



Universidad
Zaragoza

1542

Trabajo Fin De Grado

Mercados financieros: Evolución y Riesgo

Autor

Miguel Pardo Jiménez

Directores

Jesús Miguel Álvarez

Pilar Gargallo Valero

Facultad Economía y Empresa de la Universidad de Zaragoza

2021

RESUMEN

Este trabajo describe los diferentes riesgos que se pueden encontrar en los mercados financieros y analiza como paliarlos o, en su caso, como reducir su impacto. Para ello se realiza una descripción de los mercados financieros destacando las características que permiten identificar algún patrón en la tendencia de la rentabilidad y las causas que provocan anomalías. Entre las medidas que se utilizan para predecir el riesgo o para calcular las pérdidas máximas esperadas destaca el Value at Risk (VaR), que puede ser definida como la pérdida máxima esperada después de excluir los peores resultados posibles. El estudio realizado puede ayudar a crear modelos que describan la rentabilidad y la volatilidad de una serie financiera lo cual puede ser muy útil para que los posibles inversores puedan tomar decisiones de inversión más acertadas.

Por último, como caso ilustrativo, en este trabajo haciendo uso del programa R- Commander, se analiza la evolución de la rentabilidad del IBEX35 en los últimos 13 años y, se justifica por qué se producen algunas anomalías en la tendencia de dicha rentabilidad.

ABSTRACT

This paper describes the different risks that can be found in financial markets and analyzes how to mitigate them or, where appropriate, how to reduce their impact. To do this, a description of the financial markets is made, highlighting the characteristics that allow the identification of any pattern in the trend of profitability and the factors that cause anomalies. Among the measures used to predict risk or to calculate maximum expected losses, the Value at Risk (VaR) stands out, which can be defined as the maximum expected loss after excluding the worst possible results. The study carried out can help to create models that describe the profitability and volatility of a financial series, which can be useful for potential investors to make better investment decisions.

Finally, as an illustrative case, in this work using the R-Commander program, the evolution of the profitability of the IBEX35 in the last 13 years is analyzed and it's justified why there are some anomalies in the trend of said profitability.

INDICE

1. Introducción	1
2. Historia de los mercados financieros	2
3. Características y evolución de los mercados financieros ...	4
3.1. Derivados	4
3.1.1. Tipos.....	4
3.1.2. Crisis subprime 2008	6
3.2. Commodities	7
3.3. Divisas	9
3.3.1. Forex	9
3.3.1.1. Tipos de cambio cruzados	10
3.3.1.2. Mercados de doble cotización.....	12
4. Aspectos generales de las crisis financieras	13
4.1. Crisis del COVID-19	15
5. Riesgos financieros	16
5.1. Riesgo de crédito	17
5.2. Riesgo de mercado	19
5.3. Riesgo de tipos de interés.....	21
5.4. Riesgo de tipo de cambio.....	24
6. Análisis volatilidad-rentabilidad	26
7. Conclusiones	39
8. Bibliografía.....	40

1. Introducción

En este trabajo de fin de grado se explicará la evolución a lo largo de la historia de los mercados financieros (como éstos han ido cambiando de forma, los activos que se negocian...) y los riesgos que acompañan a toda operación financiera (como puede ser el tipo de cambio o el tipo de interés).

En primer lugar, se describirá la historia de los mercados financieros para conocer más en detalle la evolución que han tenido hasta llegar a la situación actual.

Seguidamente se comentarán las principales características de los distintos mercados financieros que se pueden encontrar, así como los diferentes elementos dentro de cada mercado, y unos pequeños ejemplos para poner en práctica los conceptos teóricos.

En la siguiente sección, se hará referencia a uno de los elementos más característicos y perjudiciales de los mercados financieros y la economía mundial en general, las crisis financieras. En este apartado se mencionarán las causas y las consecuencias generales de dichas crisis y alguna solución temporal para ellas. En particular, desde marzo de 2020 nos hemos visto sumergidos en una gran pandemia que ha alcanzado a todos los países del mundo y que ha provocado una crisis no sólo sanitaria sino también económica, que merece ser comentada y tratada, ya que ha afectado a muchas empresas y pequeños comercios.

Finalmente, una vez que se haya presentado la evolución y características de los mercados financieros, se pasará a tratar un tema relevante como es el riesgo de las operaciones financieras, que es una parte importante de su rentabilidad. Cuanto mayor es el riesgo de una inversión, mayor es la rentabilidad que se puede conseguir con ella, pero más posibilidades existen de que haya pérdidas y viceversa.

En cada tipo de riesgo analizado, se describirá qué es y cómo funciona. También se procederá a su cálculo, se expondrán las fórmulas utilizadas y ciertos ejemplos para ver cómo gestionar cada riesgo.

A continuación, se analizarán varios modelos creados con la intención de mostrar a los inversores interesados en el IBEX35, la volatilidad que hay en

este mercado, la rentabilidad que lleva asociada y toda su tendencia y evolución a lo largo de los últimos trece años.

2. Historia de los mercados financieros

La historia de los mercados financieros es bastante oscura, es decir, todas las acciones que se han llevado a cabo a lo largo de los años no han sido realizadas con otra intención que no sea la de la acumulación de riqueza de forma descontrolada.

Los mercados financieros comenzaron a operar aproximadamente hace 200 años. Empezaron asemejándose a los conocidos “mercadillos” o también llamados antiguamente mercados de pulgas, debido a que las cosas que se vendían/intercambiaban eran de dudosa calidad, y la ropa vieja que se revendía posiblemente estuviera llena de pulgas.

La historia da un giro con la aparición del primer Banco Central del mundo en 1694, el Banco de Inglaterra. La idea principal de la creación de este banco central era la de establecer una moneda única (un papel con valor) que se iba a ir devaluando cada año mientras que las riquezas permanecían intactas dentro del banco central.

El origen de un tipo de mercado financiero que en los últimos años ha adquirido especial relevancia, como es el caso del mercado de divisas (Mercado Forex), es también muy antiguo. Nos remontamos a la Edad Media, época en la que comenzó a operar este tipo de mercado, inicialmente con las divisas entre bancos internacionales. En esta época los diferentes países empleaban oro y plata como método de pago hasta que en 1875 se produce el evento más importante en el comercio de divisas, como es la aparición del conocido patrón oro. El patrón oro es un sistema monetario que fija el valor de la unidad monetaria en términos de una determinada cantidad de oro, es decir, por “x” cantidad de oro corresponde “y” cantidad de unidad monetaria (billetes).

Este sistema monetario perdió fuerza en la Primera Guerra Mundial y, con el Acuerdo de Bretton Woods, el dólar sustituyó al oro como principal divisa de cambio: 35\$/onzza. En ese momento, se pasó del patrón oro al “patrón dólar”.

Se crearon el Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Banco Mundial (BM) con el objetivo de evitar el libre cambio entre países. El mecanismo del patrón

dólar funcionaba correctamente hasta que, en 1971, se rompió el Acuerdo de Bretton Woods. Es aquí donde se produce el inicio del Foreign Exchange (Forex) que se mantiene hasta hoy en día con unas operaciones que superan el billón y medio de dólares en movimiento.

Para concluir este apartado, analizaré la evolución de uno de los mercados financieros más importantes en los que más adelante profundizaré en detalle, el mercado de derivados.

Se podría decir que este tipo de mercados financieros surgieron por primera vez en Holanda a mediados del siglo XVII donde aparecieron los contratos de futuros y opciones en el mercado de tulipanes. Este sistema colapsó en 1637 y provocó la crisis conocida por el nombre de “Tulipomanía”, que consistió básicamente en que el precio del objeto de especulación, que eran los bulbos de los tulipanes, creció a niveles desorbitados dando lugar a la primera burbuja financiera de la historia.

Más adelante, a mediados del siglo XVIII, surge en Japón el primer mercado organizado de futuros donde su objeto de especulación era el arroz. Para gestionar la volatilidad temporal de los precios del arroz causada por el tiempo, los japoneses utilizaban un mercado llamado cho-ai-mai (mercado de arroz a plazo).

Finalmente, la creación del Chicago Board of Trade (CBOT), dio un giro a este tipo de mercados. Fundado en 1848, fue el primer mercado de futuros del mundo. Con el paso de los años el CBOT fue incorporando cada vez más operaciones convirtiéndose poco a poco en uno de los mercados de futuros más relevantes a nivel mundial. Un evento a destacar es la fusión de CBOT con el Chicago Mercantile Exchange (CME) en 2007, que dio lugar al mercado de derivados financieros más importante a nivel global. Por último, mencionar que en 2015 el CBOT suprimió la modalidad de voz alzada dando paso a la “modernización” con la utilización de la plataforma virtual para la mayor parte de sus contratos de futuros.

3. Características y evolución de los mercados financieros

3.1 Mercado de Derivados

El mercado de derivados financieros, es aquel en el que se intercambian contratos de instrumentos o derivados financieros. La principal característica de este tipo de mercados es que el valor del producto financiero está vinculado al valor de un activo (activo subyacente).

Un derivado financiero es, básicamente, un activo financiero cuyo valor se deriva de los cambios de otro activo denominado activo subyacente. Un ejemplo de derivado financiero son las opciones. Una opción es un instrumento financiero donde el comprador tiene el derecho y el vendedor la obligación de realizar la transacción en una fecha determinada y a un precio fijado.

Una de las razones de su existencia, es la de prevenir los cambios de precio futuros (al alza o a la baja), y asegurarse la compra/venta del bien en cuestión con el precio fijado y la fecha pactada previamente. De este modo se controla la volatilidad del precio de algunos bienes, es decir, el mercado de derivados funciona como control de riesgos.

3.1.1 Tipos

- Mercados organizados

La característica principal de este tipo de mercados es que están controlados por una cámara de compensación. Los contratos están estandarizados, es decir, las partes no pueden modificar el contenido de ese contrato. Una de las razones por las que están tan regulados estos mercados es para que no se vea afectada la liquidez del propio mercado y, por ello, solo se pueden hacer ofertas a los contratos predeterminados por el mercado.

Los mercados más importantes de este tipo son el de futuros financieros y el de opciones financieras.

Ejemplo práctico de un mercado organizado (futuros):

Supongamos que el valor del IBEX35 es de 11.000 puntos. Si las Letras del Tesoro a un año tienen hoy una tasa del 4% anual y el rendimiento anual esperado sobre el dividendo del IBEX35 es del 6%, ¿cuál sería el precio del futuro con vencimiento a un año?

$$P = 11.000 * (1 + 0,04 - 0,06) \rightarrow \text{Precio} = 10.780$$

-Mercados No Organizados (OTC)

Los mercados no organizados u Over The Counter (OTC), son los mercados donde no hay estandarización alguna y las partes pueden negociar libremente el contenido del contrato de un derivado financiero. La mayoría de las negociaciones se realizan por teléfono o por ordenador. La principal ventaja de estos tipos de mercados es la flexibilidad que tienen ambas partes para ajustar el contrato a las condiciones que quieran los agentes. Algunos inconvenientes pueden ser la escasa liquidez del mercado y, debido a la poca regulación, el mayor riesgo.

Los principales tipos de derivados que se negocian en estos mercados son los swaps y los forwards.

Un 'swap' es un acuerdo de intercambio financiero donde una parte tiene que pagar una serie de flujos monetarios con una periodicidad, a cambio de que la otra parte le entregue otra serie de flujos. Estos flujos suelen responder a un pago de intereses sobre el nominal del 'swap'.

Un forward es un contrato donde dos partes se comprometen a comprar/vender un activo a un precio fijado en una fecha predeterminada.

Ejemplo práctico de un mercado OTC (forward):

Un hombre quiere ir a EEUU de vacaciones, pero ahora mismo no tiene el dinero y opta por hacer el viaje en 6 meses. Decide firmar un contrato forward para fijar el precio del dólar porque cree que puede subir.

Características del contrato forward: Plazo de 6 meses. Precio dólar a día de hoy es 2720\$. Precio dólar negociado es 2750\$. Prima de contrato 20\$.

Tenemos que el precio pactado es de 2750\$, si después de 6 meses el precio del mercado está por debajo (2650\$) tiene una pérdida de 120\$ (100\$ del contrato y 20\$ de la prima). Por el contrario, si el precio de mercado es de 2850\$, tiene una ganancia de 80\$. (100\$ del contrato pero 20\$ menos de la prima)

Con este ejemplo se puede observar cómo funciona un contrato forward. Donde firmas un contrato fijando el precio de un activo, que crees que va a estar más caro en el momento de vencimiento, a un precio menor a cambio del pago de una prima.

Como casi todo, los mercados también pueden fallar. Ya sea por culpa de los agentes que intervienen en él, por fuerzas mayores, por factores externos...

Esto es lo que ocurrió en la conocida y devastadora crisis de 2008, donde los agentes financieros jugaron con el dinero y el desconocimiento de mucha gente.

Una vez visto qué son, como funcionan y que características y tipos tienen los mercados de derivados, voy a realizar un análisis y descripción de las crisis más importantes que se han producido últimamente.

3.1.2 Crisis subprime 2008

Esta crisis fue debida básicamente a la concesión de créditos a muy bajos tipos de interés, a la sobrevalorización de las viviendas en EEUU y a la insolvencia de las personas a las que iban dirigidos estos créditos con alto riesgo de impago (crédito subprime).

Una vez resultaban impagados estos activos, entraban en el balance de las entidades financieras como “activos tóxicos”, y el problema se agravó de forma estrepitosa cuando estos activos tóxicos empezaron a circular y a aparecer por los balances de las entidades financieras de todo el mundo. Esto fue provocado en gran parte por el desconocimiento de lo que estaban adquiriendo dichas entidades, ya que las empresas de rating validaban con muy buena calificación (triple A o AAA) estos activos.

Durante los mismos años, en España, se concedían préstamos hipotecarios sin aval con condiciones parecidas a las hipotecas subprime. Esto fue causa de la posterior crisis sufrida en España. El principal síntoma de la conocida burbuja inmobiliaria de España fue el incremento desproporcionado de los precios de los inmuebles muy por encima del IPC y de las rentas. Esto, según el Banco de España, fue ocasionado entre otras cosas por la gran demanda de vivienda de la generación nacida en la época del baby-boom, que hizo que sus precios llegaran a multiplicar por dos su valor entre los años 1985 y 1991 (ver figura 1). Y así se fue formando la burbuja que, finalmente, estalló en 2008. La falta de liquidez en el sistema financiero (causado en parte por las hipotecas subprime de EEUU en 2007), el deterioro del sistema de crecimiento basado en la construcción y las contracciones del crédito fueron entre otras, las causas y consecuencias del estallido de la burbuja.



Figura 1: Evolución del precio de la vivienda

Las hipotecas subprime provocaron el incremento de las tensiones en todos los mercados financieros, una enorme reducción de la liquidez y una disminución del crédito.

Para que el mercado funcione correctamente, es necesaria la plena confianza de los agentes financieros y los inversores/ahoradores. En esta crisis, hay que destacar la falta de ética en el comportamiento por parte de todos los agentes del sistema financiero, la cual, como he mencionado antes, es imprescindible para generar confianza a los ahorradores e inversores.

Actualmente, los bancos son mucho más exigentes con las condiciones a la hora de conceder préstamos y créditos para financiar viviendas, y obviamente, ya no se conceden hipotecas basura como antes de la crisis. Las entidades bancarias prestan menos dinero para financiar viviendas. Antes de la crisis los bancos prestaban más del 80% del precio de la vivienda, hoy en día el préstamo queda lejos de ese valor.

Todas estas consecuencias de la enorme crisis vivida en 2008 han conseguido que se potencien medidas necesarias para prevenir una crisis financiera como ésta.

3.2 Commodities

Commodity es cualquier bien que tiene valor y muy bajo nivel de diferenciación (no quiere decir que todos los bienes que no tengan diferenciación son commodities ya que algunos no tienen valor). Las commodities se producen de

forma masiva y uniforme y, como he mencionado anteriormente, no poseen ningún valor diferencial entre unas y otras. Por ejemplo, el valor del maíz producido en EEUU no difiere mucho del producido en Italia. Son productos homogéneos con las características generales similares que hace que sean demandados en todo el mundo.

El mercado de commodities es un mercado en el que las ganancias son muy escasas debido a lo mencionado anteriormente, no hay prácticamente diferenciación.

Algunas de las características de los commodities son:

- Poseen una volatilidad de más/menos el 30%.
- Dependen de factores externos. Temas de carácter geopolítico y climático de todo tipo tienen incidencia directa en este mercado.

Tipos de commodities:

- De energía: el petróleo es uno de los más importantes. También son muy populares los commodities de gas natural, carbón o gasolina.
- De agricultura: los productos commodities de categoría agrícola se obtienen en los cultivos y pueden ser utilizados como materias primas para una gran cantidad de productos, como el caso del maíz, el trigo para la fabricación de harina, la caña de azúcar, el café y el algodón como base para la industria textil entre otros.
- De metales: destacan el cobre, hierro, platino o zinc que se emplean en los procesos industriales. Además, los commodities de la minería suelen tener una fluctuación de valor constante en los mercados (oro y plata).
- De ganadería: parecidos a los commodities de agricultura, estos son productos cárnicos de origen natural (piel, carne, leche). Los commodities de esta clasificación son también muy importantes para los mercados, pues de ellos se obtienen una gran diversidad de productos para ser comercializados.
- De finanzas: también existen commodities que son muy bien valorados como las finanzas. Ejemplo de esto es la adquisición de bonos públicos o privados entre otros.
- De índices: Por ejemplo, el índice Dow Jones (EEUU) es una medida principal para los commodities.

- De monedas: también una forma de commodities son las monedas, grupo de preferencia de infinidad de usuarios que inicia con la adquisición de éstas, cuyos beneficios presentan fluctuación. Estas monedas son el dólar, el euro, la libra esterlina y demás.

Si queremos invertir en bolsa con commodities, podemos hacerlo directamente en las acciones de las empresas que tienen los commodities o comprar acciones de fondos que están especializados en materias primas o futuros.

Otra alternativa es a través de alguna plataforma de inversión en commodities. Es una forma más rápida de elegir entre varios activos mediante una simple plataforma.

3.3 Divisas

Divisa es toda moneda en curso de países extranjeros distinta a la moneda propia. Por ejemplo, divisas para la zona euro son el dólar, el yen, la libra...

El mercado de divisas, como su propio nombre indica, es un mercado en el cual se negocian e intercambian diferentes divisas. El primer objetivo con el que nació este mercado fue el de facilitar los intercambios internacionales. Actualmente, se utiliza mucho con objetivos de especulación y para reducir el riesgo en el comercio internacional.

Remitiéndome a lo mencionado en el apartado 2, el mercado de divisas nació en 1971 cuando se rompió el Acuerdo de Bretton Woods, recordemos que fue el que sustituyó el patrón oro por el “patrón dólar”. Una vez roto el acuerdo, el dólar quedó “sometido” a la libre fluctuación frente a otras monedas extranjeras.

3.3.1 Forex

El mercado de divisas, más conocido como Forex (Foreign Exchange), funciona de forma global y continua, es decir, es un mercado que está abierto a todo el mundo y está en continuo funcionamiento las 24 horas del día. El ciclo es el siguiente: empiezan los mercados asiáticos, continúan los europeos y cuando éstos cierran, empiezan los estadounidenses.

Para comprender como funciona este mercado, se debe tener claro que siempre que se compra una moneda se vende otra. El precio fijado se conoce como tipo de cambio: lo que vale una moneda en términos de otra.

Distinguimos dos componentes en el tipo de cambio, la divisa base y la divisa cotizada. Cuando hay que establecer posiciones de divisas, lo más recomendable es razonar lo que se quiere hacer (comprar o vender) en términos de la divisa base.

Ejemplo: EUR/USD 1,2132 (base euro y cotizada dólar) → esto se lee: 1,2132 dólares por euro. Existe, también, su recíproco que sería cuántos euros por dólar, que se podría calcular como $1/1,2132$.

Dentro del propio Forex, podemos distinguir tres tipos diferentes de mercado:

- *Mercado al contado de Forex (spot)*: es el intercambio físico de un par de divisas. La operación se liquida al momento o con un margen muy pequeño de tiempo.
- *Mercado forward de Forex*: se establece un contrato para comprar/vender una cantidad fija de divisas a un precio y en un tiempo (futuro) determinado.
- *Mercado de futuros de Forex*: Tiene una mecánica similar a la del forward, con la diferencia de que éste es legalmente vinculante.

El Forex es el mercado más grande del mundo en volumen diario, es decir, se realizan una gran cantidad de operaciones durante todo el día. Otra propiedad de este mercado es la gran volatilidad (pocas posibilidades de manipulación, los valores varían mucho). El objetivo principal de los inversores que interactúan en este mercado, es la especulación. Las cuatro divisas principales que se negocian (contra el dólar) en el Forex son: euro (EUR), libra esterlina (GBP), yen (JPY) y franco suizo (CHF).

3.3.1.1 Tipo de cambio cruzados

Un cambio cruzado se define como un tipo de cambio que combina dos o más divisas.

Para realizar esta combinación, nos apoyamos en lo que se denomina regla de la cadena, que consiste en combinar la información que tenemos de dos tipos de cambio y de esta forma obtener el tipo de cambio que estamos buscando.

Por ejemplo, queremos obtener el tipo de cambio NOK/USD, por lo que combinamos EUR/USD y EUR/NOK. Se igualan las dos columnas: $1 \cdot 10,4052 \cdot x = 1 \cdot 1 \cdot 1,2138 \rightarrow x = 0,11665321$. **NOK/USD 0,1166**

Para calcular el recíproco se seguiría la misma mecánica igualando ambas columnas o haciendo el cociente de $1/0,1166$.

REGLA DE LA CADENA

EUR/USD	EUR/NOK
1,2138	10,4052

¿Cuántos USD por corona noruega (NOK)?

xUSD	1NOK
10,4052NOK	1EUR
1EUR	1,2138USD

Igualando las dos columnas... $X = 1,2138/10,4052 \rightarrow x = 0,1166532$ NOK/USD

Como se observa, la regla de la cadena combina los pares de divisas de tal forma que, mediante cambios de una divisa a otra, se puede obtener el valor de una divisa con respecto a otra que antes no teníamos.

¿Cuántas NOK por USD?

Se podría hacer directamente el recíproco, que consiste en hacer $1/x$ (x de la pregunta anterior) $\rightarrow 1/0,1166532 = 8,5724172$ USD/NOK. O realizar otra regla de la cadena.

xNOK	1USD
1,2138USD	1EUR
1EUR	10,4052NOK

$X = 10,4052/1,2138 \rightarrow x = 8,5724172$ USD/NOK

3.3.1.2 Mercados de doble cotización

En este tipo de mercados, existe un tipo de cambio para el comprador (bid price) y un tipo de cambio para el vendedor (ask price), donde la diferencia entre ambos es la prima o spread de beneficio. Cuanto más pequeño es el spread (más se acercan los precios de compra y venta), más eficiente o claro es el mercado. El precio de compra suele ser más bajo que el precio de venta, lo cual es lógico, ya que el comprador quiere comprar lo más barato posible y el vendedor quiere vender lo más caro posible.

Es importante saber que la cotización indica la voluntad de quien la da, es decir, si yo doy 1,134 -1,140 EUR/USD lo que yo quiero es comprar a 1,134 y vender a 1,140. Estoy indicando mi voluntad, lo que yo considero óptimo.

Ejemplo de doble cotización con Regla de la Cadena.

Las fases son las mismas que en el ejemplo anteriormente realizado.

	MEDIA	COMPRADOR	VENDEDOR
EUR/USD	1,2138	1,2136	1,2140
EUR/NOK	10,3847	10,3575	10,4119

¿Cuántos USD por NOK y viceversa?

Primera fase: tengo NOK, los cambio por EUR, compro EUR, los vendo y compro USD.

¿Cuántos dólares obtendré por una NOK? ¿Cuántas NOK tengo que vender para que me den un USD?

xUSD	1NOK
10,4119NOK	1EUR
1EUR	1,2136USD

0,1165NOK/USD comprador de NOK

8,5793 USD/NOK vendedor de USD

4. Aspectos generales de las crisis financieras

Para introducir este apartado sería conveniente explicar qué es una crisis financiera. Se conoce como crisis financiera a la desviación o perturbación del sistema financiero o monetario ya sea por causas internas o externas, que producen pérdidas de valor tanto en instituciones como en activos financieros.

El origen de estos problemas se suele achacar al sistema bancario (crisis bancaria), a la bolsa de valores, deuda (crisis de deuda externa), a la moneda (crisis cambiaria), etc. La crisis financiera suele iniciarse en un país, pero con la enorme interrelación existente en el mundo, se suele expandir con cierta rapidez como analicé en las hipotecas subprime.

Debido a la importancia del campo financiero tanto en un país como en el mundo en general, las crisis financieras suelen convertirse en un problema que se expande a la economía. Se forma una crisis que va más allá del ámbito financiero y desemboca en la economía “real”.

La crisis bancaria se produce cuando hay una gran retirada de capital y la entidad afectada tiene que paralizar la situación (corralito) para no quebrar. Los bancos sufren graves problemas de liquidez e insolvencia.

En el caso de la crisis cambiaria, la moneda se devalúa debido a movimientos especulativos de ciertos agentes. Los países donde se produce esta crisis deben actuar para evitar que se hunda la divisa.

Por último, si la crisis afecta a la capacidad de pago del país, estamos ante una crisis de deuda externa. Hacienda no tiene suficiente dinero para satisfacer las deudas que tiene contraídas con terceros y no puede realizar el correspondiente pago a los acreedores.

Causas

Las crisis financieras no se producen de un día para otro, ni son causadas por algo en específico y por nada más. Con esto me refiero a que semanas, meses antes de la explosión de la crisis financiera, se empiezan a notar ciertos síntomas de los que se puede intuir que algo va mal o que es un preámbulo de una catástrofe. Dependiendo de ante qué síntoma estamos, podemos predecir la proximidad de la crisis. No siempre que se den estas situaciones quiere decir que vaya a haber una crisis, ni que por haber dichos síntomas va a explotar una crisis; son casos generales.

Algunas de estas “señales” son:

- *Problemas de liquidez.* Tanto en familias y empresas como con la propia Hacienda Pública. Dificultad de hacer frente al pago de sus deudas.
- *Solvencia de entidades bancarias.* La mayoría de ocasiones es por la falta de confianza del pueblo en el sistema financiero.
- *Burbujas.* Por ejemplo, la conocida burbuja inmobiliaria de 2007, que desembocó en una importante inflación.

Aparte de estas causas, entre otras, de las crisis financieras, también “ayuda” a todo este desastre la mala gestión por parte tanto de los gobiernos como de las entidades bancarias e instituciones.

Por ejemplo, la crisis de 2008 se produjo por una irresponsabilidad absoluta por parte de los bancos y por la no intervención del estado para la regularización.

Consecuencias

Uno de los efectos más inmediatos que se producen después de pasar por una crisis financiera es la casi absoluta pérdida de confianza en el sector bancario debido a que, por su mala gestión e irresponsabilidad entre otros factores, ha sido el protagonista y uno de los autores del estallido de la crisis.

Una de las consecuencias son los incrementos en el coste de financiación, es decir, no dar créditos o préstamos a cualquier persona, tiene que ser solvente y presentar estabilidad económica para hacer frente al pago de la deuda en el futuro.

Otra consecuencia derivada de la disminución de concesiones de crédito, es la bajada del consumo, de la inversión, aumento del desempleo y el comienzo de una desaceleración económica.

Una *solución* temporal puede ser la solicitud de crédito al Banco Central, por lo menos para ganar tiempo en sanear la economía y para generar otra vez confianza en el cliente. Aunque este no es un método infalible ya que la raíz del problema reside en la mala praxis del sistema bancario y su excesivo apalancamiento (utilizar algún mecanismo (por ejemplo deuda) para generar mayor cantidad de dinero que se puede destinar a inversión → invertir más dinero del que realmente se tiene).

4.1 Crisis de la COVID-19

Hace unos cuantos meses, comenzó una pandemia mundial que ha destrozado la vida a muchas personas en el sentido laboral y económico.

El sector de la hostelería es uno de los más afectados por esta situación. Mantuvieron sus establecimientos cerrados durante el confinamiento, viendo mermados así sus ingresos (sus gastos fijos no cesaron). Cuando parecía que volvían a retomar una dinámica positiva se empezó a cerrar la hostelería, limitar horarios, aforo... Con tantas restricciones los trabajadores de este sector tienen una enorme incertidumbre de cómo va a evolucionar su negocio y si lo van a poder seguir manteniendo abierto.

Son muchos los comercios y negocios que han quebrado con esta crisis. Aparte de impactar con fuerza a la economía de millones de personas, esta pandemia ha recalado con ímpetu en la economía global. Aunque los gobiernos de muchos países hayan emprendido acciones para paliar la situación, la crisis ha tenido un impacto directo tanto en volúmenes de producción y cadena de suministro como en el ámbito financiero y mercado de valores.

Una de las principales razones por las que ha impactado en la economía global es por el cierre de las industrias exportadoras de componentes chinos. Esto ha afectado a los países que operan con China que son el resto del continente asiático y EEUU, pero como estamos en una economía tan interrelacionada, esta crisis ha llegado a afectar a todo el mundo.

La falta de componentes básicos para algunas empresas, ha hecho que éstas tengan que detener su producción por falta de materiales, comenzando, de esta forma, la desaceleración económica mundial.

En el caso de las empresas dedicadas al sector turístico, las pérdidas causadas por este virus parece que no van a ser fácilmente recuperables. Además, la situación no acompaña ya que, aunque han comenzado a vacunar a la población, el ritmo de vacunación y la cantidad de personas vacunadas está, actualmente, por debajo de lo planteado con anterioridad.

En cuanto al ámbito financiero, cabe destacar la increíble caída que se produjo en el mercado de valores el día 13 de marzo de 2020 en el valor de cotización de las acciones de absolutamente todas las empresas tanto a nivel nacional como internacional. Caída del IBEX35, del Dow Jones... Todo ello llevó a un

aumento del riesgo y una desconfianza de los inversores con una disminución significativa de las cotizaciones bursátiles.

Una vez se ha tratado la primera parte del trabajo que ha sido la evolución y las características de los mercados financieros, a continuación, se analizarán ciertos riesgos de mercado que se encuentran inmersos en las diferentes operaciones financieras que se hacen día a día y es, en buena parte, el elemento que muestra la mayor o menor rentabilidad de la operación.

5. Riesgos financieros

El riesgo financiero es la incertidumbre sobre el rendimiento de una inversión. Ya sea por inestabilidad gubernamental o de los propios mercados financieros, por la insolvencia de una de las dos partes o por cambios en el sector donde opera, entre otras causas. Pero riesgo no quiere significar algo negativo, ya que cuánto más riesgo hay, más posibilidades de rentabilidad lleva incorporada dicha inversión (también es cierto que hay más probabilidad de que salga mal, se desvíe).

Algunas de las opciones que tenemos para reducir el riesgo financiero son:

- Diversificar. Es decir, que tu cartera de inversión sea sólida y que reparta el riesgo entre múltiples activos que forman dicha cartera.
- Hedging. Es una especie de cobertura, donde se combinan diferentes activos de la misma cartera para que, si alguno tiene una rentabilidad negativa, se contrarreste con el otro y viceversa.
- Seguros. Proteger ciertos activos que creas que puedan tener más riesgo mediante seguros.
- Evaluar la rentabilidad. Siempre que se vaya a invertir en algo, primero hay que estudiar los pros y los contras que tiene dicha inversión y la rentabilidad futura que esperas conseguir. Cuanta más información se tenga menos riesgo habrá. Además, podrás estar más cerca de anticiparte al futuro, ya que cuanta más información acumules, tanto del pasado, como tendencias, como noticias de última hora, más preparado estás para saber cómo va a evolucionar.

Otras dos claves que se deben tener en cuenta a la hora de realizar una inversión son, tener un margen efectivo de maniobra y evitar endeudarse (o por lo menos no endeudarse demasiado).

La primera clave nos viene a decir que hay que dejar una cantidad sin tocar del importe que tenemos disponible para hacer frente a cualquier imprevisto.

La segunda es importante matizarla. En este tema, como en todos, hay diferentes posturas, quienes no están dispuestos a pedir ni un solo euro prestado como quienes optan por pedir dinero cuando quieren realizar una acción que requiera un desembolso medianamente grande. Sin duda la mejor opción, si se puede conseguir, es la de no endeudarse y seguir adelante con lo que se tiene, así no quedas atado ante nada ni nadie.

5.1 Riesgo de crédito

5.1.1 ¿Qué es?

Cuando se pide un crédito, como en todas las operaciones financieras, existe un riesgo, y aquí ese riesgo se basa en la posible pérdida ante la insolvencia que puede haber de alguna de las dos partes. Este concepto afecta tanto a bancos e instituciones financieras como a empresas e incluso particulares.

El riesgo de éstos últimos, se da cuando depositan su dinero en el banco, cuando prestan o cuando firman un contrato de depósito (donde hay que meter dinero cada x tiempo).

Para las empresas, este riesgo de crédito aparece cuando venden a plazo. Antes de vender a crédito, lo normal es que las empresas estudien al cliente en cuestión y analicen la viabilidad de la operación, es decir, si el cliente es solvente o no. También se pueden contratar empresas aseguradoras para cubrirte algún riesgo de impago.

Por último, si hablamos del riesgo de crédito en las entidades bancarias, la posible pérdida está en que la contraparte no pueda realizar la devolución del dinero prestado. Si el banco considera que es un cliente de alto riesgo, o no le da dinero o le aplica un tipo de interés muy alto. Otra forma de protegerse frente a impagos es mediante los derivados de crédito (básicamente es cubrir el riesgo de crédito traspasándoselo a la contraparte mediante el pago de una prima periódica).

5.1.2 Cálculo

Para poder medir de forma aproximada el riesgo de crédito se puede emplear la siguiente fórmula denominada Pérdida Esperada (PE):

$$PE = PD \times EAD \times LGD$$

Donde:

PE → Pérdida Esperada.

PD → Probabilidad de impago (default o fallido)

EAD → Exposición al impago (valor de la posición en el momento de impago/fallo/default)

LGD → Pérdida en caso de incumplimiento (el banco recupera parte de la inversión (R), por tanto $LGD = 1 - R$)

Por tanto, la fórmula quedaría de esta forma:

$$PE = PD \times EAD \times (1 - R)$$

Ejemplo: Una empresa recibe un préstamo de 6 millones de euros al 5% a un año. El interés se paga al vencimiento y el banco prestamista ha analizado el riesgo y ha concluido que es de un 5% con un año de probabilidad de default (impago). La probabilidad de recuperar es del 35%. ¿Cuál es la pérdida posible esperada?

$$PE = 0,05 (PD) \times 6.000.000 (EAD) \times (1 - 0,35) \rightarrow PE = 195.000 \text{ euros}$$

$$(1 - R)$$

Esta fórmula es la más básica. Luego hay métodos probabilísticos para calcular la pérdida estimada, el Valor en Riesgo (VaR)...

En la figura 2, podemos observar la probabilidad de PE y de PIN (Pérdida Inesperada)

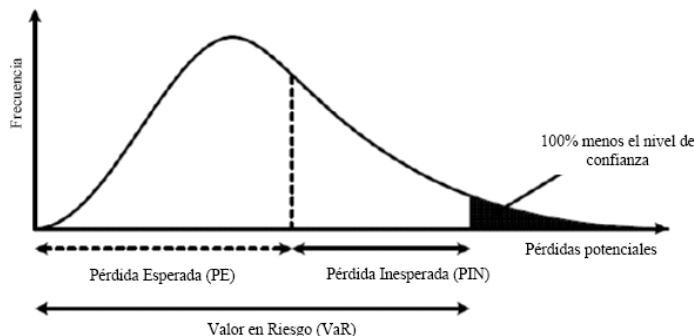


Figura 2: VaR en una distribución de rentabilidad

Una de las técnicas para poder realizar una estimación de la Pérdida Inesperada es a través del Valor en Riesgo (VaR), específicamente los modelos de *Credit VaR*. Este tipo de modelos buscan encontrar el valor mínimo de un activo o pasivo a lo largo del tiempo para un determinado nivel de confianza (por ejemplo 95%, o 99%)

Según Altman, la evidencia empírica muestra que existe una correlación negativa entre la Probabilidad de Incumplimiento y las tasas de recuperación, lo cual lleva a concluir que el riesgo de recuperación puede considerarse como un riesgo sistemático y como tal, este riesgo deberá incluir una prima (prima de riesgo).

5.1.3 Conclusiones del riesgo crediticio

El análisis del riesgo crediticio es fundamental para desempeñar de manera adecuada la mayoría de actividades económicas. La idea sería desarrollar y establecer metodologías para poder conseguir una sobresaliente evaluación del riesgo ya que ésta se ha convertido en algo esencial en los últimos años.

En definitiva, viendo la importancia que tienen el riesgo de crédito en el mundo actual, sería recomendable hacer hincapié en investigar de forma más exhaustiva las causas de las desviaciones y las posibles soluciones efectivas que se podrían dar para reducir de manera casi completa este tipo de riesgo.

5.2 Riesgo de mercado

5.2.1 ¿Qué es?

Cuando hablamos de riesgo de mercado, éste engloba varios riesgos ya que es básicamente la probabilidad de que varíe el precio y la posición de un activo. Un riesgo puede ser que varíe una divisa de un país extranjero. Más adelante se indagará más en este tipo de riesgo.

Es decir, hace referencia al riesgo de posibles pérdidas de valor de un activo por fluctuaciones en el mercado.

Como se ha mencionado anteriormente, el riesgo de mercado se compone por multitud de riesgos como son el riesgo de variación en el precio de las mercancías, en el precio de las acciones, en los tipos de interés, en las divisas y en el posicionamiento del producto.

Dependiendo del tipo de riesgo al que tengamos que hacer frente, deberemos seguir distintas estrategias, por ejemplo:

- Si una empresa tiene su sede en un país donde la inflación es muy alta, tendrá que llevar a cabo estrategias de tipos de interés (alta tasa).
- Si la empresa se dedica en gran parte a exportar mercancías al exterior, deberá cubrirse (cobertura) de las fluctuaciones de los precios de las divisas extranjeras del/los países a donde exporte.
- Atendiendo al riesgo de posicionamiento, si se quiere que un producto crezca y sea elegido por los clientes, tiene que conseguir un posicionamiento (marketing, promociones, precios competitivos...) muy bueno para poder competir.

5.2.2 Cálculo

A la hora de calcular/estimar el riesgo de mercado, al ser un riesgo que engloba más riesgos, es muy difícil darle al propio riesgo de mercado una fórmula específica. Sabiendo eso, una fórmula que podría acercarse a la fórmula del riesgo de mercado es:

$$\mathbf{RRM = RRP + RRC}$$

Donde:

RRM: requerimiento por riesgo mercado.

RRP: requerimiento por riesgo precio.

RRC: requerimiento por riesgo cambiario.

Para calcular el RRP, hay que utilizar el VaR (Valor en Riesgo). El VaR es la pérdida máxima que podría sufrir una cartera de inversiones en condiciones normales del mercado en un determinado horizonte de tiempo y bajo un nivel de confianza dado.

Para calcular el RRC, habría que calcular el riesgo cambiario (riesgo de tipo de cambio) que se verá luego calculado y explicado en detalle.

5.2.3 Conclusiones del riesgo de mercado

Lo que se puede reflexionar sobre el riesgo de mercado, es que es un riesgo “general”, es decir, un riesgo cuyos componentes son otros riesgos. Por ejemplo, cuando hay un riesgo de tipo de cambio es un riesgo de mercado, cuando hay un riesgo de tipo de interés es un riesgo de mercado...

El riesgo de mercado son todos los componentes de éste: riesgo de variación en el precio de las mercancías, en el precio de las acciones, en el tipo de interés, en el tipo de cambio y en el posicionamiento.

5.3 Riesgo de tipos de interés

Hay situaciones en las que interesa contratar un préstamo, conceder un préstamo, hacer algún swap... y en todo esto hay un protagonista en común, los tipos de interés. Ya que se puede salir beneficiados si el tipo varía a favor de la parte interesada, o perdiendo si el tipo varía hacia el lado contrario.

5.3.1 ¿Qué es?

El riesgo de los tipos de interés es la posibilidad de que cambien debido a su volatilidad a lo largo de la vida del activo o pasivo. Riesgo se entiende como una palabra que expresa negatividad. Cualquier cambio que perjudique, ya sea al alza o a la baja de los tipos de interés es riesgo. También se puede dar el caso de que ese riesgo sea positivo y beneficie a la parte involucrada.

Por ejemplo, un cambio al alza de los tipos de interés sería perjudicial para alguien que tiene un préstamo, ya que cuando tenga que devolver el dinero, los tipos de interés serán superiores y tendrá que devolver mayor cantidad.

Por otro lado, un cambio a la baja de los tipos de interés beneficiará a alguien que tenga un swap y sea pagador a tipo variable, ya que el tipo de interés que tiene que pagar será inferior.

Algunas de las posibles causas de las variaciones en los tipos de interés pueden ser:

- *Situación económica del país.* Es el llamado ciclo económico que puede ser expansivo o recesivo. A nivel macroeconómico, una fase expansiva favorece el empleo y los ingresos, por lo que los tipos de interés se mantienen estables o suben poco. Y en recesión, al contrario, menos liquidez por tanto los tipos interés bajan un poco para impulsar el gasto.
- *Burbujas inmobiliarias y burbujas bursátiles.* Las burbujas, tanto la de 2007 como las bursátiles, hacen que los tipos de interés suban en exceso debido al aumento de los riesgos de crédito (inmobiliaria) y en las burbujas bursátiles debido a que el precio de los activos es tremadamente alto.

- *Desastres naturales*

5.3.2 Cálculo

A la hora de calcular el riesgo de tipo de interés no hay una fórmula única y común para todas las situaciones, ya que no es lo mismo calcular el riesgo que hay en un préstamo que el riesgo que hay en un swap.

Para hablar del “cálculo” del riesgo de los tipos de interés, supongamos un swap.

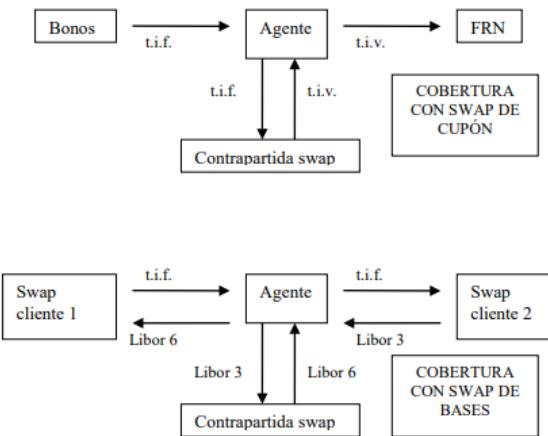


Figura 3: Esquema de swap cupón y swap de bases

En la figura 3 se puede observar un ejemplo de cómo se realiza un swap cupón y swap de bases. El agente lo que busca con estas coberturas es no perder, y en algunos casos obtener algún beneficio. La cobertura consiste en pagar a un tipo de interés contrario al que recibes.

Hay que apostar/elegir la dirección en la que se cree que van a ir los tipos de interés. Ej: Si se creen que los tipos de interés subirán, se fija un swap cupón para, obviamente, pagar fijo y cobrar variable (si sube t.i. se cobra más).

En definitiva, se podría decir que para cubrirse del riesgo de tipos de interés interesa hacer una cobertura de éstos, para que si pierdes por un lado se recupere por otro.

Cobertura de pasivos

	Expect. bajistas en t.i. nacionales	Expect. alcistas en t.i. nacionales
Endeudamiento a t.i. fijo Expect. Apreciación divisa	Recibo fijo en divisa / pago variable en moneda local	Recibo fijo en divisa / pago fijo en moneda local
Endeudamiento a t.i. variable Expect. Apreciación divisa	Alcistas t. de i. extranjero Recibo variable en divisa / pago variable en moneda local	Expec. Alcistas t. de i. extranjero Recibo variable en divisa / pago fijo en moneda local
Endeud. a t.i. variable o fijo Expect. depreciación divisa	No negociar swap de divisas	

Cobertura de activos

	Expect. bajistas en t.i. nacionales	Expect. alcistas en t.i. nacionales
Inversión a t.i. fijo Expect. depreciación divisa	pago Fijo en divisa/recibo Fijo en moneda local	pago Fijo en divisa/recibo variable en moneda local
Inversión a t.i. variable Expect. depreciación divisa	Expec. bajistas t. de i. extranjero pago Variable divisa x recibo Fijo moneda local	Expec. bajistas t. de i. extranjero pago Variable divisa x recibo Variable moneda local
Inversión. a t.i. variable o fijo Expect. apreciación divisa	No negociar swap de divisas	

Figura 4: Descripción de las coberturas de pasivos y activos

Como se puede observar en la figura 4, dependiendo de si queremos cubrirnos con pasivos o con activos, de las expectativas en los tipos de interés nacionales y de la depreciación o apreciación de la divisa, se realizará una u otra estrategia con swap para pagar y recibir ya sea en variable o a tipo fijo.

En este apartado me he centrado en el “cálculo” del riesgo de tipos de interés en la parte de swaps. Para calcular tipos de interés sobre otras operaciones la dinámica sería parecida (pensar en que se cree que va a suceder con los tipos de interés e intentar solventarlo con otra operación simultánea o aplicando ciertas comisiones).

5.3.3 Conclusiones del riesgo de tipo de interés

Como conclusión de este tipo de riesgo, se podría comentar que es un tipo de riesgo de los que se le tiene más “miedo” en el sentido de que una gran variación, por cualquier causa comentada anteriormente o alguna otra como puede ser el endeudamiento de un Estado, puede hacer perder mucho dinero o encarecer mucho la devolución del dinero.

Bajo mi punto de vista, es un riesgo al que se le tendría que poner más énfasis e ímpetu en explicarlo correctamente y al completo para poder predecir el cambio/variación de forma más precisa.

5.4 Riesgo de tipo de cambio

5.4.1 ¿Qué es?

El riesgo de tipo de cambio, como su propio nombre indica, es la incertidumbre que se tiene de que varíe (aprecie o deprecie) el precio de una moneda en términos de otra. En otras palabras, es la pérdida potencial debido a las fluctuaciones de las divisas.

Las causas de que ocurran estas desviaciones de la cotización de las divisas son, entre otras, la volatilidad y la situación económica de un país que hace que su moneda se revalorice (aprecie) o pierda valor (deprecie) respecto de las de otros países.

Por ejemplo, cuando se hacen transacciones en moneda extranjera, a la hora de calcular la rentabilidad de dicha transacción hay que fijarse tanto en la cuantía percibida como en la posibilidad de variación de la cotización de la divisa nacional con respecto de la del país de transacción en un espacio de tiempo determinado.

Para cubrirse de este tipo de riesgo, lo habitual es utilizar elementos de cobertura con la intención de contrarrestar los cambios negativos producidos en la cotización de las divisas. Por ejemplo, en una venta, una opción sería acordar la cantidad total en moneda nacional para así evitar que cualquier desviación suponga una menor rentabilidad.

Otra opción de cobertura puede ser contratar derivados financieros como swaps, opciones... De esta forma, si perdemos con el activo principal, ganaremos con el derivado y se elimina de esta manera el riesgo de tipo de cambio.

Alguien se podría preguntar, ¿pero si la variación en la cotización de las divisas es a favor tuya por qué te cubres?

Con estas operaciones de cobertura no se trata de conseguir beneficios y realizar operaciones exitosas, si no lo que se pretende con esto es eliminar el riesgo cambiario. Por ello hay que estudiar muy bien la posible evolución del tipo de cambio para saber cuándo es buen momento para cubrirse y cuándo no es tan necesario.

5.4.2 Cálculo

Primero vamos a suponer una situación sencilla para entender qué es y cómo se calcula de forma rápida un riesgo cambiario.

Se quiere vender una maquinaria a Marruecos donde el dírhám marroquí cotiza a 10,78 EUR/MAD (10,78 dírhám por euro), pagadera a 180 días.

Si el precio de venta es de 5.000 EUR, se venderá a 53.900 MAD en el momento actual. Pero se da el caso de que el euro se deprecia o el dírhám se aprecia en el momento de venta y ahora éste último, cotiza a 9,78 EUR/MAD.

En el momento del pago, a los 180 días, se venderá la maquinaria por 48.900 dírhams en vez de por los 53.900 iniciales, debido a la variación en la cotización, riesgo de tipo de cambio.

A continuación, se verá una forma más elaborada de calcular el riesgo cambiario.

La forma más útil de medir el riesgo cambiario es utilizar el *modelo VaR*. Este modelo mide la peor pérdida esperada sobre un intervalo de tiempo dado bajo condiciones normales de mercado en un nivel de probabilidad estadística. La probabilidad se determina en base a la elección de un intervalo de confianza (95%-99%). Este modelo vale para todos los riesgos de mercado, en particular para el riesgo cambiario.

Puede utilizarse la metodología Delta-Normal, Simulación Histórica o Simulación Monte Carlo. En este apartado se hablará del método Monte Carlo. Este tipo de simulación consiste en generar miles de posibles resultados según unos datos iniciales introducidos por el usuario.

Supongamos que se han simulado 100 valores, de forma que los cinco peores resultados son: -14%, -11%, -9,75%, -8,2% y -7,1%.

Si se quiere calcular un VaR con una confianza del 95% tendremos que coger el 5% de los peores resultados posibles (los mencionados anteriormente). El quinto peor resultado de los cinco peores resultados es el -7,1% (5% de 100). Suponemos una inversión de 100.000 euros, el VaR al 5% es 7100 euros ($100.000 \times 0,071$), es decir, existe un 5% de posibilidades de perder 7100 euros y un 95% de perder menos de esa cantidad.

5.4.3 Conclusiones de riesgo de tipo de cambio

Este tipo de riesgo está completamente fuera del alcance de cualquier persona ya que depende de muchos factores económicos, sociales, políticos... de un

país. Lo único que se puede hacer para poder evitar algunas pérdidas en cualquier actividad de compra-venta, es hacer un cálculo aproximado del riesgo que hay y de cómo va a evolucionar, abrir una posición de cobertura si no se está seguro y mantenerse informado con las últimas noticias económicas y políticas de los países que están implicados en la transacción.

También se puede especular con este riesgo y obtener rentabilidad con las subidas y bajadas de los pares de divisas.

6. Análisis volatilidad-rentabilidad

En esta sección, se realizarán varios modelos con la intención de poder conseguir que uno de ellos se adapte de la forma más cercana posible a la realidad, recogiendo las factores tanto internos como externos que puedan afectarle, y que así sirva de ayuda a los inversores para su toma de decisiones. Se analizarán las rentabilidades de éste en los últimos 13 años, desde el 11 de noviembre de 2007 al 14 de mayo de 2021 (3655 observaciones), para intentar explicar la rentabilidad y volatilidad del principal índice bursátil español.

Todo el análisis gráfico se va a realizar con un programa que permite al usuario acceder a muchas capacidades del entorno de la estadística como es R Commander, utilizando los paquetes adecuados que nos permitan obtener una conclusión útil y eficaz, mediante gráficos y tablas, de la evolución de volatilidad y rentabilidad mencionadas anteriormente.

Realizamos, en primer lugar, el gráfico de la serie para ver sus características empíricas (ver Figura 5) y observar si hay valores extremos debidos a causas externas, ya sean políticas, sociales, económicas...

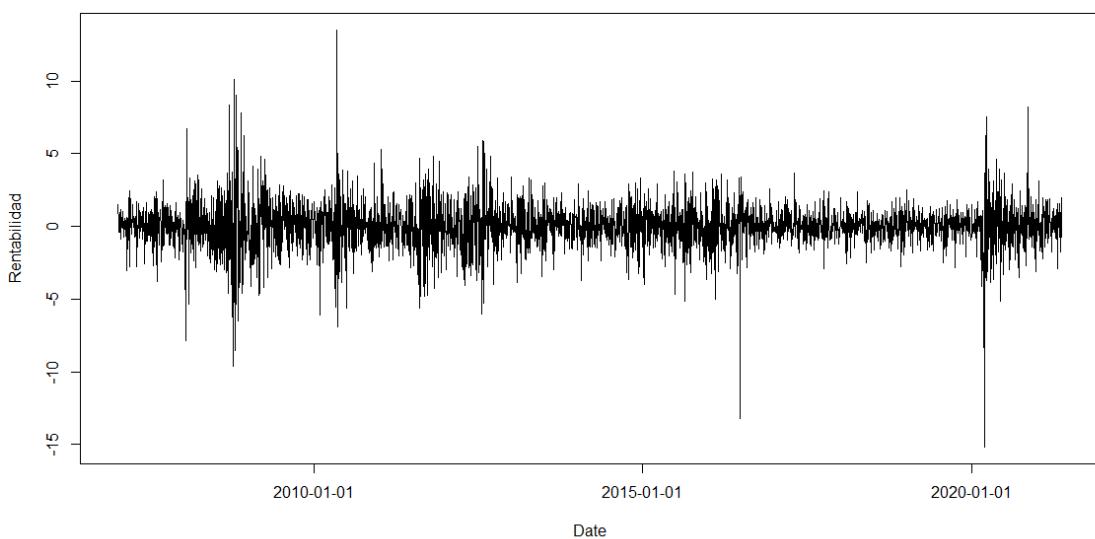


Figura 5: Rentabilidad diaria del IBEX

Se observa que los valores que más se “desvían” de la tendencia que es prácticamente nula, y que son los que se van a intervenir, son los tres valores que superan la rentabilidad del 10% tanto en positivo como en negativo:

- + *Dos mínimos* → 2409 (Valor de -13,15516 producido el 24 de junio de 2016) y 3356 (12 de marzo de 2020 con un valor de -15,15115)
- + *Un máximo* → 842 (Valor de 13,05364 producido el 10 de mayo de 2010)

El 10 de mayo de 2010, el Banco Central Europeo (BCE) y otros bancos iniciaron la compra de deuda estatal con el objetivo de levantar a los países de la crisis por la que estaban pasando, concretamente, compró deuda de España, Portugal, Italia, Irlanda y Grecia. Esta noticia hizo que el optimismo creciera y subió la rentabilidad del IBEX35.

En cuanto al 24 de junio de 2016, se produjo la votación y aceptación del BREXIT (que Reino Unido saliese de la UE), lo que creó un ambiente de incertidumbre que hizo que las rentabilidades de nuestro índice bursátil cayeran.

Por último, el 12 de marzo de 2020, la declaración de cuarentena para todos los países por la emergencia sanitaria debido a la existencia de una pandemia mundial (COVID-19), hizo que las bolsas de todo el mundo cayeran estrepitosamente llegando a cifras nunca esperadas para ese momento.

Las intervenciones que se realizarán sobre los tres momentos puntuales, son variables tipo dummy que toman el valor 1 en el instante intervenido y 0 en el resto. Se expresa:

$$D_t = \begin{cases} 1 & \text{en el instante } t \\ 0 & \text{en cualquier otro instante} \end{cases}$$

A continuación, se describe el modelo ARMA (AutoRegressive Moving Average), que es un modelo autorregresivo donde las variables independientes siguen tendencias estocásticas (cambio aleatorio de una serie a lo largo del tiempo) y el término de error es estacionario (en una etapa estable el valor es diferente al deseado, error (e)). Se divide en dos partes:

- Parte autorregresiva. La variable independiente se regresa en sí misma en un periodo de tiempo t .
- Parte de medias móviles. Los retrocesos se representan por procesos aleatorios.

El modelo general ARMA (p,q) para ajustar la media se expresa como:

$$\begin{aligned} \phi(B)r_t &= \mu + \theta(B)\varepsilon_t \\ \varepsilon_t &\sim N(0, \sigma) \end{aligned}$$

siendo B el operador retardo (operador que retarda la misma función un periodo) y $\phi(B)$ un polinomio de orden p mientras que $\theta(B)$ es otro polinomio de orden q , es decir:

$$\begin{aligned} \phi(B)r_t &= r_t + \phi_1 r_{t-1} + \cdots + \phi_p r_{t-p} \\ \theta(B)\varepsilon_t &= \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \cdots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \end{aligned}$$

El objetivo es encontrar el modelo que más se acerque a la serie analizada y, por tanto, pueda ayudar a los inversores a tomar sus decisiones. Uno de los criterios en los que se apoya la decisión del modelo que mejor se adapte a la realidad es el BIC (Bayesian Information Criterion) o criterio de Bayes. Éste, es un criterio de selección de modelos y cuanto más pequeño sea su valor, más se asemejará el modelo con la realidad.

En nuestro caso concreto, la Tabla 1 compara el valor del criterio BIC para diferentes modelos:

Tabla 1: Criterio BIC en diferentes modelos

Modelo	BIC
Ruido Blanco	3.6293
MA(1)	3.6375
AR(1)	3.6375
AR(2)	3.6376
MA(2)	3.6377

Si se observa la Figura 6, vemos que las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial no tienen coeficientes significativos (están dentro de las franjas) en los primeros retardos, por lo tanto, no es necesario para esta situación imponer ningún modelo ARMA en la media. Además, tal como se ve en la Tabla 1 es el modelo con menor criterio Bayes.

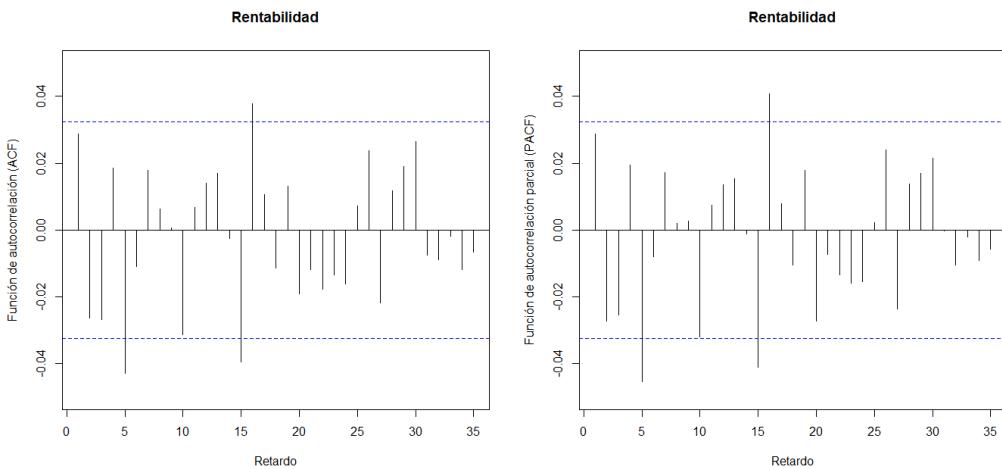


Figura 6: Funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial de la rentabilidad diaria

El modelo seleccionado, teniendo en cuenta las tres intervenciones puntuales, mediante el criterio Bayes es un modelo sin término independiente ni componente autoregresivo ni de medias móviles. Se puede expresar como:

$$r_t = \delta_1 D_{842} + \delta_2 D_{2409} + \delta_3 D_{3356} + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma)$$

La estimación de este modelo se presenta en la Tabla 2 y observamos que todos los parámetros son significativos. (p-valor prácticamente 0)

Tabla 2: Estimación del modelo ARMA

Parámetro	Estimación	Error Estándar	Estadístico	p-valor
δ_1	13.4836	1.4838	9.0871	0.0000
δ_2	-13.1852	1.4838	-8.8860	0.0000
δ_3	-15.1512	1.4838	-10.2110	0.0000
σ	1.4838	0.0174	85.4985	0.0000

En un análisis de validación del modelo podemos obtener el test de Ljung-Box tanto para los residuos estandarizados como para sus cuadrados y el test ARCH. En la Tabla 3, se observa que los residuos estandarizados no tienen una relación lineal entre sus primeros retardos y solamente para el retardo 5 se obtiene un p-valor significativo. Sin embargo, claramente los residuos estandarizados cuadráticos tienen p-valores significativos para todos los órdenes. Del mismo modo, en la Tabla 4 se presenta el test ARCH que confirma que hay relaciones lineales entre los cuadrados que no han sido explicados o recogidos por el modelo actual.

Tabla 3: Test de Ljung-Box sobre autocorrelación

Orden	Residuos estandarizados		Residuos estandarizados cuadráticos	
	Estadístico	p-valores	Estadístico	p-valores
1	2.844	0.0917	192.4	0.0000
2	4.076	0.0719	266.5	0.0000
5	7.556	0.0379	523.5	0.0000

Tabla 4: Test ARCH

Orden	Residuos estandarizados cuadráticos	
	Estadístico	p-valores
2	277.4	0.0000
5	548.3	0.0000
10	597.0	0.0000

Por último, el test de estabilidad de parámetros para la desviación típica nos proporciona un valor de 6.243 mientras que los valores críticos son 0.35, 0.47 y 0.75 para los niveles de significación del 10%, 5% y 1%, respectivamente. Por lo tanto, es evidente que un modelo con varianza constante no es el adecuado para explicar la rentabilidad diaria del IBEX35.

Como se ha visto que un modelo con varianza constante no vale para explicar de forma óptima la realidad, se realizará un modelo con varianza condicional (condicionada por otra/s variables) mediante GARCH.

El modelo GARCH, es un modelo autorregresivo como el ARCH, pero que encuentra la volatilidad promedio a medio plazo con una autorregresión que es la suma de las perturbaciones retardadas y de la suma de las varianzas retardadas.

El modelo para la varianza condicional será un GARCH (1,1). Se puede expresar de forma conjunta con la modelización de la media realizada anteriormente como:

$$r_t = \delta_1 D_{842} + \delta_2 D_{2409} + \delta_3 D_{3356} + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t | I_t \sim N(0, \sigma_t)$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$$

siendo I_t el conjunto de información disponible hasta el instante t .

La Tabla 5 presenta los resultados de la estimación y se observa que todos los coeficientes son significativos con p-valores prácticamente cero.

Tabla 5: Resultados de la estimación

Parámetro	Estimación	Error Estándar	Estadístico	p-valor
δ_1	13.4954	3.5951	3.7539	0.0002
δ_2	-13.1841	1.8350	-7.1850	0.0000
δ_3	-15.1495	5.2160	-2.9045	0.0037
ω	0.0361	0.0074	4.8481	0.0000
α	0.0923	0.0101	9.1647	0.0000
β	0.8918	0.0115	77.4441	0.0000

Este modelo heterocedástico (la varianza de los errores no es constante en todas las observaciones realizadas) tiene un criterio BIC igual a 3.3646, bastante inferior respecto al modelo anterior.

En la Figura 7 se muestra la volatilidad estimada de las cotizaciones y se observa que no es constante, hay cambios muy bruscos a lo largo del tiempo. Se ve como hay momentos donde la volatilidad es mucho mayor y otros donde ésta no es tan acusada. Los momentos de mayor volatilidad pueden deberse a diversos factores como son giros imprevistos en las negociaciones comerciales entre varios países, esto crea incertidumbre y hace que los valores varíen más; otro factor podría ser que las expectativas de crecimiento sobre algún activo no correspondan a la realidad y cambien todas las cotizaciones de repente; por otra parte la inestabilidad política de ciertos países puede afectar de una forma u otra a las rentabilidades, de modo que afecte de manera repentina al mercado. Por otra parte, los momentos en los que no hay tanta volatilidad, son períodos donde la estabilidad política y económica tanto del país como de las empresas es óptima, cuando ciertas negociaciones comerciales internacionales

llegan a buen puerto... En definitiva, son momentos de estabilidad y tranquilidad para los inversores.

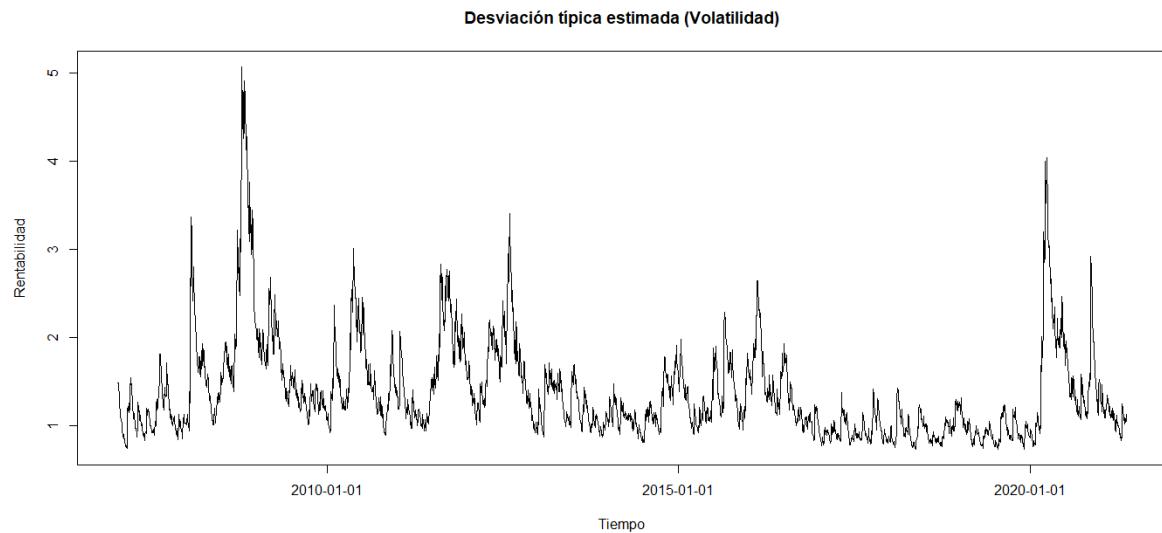


Figura 7: Volatilidad (Desviación típica) estimada de la rentabilidad diaria

A continuación, se realizará un análisis de los residuos para validar el modelo planteado. Se emplean los residuos estandarizados para que no afecte la desviación típica condicional que tendrían los residuos habituales.

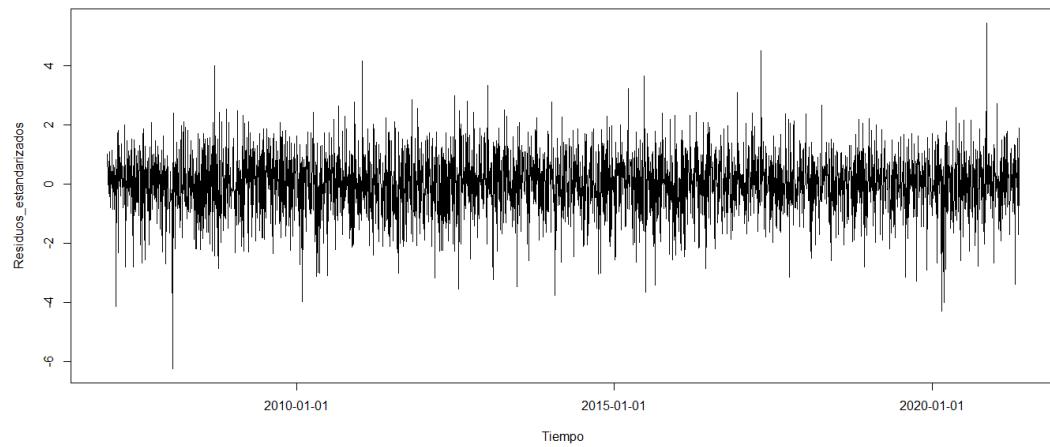


Figura 8: Serie de residuos estandarizados estimados del modelo

En la Figura 8 se puede observar cómo evolucionan los residuos estandarizados a lo largo del tiempo con ciertos picos tanto en positivo como en negativo.

A continuación, se realizará el análisis de validación del modelo mediante la ayuda del test de Ljung-Box para residuos estandarizados, residuos estandarizados cuadráticos y test ARCH. En la Tabla 6, se observa que el primer retardo de los residuos estandarizados sí que es significativo, sin

embargo, los otros retardos no. No hay una relación lineal entre ellos. En cuanto a la Tabla 7, los residuos estandarizados cuadráticos, ninguno de los retardos es significativo (tienen un p-valor mayor que 0,05). Por último, la Tabla 8 da información sobre el Test ARCH donde se ve que únicamente el retardo 5 es muy ligeramente significativo. Por tanto, no hay relaciones lineales entre los cuadrados que no han sido explicados o recogidos por el modelo actual.

Tabla 6: Residuos Estandarizados

Orden	Residuos Estandarizados	
	Estadístico	p-valor
1	4.252	0.039
2	4.342	0.061
5	5.157	0.141

Tabla 7: Residuos Estandarizados Cuadráticos

Orden	Residuos Estandarizados Cuadráticos	
	Estadístico	p-valor
1	0.9767	0.323
5	4.1665	0.234
9	6.9554	0.203

Tabla 8: Test ARCH

Orden	Residuos Estandarizados Cuadráticos	
	Estadístico	p-valor
3	0.1118	0.738
5	6.6429	0.042
7	7.5662	0.065

Se sigue con el test de estabilidad individual de los parámetros del modelo. Sus valores de 0.7548 (ω), 0.5985 (α) y 0.6976 (β) para los valores críticos de 0.35 (10%), 0.47 (5%) y 0.75 (1%) nos indican que o son muy ligeramente significativos para un nivel de significación del 1% como ocurre con α y β , o no son significativos para otro nivel de significación. Con estos datos y el valor del BIC que es 3.3646, podemos intuir que este modelo ya se va acercando más a la realidad.

En la Figura 9 vemos como todos los valores se encuentran dentro de las franjas de autocorrelación. No hay coeficientes significativos.

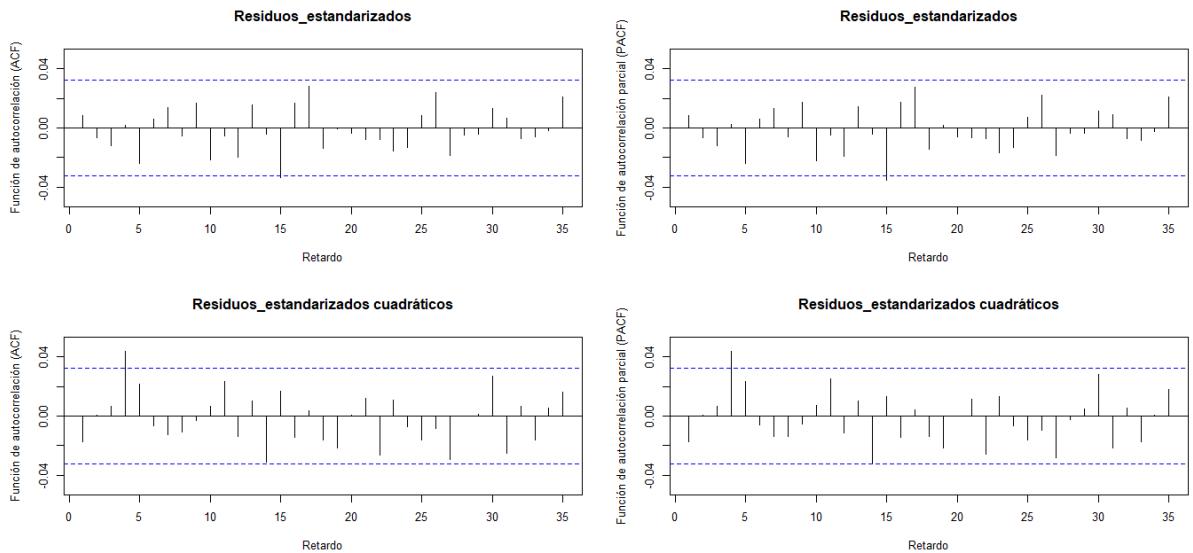


Figura 9: Funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial para los residuos estandarizados y sus cuadrados

Por último, nos fijaremos en los tres gráficos de la Figura 10 (histograma, diagrama de cuantiles y diagrama de cajas) para ver si el modelo se adapta bien a la realidad.

Primero en el histograma se observa cómo las barras no se salen mucho de la curva correspondiente a una campana de Gauss. En la segunda imagen, se puede observar como en el 0 y en sus valores cercanos las dos líneas coinciden, pero en ambos extremos los valores son dispares y tienden a alejarse. Esto nos indica que este modelo no se ajusta del todo a lo que se está buscando y hay posibilidad de mejorar el modelo para que se acerque más a la realidad. Por último, en el diagrama de cajas, se ve lo mismo que en el gráfico anterior, es decir, como en el 0 y en sus proximidades los valores están “juntos” y conforme nos alejamos del 0, los valores se separan.

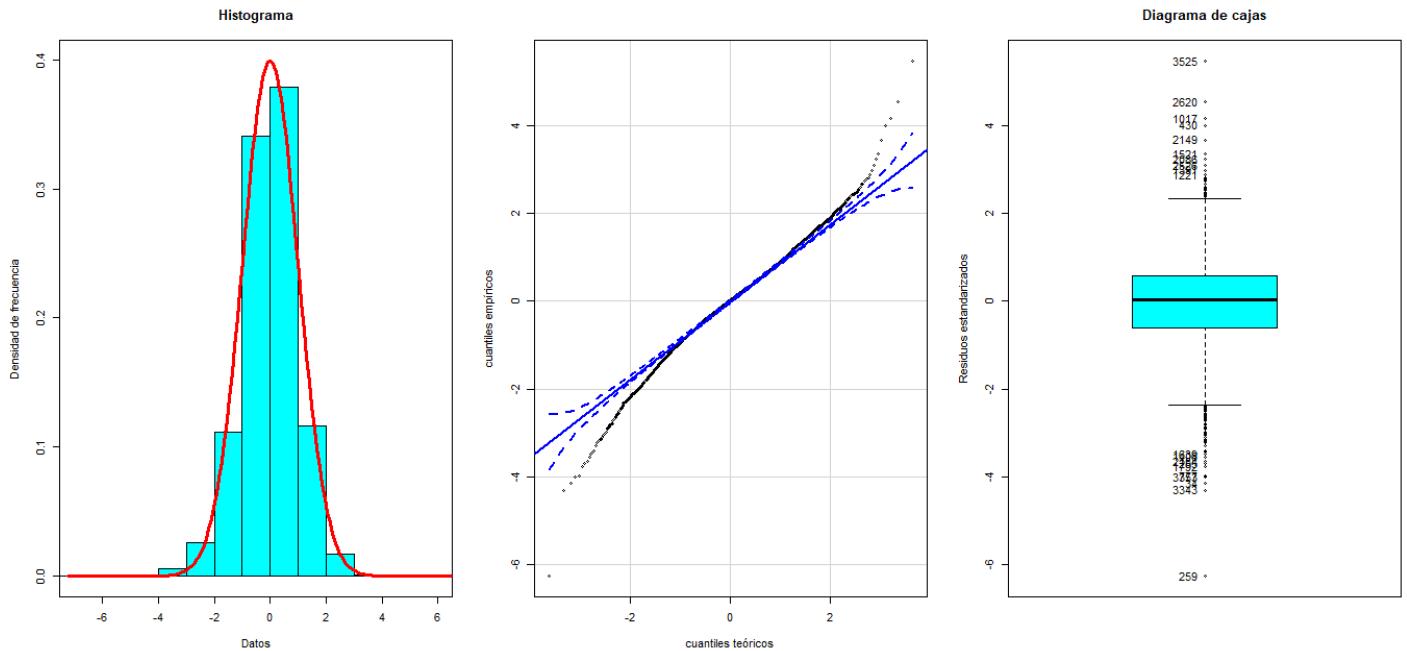


Figura 10: Análisis gráfico de los residuos estandarizados del modelo (Histograma, Q-Q plot para una distribución normal y el diagrama de cajas)

Por tanto, como el ajuste a la normalidad no es perfecto, finalizaremos el análisis de la volatilidad-rentabilidad de la serie del IBEX35, seleccionando un modelo nuevo, pero utilizando como distribución para los errores una t-student en vez de una normal.

La t-student, es una distribución de probabilidad que aparece cuando hay problemas para estimar la media de una población distribuida mediante una normal con desviación típica desconocida y el tamaño de la muestra es pequeño.

Por tanto, ahora el modelo GARCH se expresa del siguiente modo:

$$\begin{aligned}
 r_t &= \delta_1 D_{842} + \delta_1 D_{2409} + \delta_1 D_{3356} + \varepsilon_t \\
 \varepsilon_t | I_t &\sim T(v) \\
 \sigma_t^2 &= \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2
 \end{aligned}$$

siendo I_t el conjunto de información disponible hasta el momento t y v los grados de libertad.

En la Tabla 9, se presentan los resultados de estimación y se observa que los p-valores son prácticamente 0. Además, aparece un nuevo parámetro “shape” (v), que representa los grados de libertad (7.25) de la t de Student.

Tabla 9: Resultados Estimación

Parámetro	Estimación	Error Estándar	Estadístico	p-valor
δ_1	13.4878	2.189	6.1609	0.0000
δ_2	-13.1851	1.454	-9.0703	0.0000
δ_3	-15.1463	2.8025	-5.4045	0.0000
ω	0.0264	0.0073	3.6114	0.0003
α	0.0851	0.0109	7.7421	0.0000
β	0.9049	0.0119	76.2423	0.0000
ν	7.2542	0.8535	8.4993	0.0000

Para saber de manera sencilla si este modelo es mejor, es decir, se acerca más que los demás a la realidad nos fijamos, como en los anteriores modelos, en el criterio de Bayes. En este caso, el criterio de Bayes baja a 3.3331, que el menor valor de los previos que hemos analizado.

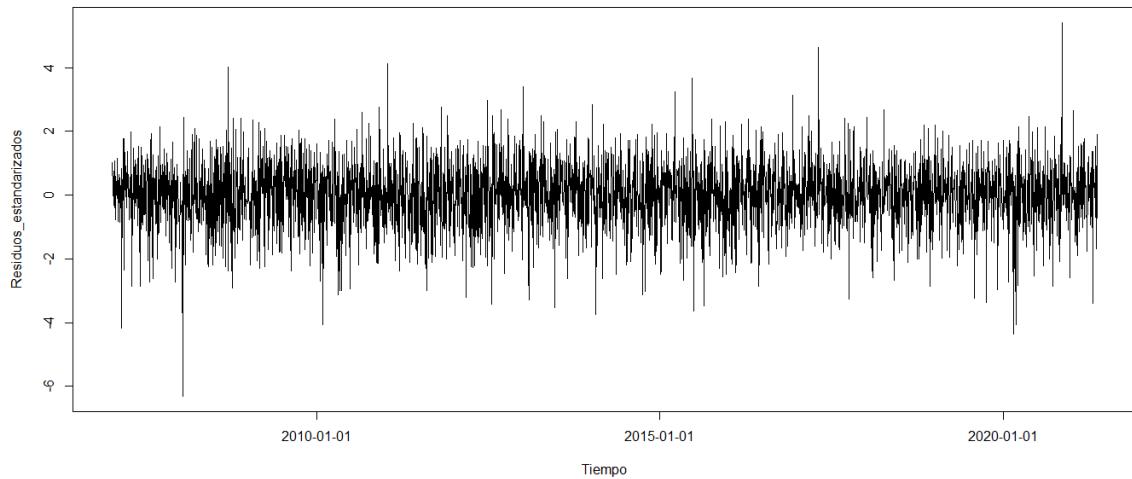


Figura 11: Serie de residuos estandarizados del modelo

En la Figura 11 se observa la nueva serie de residuos estandarizados. Gráfico parecido a los residuos del modelo anterior.

Posteriormente, se estudia la validación del modelo mediante el test de Ljung-Box con los residuos estandarizados y los cuadráticos, y el test ARCH. En la Tabla 10, se puede ver cómo el primer retardo es significativo y los demás, 2 y 5, no lo son. Es un caso muy parecido al modelo anterior, es decir, no hay una relación lineal entre ellos. Analizando la tabla de los residuos estandarizados cuadráticos (Tabla 11), se observa claramente que los retardos no son significativos para ningún orden. Finalmente, en el test ARCH, dos de los retardos que aparecen son significativos.

Tabla 10: Residuos Estandarizados

Orden	Residuos Estandarizados	
	Estadístico	p-valor
1	4.373	0.0365
2	4.435	0.0576
5	5.193	0.1384

Tabla 11: Residuos Estandarizados Cuadráticos

Orden	Residuos Estandarizados Cuadráticos	
	Estadístico	p-valor
1	0.4492	0.5027
5	4.1522	0.2357
9	7.1449	0.1873

Tabla 12: Test de ARCH

Orden	Residuos Estandarizados Cuadráticos	
	Estadístico	p-valor
3	0.3041	0.5813
5	7.5171	0.0262
7	8.3783	0.0432

Seguidamente se analiza el test de estabilidad de Nyblom para los parámetros. El test conjunto para todos los parámetros es 2.0259 que es significativo al 5% pero no al 1% (Los valores críticos al 5% y al 1% son 1.90 y 2.35, respectivamente). Los valores de omega (0.7823), alpha (0.8068) y beta (0.7972) son significativos, porque el valor crítico al 5% y al 1% son 0.47 y 0.75, respectivamente. Sin embargo, los grados de libertad de la distribución t no son significativos para un nivel de significación del 1% ya que tienen un estadístico con valor de 0.5273.

En la Figura 12, quitando el primer retardo que sale ligeramente de la franja de autocorrelación (como se ha visto en la Tabla 10), los demás valores se encuentran dentro de las franjas, y no hay coeficientes significativos.

Se finaliza el análisis de este modelo comentando los tres gráficos de la Figura 13. En cuanto al histograma se puede observar que no hay una gran diferencia con el anterior modelo. Sin embargo, en el gráfico de los cuantiles se ve cómo no hay casi diferencias entre la distribución de probabilidad de la población de la que se ha extraído una muestra aleatoria y la distribución t-Student con 7.25 grados de libertad. Además, el contraste de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov para contrastar la distribución t de Student nos proporciona un valor

del estadístico de 0.0183 con un p-valor de 0.1756. Así pues, podemos seguir pensando que dicha distribución es válida para explicar los residuos estandarizados.

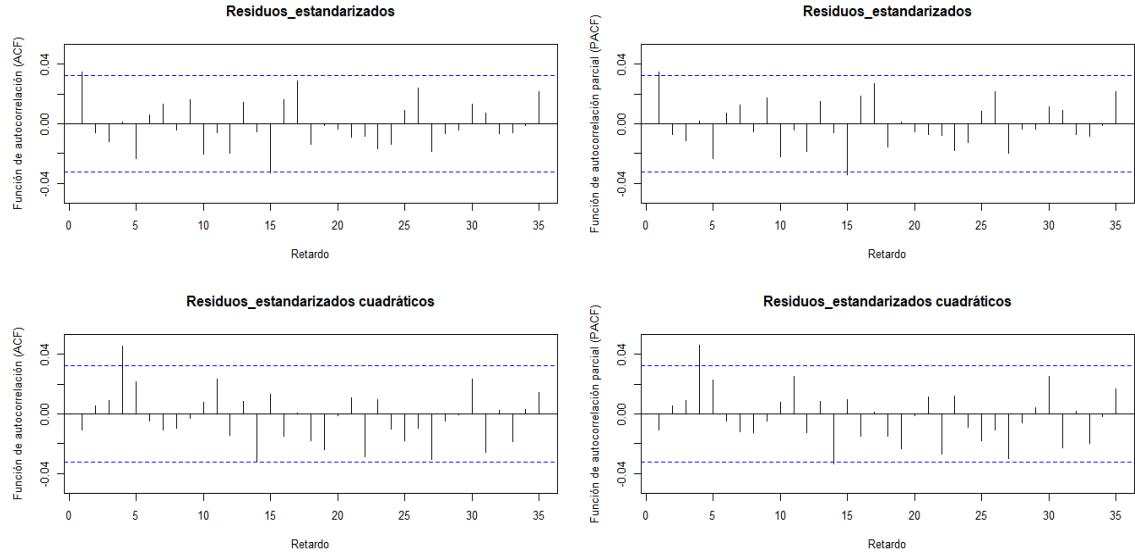


Figura 12: Funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial de los residuos estandarizados y sus cuadrados

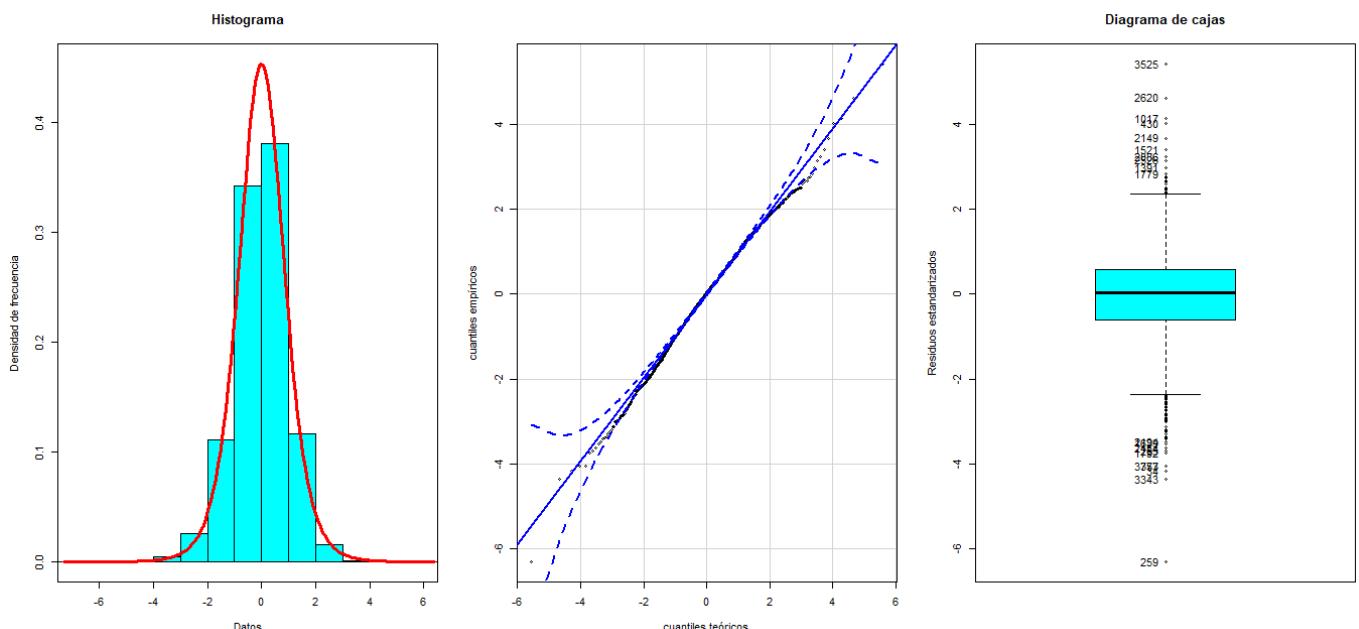


Figura 13: Análisis gráfico de los residuos estandarizados del modelo (Histograma, Q-Q plot para una distribución t-Student con 7.25 grados de libertad y el diagrama de cajas)

Los contrastes realizados, así como el análisis residual y de validación nos indican que este es el mejor modelo que se ha conseguido hasta el momento y, por tanto, lo pueden utilizar los inversores con ciertas garantías.

Como conclusión se puede decir que ningún modelo va a reflejar nunca la realidad tal y como es porque hay muchos factores difíciles de recoger en dichos modelos que alteran la realidad.

Este último modelo sí que podría servir para los inversores que se interesan por la tendencia y evolución de las cotizaciones a lo largo de los años para que tengan en cuenta la volatilidad-rentabilidad que se pueden encontrar.

7. Conclusiones

Uno de los objetivos principales de este trabajo ha sido estudiar la evolución de los mercados financieros a lo largo de la historia, y ver las diferencias que hay con los mercados actuales. Como conclusión de esta primera parte del trabajo, se podría decir que de la antigüedad hasta la actualidad ha sido mucha la mejora que se ha producido en el ámbito financiero. Los intercambios que se realizaban anteriormente eran muy básicos de activo por activo sin casi riesgo alguno, poco a poco se fue evolucionando y se pasó a operar a largo plazo con algo más de riesgo. Actualmente hay multitud de factores tanto externos como internos que afectan de forma directa o indirecta a cada uno de los activos negociados, el riesgo está siempre presente y no es posible eliminarlo. Así como el riesgo es inevitable, también han evolucionado las formas de combatirlo como son las coberturas. Existen diferentes tipos de coberturas en función del riesgo que se presente. Todo ello está cada vez más automatizado con tecnología punta que permite realizar millones de operaciones día a día de una forma rápida y sencilla.

Otro de los objetivos ha sido describir los riesgos que existen al realizar operaciones financieras, cómo tratarlos, predecirlos o cuantificarlos para anticiparse a ellos para poder tomar las decisiones que sean oportunas. Existen varias fórmulas para intentar predecirlo aproximadamente, ciertas estrategias para combatirlo... pero siempre quedará algo que no se puede medir, observar o calcular, ya que los activos que componen cada operación financiera están influenciados por multitud de acciones, hechos y factores que

no se pueden controlar o llegar a predecir (desastres naturales, pandemias, ruptura de la bolsa...).

Por último, después de estudiar los diferentes tipos de riesgo, se han planteado distintos modelos para explicar la relación rentabilidad-volatilidad en el caso del índice IBEX35 como caso ilustrativo. Se ha demostrado la importancia de incorporar la modelización de la volatilidad para explicar el riesgo que existe en los mercados financieros. Así pues, las técnicas estadísticas han demostrado ser útiles para aproximar este tipo de riesgos y pueden servir de ayuda para la toma de decisiones.

8. Bibliografía

<https://blog.monex.com.mx/mercado-derivados-funcionan>

<https://economipedia.com/definiciones/tipos-de-mercados-financieros.html>

https://es.wikipedia.org/wiki/Mercado_de_derivados#Tipos_de_mercados

<http://wiki-finanzas.com/index.php?seccion=Contenido&id=2011C075#:~:text=Es%20aquel%20en%20el%20que, sujetos%20a%20regulaciones%20m%C3%A1s%20laxas.>

<https://www.helpmycash.com/hipotecas/hipotecas-subprime/>

<https://institutocajasol.com/que-son-los-commodities/>

<https://www.finanzzas.com/%C2%BFque-son-los-commodities#:~:text=Clasificaci%C3%B3n%20de%20los%20commodities, Gas%20Natural%20Etanol%20Nafta.>

<https://www.rankia.cl/blog/analisis-ipsa/4150966-como-funciona-mercado-divisas-caracteristicas>

<https://www.ig.com/es/forex/que-es-forex-y-como-funciona>

<https://economipedia.com/definiciones/crisis-financiera.html#:~:text=La%20crisis%20financiera%20est%C3%A1%20asociada,pago%20de%20los%20pa%C3%ADses%2C%20etc.>

<https://atcee.es/consecuencias-de-la-crisis-del-sistema-financiero/#:~:text=El%20menor%20acceso%20a%20un,y%20un%20aumento%20del%20desempleo.>

<https://www2.deloitte.com/es/es/pages/about-deloitte/articles/impacto-economico-del-covid19.html>

<https://novicap.com/blog/reducir-riesgos-financieros-empresa/>

https://es.wikipedia.org/wiki/Riesgo_de_cr%C3%A9dito

<https://www.advancing.es/blog/credito/calcular-riesgo-crediticio/>

[https://es.slideshare.net/yoselynramirezmartinez/riesgo-de-mercado-15951340#:~:text=CONCEPTO%3AEs%20el%20riesgo%20de,RRCRRM%3A%20requerimiento%20por%20riesgo%20mercado. \(2\)](https://es.slideshare.net/yoselynramirezmartinez/riesgo-de-mercado-15951340#:~:text=CONCEPTO%3AEs%20el%20riesgo%20de,RRCRRM%3A%20requerimiento%20por%20riesgo%20mercado.)

Apuntes Dirección Financiera Internacional 4º ADE

<https://www.ealde.es/causas-riesgos-tipos-interes/>