptomonedas pueden intercambiarse por dinero fiat o por otras criptomonedas. Existen actualmente más de 500 plataformas de intercambio en el mundo. Es fundamental revisar las licencias y los permisos de operaciones de cada

una de ellas antes de intervenir. Las plataformas funcionan independientes entre sí y el volumen de transacciones difieren al igual que la oferta y la demanda.

2.3.1 Principales criptomonedas

En la actualidad encontramos tres tipos de generaciones de criptomonedas (Nikolova Nikolova, 2021):

La primera de ellas se centra fundamentalmente en el almacenaje y transferencia de los valores. Estas criptomonedas presentan carencias de escalabilidad. Se dificulta su uso como método de pago debido al tiempo de confirmación de las transacciones y las comisiones. Entre ellas podemos encontrar el Bitcoin (BTC). Esta criptomoneda lidera el mercado, tanto en términos de capitalización como en popularidad, usuarios y demanda. Otra criptomoneda de la primera generación sería el Bitcoin Cash (BCH), creada en 2017 cuyo origen se fundamenta en la preocupación de la escalabilidad del Bitcoin. Las transacciones se realizan con mayor rapidez y sus costes son más baratos. El Litecoin (LTC) fue fundada en 2011 y utiliza un algoritmo diferente al del Bitcoin. Los tiempos de confirmación son más rápidas y una caracterización única es que tiene la posibilidad de fraccionarse en 100e6 unidades más pequeñas. El Dogecoin (DOGE) fue creada en 2013. Su origen centra en una simple broma. Su programación deriva del Litecoin y no existe un número límite de Dogecoins a producir. El tiempo de confirmación es prácticamente de un minuto.

La segunda generación de criptomonedas permite usar la programación para construir 'smart contracts' (contratos inteligentes) y aplicaciones descentralizadas. La pionera de ellas es Ethereum (ETH). Se basa en la tecnología Blockchain y fue creada por el ruso Vitalik Buterin y es presentada oficialmente en 2015. La red Ethereum se basa en un sistema de código abierto que permite implementar los 'smart contracts'. No funciona solamente para operar si no también como contratos inteligentes. Binance Coin (BNB) se ejecuta en la red de Ethereum. Se puede utilizar como método de pago y como moneda para pagar tarifas en Binance.

La tercera generación de criptomonedas se caracteriza por mejorar la escalabilidad y la interoperabilidad. Entre ellas encontramos a Ripple (XRP) que se trata un sistema de pagos (Ripple Pay). Se caracteriza por tener un código único y utiliza un protocolo de consenso en lugar de la minería. Son muchas las entidades financieras que invierten en esta criptomoneda. El tiempo de operación son de tan solo cuatro segundos, mucho más rápido que las criptomonedas anteriormente citadas. Siguiendo con la tercera generación se encuentra Cardano (ADA). Su origen está en 2017 y en ese mismo año consiguió situarse entre las diez criptodivisas con mayor capitalización, hoy en día, se encuentra en la posición octava. Destaca por la privacidad que ofrece a sus miembros. Da la posibilidad del desarrollo de contratos inteligentes como de aplicaciones descentralizadas. Tether (USDT) es una moneda digital cuyo valor reflejo es el dólar estadounidense. Su intención es ser una 'stablecoin' (criptomoneda estable) para usarse como dólares digitales. Su utilidad radica en protegerse contra la volatilidad del mercado de criptomonedas ya que está anclado al valor de un dólar. (Coinmarketcap, 2022).

#	Nombre	Símbolo	Precio (USD)	Cap. mercado	Vol. (24h)	Vol. total	Var. (24h)	Var. (7d)
1	Bitcoin	BTC	38.360	729,13B \$	23,97B \$	32,55%	-1,88%	-0,96%
2	Ethereum	ETH	2.519,2	302,45B \$	11,15B \$	15,14%	-3,06%	-1,82%
3	Tether	USDT	1,0007	80,10B \$	53,26B \$	72,33%	+0,06%	+0,01%
4	BNB	BNB	362,7	60,05B \$	1,36B \$	1,84%	-2,13%	-5,24%
5	USD Coin	USDC	0,9998	52,43B \$	3,34B \$	4,53%	-0,01%	-0,05%
6	XRP	XRP	0,74593	36,03B \$	1,99B \$	2,70%	-3,41%	+3,36%
7	Terra	LUNA	90,78	33,81B \$	3,35B \$	4,55%	-1,67%	+12,14%
8	Cardano	ADA	0,7876	26,56B \$	814,22M \$	1,11%	-2,75%	-2,42%
9	Solana	SOL	79,117	25,62B \$	1,52B \$	2,07%	-2,79%	-5,60%
10	Binance USD	BUSD	0,9999	17,97B \$	4,48B \$	6,09%	0%	+0,12%
11	Avalanche	AVAX	66,41	17,70B \$	1,28B \$	1,74%	-5,32%	-8,76%
12	Polkadot	DOT	17,13	16,91B \$	682,69M \$	0,93%	-3,82%	+2,34%
13	TerraUSD	UST	1,005	14,78B \$	548,79M \$	0,75%	0%	+0,79%
14	Dogecoin	DOGE	0,11109	14,77B \$	478,59M \$	0,65%	-3,59%	-6,63%
15	SHIBA INU	SHIB	0,0000213	11,77B \$	656,17M \$	0,89%	-3,62%	-7,95%
16	Wrapped Bitcoin	WBTC	38.369	10,48B \$	132,44M \$	0,18%	-1,84%	-1,05%
17	Polygon	MATIC	1,338	10,28B \$	761,58M \$	1,03%	-3,35%	-7,74%
18	Dai	DAI	0,99988	9,82B \$	236,58M \$	0,32%	-0,19%	-0,05%
19	Cronos	CRO	0,3735	9,45B \$	60,30M \$	0,08%	-3,00%	-3,65%
20	Cosmos	ATOM	26,519	7,63B \$	698,28M \$	0,95%	-1,52%	-6,43%
21	Litecoin	LTC	102,6	7,19B \$	715,21M \$	0,97%	-2,38%	+2,19%
22	NEAR Protocol	NEAR	9,8818	6,53B \$	499,90M \$	0,68%	-2,45%	+1,59%
23	TRON	TRX	0,05986	6,10B \$	811,78M \$	1,10%	-0,87%	-1,29%
24	Chainlink	LINK	12,93	6,05B \$	550,13M \$	0,75%	-2,86%	-1,92%
25	Uniswap	UNI	8,16	5,63B \$	170,52M \$	0,23%	-4,45%	-4,48%

Figura 2.5. Principales 25 criptomonedas del mercado.

Fuente: (Investing, 2022).

2.3.2 Fuentes de información de datos de ranking y comprobación de precios

En la web se encuentran las denominadas 'plataformas de información' las cuales muestran las cotizaciones de las criptomonedas del mercado en tiempo real. Google, por ejemplo, también ha incorporado en la búsqueda la visualización del precio en tiempo real con un conversor de divisas. (Nikolova Nikolova, 2021).

Las siguientes páginas webs te ofrecen información actual además de que algunas también te pueden permitir comprar criptomonedas o disponen de enlaces adheridos hacia Exchanges.

- CoinMarketCap (<https://coinmarketcap.com/>). Es una plataforma de las más relevantes actualmente. Permite la consulta de cotizaciones además de las capitalizaciones de las criptomonedas.
- Coinbase (<https://www.coinbase.com/>). Esta plataforma a pesar de ser un Exchange también ofrece el estado de las criptomonedas y su valor en euros.
- Investing (<https://www.investing.com/>). Ofrece el valor de las criptomonedas además de disponer en el apartado de las principales muchas noticias al respecto.

- [aWebAnalysis](https://awebanalysis.com/) (<https://awebanalysis.com/>). Dispone de una gran variedad de herramientas avanzadas. Ofrece opciones para obtener de todas las aclaraciones que se necesite. (Fernández, 2022)
- [CoinGecko](https://www.coingecko.com/) (<https://www.coingecko.com/>). Clasifica a las criptomonedas focalizándose en la actividad, liquidez, comunidad e interés público.
- [Coinhills](https://www.coinhills.com/) (<https://www.coinhills.com/>). Rastrea la actividad de negociación en las plataformas de intercambio.
- [Coindex](https://coincodex.com/) (<https://coincodex.com/>). Página completa donde se pueden observar todos los valores de las criptomonedas.

2.4 RIESGOS DE INVERTIR EN CRIPTOMONEDAS

Este apartado dividirá los riesgos característicos de las criptomonedas y, por lo tanto, ligados al acto de invertir en ellas. (Nieves, 2021).

El primero de ellos es respecto a la formación de precios. Éstos se originan sin un mecanismo de control eficaz que impidan su manipulación, es decir, no están reguladas. También, se forman sin información pública que los respalda como puede ser el Banco de España o la Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV).

Entrando al segundo de los riesgos encontramos la liquidez. Según con qué criptomoneda estemos tratando pueden verse carentes de la liquidez necesaria para poder vender sin sufrir pérdidas considerables. Esto es debido a que la circulación entre inversores es muy limitada.

Como tercer riesgo destacamos el uso como medio de pago. La aceptación de las criptomonedas, en general, es todavía limitada. No existe obligación de aceptar ninguna criptomoneda como medio de pago de deudas u obligaciones. Este problema está directamente relacionado con la gran volatilidad que caracterizan a estos activos, lo cual impide que se cumpla adecuadamente las funciones de unidad de cuenta y depósito de valor.

Los problemas derivados del carácter transfronterizo sería el cuarto de los riesgos estudiados. Las figuras que participan en las operaciones no se encuentran localizados en el país nacional además de que es imposible establecer su localización. La resolución de cualquier conflicto podría ocasionar problemas mayores al no pertenecer a la competencia de las autoridades.

Son activos muy volátiles, los cambios de valor inesperados provocan fluctuaciones copiosas. (CMC Markets).



Figura 2.6. Volatilidad de Ethereum (ETH) a lo largo de 3 meses.

Fuente: (Coinmarketcap, 2022)

Finalizando con este apartado, el último de los riesgos sería la posibilidad de robo, estafa o pérdida del activo. La tecnología de bloques no custodia ni regula ni supervisa personalmente por lo que si se pierden las claves privadas puede suponer al deterioro total de la reserva y la imposibilidad de recuperación.

Entrando en el apartado de operación con CFD (contratos por diferencias) con criptomonedas como activos subyacentes acarrea un procedimiento diferente con unos riesgos propios. (CMC Markets).

- Productos especulativos. Se necesita una partición del valor total de la operación para abrir una posición. Las ganancias o pérdidas tienen como referencia el valor global de la operación.
- La volatilidad del mercado ocasiona que las cotizaciones pasen de una cota a otra sin pasar por un nivel 'intermedio'. Por ejemplo, una orden stop-loss podría ejecutarse a un precio peor del que se estipuló conllevando a una pérdida más abundante.
- Se debe observar los costes asociados a este tipo de operaciones.
- Variación de precio.

2.5 IMPUESTOS SOBRE CRIPTOMONEDAS

En España, según Barón (2022), no existe una legislación específica, sin embargo, las operaciones relacionadas con las criptomonedas están reguladas y sujetas a tributación. La Agencia Tributaria española está atenta porque este nuevo medio de pago puede ser usado con el fin de cometer fraudes.

Referido a la declaración de la Renta, las personas adquirientes de alguna de las monedas digitales existentes deben de reflejarlo en dicho documento. En la práctica se considera prácticamente igual que comprar o vender divisas. Se declaran en la casilla 389, cuyo destino es "otras ganancias patrimoniales a ingresar en la base imponible del ahorro". (elEconomista.es, 2021).

Para Hacienda la ganancia o pérdida con las operaciones tienen consideración de variación patrimonial. A los primeros 6.000 euros de ganancia patrimonial se le aplica

un 19% y se elevará a un 21% para los siguientes 44.000 euros. Estamos hablando del tramo de 6.000 a 50.000 euros. Si se confirma haberse beneficiado con inversiones entre 50.000 y 200.000 euros este tipo se alza al 23%. Por último, se gravará un 26% a ganancias superiores a 200.000 euros.

Por otra parte, en caso de pérdidas, se pueden compensar con ganancias en concepto de transmisión de otros elementos patrimoniales. Se dispondrán de los siguientes cuatro ejercicios de la Renta para ejercer dicha compensación.

En términos de Impuesto de Sociedades, las criptomonedas tributan un 25% de la renta entre el coste de la compra y el beneficio de la venta. Se puede sumar un 10% de amortización por deterioro de valor.

Respecto al cambio de una criptomoneda por otra también hay que tributarlo ya que se considera que hay una variación en el patrimonio.

Es obligatorio mencionar en el modelo 720 de declaraciones de bienes y derechos en el exterior si se posee monedas digitales en el extranjero.

Ganancias	Tipo Impositivo
[0€, 6.000€)	19%
[6.000€, 50.000€)	21%
[50.000€, 200.000€)	23%
(200.000€, ∞ €)	26%

Tabla 2.3. Tipo impositivo según tramos gananciales en la declaración de la Renta.

Fuente: Elaboración propia

2.6 EXCHANGES DE CRIPTOMONEDAS

Exchanges o plataformas de intercambios son fundamentales en el sistema de inversión de las criptomonedas. A través de éstas se pueden intercambiar dinero fiduciario por criptomonedas o criptomonedas por otras criptomonedas o mercancías. Existen más de 500 plataformas, cada una con sus especificaciones y sus restricciones. Se recomienda a la hora de la elección de un exchanges comprobar las licencias y permisos de operaciones. Según CoinMarketCap, en 2021, tan solo el 35% de las 138 plataformas que recogía tenían la licencia para operar. Cada una de las plataformas de intercambios funcionan independientemente entre sí y el volumen varía. (Nikolova Nikolova, 2021).

Coinmarketcap (2022) clasifica y asigna una puntuación a los principales exchanges de criptomonedas en función de la liquidez, volúmenes de negocio, confianza en la legitimidad de las operaciones y del tráfico.













#	Nombre	Puntaje del exchange	Volumen (24h)	Liquidez prom.	Visitas semanales	# Mercados
1	 Binance	9.9	\$12,859,727,283 ▲ 5.67%	807	24,448,014	1655
2	 Coinbase Exchange	8.5	\$2,154,680,940 ▲ 12.19%	716	2,952,564	494
3	 FTX	8.4	\$1,454,678,969 ▲ 8.93%	758	4,294,539	451
4	 Kraken	8.0	\$739,740,499 ▲ 11.5%	729	1,851,046	454
5	 KuCoin	7.6	\$1,366,908,795 ▲ 4.15%	566	3,280,351	1194
6	 Huobi Global	7.4	\$1,136,749,209 ▲ 2.55%	569	1,682,804	1073
7	 Bybit	7.3	\$349,434,720 ▲ 0.91%	620	3,600,673	293
8	 Gate.io	7.3	\$1,293,428,426 ▲ 5.97%	471	5,367,322	2299
9	 Bitfinex	7.3	\$753,881,426 ▲ 29.6%	589	795,460	396
10	 Gemini	7.1	\$92,548,533 ▲ 26.05%	656	525,653	104
11	 Crypto.com Exchange	7.0	\$2,134,400,233 ▲ 41.09%	632	2,518,077	362
12	 Binance.US	7.0	\$205,976,980 ▲ 12.02%	581	875,453	182

Figura 2.7. Clasificación de los Exchange más relevantes.

Fuente: (Coinmarketcap, 2022)

- **Binance.** Es la plataforma que sustenta el top en la lista de las casas de negociación de las criptomonedas. Es una de las mejores empresas del sector. Ofrece tanto trading como wallet, por lo que une dos servicios en uno. Dispone de unas características únicas para el trading con las comisiones más bajas que actualmente se encuentran en el mercado. Dispone de una seguridad que se ha ido incrementando a lo largo de sus años. Dispone de una licencia dispuesta por la FCA (Financial Conduct Authority), se trata de la autoridad financiera del Reino Unido.
- **Coinbase.** Es el Exchange más popular del mundo prácticamente. Ha tenido tal crecimiento que la compañía Coinbase Inc. ha salido a bolsa. Es una de las plataformas más seguras que existen. Las comisiones, en este caso, mejoran en vista del volumen de las operaciones.
- **FTX.** Dispone de comisiones muy bajas. Sin embargo, no tiene un historial amplio debido a que se trata de un Exchange originado en 2019.
- **Kraken.** Se trata de uno de los más destacados en el planeta. Es conocido por ser una de las plataformas en cabeza del comercio de criptomonedas en formas de derivados. Dispone de una gran oferta de productos con margen. Ofrece contratos novedosos como índices de criptomonedas, es decir, como un IBEX35 de las criptomonedas.

2.7 BILLETERA DIGITAL

“Las billeteras de criptomonedas almacenan sus claves privadas para que sus activos digitales sean seguros y accesibles. También le permiten enviar, recibir y gastar criptomonedas como Bitcoin y Ethereum.” (Coinbase, 2022).

Los Exchanges ofrecen un servicio de almacenaje para sus usuarios. Por contra, este almacenaje han sido víctimas de ataques cibernéticos conllevando al robo de grandes cantidades de criptomonedas. Por ello, existen numerosos monederos electrónicos usualmente denominados ‘wallets’. Se pueden encontrar diversos tipos y se pueden acceder a través de las webs de los proveedores, los softwares descargados en los ordenadores e incluso desde las aplicaciones móviles. El almacenamiento se puede disponer de dos maneras. La primera de ellas, ‘caliente’, funcionan on-line mientras que los segundos, ‘fría’, funcionan off-line debido a que se almacenan en dispositivos hardware. (Nikolova Nikolova, 2021).

Se debe tener en cuenta que al almacenar las criptomonedas es primordial la seguridad ofrecida. Los ciberataques son los protagonistas en este sector.

Las billeteras digitales no almacenan el activo financiero. Las criptodivisas se almacenan en la Blockchain y se acceden a ellas a través de una clave privada. Estas contraseñas únicas son las que indican quién es el propietario del dinero y le permite realizar operaciones. Hay que tener en cuenta que, si se pierde la clave, no se podrá acceder al wallet. Se puede acceder cómodamente a las criptomonedas que se dispongan y se pueden hacer las siguientes acciones: (Coinbase, 2022).

- Controlar las claves privadas.
- Administrar sus activos.
- Operar con las criptomonedas.
- Comprar en lugares donde acepten criptomonedas.

Entre las empresas de carteras de criptomonedas encontramos: (Geekflare, 2022).

- Ledger. Esta empresa permite comprar, vender, administrar e intercambiar criptomonedas utilizando una aplicación. Admite más de 27 criptomonedas. La tecnología para carteras que desarrolla esta empresa garantiza la seguridad para los activos financieros.
- CoinbaseWallet. Ofrece almacenaje para una gran opción de criptomonedas. Dispone de un servicio de asistencia para más de 5.500 activos.
- Metamask. Es un software de criptomonedas que se instala como extensión en el navegador web. Se utiliza para conectarse con la plataforma de Blockchain de Ethereum. Es una wallet sin custodia que permite guardar criptomonedas. Es compatible en redes como Binance y permite acceder a una amplia oferta de inversiones.
- DeFiWallet. Permite el almacenaje de más de 100 criptomonedas. Ofrece también un servicio de ganancia de intereses en más de 35 tokens.
- Exodus. Esta billetera integra diferentes aplicaciones con el fin de controlar las criptomonedas en posesión. Ofrece gráficos en vivo, intercambio integrado y soporte todas las horas del día. Es capaz de almacenar, al igual que DeFiWallet, más de 100 criptomonedas.
- Electrum. Esta empresa ofrece un servicio programado en Python y con soporte en cualquier sistema operativo. Permite a los usuarios interactuar entre servidores externos.
- Edge. Ofrece la capacidad de convertir instantáneamente monedas y tokens.

GESTIÓN DE RIESGOS DE UNA CARTERA DE INVERSIÓN

3.1 INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN DE CARTERAS

La Economía Financiera se ha desarrollado en la segunda mitad del siglo XX, gracias a contribuciones de Miller y Modigliani (1961, 1958) con sus principios de arbitraje financiero y por Markowitz (1952) con la elaboración de la Teoría de Cartera. También a los modelos de valoración investigados por Sharpe (1964), Lintner (1965) y Ross (1976) al igual que a la teoría de valoración de opciones desarrollada por Black, Scholes (1972, 1973) y Merton (1973).

El premio nobel Harry Markowitz junto e investigadores que han surgido con el paso de los años como James Tobin y William Sharpe establecieron los cimientos de Modern Portfolio Theory (MPT), dónde se establecen y analizan las elecciones de una cartera siempre teniendo en cuenta un presupuesto establecido, es decir limitado, y un uso eficiente del riesgo. (Corzo Santamaría & Vaquero Lafuente, 2011).

Le creciente sofisticación financiera de los mercados financiero y de los productos se requiere un alto nivel de conocimientos específicos como de los modelos y métodos cuantitativos en las áreas de la valoración de activos financieros y de la gestión de riesgos. La profesionalización se observa a nivel mundial con la creciente demanda de profesionales que buscan formación especializada en máster de gestión de carteras o en gestión de inversiones o bien en programas como CFA (Chartered Financial Analyst) o el EFPA (European Financial and Planning Advisor).

La gestión de inversiones es el sector específico dentro de las finanzas relacionadas con la gestión de fondos individuales o institucionales. Puede recibir otra terminología como gestión de activos, gestión de carteras, gestión monetaria y gestión de patrimonios. Normalmente el término gestión de carreras para destacar la perspectiva de la propia cartera. Las variables económicas influyen a los rendimientos medios de muchos activos además del riesgo asociado a la rentabilidad de un activo está también relacionado con otro riesgo diferente asociado a otro tipo de activo. Es muy importante no valorar aisladamente las perspectivas de cada activo financiero debido a las relaciones entre ellos. La gestión de carteras consiste la realización de una serie de actividades integrales. Es fundamental como primer paso o actividad, investigar para obtener un conocimiento muy detallado y profundo de los mercados financieros de interés y de los diferentes activos que se negocian en ellos ya que serán estos los que constituirán las oportunidades de inversión para la cartera.

La gestión de carteras implica cinco actividades principales cómo podemos observar en la Figura 1.8.

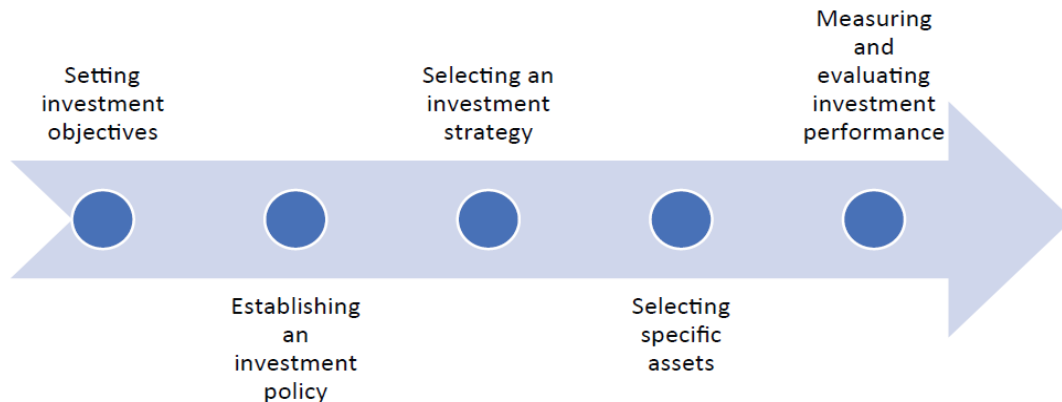


Figura 3.1. Actividades principales en la gestión de carteras.

Fuente: (P Drake, J Fabozzi, & A Fabozzi, 2022).

Comenzando con el establecimiento de los objetivos, se realiza un análisis exhaustivo de lo que cada inversor tiene como propósito. Dado los objetivos de la inversión, el gestor de la inversión (que puede ser la misma persona) elabora las directrices de la política. Esta área comienza con la decisión de cómo asignar los activos en la cartera. Ésta es el conjunto de inversiones que se gestionan en beneficio del inversionista. Después, el gestor debe seleccionar una estrategia que sea coherente con sus objetivos y directrices que se han establecido. En general, las estrategias de las carteras de inversión se clasifican como activas o pasivas.

La siguiente etapa se trata de la selección de los activos financieros que se van a incluir en la cartera de inversión. Éste se denomina problema de selección de cartera. Harry Markowitz en 1952 formuló la teoría de la selección de carteras. El economista propone cómo los inversores pueden construir sus carteras teniendo en cuenta dos parámetros:

- Rendimiento medio.
- Desviación estándar de los rendimientos.

El segundo de ellos se trata de una medida del riesgo. La evaluación del rendimiento del gestor de activos permite conocer cómo se consiguió la rentabilidad declarada o cómo se han ajustado los riesgos asociados al a estrategia elegida.

3.1.1 Estrategias activa y pasiva

A lo largo de la historia de la inversión los autores se han cuestionado sobre la eficiencia referida a la estrategia activa respecto a la pasiva. Dependiendo del entorno económico, hay formas de rentabilizar cualquiera de estas dos vertientes teniendo en cuenta el objetivo económico. (Mercado, 2020).

La estrategia de inversión activa es el método en el cual un inversor investiga qué activos elegir basado en su criterio personal. El fin es conseguir la mayor rentabilidad que ofrezca el mercado. La mayoría de los bancos y asesores financieros ofrecen este tipo de gestión de la inversión. Alrededor del 98% de los fondos de inversión que se encuentran en España son de esta característica. (Raisin). Para su desarrollo se realiza a través de tendencias macroeconómicas, análisis técnico o análisis de precio y valor económico de la acción. Con el fin de obtener una rentabilidad es necesario una buena capacidad de análisis, un buen conocimiento del mercado y experiencia.

La estrategia de inversión pasiva se caracteriza por alcanzar la rentabilidad que ofrece el mercado. Este tipo de inversión conlleva menores riesgos y con las consiguientes

menores ganancias a corto y medio plazo. Los inversores buscan replicar el comportamiento de un índice bursátil. No tiene que decidir cuáles son los activos que deben formar parte de la cartera de inversión si no que el índice lo convierte en su referencia y el desarrollo del trabajo se concentra en replicarlo. Para ello, el método más eficaz es comprar todos los valores que forman el índice en la misma proporción. Este proceso recibe el nombre de réplica física completa. La mayoría de los fondos indexados y ETFs son los principales productos de inversión pasiva.

Inversión pasiva	Inversión activa
Menor análisis y experiencia	Mayor análisis y experiencia
Corto o medio plazo	Largo plazo
Replicar comportamiento de índices	Comportamiento basado en los criterios elegidos
Tasa de retorno igual a la del mercado	Tasa de retorno mayor a la del mercado
Menor riesgo	Mayor riesgo
El seguimiento es menos periódico	Requiere un seguimiento constante
Conservador	Arriesgado

Tabla 3.1. Comparativa de características entre inversión pasiva y activa.

Fuente: (Sabín, 2019).

Entre las diferencias entre las dos estrategias de inversión se encuentra que la gestión pasiva replica un índice y la gestión activa selecciona valores para intentar superar esa rentabilidad.

La gestión activa necesita tener presente toda la información actualizada para tomar buenas decisiones. Esto implica mayores recursos que se reflejan en unas comisiones mayores. Sin embargo, la gestión pasiva consume menos recursos por lo que las comisiones, generalmente, suelen ser más bajas. (Jiménez, 2022).

3.2 RIESGOS FINANCIEROS

3.2.1 ¿Qué son los riesgos financieros?

Normalmente, los gestores financieros e inversores ven el riesgo como la posibilidad de que se produzca un resultado negativo en relación con lo que se esperaba que ocurriera. Sin embargo, esta definición del riesgo puede ser demasiado genérica.

El término riesgo e incertidumbre suelen utilizarse indistintamente entre ambos. Las carteras se construyen en base de la creencia sobre los factores que se esperan que afecten al resultado de la inversión en cuestión. Para ello, pueden recurrir a la teoría de la probabilidad para cuantificar el riesgo asociado a una decisión con el fin de cuantificar el riesgo asociado a los posibles resultados. Se supone que los responsables de las decisiones financieras son capaces de expresar lo que creen que van a ocurrir estadísticamente utilizando las probabilidades. Frank Knight, importante economista durante la primera mitad del siglo XX (Wikipedia, 2020), distinguió entre riesgo e incertidumbre. Defendió que el riesgo se aplica en la toma de decisiones en la que el resultado es completamente desconocido. Sin embargo, si se puede cuantificar con precisión la probabilidad asociada a cada resultado lo denominó riesgo medible o

riesgo adecuado. Frank Knight determinaba la incertidumbre cómo situaciones en las que el inversor no puede conocer toda la información necesaria para obtener todas las probabilidades asociadas a los diferentes posibles resultados. A ello lo nombró incertidumbre no medible. Hoy en día, la denominamos la incertidumbre knightiana. (P Drake, J Fabozzi, & A Fabozzi, 2022).

Para los gestores de activos es muy importante la distinción entre riesgo e incertidumbre. Esta importante división proviene de la crisis financiera mundial de los años 2008 y 2009. Son varias las causas de esta crisis que se encaminó a la Gran Recesión. Uno de los motivos que se cree que contribuyó a la crisis financiera fue el fracaso de los modelos estadísticos utilizados para gestionar el riesgo de las instituciones financieras. Es decir, estas empresas no reconocieron que se enfrentaban a situaciones en las que la incertidumbre knightiana estaba directamente implicada.

“Reports that say that something hasn’t happened are always interesting to me, because as we know, there are known knowns; there are things we know we know. We also know that there are known unknowns; that is to say we know there are some things we do not know. But there are also unknown unknowns—the ones we don’t know we don’t know.”

- US Secretary of Defense Donald Rumsfeld.

3.2.2 Tipos de riesgos financieros asociados a una cartera de inversión

Las inversiones financieras están expuestas a riesgos de diferentes naturalezas. Rosey Hudgins (2005), Cihak (2004), Saunders y Cornett (2002) y Basel (2001) distinguen cinco clases de riesgos: (Gaytán Cortés, 2018).

- Riesgo de mercado.
- Riesgo de crédito.
- Riesgo de liquidez.
- Riesgo operacional.
- Riesgo legal.

Comenzando con el riesgo de mercado, las cotizaciones están sujetas a la ley de oferta y demanda. La propia variabilidad de los precios conforma el factor de riesgo del mercado. Están representados por la tasa de interés, los tipos de cambio en el precio de las divisas, los índices de precios y la cotización propia de los valores en el mercado. La definición de este riesgo sería como la pérdida por cambios en las variables que influyen en la valuación de las posiciones por operaciones activas o pasivas, pudiendo incluir las tasas de interés, tipos de cambio e índice de precios. Este riesgo está implícito en todo tipo de operaciones financieras. Para la medida de este riesgo se utiliza el VaR, promovido por JP Morgan 1994. Se trata de una medida estadística de riesgo de mercado que estima la máxima pérdida que podría registrar en un intervalo de tiempo y con un determinado nivel de confianza.

$$VaR = M * F * \sigma * t^{1/2}$$

En esta fórmula, M es la exposición, sigma es la desviación estándar de los rendimientos del activo financiero. F es el valor que toma la distribución dado un nivel de confianza y, por último, t es el horizonte temporal. Según Basilea, el nivel de confianza es del 99% a diez días.

El riesgo de mercado también recibe el nombre de riesgo sistémico el cual representa el riesgo propio derivada por el comportamiento del mercado. Está ligado con cualquier título que cotice en Bolsa y no se puede diversificar. Los factores que influyen y marcan la probabilidad de incurrir en este riesgo son los niveles de los tipos de interés de cada país, el tipo de cambio, la correlación entre los distintos tipos de interés y los del mercado además de la volatilidad de estos mismos.

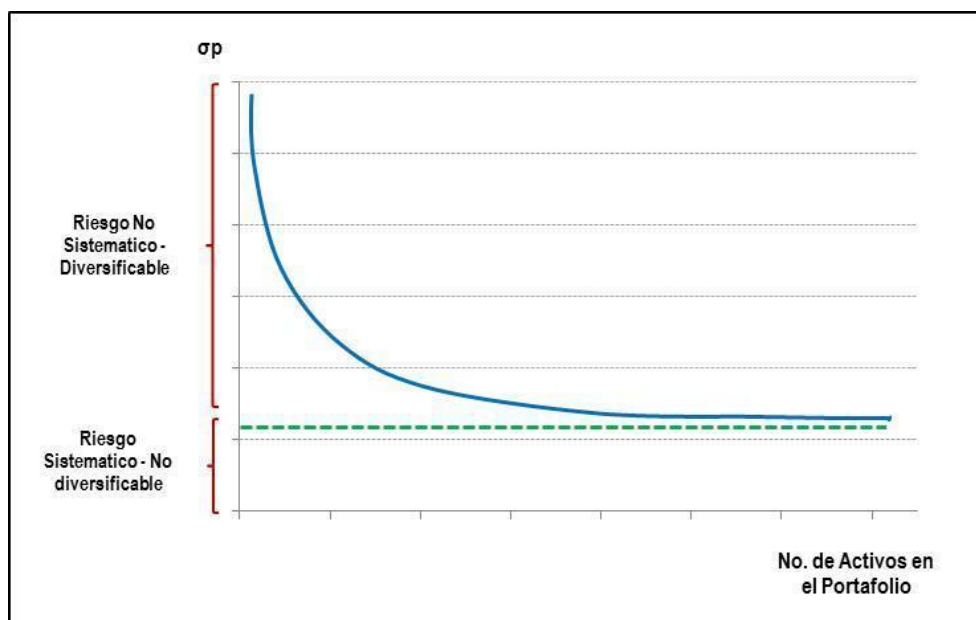


Figura 3.2. Gráfica riesgo de mercado.

Fuente:(González Bueno, 2017).

Siguiendo con el riesgo de crédito, simboliza que el deudor de una obligación no pueda cumplir con la misma. Para una institución bancaria, cada crédito está expuesto en menor o mayor medida a la probabilidad de que el acreditado pueda incumplir con el pago. El riesgo de crédito se define cómo la pérdida potencial por la falta de pago. Es uno de los riesgos más antiguos conocidos en las transacciones financieras. Hay que destacar que el riesgo de crédito tiene una distribución de las pérdidas no simétricas, es decir, hay una mayor probabilidad de incurrir en unas mínimas pérdidas que en unas pérdidas considerables.

Las principales características del riesgo de crédito son que pueden surgir como consecuencia de préstamos directos u otras operaciones fuera del balance, puede ser gestionado a través del establecimiento de los límites y las pérdidas potenciales son conocidas y se limitan al importe principal y de los intereses.

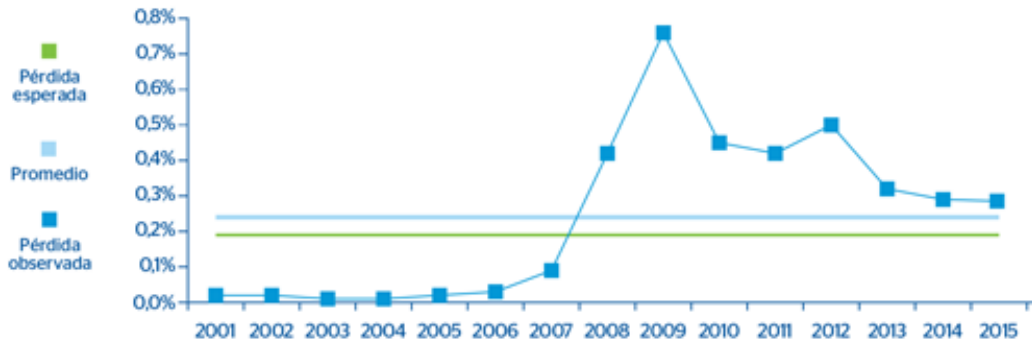


Figura 3.3. Gráfica riesgo de crédito.

Fuente:(BBVA, 2015).

El riesgo de liquidez es el riesgo derivado de que una inversión no pueda ser vendida o comprada con la rapidez suficiente para evitar o minimizar una pérdida. De forma genérica, se representa como la obtención de recursos a un alto coste y la venta de los activos con pérdida. Se trata de un riesgo importante ya que implica que no se puedan hacer líquidas las inversiones y repercutirá en la capacidad de gasto del inversor. Cada uno de los activos tienen un riesgo de liquidez específico que dependerá del tamaño de la inversión y del número de inversores que toman partida en ello. Cuanto mayor sean el número de inversores o el tamaño de la inversión, mayor será la liquidez de esta. (Ansejo, 2017).

El riesgo de liquidez se puede observar desde dos perspectivas, liquidez de mercado como de la financiación de las necesidades de liquidez. Comenzando con la primera mención, está directamente ligado con que se tiene que cerrar el precio de mercado a uno inferior. Son las pérdidas que se pueden producir en el valor de los activos en posesión debido a la poca profundidad del mercado en un determinado horizonte temporal. El segundo de ellos se origina a través del desfase temporal en los flujos de caja o de necesidades imprevistas de tesorería debido a un mal diseño de las operaciones activas y pasivas.



Figura 3.4. Gráfica riesgo de liquidez.

Fuente:(Trincado, 2021).

El riesgo operativo es la pérdida potencial por controles internos, errores en el proceso de las operaciones o deficiencias en los sistemas de la información. Se incluye también el fraude, fallos humanos o desastres naturales que impidan seguir con las actividades de inversión. Se trata de un riesgo no cuantificable debido a la complejidad para poder estimar la probabilidad de ocurrencia de un desastre y cuál podría ser el importe de la pérdida. Entre las características del riesgo operacional encontramos que es heterogéneo, depende de las acciones o decisiones sobre el procedimiento, no es cuantificable y se puede minimizar a través del desarrollo del personal, de controles tanto internos como externos además de crear planes de contingencia.

Por último, referido al riesgo legal, es el incumplimiento de las disposiciones administrativa aplicables y legales, la emisión de resoluciones administrativas y judiciales desfavorables o la propia aplicación de sanciones. Se incluyen también la mala interpretación de las leyes locales cuando se opera en otro país y las modificaciones o adecuaciones a la ley que pudieran dejar al inversor comprometido. Tiene en común con los riesgos operativos la dificultad de cuantificación.

3.3 LA GESTIÓN DE RIESGOS

La tesis de Markowitz, Portfolio Selection (1952), demuestra que el riesgo de una cartera depende de la covarianza de sus activos y no del riesgo medio de sus activos independientemente entre sí. Estableció el riesgo en el centro de la inversión y puntualizó que una cartera de inversión es la principal herramienta para maximizar la relación equilibrada entre el riesgo y la rentabilidad. Las variables económicas influyen la rentabilidad media de gran parte de los activos, con ello, está relacionado con el riesgo asociado a otros activos. El desarrollo en la Teoría de Carteras se ha ido promulgando a la vez que el desarrollo de valoración de activos y mercados financieros. La gestión de riesgos consiste en la relación de una serie de actividades previas a la construcción de una cartera y al entender las interrelaciones de las inversiones.

Según Markowitz un inversor debe escoger carteras que se encuentren en la frontera eficiente formada por activos que optimizan la relación entre la media y la varianza de las rentabilidades de la cartera.

Por gestión de riesgo se entiende el proceso de aplicar eficazmente procesos para la identificación, entendimiento, cuantificación y diversificación del tipo de riesgo que nos interese valorar. La finalidad de este comportamiento es poder ser capaces de poder cubrirlo, eliminarlo o aceptarlo de modo eficaz. A lo largo de los años este proceso es más complejo debido a la alta diversidad y características de los activos financieros que se encuentran en el mercado. Se trata de entender qué variables afectan al precio de las inversiones y cómo se comportan antes movimientos de las variables. (Corzo Santamaría & Vaquero Lafuente, 2011).

Los derivados financieros son los instrumentos más utilizados para controlar los riesgos. Permite a los inversores que no pueden asumir determinados riesgos a transferirlos a otros. Esto recibe el nombre de cubrir carteras de inversión. No se trata de sumar riesgos si no de combinarlos y estudiarlos, lo que se trata de estudiar sus covarianzas. Las covarianzas están ligadas a las correlaciones que se convierten en la base fundamental sobre la que se construye la gestión de riesgo de una cartera de inversión.

Las posibles medidas de riesgo de una cartera encontramos el VaR (Value at Risk). Es un método de medición de riesgo que utiliza la estadística para valorar la máxima pérdida esperada en un horizonte temporal y para un cierto nivel de confianza

establecido por el inversor. Ofrece una medida de la totalidad de riesgo de mercado al que se puede enfrentar una cartera. El VaR se origina en los años 90 cuando el Grupo de los Treinta y el Banco Internacional de Pagos de Basilea elaboran unas normas sobre la necesidad de medir, por parte de las instituciones financieras, una medida del riesgo de mercado, de crédito y su interacción.

3.3.1 Órdenes de mercado

Es probable que la mención de orden de valores de lugar a pensar la inmediata compra o venta de los activos. Sin embargo, la realidad es mucho más amplia. Estas órdenes es la instrucción con la que el inversor indica a su intermediario el fin de vender o comprar instrumentos financieros. (CNMV, 2011).

El SIBE permite tres tipos de órdenes sobre los activos: limitadas, de mercado y por lo mejor.

La orden limitada consiste en establecer un precio máximo para la compra y uno mínimo para la venta. El de compra sólo se ejecutaría a un precio igual o inferior al fijado, en cambio, si es de venta se realizaría a un precio igual o superior. Este tipo de órdenes se pueden introducir tanto en períodos de subasta como de mercado abierto. Una orden limitada se ejecutaría, tanto parcialmente o totalmente, inmediatamente si se encuentra la contrapartida al precio fijado o uno mejor. La orden permanecería en espera en el libro de órdenes si se diera el caso de no encontrar una contrapartida. Normalmente, esta orden es más conveniente cuando el inversor prefiere asegurar el precio y no le preocupa la rapidez de ejecución.

EJEMPLOS DE ÓRDENES LIMITADAS DE COMPRA Y DE VENTA

Supongamos que el Sr. Sánchez está interesado en un valor para el que el mercado refleja las siguientes posiciones:

COMPRA		VENTA	
VOLUMEN	PRECIO	PRECIO	VOLUMEN
100	20,05	20,08	200
135	20,03	20,09	223
335	20,02	20,10	185
458	20,01	20,15	445
51.236	20,00	20,17	1.598

Supuesto 1: El Sr. Sánchez introduce una orden para comprar 220 acciones a un máximo de 20,06. A su vez, otro inversor desea vender 100 a un precio mínimo de 20,07. **En este caso no es posible cruzar ninguna operación, ya que todos los precios posibles superan lo que está dispuesto a pagar el comprador.**

COMPRA		VENTA	
VOLUMEN	PRECIO	PRECIO	VOLUMEN
220	20,06	20,07	100
100	20,05	20,08	200
135	20,03	20,09	223
335	20,02	20,10	185
458	20,01	20,15	445
51.236	20,00	20,17	1.598

Supuesto 2: El Sr. Sánchez desea adquirir 250 acciones a un precio máximo de 20,06. Otro inversor desea vender 650 acciones a un precio mínimo de 20,06.

COMPRA		VENTA	
VOLUMEN	PRECIO	PRECIO	VOLUMEN
250	20,06	20,06	250
100	20,05	20,08	200
135	20,03	20,09	223
335	20,02	20,10	185
458	20,01	20,15	445
51.236	20,00	20,17	1.598

Vemos como los intereses de ambas partes coinciden en precio y, sólo parcialmente, en volumen. Por tanto, se ejecuta la operación señalada en amarillo, con la que el comprador consigue plenamente su objetivo: verá depositadas en su cuenta 250 acciones, a un precio de 20,06 euros (más comisiones). Sin embargo, el vendedor sólo está parcialmente satisfecho, ya que tendrá que esperar a que aparezca otro comprador para vender las 400 acciones restantes.

Figura 3.5. Ejemplos de órdenes limitadas de compra y venta.

Fuente: (CNMV, 2011).

La orden de mercado no especifica el precio límite por lo que se realizaría la operación al mejor precio que ofrezca la contrapartida en el instante de tiempo en el que se introduzca la orden. El riesgo para el inversor en esta operación es la ausencia de control del precio de ejecución. Si no puede ejecutarse en la totalidad contra la mejor orden, lo que quede pendiente se seguirá ejecutando a los siguientes precios

ofrecidos. Normalmente, las órdenes de mercado se ejecutan inmediatamente, aunque sea en partes fraccionadas. Cada operación parcial es distinta entre sí por lo que los costes para el inversor pueden aumentar notoriamente. Este tipo de órdenes no suelen cancelarse de forma automática. Son útiles cuando el inversor esté más interesado en realizar la operación que en tratar de obtener un precio favorable.

La orden por lo mejor son órdenes que se introducen sin precio. Esta negociación se realizará al mejor precio de contrapartida en el instante en que se dé la orden. Si al mejor precio no hay volumen suficiente para atender la totalidad de la orden, la parte no satisfecha quedará limitada a ese precio. Se utiliza cuando el inversor quiere asegurarse de una ejecución inmediata pero también se desea ejercer control sobre el precio. El objetivo es que la orden no se ejecute a varios precios.

“Cuando tomamos decisiones de inversión en los mercados, controlar los riesgos es una de las prioridades más importantes para tener en cuenta. Existe una amplia variedad de herramientas para gestionar los riesgos, si bien ninguna puede ser perfecta o infalible, conocer estas herramientas y aplicarlas en forma consistente resulta determinante para operar con éxito en los mercados financieros a largo plazo.”
Andrés Cardenal. (2018).

Continuando con este apartado, se mostrará cómo se usan las órdenes de stop, un instrumento simple y efectivo como herramienta en la gestión de riesgo.

Una orden de stop significa que la operación se cerrará cuando el precio del activo pasa un cierto nivel. Uno de los ejemplos más tradicionales es la orden de stop less. Se compra un activo a un precio y se complementa esta operación con la compra de una orden de venta en caso de que el precio del activo descienda por debajo de un nivel seleccionado. Este tipo de órdenes son útiles a la hora de acotar el riesgo de la cartera de inversión.

Desde el punto de vista de gestión de riesgo es muy importante ser consciente de cuál es la máxima pérdida posible que uno está dispuesto a asumir con cada operación. En general se recomienda que el rango esté comprendido entre un 1% y un 3% del capital total, claramente, depende de las características de la estrategia y del perfil de riesgo del operador.

Como ejemplo, si compramos un activo a un precio de 100€ y utilizamos una orden de stop en los 90€, estamos asumiendo un riesgo del 10% sobre el precio de la posición. Invirtiendo el 10% de nuestra cartera en esa posición estamos asumiendo un riesgo máximo del 10% de pérdida sobre el 10% de nuestro capital, es decir, que lo máximo que podemos perder es un 1% del total.

El objetivo de esta estrategia es asegurar parte de las ganancias cuando la posición evoluciona favorablemente. No solo se reduce la posible pérdida de la operación, sino que además se aseguran parcialmente los beneficios.

Estas órdenes no siempre son efectivas ya que hay activos que pueden tener fuertes gaps de precios. Si el activo se cierra en 100€ y efectuamos una orden de stop en 90€, puede pasar que al día siguiente (si se trabaja con acciones) la apertura esté por debajo del precio límite. En este tipo de situaciones se debe tener en cuenta que la pérdida puede ser mayor que la estrategia estudiada con stop loss.

Claramente, es importante y ser consciente de que ninguna herramienta funciona al 100% en todas las operaciones. Las órdenes stop tienen como objetivo reducir el riesgo de grandes pérdidas. Muchas veces reducir los riesgos implica también reducir en cierta medida la potencial ganancias.

Como ventajas desde el punto de vista del comportamiento del inversor, el objetivo es a largo plazo. Una de las principales dificultades es el aspecto emocional que puede

provocar cerrar una posición cuando no funciona como se espera. Las demoras excesivas pueden ocasionar una pérdida que puede aumentar exponencialmente con el paso del tiempo. Operar de esta manera es gestionar los riesgos como operadores de mercado a largo plazo. Entre otras de las ventajas es que son útiles si no se puede monitorear el mercado por períodos largos. No hay coste por introducirlo y evita automáticamente la pérdida al salir, en lugar de establecerse en las posiciones perdedoras.

Existen dos tipos de órdenes stop los: un stop de 'venta' y un stop de 'compra'. El más utilizado es el stop de venta. Si está en una posición larga, es decir, se está comprando con la expectativa de que aumente su valor, se recurriría a una orden de stop venta. El inversor se beneficia cuando el precio del mercado aumenta. La orden de stop los que se establece por debajo del precio de mercado actual. (CMCMarkets, 2020).

La orden stop los dura hasta que:

- Se alcance el nivel seleccionado de stop loss.
- El stop loss se elimina sin cerrar la posición.
- Se cierra la operación.

TIPOS DE ÓRDENES DE STOP LOSS
STOP LOSS DE COMPRA
En una posición corta se usaría este tipo de orden ya que el instrumento se vende con la expectativa de que el precio baje. El stop loss se establece por encima del precio actual.
STOP LOSS DINÁMICO / TRAILING STOP LOSS
A diferencia con un stop loss regular, rastrea el precio de una operación mientras fluctúa. Se suele establecer con un porcentaje o un número de puntos específicos, normalmente, fuera del precio de mercado actual. Se va adaptando a la variabilidad del precio a medida que el stop loss se ajusta. En una operación de compra el stop dinámico aumentaría conforme aumenta el precio del activo, siempre manteniendo la distancia predeterminada. Si por lo que fuere, el mercado cae, el stop dinámico se establece en el nivel más alto. Tienen como objetivo bloquear las ganancias ajustando la dirección de la operación a una ganadora mientras se garantiza el límite por si la operación no fuera a favor.
STOP LOSS GARANTIZADO
Garantiza que la operación se cerrará en el precio exacto en el cual se fijó el stop con diferencia de que no se corre riesgo de deslizamiento. Se puede pagar una prima por una orden de este tipo. Normalmente, la prima se basa en el precio de mercado actual. Es una herramienta de gestión de riesgos sólida para confrontar la preocupación por la volatilidad o deslizamientos del mercado. Pueden cambiarse a una orden de cualquier tipo en cualquier momento o también se puede cancelar.

Tabla 3.2. Tipos de órdenes de stop loss.

Fuente: Elaboración propia.

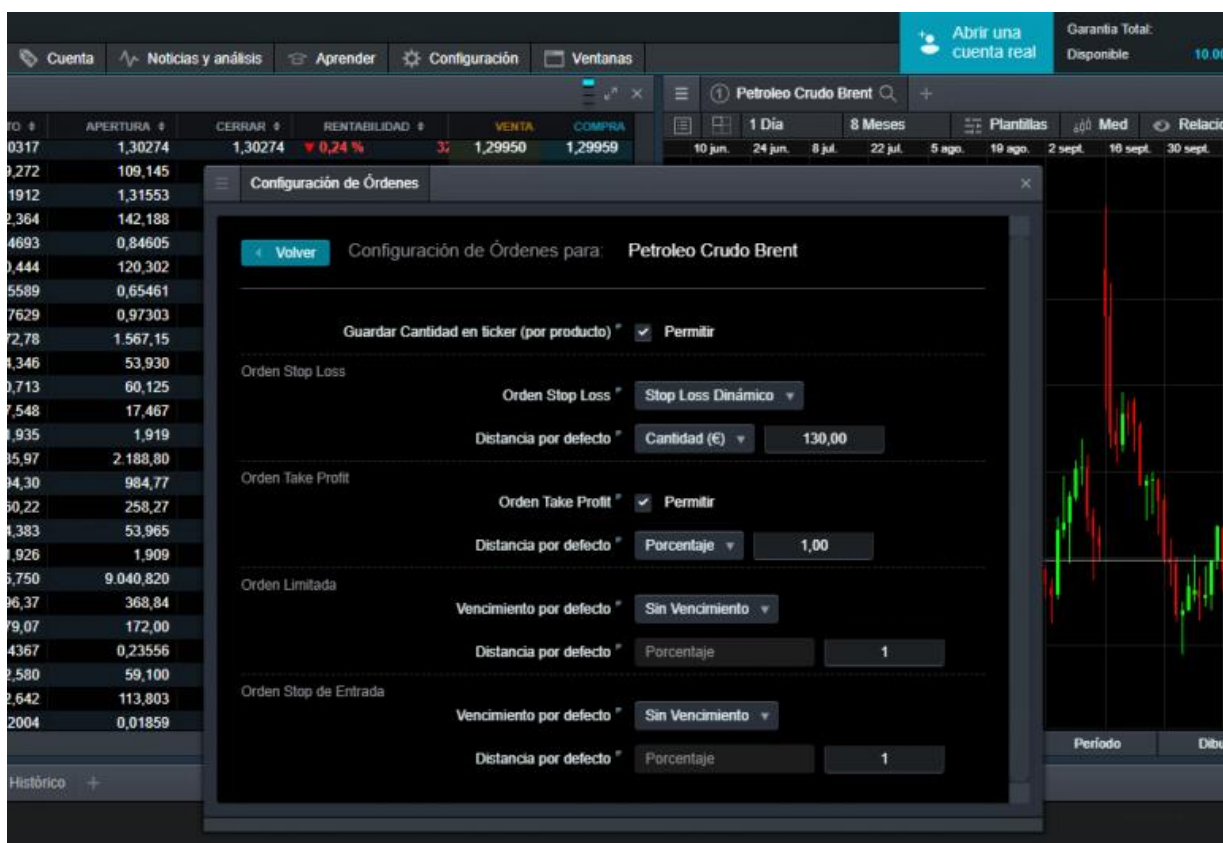


Figura 3.6. Funcionamiento orden stop loss.

Fuente: (CMCMarkets, 2020).

En el mercado de criptomonedas, la orden de stop loss debe tener en cuenta la volatilidad del mercado. El movimiento histórico del activo es un buen indicador de donde poder colocar la orden en cuestión. Si hay intención de proceder a largo, el stop loss se tiene que colocar debajo del precio del mercado, sin embargo, si se realiza una operación a corto se debe de colocar por encima. Al decidirse, es importante tener en cuenta cuánto capital está en disposición a perder. Concluyendo, debe colocarse lejos para que no se active muy pronto pero tampoco muy lejos porque cabe la posibilidad de existir riesgo de perder un capital significativo.

3.3.2 Diversificación

Los riesgos pueden disminuir si repartimos el dinero en productos con diferentes expectativas de rentabilidad y riesgo. (Banco Santander, 2020). Para ello, se pueden hacer siguiendo diferentes métodos.

Podemos diversificar por activos, horizonte temporal, sectores, divisas, zonas geográficas o a través de los fondos de inversión.

TIPOS DE DIVERSIFICACIÓN
DIVERSIFICAR POR ACTIVOS
Consiste en mantener en la cartera una combinación de los principales tipos de activos, es decir, renta variable, fija y dinero y equivalentes.

DIVERSIFICAR POR SECTORES
Significa adquirir activos procedentes de compañías de diversos sectores como puede ser inmobiliario, tecnológico, bancario... Depende del ciclo económico en el que estemos, tendrán mejores comportamientos unos que otros o, al contrario. Teniendo en cuenta activos de diferentes sectores de actividad se podrían compensar fluctuaciones por si un sector decae.
DIVERSIFICAR POR HORIZONTE TEMPORAL
Consiste en combinar inversiones a corto, medio y largo plazo además de no invertir todo nuestro capital de golpe si no en diferentes situaciones temporales.
DIVERSIFICAR POR DIVISAS
Estrategia para disminuir los riesgos de la inversión a base de adquirir activos en diferentes divisas.
DIVERSIFICAR POR ZONAS GEOGRÁFICAS
Consiste en invertir en empresas de diferentes países, concretamente en los que ofrezcan seguridad jurídica. Un ejemplo: si se invierte solamente en acciones de empresas nacionales, un descenso en las previsiones de crecimiento económico del país podría influir negativamente en nuestra cartera de inversión.

Tabla 3.3. Tipos de diversificación.

Fuente: Elaboración propia.

La variable estadística que mide la relación que hay entre activos recibe el nombre de correlación. Si los activos están correlacionados, indica que sus rentabilidades se mueven en el mismo sentido. Sin embargo, si dos activos tienen una correlación negativa, sus rentabilidades se comportan en sentidos opuestos. Tras esto, a la hora de configurar la cartera de inversión es importante percatarse de la correlación de los activos, esto significa, productos que tengan comportamientos diferentes deben incorporarse ante el devenir de los mercados. Se consigue reducir la volatilidad de la cartera y los riesgos de la inversión que se hayan realizado sacrificando la máxima rentabilidad.

En definitiva, el riesgo de una inversión nunca puede eliminarse completamente. Es importante decidir cuál es el nivel de riesgo que somos capaces de asumir, diversificar y tener como objetivo productos con correlaciones negativas. Por último, establecer unos objetivos financieros a medio y largo plazo preferiblemente.

3.3.3 Derivados financieros

En la década de los noventa surgieron numerosos estudios centrados en alcanzar las variables que explicaban la metodología de los productos derivados de acuerdo con teorías de coberturas óptimas. La decisión de contratar un producto derivado proviene de dos posibles situaciones: asumir el riesgo (Oportunidades -> Inversión) o transferir el riesgo (Sin incertidumbre -> Cobertura). (Instrumentos Derivados y Gestión de Riesgos, 2010).

Los productos derivados representan operaciones a plazo que se caracterizan porque en el momento 0 (momento inicial) se acuerdan los términos de la operación, sin

embargo, la ejecución del contrato se realiza en un momento posterior o a la fecha de vencimiento. Son llamados productos derivados ya que su precio 'deriva' del precio de otro activo, el cual recibe el nombre de activo subyacente. Se pueden distinguir entre dos:

- Derivados no financieros: Subyacente es un bien real como petróleo, oro...
- Derivados financieros: Subyacente es un activo financiero como una acción o un índice.

PRODUCTO DERIVADO	NEGOCIACIÓN	SUPERVISIÓN	TIPO DE COBERTURA
<ul style="list-style-type: none"> - SWAP - FRA - CAP - FLOOR - COLLAR 	<ul style="list-style-type: none"> - MERCADOS OTC - PRODUCTOS A MEDIDA 	<ul style="list-style-type: none"> - NO SUPERVISADOS 	-RIESGO DE TIPO INTERÉS DE DE
<ul style="list-style-type: none"> - FUTUROS FINANCIEROS - OPCIONES FINANCIERAS 	<ul style="list-style-type: none"> - MERCADOS REGULADOS (MEFF) - PRODUCTOS ESTANDARIZADOS 	<ul style="list-style-type: none"> - CNMV 	-RIESGO DE PRECIO DE

Tabla 3.4. Clasificación productos derivados.

Fuente:(El aula de las finanzas, 2016).

Comenzando por la permuta financiera o SWAP, se trata de un acuerdo financiero en el cual dos partes se comprometen a intercambiar, en unas fechas determinadas, dos flujos monetarios. Las corrientes pueden ser o no ser ciertas en el instante del acuerdo, sin embargo, en todo caso quedan establecidos sobre las bases en las que serán calculadas. Tiene flexibilidad en las condiciones del contrato, esto quiere decir que son instrumentos a medida.

Existen dos tipos según la divisa en las que se pacte el acuerdo:

- SWAP de tipos de interés (IRS): Se trata de un acuerdo por el que dos partes se comprometen a intercambiar, a lo largo de un horizonte temporal, dos corrientes de flujos monetarios en la misma divisa y sobre un nominal, con tipos diferentes. Los elementos que constituyen este instrumento son las contrapartes participantes, el importe nominal, el plazo de duración y los tipos de referencias que se aplican en ambos. Se utiliza como instrumento de cobertura frente al riesgo derivado de las variaciones en los tipos de interés de mercado.

Según la naturaleza de los tipos de interés se encuentran dos tipos básicos:

- Coupon SWAP. Se trata de un IRS fijo contra variable. Es un intercambio de flujos calculados con un tipo fijo, por toros flujos calculado de manera variable.
- Basis SWAP. Se trata de un IRS variable contra variable. Es un intercambio de flujos variables, pero se referencian con bases diferentes.

Entre las características de este producto encontramos que es un producto independiente de la deuda que se desea cubrir. Las liquidaciones pueden producirse en la misma o distinta fecha. No existe pago de prima en la

contratación (generalmente). Por último, el principal no se intercambia, su utilidad es usarlo como capital de referencia.

- SWAP de divisas. Se trata de un acuerdo por el que dos partes se comprometen a intercambiar, en unas fechas fijadas, dos flujos monetarios en diferentes divisas y sobre un mismo importe nominal, ambos con tipos de referencias diferentes. Los elementos de los que se compone este instrumento son las contrapartes, la divisa y el tipo de cambio que se puede aplicar, el importe nominal del mismo contrato, tipos de referencias y el plazo de duración. Normalmente es empleado para beneficiarse de las condiciones más ventajosas obtenidas por la contraparte y para cubrirse frente a variaciones del tipo de cambio. Según la naturaleza de los tipos de interés empleados en el origen de los flujos, encontramos tres métodos básicos:
 - o Currency SWAP. Se trata de un SWAP de divisas fijo contra fijo. Se trata de un intercambio en una divisa a tipo fijo por flujos en otra al igual tipo.
 - o FloatingRateCurrency SWAP. Se trata de un SWAP de divisas variable contra variable. Es un intercambio entre dos divisas distintas y referenciadas independientemente a un tipo variable.
 - o Cross Currency Coupon SWAP. Se trata de un SWAP de divisas fijo contra variable. Es un intercambio de flujos en una divisa a tipo fijo por flujos de otra a tipo variable.

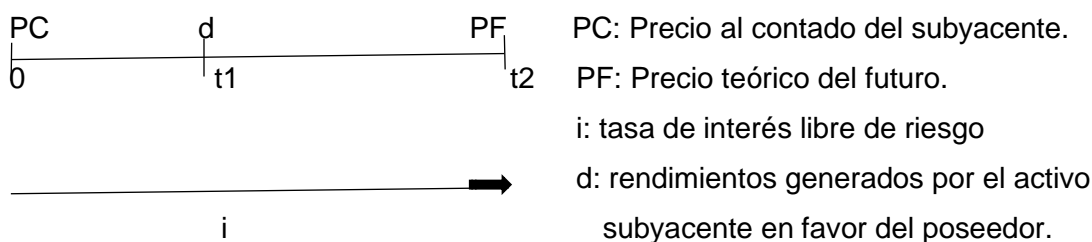
Continuando con los futuros, hay que destacar que el desarrollo de cualquier actividad supone tomar decisiones de compra y venta de un producto sin saber con seguridad la evolución de este. Para la gestión de este riesgo se podría pactar una operación, fijando las condiciones de esta, que se realizará en un futuro.

Un futuro se trata de un contrato de compraventa aplazada por el que su comprador se obliga a adquirir y el vendedor tiene la obligación de vender una cantidad del activo subyacente. Previamente están pactados tanto el precio y la fecha de vencimiento.

- En la posición compradora, el comprador de un contrato tiene la obligación de comprar el activo subyacente a cambio de abonar el precio pactado en la fecha acordada. Pueden ocurrir dos situaciones:
 - o Precio del activo > Precio del futuro. En este caso el beneficio es para el comprador ya que el precio será menor.
 - o Precio del activo < Precio del futuro. Se trata de una pérdida para el comprador ya que compra el activo a un precio superior al del mercado.
- En la posición vendedora, el vendedor de un contrato tiene la obligación de vender el activo subyacente a cambio de recibir el precio pactado en la fecha acordada. Pueden ocurrir dos situaciones al igual que en la posición compradora:
 - o Precio del activo > Precio del futuro. Se trata de una pérdida para el vendedor ya que venderá el activo a un precio inferior al del mercado.
 - o Precio del activo < Precio del futuro. Beneficio para el vendedor ya que venderá el activo a un precio superior al del mercado.

Para abrir posiciones en el mercado con el instrumento de futuros se exigirá a las dos contrapartes un depósito de garantía. Ambos podrán mantener el contrato hasta el vencimiento además de poder cerrar su posición antes de éste realizando una operación inversa con el mismo tipo. La liquidación al vencimiento se realiza a través de la entrega o por diferencias. Se realiza la liquidación diaria de las ganancias y pérdidas derivadas de la posición abierta, así como el ajuste de las garantías.

El precio teórico de un futuro es equivalente a la compraventa del activo en el momento futuro o en el actual.



$$PF = PC (1 + i * t2) - d * [1 + i * (t2 - t1)]$$

Precio Futuro = Precio Contado + Coste financiación – Rendimiento subyacente

Precio Futuro = Precio Contado + Coste Neto de Financiación

La liquidación diaria de pérdidas y ganancias en los futuros se realiza con imputar en la cuenta la pérdida o el beneficio realizado durante una jornada. Éste se verá influenciada por las variaciones del precio del instrumento. A pesar de ello, se ajustará el importe a la garantía. La liquidación diaria se realiza mediante:

- Posición compradora:
 - o Precio Liquidación Diaria (PLD) precedente < PLD nuevo. Beneficio, abono de la diferencia.
 - o PLD precedente > PLD nuevo. Pérdida, cargo de la diferencia.
- Posición vendedora:
 - o PLD precedente < PLD nuevo. Pérdida, cargo de la diferencia.
 - o PLD precedente > PLD nuevo. Beneficio, bono de la diferencia.

En la fecha de cierre (o vencimiento) se realiza la liquidación diaria correspondiente al horizonte temporal y por lo tanto el reembolso de las garantías aportadas.

DÍA	OPERACIÓN	PLD	CARGO/ABONO
Día 1	Compra futuro a 15,20€	PDL = 15,60€	Cargo comisiones -3,40 Garantías 15%x15,60x100 -234,00 Liquidación diaria (15,60 – 15,20)x100 +40,00
Día 2		PDL =15,50€	Garantías 15%x(15,60-15,50)x100 +1,50 Liquidación diaria (15,50-15,60)x100 -10,00
Día 3	Venta futuro a 16,20€	PV = 16,20€	Cargo comisiones -3,40 Garantías 15%x15,50x100 +232,50 Liquidación diaria (16,20-15,50)x100 +70,00
RESULTADO			93,20€

Figura 3.7. Ejemplo liquidaciones diarias.

Fuente:(El aula de las finanzas, 2016).

Los futuros financieros pueden utilizarse como instrumentos de inversión o como cobertura frente al resigo de precio como hemos mencionado anteriormente. Existen dos metodologías de cobertura para el riesgo:

- Cobertura Anticipatoria. Se trata de asegurar de antemano el precio de adquisición sobre una posición en el mercado al contado, es decir, compra de futuro.

Ejemplo:

El responsable de una cartera de inversiones le indican que dentro de 3 meses debe adquirir 10.000 acciones. La tendencia es ascendente y decide asegurar hoy el precio de compra de las acciones. Como no dispone de los fondos necesarios decide comprar futuros a 15,50€ la acción cuando cotizan actualmente a 15€. ¿Cuál es el resultado y al vencimiento las acciones cotizan a 14€, 15,50€ y 17€?

Precio Contado	Compra Futuro	Resultado operación
14 x 10.000 = 140.000	15,50 x 10.000 = 155.000	- 15.000
15,50 x 10.000 = 155.000	15,50 x 10.000 = 155.000	0
17 x 10.000 = 170.000	15,50 x 10.000 = 155.000	+ 15.000
Precio final de compra = 15,50 x 10.000 = 155.000€		

Con la compra de futuros nos aseguramos la adquisición de las acciones a un precio de 15,50€. En caso de incrementos en el precio de las acciones, el beneficio obtenido con los futuros permite paliar el aumento de precio de las acciones. Del mismo modo, la obligación de compra contraída a 15,50€ nos impide beneficiarnos ante una posible caída en el precio de las acciones.

Figura 3.8. Ejemplo cobertura anticipatoria.

Fuente:(El aula de las finanzas, 2016).

- Cobertura Estándar. Consiste en tomar una posición a plazo opuesta a la existente en el mercado al contado, es decir, venta de futuro.

Ejemplo:

Se tiene una cartera formada por 1.000 acciones. Se desean vender dentro de 3 meses. Hoy en día cotizan a 11€ y se prevé una caída a lo largo de los próximos meses. Se venden futuros para cubrirse de las posibles caídas a tres meses sobre todas las acciones a un precio de 11,10€/acción. ¿Resultado si en la fecha de vencimiento cotiza a 10€, 11,10€ y 12€?

Precio acción	Resultado contado	Resultado futuros	Resultado global
10,00	10.000 – 11.000 = -1.000	11.100 – 10.000 = +1.100	+100
11,10	11.100 – 11.000 = +100	11.100 – 11.100 = 0	+100
12,00	12.000 – 11.000 = +1.000	11.100 – 12.000 = -900	+100

Se observa cómo **los resultados derivados de la venta en el mercado al contado se compensan con los resultados obtenidos a través de la venta a futuro asegurando en todos los casos un beneficio de 100 euros** (diferencia entre el precio de las acciones cuando se compró el futuro y el precio del futuro).

Figura 3.9. Ejemplo cobertura estándar.

Fuente:(El aula de las finanzas, 2016).

El último de los productos derivados financieros a estudiar serán las opciones. Esta herramienta surge hace cientos de años para cerrar las condiciones de operaciones sobre mercancías en el siglo XVII con Holanda y los bulbos de tulipanes. En el siglo XIX participa en el primer mercado moderno en Chicago con las materias primas. En

1973, comienza a operar en el CBOE, primer mercado organizado del mundo. Este producto persigue la cobertura frente al riesgo de precio.

Las opciones son contratos que ofrece el derecho a comprar o vender un activo subyacente, a un precio determinado, durante el contrato o en la fecha de vencimiento de este, pagando una prima. Los compradores son los que obtienen los derechos y los vendedores la obligación de vender o comprar. La prima se compone del valor intrínseco más el valor temporal. El primero de ellos es el valor que tendría la opción si fuera ejecutada en el momento de su valoración, es decir, el importe del beneficio. Por otro lado, el valor temporal representa la cantidad excedente sobre el valor intrínseco que paga el comprador del instrumento al vendedor. Esta herramienta tiene dos vertientes:

OPCIÓN CALL / OPCIÓN DE COMPRA		
Comprador	→ Derecho de Comprar	Paga Prima
Vendedor	→ Obligación de Vender	Cobra Prima
OPCIÓN PUT / OPCIÓN DE VENTA		
Comprador	→ Derecho de Vender	Paga Prima
Vendedor	→ Obligación de Comprar	Cobra Prima

Tabla 3.5. Opción Call y Opción Put.

Fuente:(El aula de las finanzas, 2016).

En función del precio y la cotización del activo las opciones se pueden clasificar:

- Out the money (OTM). Pérdidas al comprador. Valor Intrínseco = 0.
- At the money (ATM). No genera beneficio. Valor Intrínseco = 0.
- In the money (ITM). Genera beneficio. Valor intrínseco > 0.

Precio de ejercicio: 15,00€
Prima: 1,26€/opción
100 Opciones

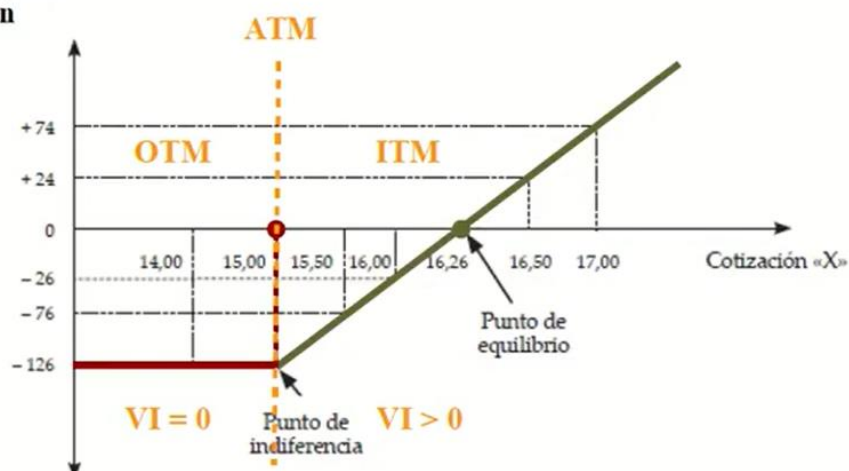


Figura 3.10. Ejemplo clasificación de las opciones.

Fuente:(El aula de las finanzas, 2016).

Según la naturaleza del activo subyacente existen dos vertientes:

- Opciones financieras: opciones sobre índices bursátiles o sobre acciones.
- Opciones no financieras: opciones sobre materias primas.

La funcionalidad de las opciones para abrir posiciones en el mercado es necesario un intermediario financiero. Se exige un depósito de garantía para las posiciones que impliquen obligaciones, es decir, vendedores de opciones. Una vez vendida o comprada la opción se puede mantener hasta el vencimiento o cerrar la posición en el mercado antes realizando una operación contraria, tipo opción, mismo precio y vencimiento.

Las opciones al igual que los futuros se pueden utilizar como herramientas de inversión o como coberturas frente al riesgo de precio. También comparte con el instrumento estudiado anteriormente las mismas coberturas:

- Cobertura Anticipatoria. Asegura el precio de adquisición de antemano sobre una posición en el mercado al contado, se trata de la compra CALL.
- Cobertura Estándar. Consiste en tomar una posición a plazo opuesta a la existente en el mercado, se trata de la compra PUT.

De acuerdo con las expectativas sobre la evolución del mercado del activo, el inversor podrá utilizar los productos derivados para intentar obtener beneficios.

- Expectativa alcista -> Compra Opciones CALL.
- Expectativa estable -> Venta Opciones CALL o PUT (e ingresar la prima).
- Expectativa bajista -> Compra Opciones PULL.

Las opciones como instrumento de cobertura es una técnica para intentar reducir el riesgo. Se trata de tomar una posición a plazo opuesta a la ya existente (cobertura estándar) o prevista (cobertura anticipatoria) en el mercado al contado. Según la posición tomada en el mercado a plazo, podemos distinguir entre dos estrategias básicas en las posiciones con opciones y las combinadas.

Se distinguen dos tipos de cobertura con las posiciones simples:

- PUT y CALL Protectora. Se trata de la compra de la opción con posición en pérdidas limitadas, dejando abierta la posibilidad de obtener beneficios 'ilimitados'.

PUT PROTECTORA

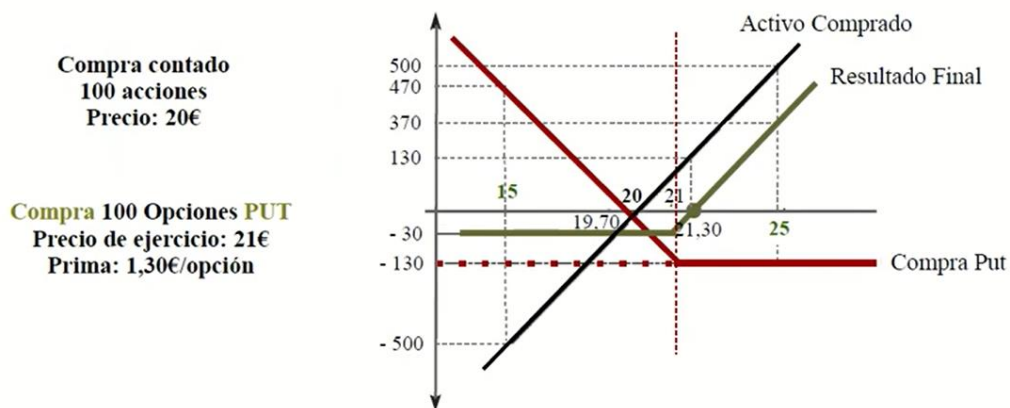


Figura 3.11. Ejemplo PUT Protectora.

Fuente:(El aula de las finanzas, 2016).

CALL PROTECTORA

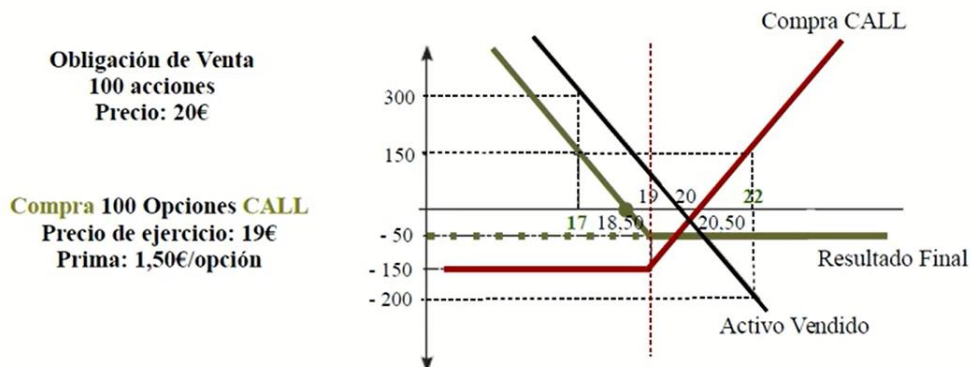


Figura 3.12. Ejemplo CALL Protectora.

Fuente:(El aula de las finanzas, 2016).

- PUT y CALL Cubierta. Se trata de la venta de la opción ya que no se limita la exposición al riesgo, pero se puede retrasar la entrada en pérdidas tras el cobro de la prima.

CALL CUBIERTA

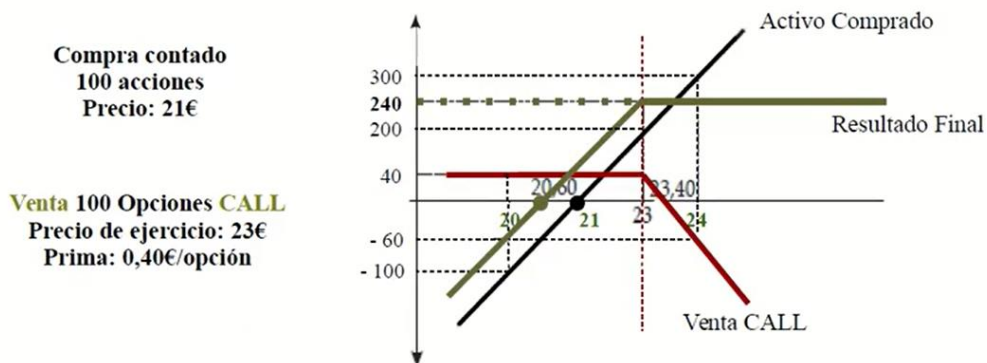


Figura 3.13. Ejemplo CALL Cubierta.

Fuente:(El aula de las finanzas, 2016).

PUT CUBIERTA

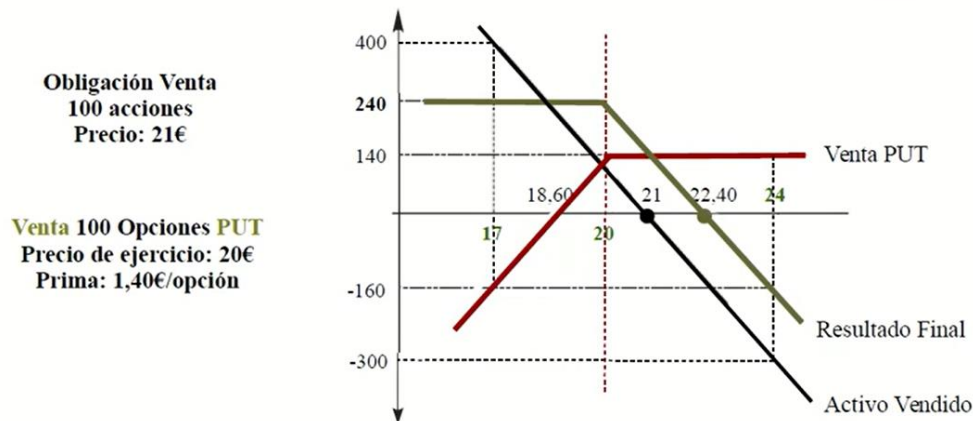


Figura 3.14. Ejemplo PUT Cubierto.

Fuente:(El aula de las finanzas, 2016).

3.4 HERRAMIENTAS EN LA GESTIÓN DE CARTERAS

Según Merton (1982), el problema fundamental en la selección de las inversiones es estudiar cuál puede ser las proporciones óptimas entre todas las oportunidades de inversiones disponibles. Muchas instituciones ofrecen a sus clientes estas estrategias como parte de su oferta propia de inversión.

Existen modelos para valorar los activos financieros. Para las acciones se puede hacer uso del modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model), el APT (Arbitrage Pricing Theory) o el DCF (Discounted Cash Flow). Además de éstos, la gestión cuantitativa ofrece modelos factoriales para el cálculo de los precios de los activos y los modelos de optimización para distribuir eficientemente una cartera entre los diferentes tipos de activos. Los modelos factoriales establecen una relación entre los determinados factores comunes de riesgos y las rentabilidades de los activos. La base fundamental se conoce como los siete principios en la gestión cuantitativa:

- Los mercados son eficientes casi siempre.
- Las oportunidades de arbitraje puro no existen.
- El análisis cuantitativo identifica oportunidades de arbitraje.
- Combina la información disponible de manera eficaz.
- El análisis está basado en una teoría económica sólida.
- Refleja pautas persistentes y estables.
- Las desviaciones de una cartera sólo se justifican si existe un poco de incertidumbre.

Las técnicas de estimación de los modelos son muy variadas y van desde el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios hasta la estimación del Máximo Verosímil, la no Paramétrica, la Bayesiana o la Simulación de Monte Carlo. Es el inversor el que debe decidir qué técnica y modelo teórico debe usar para el desarrollo de su actividad. Además de ser una herramienta para selección de activos y gestionarlos se usa también para controlar el riesgo y distribuir los activos con el binomio de riesgo buscado y rentabilidad del activo.

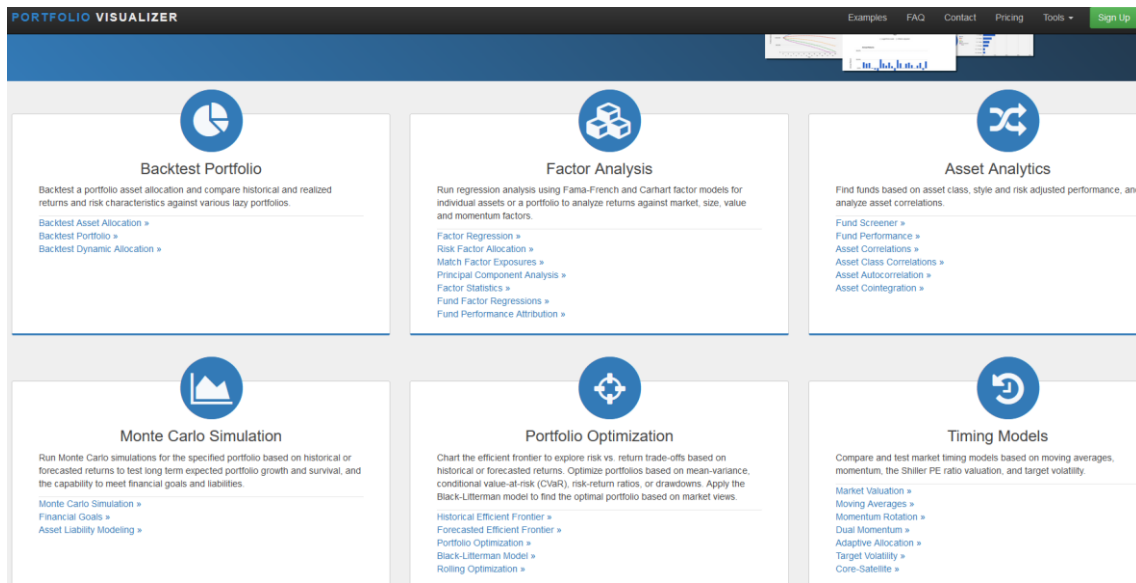


Figura 3.15. Software online para carteras de inversión. Portfolio Visualizer.

Fuente: (Portfolio Visualizer, 2022).

MODELO VaR DE UNA CARTERA DE CRIPTOMONEDAS

4.1 INTRODUCCIÓN AL VALOR EN RIESGO (VaR)

El Valor en Riesgo, comúnmente conocido por sus siglas VaR, es un procedimiento cuyo fin es cuantificar el riesgo a través del uso de técnicas estadísticas. Mide la posible pérdida que se sufriría en condiciones normales en un mercado, en un horizonte temporal predefinido y con un cierto nivel de confianza. Este método fue desarrollado por matemáticos de JP Morgan en los años 90. De manera eficaz, se adaptó a las demás firmas financieras de Wall Street tras su éxito y su simplicidad conceptual. (BBVA, 2021). El VaR es una teoría para la administración de los riesgos financieros. Éstos son aquellos que se originan de posibles pérdidas en el mercado financiero y son todos estos tipos de riesgo lo que intenta administrar el VaR.

El nivel de confianza usualmente varía entre el 95% y el 99%. La representación de este valor es que existe una probabilidad del 95% (por ejemplo) de que la cartera de inversión entrará en pérdidas de 5.000€ a la semana (por ejemplo). Se puede expresar el valor de la cartera $P(X)$ en función del mercado, el cuál representaría la variable aleatoria 'X'. El cambio en el valor del mercado para el horizonte temporal dispuesto sería ΔP (ΔX). Por lo tanto, el VaR se podría definir como:

$$Prob [\Delta P (\Delta X) < -VaR] = 1 - p$$

Por consiguiente, el VaR no es más que un determinado percentil de la distribución de probabilidad para las variaciones en las cotizaciones de la cartera en un horizonte temporal predefinido. También, se puede estimar en términos de percentil correspondiente a la distribución de probabilidad seguida por la rentabilidad de la cartera, sin embargo, se pierde información necesaria acerca de la cuantía de la posible pérdida que se puede llevar a cabo. Por ello, se suele hablar en términos nominales, es decir, estimar el VaR en términos de rentabilidades sin más que multiplicar su valor por el valor del mercado de la cartera en el instante de la estimación. (Novales, 2016).

Una definición formal sería la que enuncia Sharpe (1995): "Dada una cartera P, en un periodo T y un nivel de probabilidad Q, se estima un nivel de pérdidas L^* , tal que existe una probabilidad Q de que las pérdidas efectivas L, sean iguales o menores que L^* durante el periodo T. A este nivel de pérdidas se le denomina el Valor en Riesgo de una cartera. Formalmente: $Prob [L^* \geq L] = Q$ ". (Romero M., Claro E., Contador A., & Quiroga P., 2006).

Desde el punto de vista empresarial, el cálculo del VaR es la cantidad que la empresa debería de asignar como un seguro frente a la posible perspectiva de pérdidas.

4.2 METODOLOGÍAS PARA EL CÁLCULO DEL VaR

El cálculo del VaR se descompone entre diferentes perspectivas como el modelo lineal, el VaR histórico y el método de simulación de Monte Carlo. Para el primer método mencionado es necesario teorizar un supuesto acerca de la distribución de la probabilidad de las rentabilidades. (Romero M., Claro E., Contador A., & Quiroga P., 2006).

4.2.1 Método Paramétrico de VaR

Suponemos que la distribución de rentabilidades sigue una distribución multivariante Normal y que la cartera es una función lineal de factores. Su principal ventaja es que

se puede tratar analíticamente como veremos en el punto número 4.3 con el caso práctico que se propondrá. Sin embargo, solo se puede establecer en pocas formas paramétricas como puede ser la distribución Normal, un mix de Normales o la distribución t-Student. El modelo no puede aplicarse a una cartera de inversión donde se den opciones. El problema de este método es que se desconocen cuáles son las distribuciones de las rentabilidades en un determinado número de días en el futuro.

Si definimos la función de densidad de la rentabilidad de la cartera a lo largo del periodo T como $f(R)$, el VaR R^* al nivel de confianza $p\%$ es el 'p'-cuantil de la misma distribución de rentabilidades, entonces:

$$p = \int_{-\infty}^{R^*} f(R) dR = P(R < R^*)$$

También sería equivalente decir que sería aquel número real que deje a su derecha un porcentaje del $1 - p$. Como los valores del nivel de confianza son pequeños, R^* será una rentabilidad negativa por lo que VaR, para que resulte positivo sería $-R^*$.

Este valor se interpreta como el peor resultado que puede llegar a ocurrir en ese periodo T dejando aparte los $p\%$ casos peores.

A continuación, se realiza la hipótesis de confirmar que la rentabilidad anual de la cartera de inversión es equivalente a una distribución Normal: $R \sim N(\mu_R, \sigma_R)$, donde la varianza y la rentabilidad media están en términos anualizados, entonces, $\frac{R^* - \mu_R}{\sigma_R} \sim N(0,1)$ y sería que:

$$p = P(R < R^*) = P\left(\frac{R - \mu_R}{\sigma_R} < \frac{R^* - \mu_R}{\sigma_R}\right) = \Phi\left(\frac{R^* - \mu_R}{\sigma_R}\right)$$

En la fórmula anterior, Φ simboliza la función de distribución de una Normal con media 0 y desviación típica con el valor 1. Además, como este tipo de funciones son simétricas, también equivaldría a reformular:

$$\Phi\left(\frac{R^* - \mu_R}{\sigma_R}\right) = 1 - \Phi\left(-\frac{R^* - \mu_R}{\sigma_R}\right)$$

Despejando:

$$\begin{aligned} \Phi\left(-\frac{R^* - \mu_R}{\sigma_R}\right) &= 1 - p \\ -\frac{R^* - \mu_R}{\sigma_R} &= \Phi^{-1}(1 - p) \\ R^* &= -\Phi^{-1}(1 - p) * \sigma_R + \mu_R \end{aligned}$$

La rentabilidad esperada sobre el horizonte temporal T es positiva, por ello el VaR de la cartera disminuirá siendo contrario a si dicha rentabilidad fuera negativa. Por lo tanto, el Valor en Riesgo respecto al origen y teniendo como referencia un periodo y un nivel de confianza p, será:

$$\begin{aligned} VaR &= -R^* = -\Phi^{-1}(1 - p) * \sigma_R + \mu_R \\ VaR &= \alpha * \sigma_R + \mu_R \end{aligned}$$

Lo calculado anteriormente es lo que recibe el nombre de modelo lineal Normal del VaR de una cartera de inversión, el cual se origina cuando hacemos la hipótesis de 'Normalidad' sobre la distribución de la probabilidad de las respectivas rentabilidades de la cartera que se está estudiando.

En el caso de que las rentabilidades presenten autocorrelación, tiene que corregirse con la regla de extrapolación temporal de la varianza. Este fenómeno es muy frecuente así que se suele calcular el VaR bajo la hipótesis de 'Normalidad' sobre un periodo de tiempo como podría ser un día. Después, se extrapola el valor al horizonte deseado. Normalmente, se basa en el supuesto que se desarrollará con rentabilidades logarítmicas y siendo independiente entre las mismas.

Por ejemplo, estimando una volatilidad y una rentabilidad diarias μ_1, σ_1 se tiene que:

Volatility	0.1% 10-day	0.1% 1-day	1% 10-day	1% 1-day	5% 10-day	5% 1-day
5%	3,1%	1,0%	2,3%	0,7%	1,6%	0,5%
10%	6,2%	2,0%	4,7%	1,5%	3,3%	1,0%
15%	9,3%	2,9%	7,0%	2,2%	4,9%	1,6%
20%	12,4%	3,9%	9,3%	2,9%	6,6%	2,1%
25%	15,5%	4,9%	11,6%	3,7%	8,2%	2,6%
30%	18,5%	5,9%	14,0%	4,4%	9,9%	3,1%
40%	24,7%	7,8%	18,6%	5,9%	13,2%	4,2%
50%	30,9%	9,8%	23,3%	7,4%	16,4%	5,2%
75%	46,4%	14,7%	34,9%	11,0%	24,7%	7,8%
100%	61,8%	19,5%	46,5%	14,7%	32,9%	10,4%

Figura 4.1. Ejemplo de valores de estimación.

Fuente: (Novales, 2016).

Usualmente se trabaja con rentabilidades porcentuales así que la aproximación del VaR será:

$$VaR = \sigma_1 * \sqrt{h} * \Phi^{-1}(1 - p) - h * \mu_1$$

Esta expresión dejará de ser útil para horizontes 'h' demasiado extensos. La figura 1.19 anterior nos muestra los valores que puede tomar el Valor en Riesgo según el modelo que se está estudiando, teniendo en cuenta el periodo de riesgo, la volatilidad de la cartera y el nivel de confianza.

Por otro lado, si las rentabilidades no son independientes entre sí en el tiempo entonces se tiene:

$$\sigma_h = \sqrt{\tilde{h}} * \sigma_1$$

Hay que destacar que \tilde{h} es una cierta constante. Si los parámetros de la distribución Normal están expresados en los términos anualizados en el cálculo del VaR se debe utilizar los valores de dichos instantes de tiempo.

El VaR nominal, teniendo lo anterior en cuenta, respecto al instante inicial (origen) sobre un periodo Δt será el producto del valor nominal de la cartera junto al VaR en rentabilidad.

$$\begin{aligned} VaR (inicial) &= V_{t+h}^* = -V_t * R_{t,t+h}^* = V_t(\Phi^{-1}(1 - p) * \sigma_R * \sqrt{\Delta t} - \mu_R * \Delta t) \\ &= V_t(\alpha * \sigma_R * \sqrt{\Delta t} - \mu_R * \sqrt{\Delta t}) \end{aligned}$$

Así pues, el VaR nominal respecto a la rentabilidad media sería:

$$VaR (relativo) = E(V_{t+h}) - V_{t+h}^* = V_t * \Phi^{-1}(1 - p) * \sigma_R * \sqrt{\Delta t} = V_t * \alpha * \sigma_R * \sqrt{\Delta t}$$

Al ser p reducido, $\alpha = \Phi^{-1}(1 - p) > 0$.

Este método expuesto es válido para otras distribuciones de probabilidad, siempre que el desconocimiento por la incertidumbre esté incorporado en el parámetro de la desviación típica de la rentabilidad. Sin embargo, este método no se debe utilizar

cuando exista una concentración de riesgos, pero es perfectamente válida para una cartera amplia bien diversificada.

Lo anteriormente expuesto tiene su justificación estadística al estudiar la desigualdad de Tchebycheff ya que cualquier variable aleatoria sigue la regla, si la distribución de las rentabilidades es simétrica:

$$P(r - \mu_r < -\lambda * \sigma_r) \leq \frac{1}{2 * \lambda^2}$$

Específicamente, en el caso de tener una cartera de inversión, el VaR calculado de la misma tiene lógica si la propia composición se va a mantener invariante a lo largo del periodo de tiempo en el que estamos haciendo los cálculos. Así que se define como 'w' el vector cuya composición la integra los pesos relativos de la cartera: $w = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_n)$. También se definirá la matriz simétrica nxn de covarianzas y varianzas de las rentabilidades de los 'n' activos que integran la cartera de inversión. Se define como $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ los importes invertidos en cada uno de los activos y como W la totalidad de la inversión, $W = \sum_i^n x_i$, tal que $w_i = x_i / W$, la varianza por unidad monetaria que se ha invertido en la cartera será $\sigma_c^2 = w' * \Sigma w$.

Suponiendo que la distribución, como anteriormente hemos mencionado, sigue un modelo de una distribución Normal, da a entender que el nivel de significación del VaR, 'p', en un umbral 'α' como la probabilidad 'p' de observar una pérdida superior a '-α'.

Suponiendo que la rentabilidad de la cartera, al ser linealmente combinada, siga también una distribución Normal. El VaR de la cartera en términos nominales:

$$VaR_{cartera} = \sigma_{cartera} * W * \Phi^{-1}(1 - p) = \alpha * \sqrt{x' * \Sigma x}$$

4.2.2 Otros métodos de cálculo del VaR

El método de Simulación Histórica utiliza una cantidad de datos muy extensa con el fin de estimar el VaR. Sin embargo, no se consigue modelizar la distribución de la probabilidad compuesta por las rentabilidades. Se supone que la gran mayoría o todas las variaciones futuras que se pueden dar en las cotizaciones de los activos se han originado ya. Por lo tanto, impone restricciones no realistas en los cálculos.

EL método VaR Monte Carlo, tiene una estructura de hipótesis similar al método de lineal Normal. Se puede aplicar a activos con pagos y carteras no lineales, pero es intensivo y los errores en la simulación pueden acarrear problemas considerables. Es por ello que conviene utilizar un método numérico de cierto nivel de renombre y sofisticación.

4.3 APLICACIÓN PRÁCTICA VaR EN UNA CARTERA DE INVERSIÓN

4.3.1 Modelo teórico VaR

Entrando en la parte analítica del informe, calculamos tanto el VaR teórico como el empírico de una cartera de inversión compuesta equitativamente de cuatro criptomonedas principales en el mercado: Bitcoin (BTC), Ethereum (ETH), Binance Coin (BNB), Cardano (ADA).

Como punto número uno hay que investigar la procedencia de las cotizaciones de los activos financieros que se van a analizar. Se han seleccionado los precios diarios a lo largo de dos años considerando la volatilidad de estos tipos de productos. Estos datos

han sido suministrados a través de la web de Investing (2022). Para ello se buscan en el buscador de la propia web y hay que seleccionar datos históricos para después seleccionar el periodo y proceder a obtener el .CSV que se genera para importar los datos en el programa Excel.

Fecha	BTC USD	BNB USD	ETH USD	ADA USD
11052020	8605	15,4	198,96	0,0478
12052020	8813	15,41	211,88	0,0504
13052020	9306,6	15,46	211,37	0,0515
14052020	9787,7	15,51	210,05	0,051
15052020	9317,5	15,56	187,69	0,0503
16052020	9382,7	15,7	185,74	0,051
17052020	9680	15,77	189,79	0,0513
18052020	9729,4	15,77	199,57	0,0543
19052020	9774	15,81	203,36	0,0568
20052020	9511,4	15,91	194,85	0,0569
21052020	9036,6	15,96	200,54	0,0521
22052020	9169	15,97	206,99	0,0558
23052020	9179,8	16	214,9	0,0549
24052020	8710,5	16,01	214,6	0,0514
25052020	8900,2	16,06	209,96	0,0539
26052020	8843	16,06	198,8	0,0536
27052020	9197	16,09	207,25	0,0551
28052020	9565,3	16,16	206,58	0,065
29052020	9425,2	16,22	199,67	0,0647
30052020	9695	16,22	204,09	0,0769
31052020	9461,2	16,22	200,96	0,0741
1062020	10190	16,3	208,24	0,0809
2062020	9527,1	16,3	220,26	0,0788
3062020	9657,8	16,38	220,67	0,0856
4062020	9793,6	16,38	243,6	0,0888
5062020	9627,3	16,38	231,69	0,0852
6062020	9669,7	16,38	247,92	0,0861
7062020	9745,8	16,39	237,88	0,0865

Figura 4.2. Cotizaciones de BTC, BNB, ETH y ADA diarias.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizada la búsqueda de las respectivas cotizaciones se proceden a seleccionar los datos con sus periodos con el fin de calcular los rendimientos diarios de cada uno de los activos. Se recurre al logaritmo neperiano (Ln) para realizar estas operaciones se utiliza la siguiente operación:

$$\text{Rendimiento Diario} = \text{Ln} \left(\frac{\text{Cotización}_{t+1}}{\text{Cotización}_t} \right)$$

RENDIMIENTOS DIARIOS			
BTC USD	BNB USD	ETH USD	ADA USD
0,023884474	0,00064914	0,062916277	0,052965536
0,054495922	0,003239394	-0,002409924	0,021590633
0,050402669	0,003228934	-0,006264555	-0,009756175
-0,049232143	0,003218542	-0,112553932	-0,013820556
0,006973216	0,008957194	-0,010443819	0,013820556
0,031194333	0,004448689	0,021570351	0,005865115
0,005090328	0	0,050246854	0,056833475
0,00457357	0,00253325	0,018812755	0,045012095
-0,02723472	0,006305191	-0,042747776	0,001759015
-0,051208082	0,00313775	0,028783696	-0,088130392
0,014545232	0,00062637	0,031656755	0,068608921
0,001177189	0,00187676	0,037502321	-0,016260521
-0,052476223	0,000624805	-0,001396973	-0,065875176
0,021544554	0,003118182	-0,021858794	0,047492305
-0,006447563	0	-0,054617742	-0,00558141
0,039251158	0,001866252	0,0416265	0,027600648
0,039264623	0,004341092	-0,003238047	0,165237554
-0,014755013	0,003705996	-0,034021743	-0,004626068
0,028223335	0	0,021895069	0,172744675
-0,024411064	0	-0,01545519	-0,037090344
0,074207622	0,004920059	0,035585377	0,087798292
-0,067266478	0	0,056117406	-0,026300827
0,01362551	0,004895971	0,001859706	0,082772286
0,013963232	0	0,098859163	0,036701367
-0,017126298	0	-0,050127265	-0,041385216
0,004394473	0	0,067705842	0,010507978
0,007839138	0,000610314	-0,041339769	0,004635003
0,003533735	0,000609942	0,027448964	-0,001156738
-0,001033222	0,001827597	-0,004878958	-0,041352614
0,011590469	0,001824263	-0,012697927	0,008408458
-0,063529328	0,000607349	0,007423262	-0,105892285
0,020202707	0,001819837	0,010439881	0,055605791
0,000686505	0,003629768	0,007211129	-0,005044147
-0,013884682	0,002412546	-0,010610612	-0,033422134
0,008963126	0,001805598	0,016075881	0,021978907

Figura 4.3. Rendimientos diarios.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se elaboraría la rentabilidad promedio del rendimiento calculado anteriormente utilizando la opción que nos ofrece Excel de la fórmula de 'Promedio()' y los valores de cada una de las rentabilidades con el fin de obtener el VaR teórico.(Caro García, 2020).

Una vez obtenidos los valores anteriores, se procede al cálculo de la matriz de varianzas y covarianzas para poder realizar el cálculo definitivo del VaR. Se debe señalar los rendimientos diarios y hacer uso de la herramienta 'Covar()' que nos ofrece Excel con el fin de obtener estos resultados. El fin de una covarianza es mostrar el tipo de relación que tienen los activos financieros en función de otros. Se pueden dar dos relaciones, si es una relación negativa una variable se comportará de manera contraria a la otra y si es positiva tendrán el mismo comportamiento. (López, 2017).

RENTABILIDAD PROMEDIO		PORTAFOLIO		0	1	2	3
BTC	0,001722586	0,25	0	0,0013738270	0,0000579485	0,0012253063	0,0014279510
BNB	0,00500265	0,25	1	0,0000579485	0,0003361829	0,0000597878	0,0001851898
ETH	0,00298593	0,25	2	0,0012253063	0,0000597878	0,0024827449	0,0016154725
ADA	0,003375866	0,25	3	0,0014279510	0,0001851898	0,0016154725	0,0038231444

Figura 4.4. Tabla rentabilidad promedio y matriz varianza-covarianza.

Fuente: Elaboración propia.

Prosiguiendo con lo cálculos, se debe calcular la rentabilidad media de nuestra cartera. Para ello, se harán uso de las ponderaciones de cada uno de los activos financieros de nuestra cartera, que están repartidos equitativamente además de las rentabilidades promedio. Para ello la herramienta 'MMULT()' de Excel multiplica las matrices para obtener nuestro objetivo.

Para el cálculo de la desviación típica de la cartera de inversión se realiza mediante la raíz cuadrada de la varianza de la propia cartera, para ello se coloca en una celda la opción 'Raiz()' de la matriz de varianza-covarianza y sus respectivas ponderaciones que hemos mencionado anteriormente.

Considerando el tipo de producto que estamos tratando se considerará una inversión inicial de 1.000 euros que tan solo habrá que multiplicar por la media y desviación típica anteriormente calculada para saber las características específicas de nuestra inversión.

Finalizando con el cálculo del VaR teórico, utilizaremos un nivel de confianza del 99'9%. Para ello, se aproxima el desarrollo a una distribución Normal mediante la fórmula 'Dist.Norm.Inv()' cuyos parámetros serán el nivel de confianza, considerando que hay que poner en decimales, además de la media y la desviación típica que se han calculado en el paso anterior. El valor obtenido se restaría de la inversión inicial que se ha realizado con el fin de obtener la cantidad de pérdidas que percibiríamos.

INVERSIÓN INICIAL	1000	
RENTABILIDAD MEDIA	1,5	
SIGMA DE LA CARTERA	0,032748293	
MEDIA DE LA INVERSIÓN	2500	
SIGMA DE LA INVERSIÓN	32,74829274	
CUTOFF	2423,816079	DISTRIBUCIÓN NORMAL
Inversión Inicial	1000	
CUTOFF	2423,816079	
VAR	-1423,81608	

Figura 4.5. Cálculo del VAR.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 Modelo empírico VaR

Procediendo con el modelo empírico del VaR, hay que destacar que es un modelo para identificar el método analítico basado en las observaciones y su análisis estadístico gráfico. Se quiere obtener la información acerca de la cualificación de la cartera de inversión compuesta por cuatro criptomonedas distribuidas equitativamente.(Radrihan R., 2005).

Comenzando con el procedimiento, al igual que el caso anterior, la base fundamental serán los datos de las cotizaciones y sus respectivos rendimientos diarios que ya se habían realizado. Destacamos que ahora se incorporará la inversión inicial de los 1.000 euros que habíamos dispuesto.

Lo primero en calcular tras recopilar los datos del anterior modelo es el valor de la cartera el cual se realiza de la siguiente manera:

$$Valor\ Cartera = (1 + \sum_1^n RendimientoDiario_n * \%ComponeLaCartera_n) * Inversión$$

Consecutivo a este proceso se realiza la rentabilidad de la cartera de inversión. Ésta es un cálculo que consiste en restar al valor de la cartera la inversión que hemos dispuesto.

Valor cartera	Rentabilidad
1035,10386	35,10386
1019,22901	19,22901
1009,40272	9,40272
956,90298	-43,09702
1004,82679	4,82679
1015,76962	15,76962
1028,04266	28,04266
1017,73292	17,73292
984,52043	-15,47957
973,14574	-26,85426
1028,85932	28,85932
1006,07394	6,07394
970,21911	-29,78089
1012,57406	12,57406
983,33832	-16,66168
1027,58614	27,58614
1051,40131	51,40131
987,57579	-12,42421
1055,71577	55,71577
980,76085	-19,23915
1050,62784	50,62784
990,63753	-9,36247
1025,78837	25,78837
1037,38094	37,38094

Figura 4.6. Valor cartera y rentabilidades diarias.

Fuente: Elaboración propia.

Realizando un pequeño recordatorio, se han sustraído las cotizaciones de cuatro criptomonedas, que vamos a distribuir equitativamente, desde la página web de Investing para a continuación importarlas a Excel para trabajar con ellas. Lo primero que se ha realizado, que está explícitamente mencionado en el apartado 4.3.1 del modelo teórico del VaR de la cartera de inversión de las criptomonedas, ha sido

calcular las rentabilidades medias y las rentabilidades diarias además de los promedios que son la base fundamental para elaborar el análisis de este procedimiento.

Una vez realizado los cálculos anteriores, se procede a encontrar la rentabilidad máxima y la mínima con el comando 'MAX()' y 'MIN()' de la tabla de la rentabilidad. El valor máximo obtenido es 147,42094 y el mínimo -197,78365.

Se quiere finalizar con este método con un gráfico con la hipótesis de normalidad para representar el VaR. Para ello, se recurre a los intervalos de clase y a las frecuencias con la que se repiten las rentabilidades. Los intervalos de clase se ordenan de menor a mayor valor. Se comienza con la rentabilidad mínima y el siguiente será:

$$\frac{R_{min} - R_{max}}{100} + \text{Importe anterior}$$

La frecuencia se realiza mediante el comando 'FRECUENCIA()'. Entre sus campos se introducen primero las rentabilidades diarias y los intervalos de clase anteriormente calculados. En la columna de la izquierda, para realizar los valores del eje vertical en la gráfica, se divide entre 100 para representarlo.

Intervalo de clase	Frecuencia	
-197,7836477	1	0,00100
-194,3316019	0	0,00000
-190,8795560	0	0,00000
-187,4275101	0	0,00000
-183,9754643	0	0,00000
-180,5234184	0	0,00000
-177,0713726	0	0,00000
-173,6193267	0	0,00000
-170,1672808	0	0,00000
-166,7152350	0	0,00000
-163,2631891	0	0,00000
-159,8111432	0	0,00000
-156,3590974	0	0,00000
-152,9070515	0	0,00000
-149,4550057	0	0,00000
-146,0029598	0	0,00000
-142,5509139	0	0,00000
-139,0988681	0	0,00000
-135,6468222	1	0,00100
-132,1947763	0	0,00000
-128,7427305	0	0,00000
-125,2906846	0	0,00000
-121,8386387	0	0,00000
-118,3865929	1	0,00100
-114,9345470	0	0,00000
-111,4825012	1	0,00100
-108,0304553	0	0,00000
-104,5784094	0	0,00000
-101,1263636	0	0,00000
-97,6743177	0	0,00000

Figura 4.7. Intervalos de clase y sus frecuencias.

Fuente: Elaboración propia.

Para finalizar con el cálculo, se seleccionan tanto la tabla de intervalo de clase como los valores de las frecuencias para obtener la gráfica. El tipo de gráfico utilizado es el que da la opción de 'X Y (Dispersión)' para poder analizarlo correctamente.

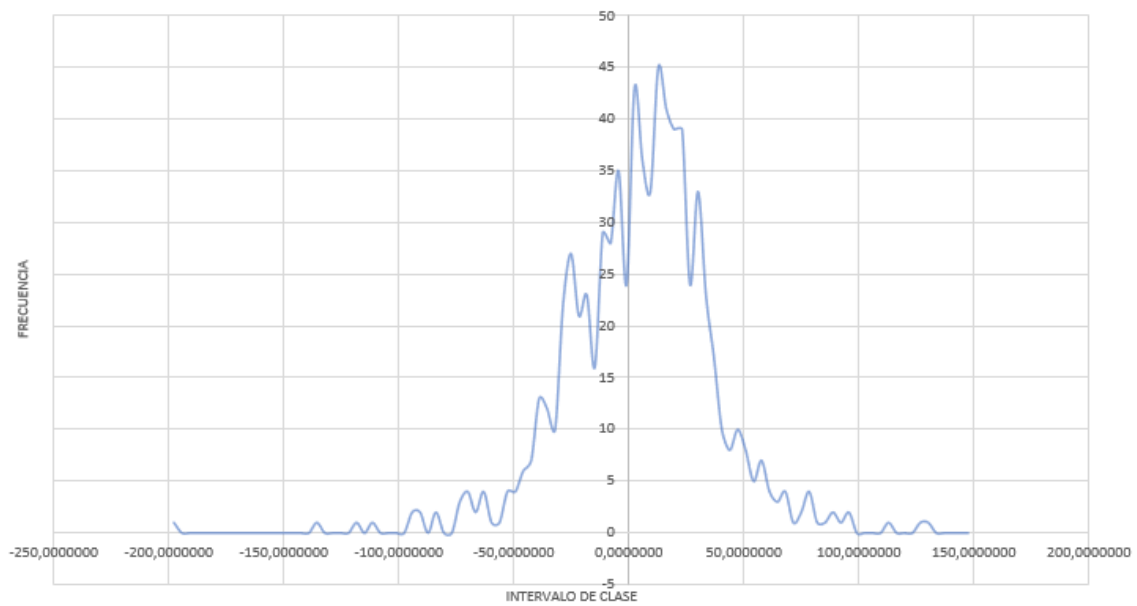


Figura 4.8. Gráfica distribución de probabilidad de las rentabilidades con hipótesis de normalidad.

Fuente: Elaboración propia.

4.4 LIMITACIONES DEL VaR

Entre las limitaciones que este método ofrece en el cálculo disponemos que no entra en consideraciones sobre la pérdida esperada en el hipotético caso de que la rentabilidad del activo en cuestión caiga por encima del nivel del VaR. También es necesario pensar acerca de las respuestas que se quieren obtener con la estimación de una medida de riesgo.

Cuando el VaR se calcula en un determinado periodo de tiempo T , se supone que la cartera va a quedar estática durante dicho horizonte temporal, cuestión que no es razonable. También se supone que la matriz de covarianzas de los activos de la cartera de inversión es invariante a lo largo de T , sin embargo, no es para nada así ya que se tiene que reconstruir el precio de la cartera cada vez que cambian sus valores, para modelizar su varianza. En situaciones de crisis, pueden incrementar las correlaciones entre los activos, incluso llegando a cambiar el signo si eran negativas en periodos normales del mercado.

Disponer de un modelo de predicción de varianzas es importante para llegar a calcular el Valor en Riesgo. Si se llega a utilizar una varianza histórica, es recomendable no usar la fórmula habitual ya que puede estar indispuesta ya que se compone de valores extremos.

Por último, no es muy evidente seleccionar el horizonte temporal del cálculo ni el umbral de probabilidad para realizar el análisis con el VaR además de que no tiene en cuenta el riesgo de liquidez.

CONCLUSIONES

Finalizando con el informe, se mostrará a continuación las percepciones obtenidas que han dado lugar tras el análisis de gestión de riesgo con la metodología VaR del análisis de una cartera de inversión compuesta por criptomonedas.

Comenzando con el primer punto introductorio a las criptomonedas se ha podido observar la influencia que han aportado al mundo. Marcó un antes y un después referido a la forma de pago que el ser humano había mantenido a lo largo de su historia dando lugar a una fórmula nueva. También se ha indicado lo fundamental que puede ser la tecnología Blockchain para el control de las organizaciones en un futuro por su transparencia y el acceso total de sus usuarios. Finalizando con el primer apartado introductorio se han dado las directrices necesarias para poder buscar información acerca de las monedas además de cómo llegar a poder invertir en ellas fácilmente a través de los Exchanges y la billetera digital que está al alcance de cualquier persona física y no es necesario requisitos previos.

Seguido del apartado número uno se encuentra la gestión de riesgo de una cartera de inversión. Fundamentalmente se ha aclarado el concepto de riesgo que connota negatividad, sin embargo, es la probabilidad de que no ocurra lo esperado, sea positivo para el inversor o negativo. Teniendo esto en cuenta, se ha indicado los diferentes tipos de riesgos asociados a una cartera de inversión con el fin de ser conscientes de los diversos aspectos que pueden influir en la operación. En el marco de inversor de una cartera compuesta por diferentes activos y sabiendo los tipos de riesgos influyentes en ella, se enumeran una serie de herramientas para poder gestionar de forma eficaz la inversión. Desde los diferentes tipos de diversificación con el fin de componer correctamente nuestros activos financieros en la cartera según especificaciones hasta órdenes de mercado y mercados derivados. Referido a las órdenes de mercado, la más influyente a la hora de controlar el riesgo son las órdenes stop loss las cuales han quedado indicadas y mostradas en el documento como una orden bursátil que se queda en espera de ejecutarse según la disposición que se haya realizado. Referido a los mercados derivados, aparte de explicar cada producto se han elaborado ejemplos prácticos de las diferentes estrategias que se pueden llevar a cabo con ellas según nuestra posición en el mercado para ver la utilidad efectiva con el fin de aplicarla a casos reales.

Finalmente, concentrado en el método Valor en Riesgo, se ha explicado su método estadístico para su cálculo y un caso práctico para ver su funcionamiento. Con ello se puede observar cómo con un análisis en el programa Excel y bajo la hipótesis de normalidad se ha podido llegar a estimar gráficamente la función de probabilidad de las rentabilidades a lo largo de dos años de una cartera compuesta por cuatro criptomonedas importantes del mercado equitativamente distribuidas. La utilidad de este método es poder estimar probabilísticamente tanto el Valor en Riesgo (VaR) cómo la probabilidad que se requiera de una rentabilidad específica para evaluar nuestra inversión en la situación que creamos necesaria.

Bibliografía

- Amado Monroy, D. (2020). Understanding Blockchain applications as well as its legal and technical implications. *Revista Iberoamericana de derecho informático (segunda época). Federación iberoamericana de asociaciones de derecho e informática.*
- Anglès Juanpere, B. (2019). *La fiscalidad de Bitcoin en España.* Crónica Tributaria.
- Ansejo, U. (2017). *Indexacapital.* Obtenido de <https://blog.indexacapital.com/2017/08/31/el-riesgo-de-liquidez/>
- Banco Santander. (2020). ¿Qué es la diversificación de riesgos financieros? *Blog del Banco Santander.*
- Barón, S. (Enero de 2022). ¿Cuántos impuestos pagas por invertir en criptomonedas? IRPF, Sociedades... *elEconomista.es.*
- BBVA. (2015). Obtenido de <https://accionistaseinversores.bbva.com/microsites/pilarIII2015/es/3/isc.html>
- BBVA. (2021). Obtenido de <https://www.bbva.com/es/que-es-el-valor-en-riesgo-var/>
- Buzzi, A., Cittadini, M., & De Oliveira, M. (2018). *Introducción a las criptomonedas.* Universidad Nacional de La Plata - Facultad de Ciencias Económicas.
- Cardenal, A. (2018). *Saladeinversion.* Obtenido de <https://www.saladeinversion.com/articulos/como-gestionar-el-riesgo-ordenes-tipo-stop/>
- Caro García, M. I. (2020). *Riesgos financieros: Modelos de medición y gestión en intermediarios financieros.* Universidad de Sevilla.
- CMC Markets. (s.f.). Obtenido de <https://www.cmcmarkets.com/es-es/aprenda-a-operar-con-criptomonedas/cuales-son-los-riesgos>
- CMC Markets. (2020). Obtenido de <https://www.cmcmarkets.com/es-es/trading-guias/ordenes-stop-loss>
- CNMV. (2011). *Guía de órdenes de valores.*
- Coinbase. (2022). Obtenido de <https://www.coinbase.com/es-LA/learn/crypto-basics/what-is-a-crypto-wallet>
- Coinmarketcap. (2022). Obtenido de <https://coinmarketcap.com/es/currencies/tether/>
- Coinmarketcap. (2022). Obtenido de <https://coinmarketcap.com/es/charts/>
- CoinMarketCap. (2022). Obtenido de <https://coinmarketcap.com/es/rankings/exchanges/>
- Corzo Santamaría, M., & Vaquero Lafuente, M. (2011). La gestión de carteras de inversión. *Revista cuatrimestral de las Facultades de Derecho y Ciencias Económicas y Empresariales.*
- Criado Enguix, J. (2020). *Blockchain: Cryptocurrency and real estate tokenization. Effects in the registry field.* Universidad de Granada.
- El aula de las finanzas. (2016). Productos derivados. Definición, características, clasificación y utilidad.
- elEconomista.es.* (2020). Obtenido de <https://www.eleconomista.es/cfd/queson.html>
- elEconomista.es.* (2021). Criptomonedas en la Renta 2020-2021: así debes declarar tus bitcoins, ethers, dogecoins...

- Fernández, Y. (Febrero de 2022). *Precio del Bitcoin y otras criptomonedas: cómo mirarlo en todo momento para saber su evolución*. Obtenido de <https://www.xataka.com/basics/precio-bitcoin-otras-criptomonedas-como-mirarlo-todo-momento-para-saber-su-evolucion>
- Gaytán Cortés, J. (2018). *Indicadores Financieros y Económicos*. Mercados y Negocios.
- Geekflare. (2022). Obtenido de <https://geekflare.com/es/finance/cryptocurrency-wallets/>
- Gobierno de Guatemala. Ministerio de Finanzas Públicas. (s.f.). Obtenido de <https://www.minfin.gob.gt/que-son-y-como-funcionan-los-fideicomisos>
- González Bueno, J. (2017). Diversificación internacional de portafolio en los mercados accionarios de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Perú.
- (2010). *Instrumentos Derivados y Gestión de Riesgos*. Murcia: i-Maths Jornadas sobre Matemáticas de los Mercados Derivados.
- Investing. (Marzo de 2022). Obtenido de <https://es.investing.com/crypto/currencies>
- Jaureguizar Francés, C., Grau-Carles, P., & Jaureguizar Arellano, D. (2018). The cryptocurrency market: A network analysis. *Esic Market Economics and Business Journal*.
- Jiménez, A. (2022). Obtenido de Holainversion: <https://holainversion.com/gestion-pasiva-vs-activa/>
- López, J. F. (2017). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/covarianza.html>
- Lutums.net. (s.f.). Obtenido de <https://www.lutums.net/what-is-an-exchange-traded-note-how-they-differ-from-etfs>
- Markowitz, H. (1952). *Portfolio Selection*.
- Mercado, P. (2020). Gestión activa o pasiva, ¿cuál es mejor en una recesión? *Elpais*.
- Moreno, B., Soto, F., Valencia, N., & Sánchez, A. (2018). *Criptomonedas como alternativa de inversión, riesgos, regulación y posibilidad de monetización en Colombia*. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Nieves, V. (2021). Los cinco grandes riesgos de invertir en criptomonedas como el bitcoin, según la CNMV y el Banco de España. *elEconomista.es*.
- Nikolova Nikolova, V. (2021). *Characterization of cryptocurrency market and its evolution through the third generation*. Almería: Universidad de Almería.
- Novalés, A. (2016). *Valor En Riesgo*. Departamento de Economía Cuantitativa. Universidad Complutense.
- P Drake, P., J Fabozzi, F., & A Fabozzi, F. (2022). *Introduction to Finance. Financial Management and Investing Management*.
- Portfolio Visualizer. (2022). Obtenido de <https://www.portfoliovisualizer.com/>
- Radrián R., M. (2005). Metodología de la investigación. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo_emp%C3%ADrico-anal%C3%ADtico
- Raisin. (s.f.). Obtenido de <https://www.raisin.es/inversion/estrategias-de-inversion-gestion-activa-y-gestion-pasiva/>

- Rico Carrillo, M. (2020). The impact of Blockchain and Covid-19 on the digitization of payment systems. *Revista Iberoamericana de derecho informático (segunda época)*. Federación iberoamericana de asociaciones de derecho e informática.
- Romero M., R., Claro E., F., Contador A., S., & Quiroga P., C. (2006). *Teoría del Valor Extremo: Aplicación de la teoría al Índice NASDAQ*. Facultad de Economía y Negocios.
- Sabín, C. (2019). *Inverstopia*. Obtenido de <https://inverstopia.com/diccionario-economico-financiero/estrategia-de-inversion-activa-vs-pasiva/>
- Santiago Moreno, I. (2019). *La nueva economía blockchain y criptomonedas en 100 preguntas*. Ediciones Nowtilus, S.L.
- Trincado, B. (2021). *Elpais*. Obtenido de https://cincodias.elpais.com/cincodias/2021/04/01/mercados/1617278607_020694.html
- Wikipedia*. (2020). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Frank_Hyneman_Knight
- Yáñez-Richards, S. (28 de Febrero de 2022). El doble filo de las criptomonedas en la guerra de Ucrania. *elDiario.es*.

Anexos
