



Trabajo Fin de Grado

Sensibilidades Gamma y Theta de las opciones

Autor

Johanna Alexandra Pruna Sangoluisa

Director

José Luis Sarto Marzal

Universidad de Zaragoza

2019

Información

Autor: Johanna Alexandra Pruna Sangoluisa

Director: José Luis Sarto Marzal

Título: *Las sensibilidades Gama y Theta de las Opciones*

Work title: *The Gamma and Theta sensitivities of the options.*

Titulación: Grado en Finanzas y Contabilidad

Resumen

Las sensibilidades de las opciones son un aspecto fundamental para poder gestionar el riesgo de nuestras carteras por lo que estudiar y analizar cómo afectan estas sensibilidades a nuestras posiciones es algo clave para poder hacer una buena gestión y conseguir buenos resultados.

En este trabajo nos vamos a centrar en dos de ellas en la sensibilidad Gamma y en la sensibilidad Theta. Gamma nos hará referencia a la variación del precio de un activo subyacente y por otro lado Theta hará referencia al paso del tiempo, juntando estas dos sensibilidades y analizándolas detalladamente podremos averiguar la variación necesaria que tiene que hacer el precio del activo subyacente para poder compensar las pérdidas que ocasionan en el paso de un día. También veremos cómo afectan algunas variables como el tiempo a vencimiento, el strike elegido y la volatilidad a esta variación necesaria

Abstract

The sensitivities of the options are a fundamental aspect to be able to manage the risk of our portfolios, so studying and analyzing how these sensitivities affect our positions is key to being able to do good management and achieve good results.

In this work we will focus on two of them in Gamma sensitivity and Theta sensitivity. Gamma will make reference to the variation of the price of an underlying asset and on the other hand Theta will refer to the passage of time, combining these two sensitivities and analyzing them in detail we can find out the necessary variation that the price of the underlying asset has to make in order to compensate the losses that they cause in the passage of a day. We will also see how some variables affect the time to expiration, the chosen strike and the volatility to this necessary variation

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO 2. CONTEXTUALIZACIÓN.....	9
2.1. Futuro financiero	9
2.2. Opciones financieras.....	10
- 2.2.1. Clasificación de las opciones financieras	10
- 2.2.2. Precio de las operaciones.....	14
- 2.2.3. Parámetros que influyen en la prima.....	15
- 2.2.4. Sensibilidades de la prima.....	17
CAPÍTULO 3. DESARROLLO.....	22
3.1 Objetivos del estudio.....	22
3.2 Resultados.....	22
3.3 Análisis empírico de la volatilidad	30
3.4 Conclusiones	34
BIBLIOGRAFÍA	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.1 Esquema Mercados Organizados y Mercados OTC	7
Figura 1.1.2 Tipos de productos derivados.....	8
Figura 2.2.1.1: Gráfico compra de CALL	11
Figura 2.2.1.2: Gráfico compra de PUT.....	11
Figura 2.2.1.3: Gráfico venta de CALL.....	12
Figura 2.2.1.4: Gráfico venta de PUT	13
Figura 2.2.1.5. Strike de las opciones.....	13
Figura 2.2.1.6. Valor intrínseco y Valor temporal de las opciones según el strike	14
Figura 2.2.3.1. Los movimientos de las opciones y cómo afecta al PS y al PE	16
Figura 2.2.3.2. Mov. de opciones y cómo afecta a la volatilidad y tiempo a vencimiento.	17
Figura 2.2.4.1. Valor teórico de la call ATM según el precio del subyacente.....	18
Figura 2.2.4.2. Gamma y Delta según el incremento del activo subyacente.....	19
Figura 3.1.1. Variación que se genera por el paso de un día	22
Figura 3.2.1. Variables de la simulación base	22
Figura 3.2.2. Variación necesaria del activo subyacente según el strike.....	23
Figura 3.2.3. Gráfico variación necesaria según el strike.....	24
Figura 3.2.4 Variables de la simulación para ver cómo afecta al tiempo a vencimiento....	25
Figura 3.2.5. Resultados según el tiempo a vencimiento	25
Figura 3.2.6. Gráfico cómo afecta el tiempo a vencimiento.....	27
Figura3.2.7. Variables de la simulación para ver cómo afecta la volatilidad	28
Figura 3.2.8. Resultados según la volatilidad.....	28
Figura 3.2.9. Gráfico de cómo afecta la volatilidad a la variación del strike	30
Figura 3.2.10. Elaboración del análisis empírico con respecto a la volatilidad.....	32
Figura 3.2.11. Resultados del análisis empírico con respecto a la volatilidad	32
Figura 3.2.12. Gráfico del % de casos favorables según el intervalo de volatilidad	33

Capítulo 1: Introducción

1.1. Introducción

Mercados financieros, según el periódico económico **Expansión** es el “conjunto de operadores financieros y reglas de funcionamiento que utilizan para realizar la contratación de los diversos activos financieros, fundamentalmente dinero, renta fija y renta variable, tanto en la moneda del país como en la de otros países”. Existen 4 tipos de mercados financieros:

1. Mercado de capitales: Renta fija y renta variable
2. Mercado de divisas
3. Mercado de materias primas
4. Mercado de derivados

En el trabajo me centrare en este último.

Activo financiero es un instrumento que otorga a su comprador el derecho a recibir ingresos futuros por parte del vendedor. Es decir, es un derecho sobre los activos reales del emisor y el efectivo que generen.

Al contrario que los activos tangibles, los activos financieros no suelen tener un valor físico. El comprador de un activo financiero posee un derecho y el vendedor una obligación. Los activos financieros pueden ser emitidos por cualquier unidad económica.

Los derivados u operaciones a plazo son instrumentos financieros cuyo valor depende de la evolución del precio de otro activo denominado activo subyacente, el objetivo fundamental de estas operaciones a plazo es la transferencia o eliminación del riesgo.

Los activos subyacentes los podemos dividir en dos categorías:

1. Commodities, que serían los productos agrícolas, ganaderos, metales preciosos o no preciosos y productos energéticos
2. Financieros como, por ejemplo, índices bursátiles, tipos de cambio, tipos de interés, acciones ... etc.

Los contratos a plazo se caracterizan por ser acuerdos entre dos partes para comprar o vender un activo o mercancía cuyos términos se fijan hoy, pero la transacción se hace en una fecha futura predeterminada.

Este tipo de contratos se utiliza desde mucho tiempo atrás como en los mercados financieros holandeses que desde el siglo XVII se negociaban bulbos de tulipanes como activo o como en Japón que en este caso negociaban con el arroz. En el año 1973 es cuando nace en Chicago el primer mercado de derivados moderno, un poco más tarde en 1989, se puso en marcha el primer mercado organizado en España de futuros y opciones.

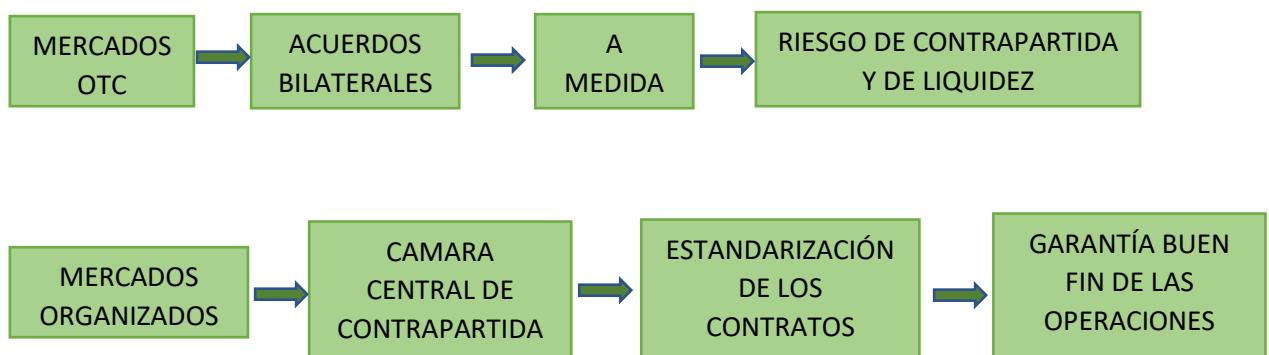
Mercados organizados vs no organizados:

Estos derivados se pueden negociar tanto en mercados organizados como en mercados no organizados (OTC). En los mercados no organizados existe una relación directa entre ambas partes en los que se hacen contratos a medida de cada inversor. Por lo contrario, en los mercados organizados existe una cámara de contrapartida que se interpone entre ambas partes y además los contratos con los que se opera son normalizados beneficiando así a los inversores ya que se reducen los costes de búsqueda de una contrapartida y elimina el riesgo de posible insolvencia.

El volumen de los contratos es ampliamente mayor en los mercados OTC que en los organizados, especialmente en los contratos de tipo de interés y de divisas.

El mercado de futuros y derivados financieros de España es **el Mercado Oficial de Opciones y Futuros Financieros de España (MEFF)**¹.

Figura 1.1.1: Esquema Mercados Organizados y Mercados OTC.



Fuente: Opciones y Futuros de Renta Variable Manual Práctico, página 17.

¹ Mercado Oficial de Opciones y Futuros Financieros de España (MEFF) Mercado oficial, regulado y supervisado por la CNMV y el Ministerio de economía, en el que se negocian contratos de opciones y futuros sobre una variedad de activos subyacentes. Forma parte del grupo Bolsas y Mercados Españoles (BME)

Sensibilidades Gamma y Theta de las opciones

Tipos de productos derivados:

Figura 1.1.2: Tipos de productos derivados.

Tipo	Categoría	Entidades a través de las que se puede contratar	Supervisor
Productos derivados	Negociados en mercados regulados: <ul style="list-style-type: none">• Futuros y opciones financieras (MEFF)¹ y no financieras (MFAO)²• Warrants	<ul style="list-style-type: none">• Sociedades y Agencias de valores• ESI's³ extranjeras autorizadas• Entidades de crédito nacionales• Entidades de crédito extranjeras autorizadas	CNMV
Productos derivados OTC	Productos negociados en mercados secundarios OTC ⁴ : <ul style="list-style-type: none">• Contratos a plazo (<i>forwards</i>)• FRAs⁵• Permutas financieras (<i>swaps</i>)• Opciones...	<ul style="list-style-type: none">• Sociedades y Agencias de valores• ESI's³ extranjeras autorizadas• Entidades de crédito nacionales• Entidades de crédito extranjeras autorizadas	No supervisados
Productos estructurados	Negociados en mercados regulados: <ul style="list-style-type: none">• Certificados• Turbowarrants...	<ul style="list-style-type: none">• Sociedades y Agencias de valores• ESI's³ extranjeras autorizadas• Entidades de crédito nacionales• Entidades de crédito extranjeras autorizadas	CNMV
	No negociados en mercados regulados: Derivados de crédito ⁶	<ul style="list-style-type: none">• Sociedades y Agencias de valores• ESI's³ extranjeras autorizadas• Entidades de crédito nacionales• Entidades de crédito extranjeras autorizadas	No supervisados
Otros productos no negociables	<ul style="list-style-type: none">• De Naturaleza Mixta• Contratos Financieros Atípicos (CFAs)	<ul style="list-style-type: none">• Entidades de crédito nacionales• Entidades de crédito extranjeras autorizadas	CNMV

¹ Mercado Español de Productos Financieros Derivados.

² Mercado de Futuros del Aceite de Oliva.

³ Empresas de servicios de inversión.

⁴ Over the Counter: productos negociados en mercados no oficiales.

⁵ Forward rate agreement.

⁶ Actualmente en España no se comercializan a inversores minoristas.

Fuente: Guía Información de la CNMV página 9.

Capítulo 2: Contextualización

2.1. FUTURO FINANCIERO

Para adentrarnos más en el tema principal vamos a centrarnos en unos derivados en concreto, empezaremos hablando primero de los futuros financieros. Concepto:

- ❖ **La Comisión Nacional de Mercado de Valores (CNMV)²** expresa a los futuros como “un contrato por el que se acuerda el intercambio de una cantidad concreta de activo subyacente (valores, índices, productos agrícolas, materias primas...) en una fecha futura predeterminada, a un precio convenido de antemano.”

En este contrato nos encontramos con dos contrapartidas por un lado el comprador y por otro lado el vendedor del futuro financiero.

El comprador de un futuro tendrá una perspectiva alcista del activo subyacente y tiene la obligación de comprar dicho activo al precio y fecha acordados en el contrato. En este caso estaremos hablando de posiciones largas.

El vendedor de un futuro tendrá una perspectiva bajista del activo subyacente y tiene la obligación de vender dicho activo al precio y fecha acordados en el contrato. En este caso estaremos hablando de posiciones cortas.

Tanto el vendedor como el comprador de futuros tienen perdidas ilimitadas, por lo que tendrán que depositar garantías, además el volumen de las garantías cambia constantemente y este cambio depende principalmente de la volatilidad del activo en el que estemos invirtiendo.

Como he mencionado antes, los derivados se negocian en mercados organizados. En el caso de los futuros y las opciones, en España, el mercado que los regula es el **Mercado Oficial de Opciones y Futuros Financieros de España (MEFF)**.

Al estar negociado en un mercado organizado, este me asegura que la operación va a terminar bien, actuando como contrapartida y creando un sistema doble:

² La Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV) La CNMV se trata de un organismo que supervisa e inspecciona los mercados de valores en España y de las actividades de quienes intervienen en dicho mercado de valores. La CNMV tiene como objetivo principal velar por la transparencia de los mercados de valores de España y la correcta formación de precios, así como de la protección de los inversores.

1. Liquida diariamente las pérdidas y ganancias
2. Pide diariamente unas garantías y si no son suficientes te pedirá más garantías adicionales. Las garantías al final del día te las devuelven con tus ganancias o te restan las pérdidas si pierdes.

Tipos de operadores con los futuros financieros

1. Cobertura, las operaciones de cobertura sirven para reducir el riesgo ante posibles movimientos que se produzcan en contra del mercado.
2. Como inversión, para apostar por los movimientos futuros que creamos que va a realizar el mercado.
3. Arbitraje, el beneficio que se consigue por las realizaciones de transacciones en dos o más mercados.

2.2. OPCIONES FINANCIERAS

El segundo derivado al que nos vamos a referir es a las opciones financieras. Concepto:

- ❖ **La Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV)** define opción como: “un contrato que implica un derecho para el comprador y una obligación para el vendedor, a comprar (o vender) una determinada cuantía del activo subyacente en un plazo estipulado a un precio convenido de antemano (precio de ejercicio).”

2.2.1 CLASIFICACIÓN DE LAS OPCIONES FINANCIERAS

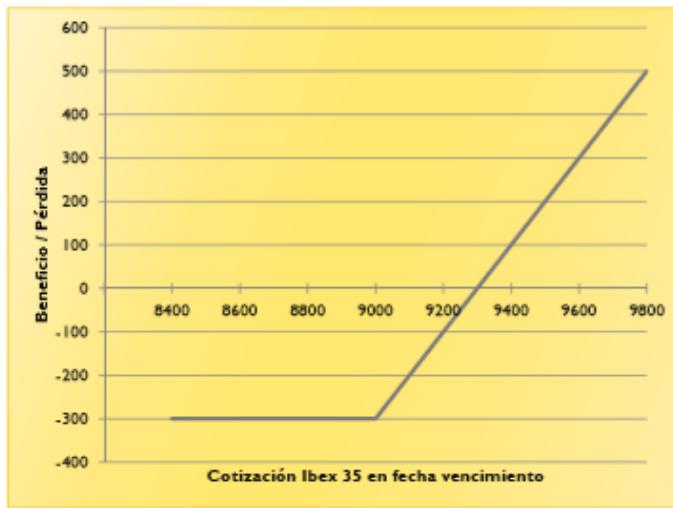
La CNMV clasifica las opciones de la siguiente manera:

- ➔ Según el derecho que otorgan nos encontramos con:

Opciones CALL.

El comprador de estas opciones tiene el derecho de adquirir una cuantía del activo subyacente a un precio y fecha futura establecidas en el contrato a cambio de desembolsar al inicio una prima. Llegada la fecha futura el comprador ejercerá su derecho siempre y cuando el precio del activo subyacente sea superior al precio del ejercicio, ya que habrá comprado barato, pudiendo obtener así unos beneficios ilimitados, se tendrá que tener en cuenta la prima pagada para calcular el beneficio, por lo contrario, si no ejerce el derecho el comprador tendrá unas pérdidas limitadas a la prima pagada. Por lo tanto, el comprador de una call tendrá una percepción alcista del activo subyacente.

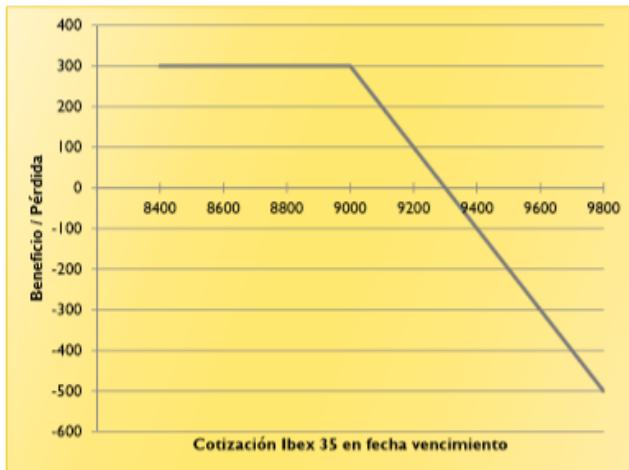
Figura 2.2.1.1: Gráfico compra de CALL.



Fuente: Apuntes Ingeniería Financiera (2017-2018) Módulo 1

El vendedor de estas opciones tiene la obligación de vender una cuantía del activo subyacente a un precio y fecha futura establecidas en el contrato a cambio del ingreso de una prima. Llegada la fecha futura el vendedor tendrá la obligación de vender si el comprador ejerce el derecho pudiendo obtener así un beneficio limitado a la prima y unas pérdidas ilimitadas. Por lo tanto, el vendedor de una call tendrá una percepción bajista del activo subyacente.

Figura 2.2.1.2: Gráfico compra de PUT.

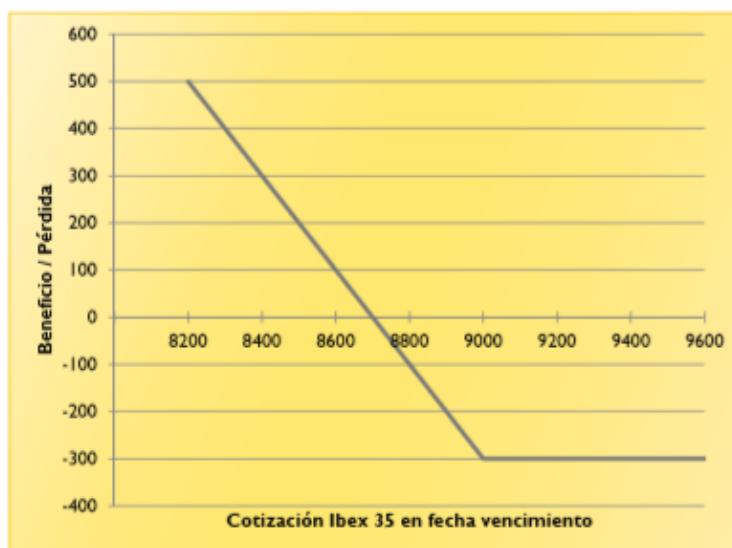


Fuente: Apuntes Ingeniería Financiera (2017-2018) Módulo 1 .

Opciones PUT.

El comprador de estas opciones tiene el derecho de vender una cuantía del activo subyacente a un precio y fecha futura establecidos en el contrato a cambio de desembolsar una prima. El comprador ejercerá la opción siempre que el precio del activo subyacente sea inferior al precio de ejercicio obteniendo así unos beneficios que pueden ser ilimitados, que se tendrá que tener en cuenta la prima para calcularlo, y las pérdidas que puede llegar a tener son limitadas a la prima pagada. La compra de una put está justificada cuando el comprador tiene una percepción bajista del activo subyacente.

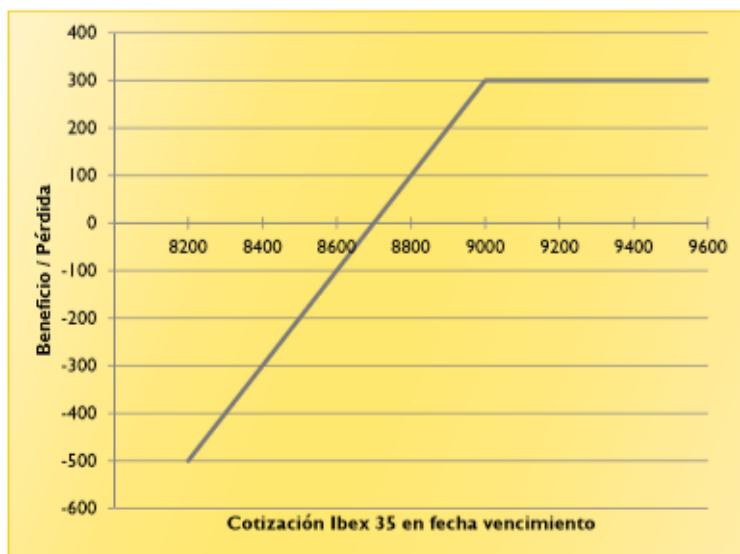
Figura 2.2.1.3: Gráfico venta de CALL.



Fuente: Apuntes Ingeniería Financiera (2017-2018) Módulo 1

El vendedor de estas opciones tiene la obligación de comprar una cuantía del activo subyacente a un precio y fecha futura establecidos en el contrato a cambio del ingreso de una prima. Llegada la fecha futura el vendedor tendrá la obligación de comprar siempre que el comprador decida ejercer la opción, pudiendo así tener unas pérdidas ilimitadas u obtener una ganancia limitada a la prima. La venta de una put está justificada cuando el vendedor tiene una percepción alcista del activo subyacente.

Figura 2.2.1.4: Gráfico venta de PUT.



Fuente: Apuntes Ingeniería Financiera (2017-2018) página Módulo 1

➔ En función del momento en que pueden ejercerse:

1. Europeas, solo pueden ejercerse en la fecha del vencimiento acordada en el contrato
2. Americanas, pueden ejercerse en cualquier momento desde la fecha de compra hasta la fecha de vencimiento.

En función de la relación existente entre el precio de ejercicio y el precio actual del subyacente podemos clasificar las opciones en:

- IN THE MONEY (ITM): Dentro del dinero
- AT THE MONEY (ATM): En del dinero
- OUT OF MONEY (OTM): Fuera del dinero

Figura 2.2.1.5: Strike de las opciones.

	ITM	ATM	OTM
CALL	PE ³ <PS ⁴	PE=PS	PE>PS
PUT	PE>PS	PE=PS	PE<PS

Fuente: Elaboración propia.

³ PE: Precio del ejercicio

⁴ PS: Precio del subyacente

Sensibilidades Gamma y Theta de las opciones

Como podemos ver la elección del tipo de opción condicionará el precio de la prima ya que su valor intrínseco, como hemos mencionado antes, es la diferencia entre el precio de ejercicio y el precio del subyacente.

Por lo tanto, las opciones ITM tendrán valor intrínseco y valor temporal y las opciones OTM solo tendrán valor temporal ya que la diferencia de PE y PS da negativa y por lo tanto cero, en el caso de las opciones ATM su valor intrínseco será nulo o mínimo pero su valor temporal será el máximo ya que el PE y PS son casi los mismos y cuanto más próximos estén mayor será el valor.

Figura 2.2.1.6: Valor intrínseco y Valor temporal de las opciones según el strike.

	Valor intrínseco	Valor temporal
ITM	SI	SI
ATM	NO	SI (Máximo)
OTM	NO	SI

Fuente: Elaboración propia

Después de esto podemos decir que las opciones ITM son más agresivas, y por tanto, estaremos dispuestos a pagar más prima; mientras que las opciones OTM son más conservadoras, y por ello no estaremos dispuestos a perder en su caso mucho dinero.

2.2.2 EL PRECIO DE LAS OPCIONES

La prima es el precio que pagamos/recibimos por las opciones por lo tanto vamos a analizar que valores la forman y que factores la hacen variar:

La prima es la suma de dos factores que son el valor intrínseco y el valor temporal.

El valor intrínseco es el beneficio que nos proporcionaría una opción si la ejerciéramos en el momento en que se está valorando, el cálculo de este valor es siempre conocido y sencillo de calcularlo que será igual a:

$$\text{Valor intrínseco} = \text{Precio del subyacente} - \text{Precio del ejercicio} \rightarrow \text{CALL}$$

$$\text{Valor intrínseco} = \text{Precio del ejercicio} - \text{Precio del subyacente} \rightarrow \text{PUT}$$

- Precio del subyacente: es el precio del activo objeto de contrato
- Precio de ejercicio: es el precio pactado para comprar o vender en el contrato.

El valor temporal, es más difícil de calcularlo ya que dependerá de la probabilidad que haya de ganar dinero con la opción por lo que influirán principalmente factores como el tiempo a vencimiento y la volatilidad existiendo por lo tanto incertidumbre, por lo que una manera para calcularlo de forma sencilla es calcular el valor en el que se excede la prima del valor intrínseco.

$$\text{Valor temporal} = \text{Prima} - \text{Valor intrínseco}$$

Nos encontramos por lo tanto que el valor temporal será mayor cuando el precio de ejercicio se encuentre más próximo al precio del activo subyacente, ya que habrá más incertidumbre de su evolución, y por lo contrario si el precio de ejercicio se encuentra más alejado del precio del activo subyacente el valor temporal será más pequeño.

2.2.3. PARÁMETROS QUE INFLUYEN EN LA PRIMA

Parámetros que influyen en la prima

Después de explicar de qué valores está formada la prima y su clasificación, nos vamos a adentrar en los parámetros que hacen que ésta varíe.

1. Como hemos visto antes, la prima está formada por un valor intrínseco, que este dependerá del PE Y PS. El PE será siempre el mismo hasta fecha de vencimiento, ya que es el que se establece en el contrato, aunque condicionará a la hora de fijar el precio de la opción. El PS variará a lo largo de la vida de la opción, por consiguiente, hará que el precio de la opción fluctúe.

En el cuadro siguiente vamos a ver cómo afectan a la prima de las CALL y PUT los movimientos del PE y PS:

Sensibilidad de la prima

Figura 2.2.3.1: Los movimientos de las opciones y como afecta al PS y al PE.

	Movimiento	CALL	PUT
Precio activo subyacente	↑ ↓	↑ ↓	↑ ↑
Precio de ejercicio	↑ ↓	↓ ↑	↓ ↓

Fuente: Elaboración propia

La prima también depende a su vez de un valor temporal que es más subjetivo ya que intervienen valores que no dependen de nosotros y por lo tanto no los podemos controlar.

- En este caso hablamos de la volatilidad, que mide la variación que puede experimentar el precio de un activo subyacente, y por lo tanto, cuanto mayor sea la volatilidad habrá más posibilidades de que el precio de un activo varíe, provocando así incertidumbre y aumentando la prima de la opción ya que aumentaría su valor temporal, y por lo contrario cuanto menor sea la volatilidad de un activo habrá menos probabilidad de que su precio fluctúe mucho, por lo que la prima será menor ya que su valor temporal disminuirá. La volatilidad es el único factor desconocido, por lo que es de gran importancia predecir este factor para poder valorar las opciones y decidir qué posición tomar.

Para predecirla se utilizan dos tipos de volatilidades:

- Volatilidad histórica, como bien dice se refiere a la volatilidad del pasado.
- Volatilidad implícita, es la volatilidad que esperamos tener referenciada a las expectativas del momento del mercado

Como vemos es una estimación subjetiva ya que no hay garantía de que la volatilidad histórica se repita ni que las expectativas que tengamos del mercado sean las correctas.

Según la **Guía de opciones y futuros del BME**⁵ nos explica que: “En general suele decirse que la volatilidad está alta si la volatilidad implícita es superior a la histórica y que está baja en el caso contrario”.

⁵ Bolsas y Mercados Españoles (BME): es el operador de todos los mercados de valores y sistemas financieros de España. El BME ofrece una amplia gama de productos, servicios y sistemas de negociación además de ofrecer también acceso a los mercados globales.

3. Tiempo a vencimiento, este factor va de la mano de la volatilidad ya que están relacionados entre sí. Conforme pase el tiempo habrá menos posibilidades de variación del precio, provocando así la disminución del valor temporal de la prima y por consiguiente su precio. Pero la pérdida de valor temporal no es lineal ya que conforme más cerca este del vencimiento más rápido pierde valor.

Figura 2.2.3.2: Los movimientos de las opciones y como afecta a la volatilidad y al tiempo a vencimiento.

	Movimiento	CALL	PUT
Volatilidad	↓	↑	↑
Tiempo a vencimiento	↑	↓	↓

Fuente: Elaboración propia

4. Por su parte los dividendos afectan más a las opciones a largo plazo, ya que en el corto plazo no tienen variabilidad alguna. Los dividendos harán variar el precio del activo subyacente ya que al repartir dividendos hará que su precio baje y por lo tanto la prima, en el caso de la CALL disminuyéndola y en la PUT aumentándola.
5. El tipo de interés es el factor que menos afecta a la prima, por lo tanto, no se tiene en cuenta a la hora de valorar el precio de las opciones.

2.2.4. SENSIBILIDADES DE LA PRIMA

Una vez visto las variables que influyen en la prima, ahora vamos a ver la sensibilidad que experimenta el precio de la opción ante la variación de cada una de ellas. **El Manual Práctico de Opciones y Futuros** nos define las distintas sensibilidades, que se representan con letras griegas, de la siguiente manera:

- Delta “indica cuánto varía la prima de una opción ante movimientos de un tick en el activo subyacente” es decir, nos indicará cuánto va a variar el precio de la opción en función de lo que haga el subyacente, por lo tanto, la delta variará conforme varíe el precio del activo subyacente.

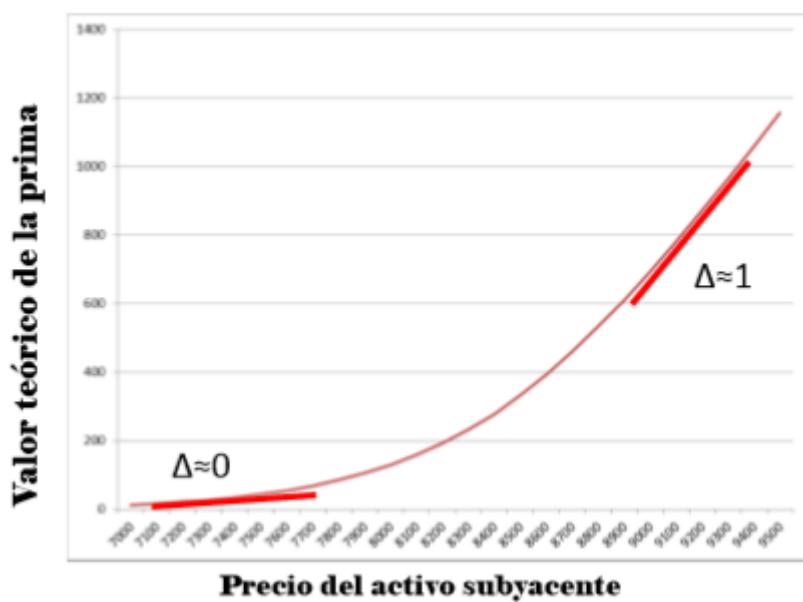
Matemáticamente “es la derivada de la prima respecto del activo subyacente”

La delta de una opción varía entre 0 y 1, en el caso de las posiciones alcistas la delta será positiva ya que ante variaciones en el activo subyacente el precio de la posición aumenta y por lo contrario la delta de las posiciones bajistas será negativa ya que ante aumentos del precio del subyacente la prima de la posición disminuye.

Ante cambios en el activo subyacente la prima de la opción cambiará menos o más dependiendo del strike en el que estemos. Para el caso de las posiciones alcistas si estamos en OTM tendrá una mínima variación, mientras que en ATM varía aproximadamente la mitad, y por último en ITM el incremento será prácticamente el mismo. Por otro lado, para las posiciones bajistas será lo mismo, pero en negativo.

Delta depende también del tiempo a vencimiento, ya que el activo subyacente tendrá menos tiempo para fluctuar. Para las opciones ITM el paso del tiempo hace aumentar su Delta, ya que cuanto menos tiempo quede, la probabilidad de que la opción llegue a ITM será mayor. Para las opciones OTM ocurre lo contrario, el paso del tiempo va a reducir su Delta, ya que tendrá menos probabilidad de que el subyacente termine en ITM. En el caso de las opciones ATM se mantiene la incertidumbre hasta la fecha de vencimiento.

Figura 2.2.4.1: Valor teórico de la call ATM según el precio del subyacente.



Fuente: Apuntes Ingeniería Financiera (2017-2018) Módulo 2 página 20.

Gamma “mide la variación de delta cuando varía el activo subyacente”.

Matemáticamente “es la segunda derivada de la prima de la opción con respecto al activo subyacente y mide la convexidad de la opción”

Las compras de opciones tienen Gamma positiva y las ventas de opciones tienen Gamma negativa

Gamma tendrá valores muy elevados para los contratos de opciones ATM, ya que existe la probabilidad de que pase cualquier cosa, y será progresivamente menor tanto para los que estén ITM como OTM.

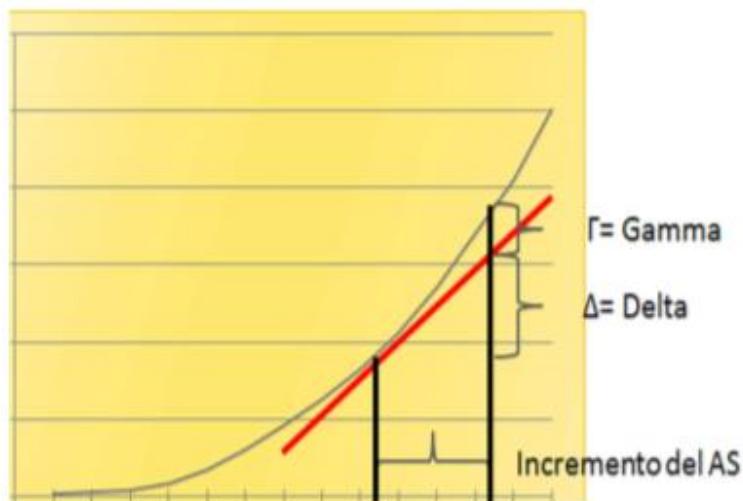
Valores altos de Gamma indican riesgos y beneficios altos para esa opción, ya que los cambios en el subyacente afectarán en mayor medida a la Delta de nuestra opción y en consecuencia a la prima, pudiendo ganar o perder más.

Gamma varía también en función de la volatilidad y del tiempo que reste hasta el vencimiento de la opción. La volatilidad es una variable que puede permanecer constante o no, pero si nos referimos al tiempo a vencimiento es una variable que siempre se va a mover, es decir, que siempre será variable. En el caso de tiempo a vencimiento el valor Gamma se incrementa mucho en los strikes ATM cuando la opción está cerca de la fecha a vencimiento, y en las opciones ITM y OTM se reduce el valor Gamma.

Con respecto a la volatilidad, cuanto menos volátil es la opción Gamma será máxima solo en el strike ATM, y cuando hay mucha volatilidad la gamma se reduce mucho en todos los strikes.

Si el valor Gamma es pequeño, el valor Delta cambia lentamente. Si el valor Gamma es grande en términos absolutos, Delta será muy sensible al precio del activo subyacente.

Figura 2.2.4.2: Gamma y Delta según el incremento del Activo subyacente



Fuente: Apuntes Ingeniería Financiera (2017-2018) Módulo 2 página 30

- Theta “es la variación que experimenta la prima de la opción por el paso de un día”.

Matemáticamente “es la derivada de la prima con respecto al tiempo a vencimiento”

A medida que el tiempo pasa, el valor temporal tanto de las opciones CALL como de las opciones PUT disminuyen, ya que habrá menos probabilidad de que el precio fluctué mucho.

Theta va a ser máxima en los strikes ATM, ya que es el strike que más valor temporal tiene, como hemos visto anteriormente el valor temporal está compuesto mayormente por las variables tiempo a vencimiento y volatilidad, y por lo contrario los strikes ITM y OTM tendrán menos Theta.

Las posiciones compradoras tendrán Theta negativa ya que el paso del tiempo repercute negativamente en el precio de la opción, por lo tanto, aunque todo se mantenga constante vamos a perder dinero ya que el paso del tiempo se va a mover siempre. Lo contrario ocurre para las posiciones vendedoras, la theta de estas posiciones es positiva, el paso del tiempo favorece al vendedor de las opciones, ya que la opción va a ir perdiendo valor y por consiguiente la podrá recomprar más barata y así ganar dinero.

En el desarrollo del trabajo nos centraremos en esta pérdida que obtienen los compradores de opciones por el paso del tiempo e intentaremos ver cómo puede compensarse.

La volatilidad también influye en Theta, cuanto mayor sea la volatilidad habrá un mayor valor temporal y por lo tanto las pérdidas por el paso de un día pueden ser mayores.

- Vega “nos permite conocer la variación que experimenta el precio de la opción ante una variación de un 1% de la volatilidad implícita”.

Matemáticamente “es la derivada de la prima de una opción con respecto a la volatilidad”

Una mayor volatilidad genera una mayor incertidumbre provocando un aumento en el precio de las opciones, por lo tanto, aumentos en la volatilidad benefician a los compradores y perjudican a los vendedores. Los compradores de opciones tienen un Vega positivo mientras que los vendedores de opciones tienen un Vega negativo.

Vega será mayor en las opciones ATM, ya que son las opciones con mayor valor temporal y será menor para los strikes ITM y OTM.

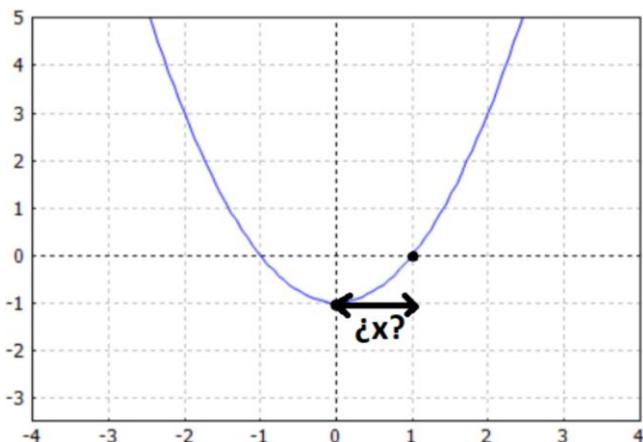
El tiempo a vencimiento también afectan a Vega ya que conforme pasa el tiempo la volatilidad podrá fluctuar menos, por lo que conforme se acerque la fecha a vencimiento Vega irá disminuyendo.

Capítulo 3: Desarrollo

3.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO:

Vamos a analizar qué movimiento tiene que realizar el precio del subyacente para que se puedan compensar las pérdidas que provoca el paso de un día, como hemos dicho anteriormente la sensibilidad Gamma representa la variación de delta cuando varía el precio del activo subyacente y la sensibilidad Theta es la variación que experimenta la prima de una opción por el paso de un día, por lo tanto estas son las sensibilidades que afectan directamente a nuestro estudio, por lo que son las que vamos a analizar .

Figura 3.1.1: Variación que se genera por el paso de un día.



Fuente: Elaboración propia

3.2 RESULTADOS

Para proceder con el estudio hemos cogido un modelo base para analizarlo y sacar nuestras conclusiones. Los datos clave de nuestro modelo son los siguientes:

Figura 3.2.1: Variables de la simulación base.

Simulación base	
Índice	IBEX 35
Operación	Compra CALL
Precio subyacente	10000 puntos
Strike	8000-12000 puntos
Volatilidad	15%
Días vencimiento	100

Fuente: Elaboración propia

Nuestro modelo trata sobre la compra de una opción CALL, ya que el paso del tiempo solo afecta negativamente a las opciones compradas y hemos utilizado el índice IBEX 35

El IBEX 35 es el principal índice de referencia de la bolsa española, agrupa a las 35 empresas más líquidas y de mayor capitalización por ello es el utilizado como referente nacional e internacional para conocer la situación de la bolsa española y será nuestro índice para realizar la simulación.

El precio del activo subyacente es 10000 puntos y los strikes van desde 8000 hasta 12000 puntos (ITM ATM Y OTM) constando así de 40001 simulaciones, con una volatilidad inicial del 15% y 100 días a vencimiento. Habiendo calculado nuestra simulación las sensibilidades de todos los strikes y centrándonos en la sensibilidad Gamma y Theta podemos hallar el movimiento necesario que tiene que realizar el precio del activo subyacente para poder compensar el paso de un día. En este estudio nos hemos centrado en los strikes ATM y OTM dejando fuera del análisis el strike ITM. Este será nuestro escenario base de estudio, que nos muestra los siguientes resultados:

Figura 3.2.2: Variación necesaria del activo subyacente según el strike.

Strike	Variación
100%	0,79%
101%	0,80%
102%	0,81%
103%	0,82%
104%	0,83%
105%	0,84%
106%	0,85%
107%	0,86%
108%	0,87%
109%	0,87%
110%	0,88%

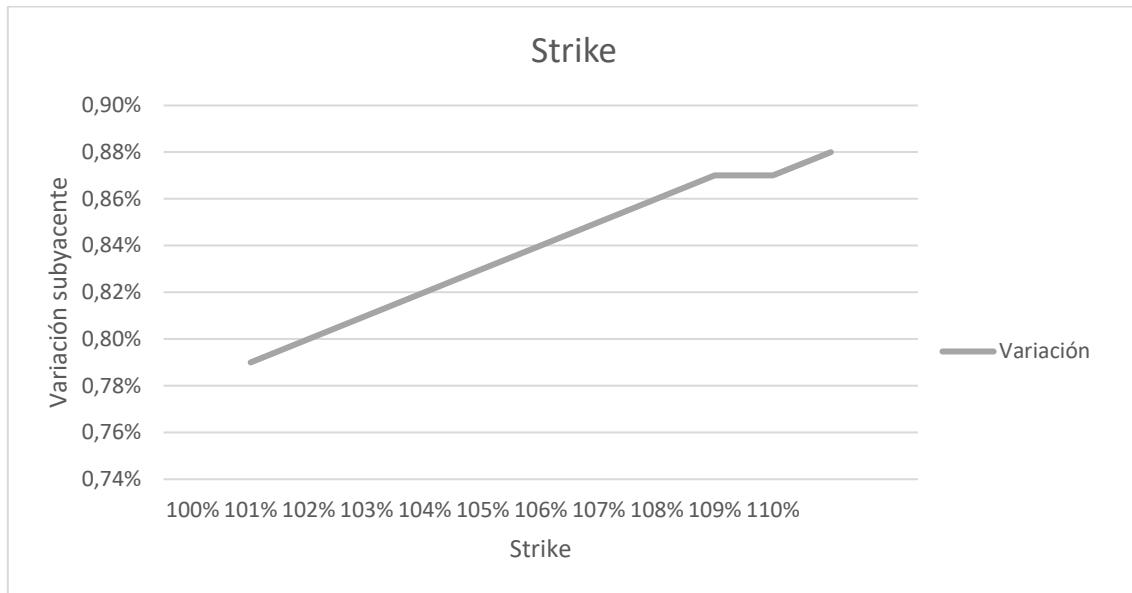
Fuente: Elaboración propia

En este cuadro podemos ver por un lado desde el strike 100% del precio del subyacente (ATM), hasta el strike 110% del precio del subyacente (OTM), estos son los strikes que analizaremos desde ahora, y por otro lado está la variación que representa el movimiento que tiene que hacer el precio del activo subyacente para compensar las pérdidas del paso de un día.

STRIKE

Con este escenario base podemos empezar a analizar los resultados, en este caso con estos resultados podemos analizar ya la información que nos da sobre los diferentes strikes. Con una volatilidad del 15% y 100 días a vencimiento.

Figura 3.2.3: Gráfico variación necesaria según el strike.



Fuente: Elaboración propia.

En el caso del strike 100% (ATM), cuando tengamos un strike del 100% del precio del activo subyacente, es decir, strike 10000 el movimiento que tendrá que realizar el activo subyacente para compensar las pérdidas del paso de un día será de 79 puntos (0,79%). En el caso del strike 110% OTM, cuando tengamos un strike del 110% del precio del activo subyacente, es decir strike 11000 el movimiento que tendrá que realizar el activo subyacente para compensar las pérdidas del paso de un día será de 88 puntos (0,88%).

Podemos concluir que cuanto más OTM estemos más variación tendrá que sufrir el precio del activo subyacente para poder compensar las pérdidas del paso de un día.

TIEMPO A VENCIMIENTO

Figura 3.2.4: Variables de la simulación para ver cómo afecta el tiempo a vencimiento.

Simulación	
Índice	IBEX 35
Operación	Compra CALL
Precio subyacente	10000 puntos
Strike	100% - 110%
Volatilidad	15%
Días vencimiento	20 - 300

Fuente: Elaboración propia.

Para averiguar el efecto que tiene el tiempo a vencimiento en nuestro estudio hemos cogido un rango de tiempo de 20 a 300 días a vencimiento con un intervalo de 20 días y hemos analizado que variación tiene que hacer el precio del subyacente a lo largo de todos los intervalos de tiempo para cada strike.

Figura 3.2.5: Resultados según el tiempo a vencimiento.

	Tiempo a vencimiento (días)				
	20	40	60	80	100
Strike	% Variación	% Variación	% Variación	% Variación	% Variación
100%	0,79%	0,79%	0,79%	0,79%	0,79%
101%	0,81%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%
102%	0,83%	0,81%	0,81%	0,81%	0,81%
103%	0,84%	0,83%	0,82%	0,82%	0,82%
104%	0,85%	0,84%	0,83%	0,83%	0,83%
105%	0,87%	0,85%	0,84%	0,84%	0,84%
106%	0,88%	0,86%	0,85%	0,85%	0,85%
107%	0,89%	0,87%	0,86%	0,86%	0,86%
108%	0,90%	0,88%	0,87%	0,87%	0,87%
109%	0,91%	0,89%	0,88%	0,88%	0,87%
110%	0,92%	0,91%	0,89%	0,89%	0,88%

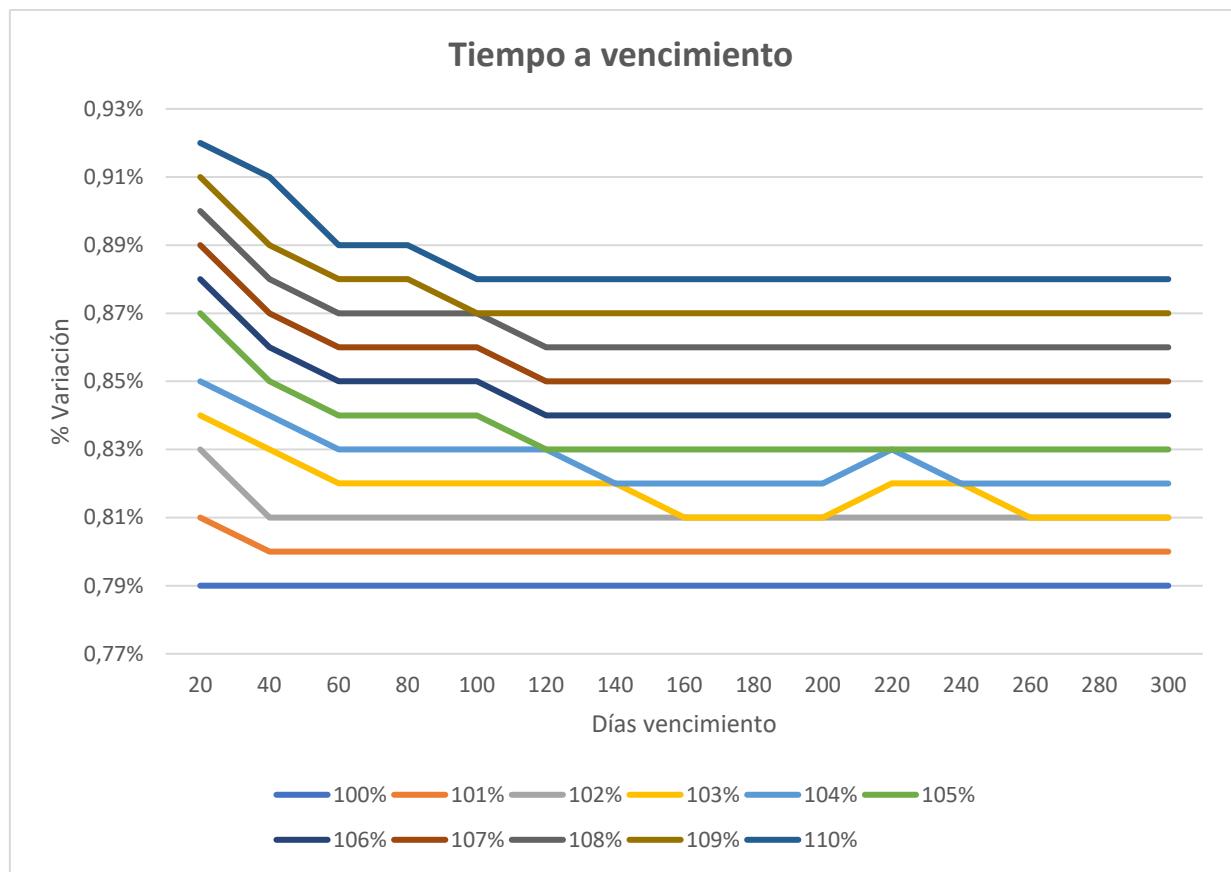
Sensibilidades Gamma y Theta de las opciones

Strike	Tiempo a vencimiento (días)				
	120	140	460	180	200
100%	0,79%	0,79%	0,79%	0,79%	0,79%
101%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%
102%	0,81%	0,81%	0,81%	0,81%	0,81%
103%	0,82%	0,82%	0,81%	0,81%	0,81%
104%	0,83%	0,82%	0,82%	0,82%	0,82%
105%	0,83%	0,83%	0,83%	0,83%	0,83%
106%	0,84%	0,84%	0,84%	0,84%	0,84%
107%	0,85%	0,85%	0,85%	0,85%	0,85%
108%	0,86%	0,86%	0,86%	0,86%	0,86%
109%	0,87%	0,87%	0,87%	0,87%	0,87%
110%	0,88%	0,88%	0,88%	0,88%	0,88%

Strike	Tiempo a vencimiento (días)				
	220	240	260	280	300
100%	0,79%	0,79%	0,79%	0,79%	0,79%
101%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%
102%	0,81%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%
103%	0,81%	0,81%	0,81%	0,81%	0,81%
104%	0,82%	0,82%	0,82%	0,82%	0,82%
105%	0,83%	0,83%	0,83%	0,83%	0,83%
106%	0,84%	0,84%	0,84%	0,84%	0,84%
107%	0,85%	0,85%	0,85%	0,85%	0,85%
108%	0,86%	0,86%	0,86%	0,86%	0,86%
109%	0,87%	0,87%	0,86%	0,86%	0,86%
110%	0,87%	0,87%	0,87%	0,87%	0,87%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.2.6: Gráfico de cómo afecta el tiempo a vencimiento.



Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en los cuadros y en el gráfico el tiempo a vencimiento afecta mínimamente a la variación del precio del subyacente. Para cada strike conforme va pasando el tiempo la variación que tiene que realizar el precio del activo subyacente es la misma en la mayoría de los casos. En el caso del strike mas ATM (100%) la variación que tiene que realizar a 20 días de vencimiento es del 0,79% sobre el precio del subyacente y conforme van pasan los días a vencimiento hasta llegar a los 300 días sigue siendo necesaria la misma variación.

Si nos centramos bien en las pequeñas diferencias que se producen, podemos ver que conforme nos vamos alejando del strike ATM y nos metemos a los strike OTM la uniformidad no se cumple, las líneas del gráfico no son horizontales y pasan a tener más variaciones conforme más nos alejamos del strike ATM, además podemos observar que esas pequeñas variaciones que se producen, se producen en los días a vencimiento más cercanos y conforme van pasando los días a vencimiento la línea se va volviendo horizontal.

Sensibilidades Gamma y Theta de las opciones

Podemos concluir que el tiempo a vencimiento no afecta o afecta mínimamente a la variación que tiene que hacer el subyacente para poder compensar las pérdidas del paso de un día, por lo tanto, conforme pasen los días la variación para el mismo strike seguirá siendo la misma. Podemos añadir también que hay una mínima variación que afecta progresivamente conforme nos alejamos del strike ATM y en los días a vencimiento más cercanos.

VOLATILIDAD

Figura 3.2.7: Variables de la simulación para ver cómo afecta la volatilidad.

Simulación	
Índice	IBEX 35
Operación	Compra CALL
Precio subyacente	10000 puntos
Strike	100% - 110%
Volatilidad	10% - 15%
Días vencimiento	100

Fuente: Elaboración propia

La tercera variable que vamos a analizar es la volatilidad, según los niveles de volatilidad que haya como afectará a la variación que tiene que realizar el subyacente para poder compensar las pérdidas del paso de un día. En este caso el rango de estudio de volatilidad que hemos cogido es desde 10% hasta 25% de volatilidad obteniendo los siguientes datos:

Figura 3.2.8: Resultados según la volatilidad.

	Volatilidad					
	10%	11%	12%	13%	14%	15%
Strike	% Variación					
100%	0,52%	0,58%	0,63%	0,68%	0,74%	0,79%
101%	0,53%	0,58%	0,64%	0,69%	0,74%	0,80%
102%	0,54%	0,59%	0,65%	0,70%	0,75%	0,81%
103%	0,54%	0,60%	0,65%	0,71%	0,76%	0,82%
104%	0,55%	0,61%	0,66%	0,72%	0,77%	0,83%
105%	0,56%	0,61%	0,67%	0,73%	0,78%	0,84%
106%	0,56%	0,62%	0,68%	0,73%	0,79%	0,85%
107%	0,57%	0,63%	0,69%	0,74%	0,80%	0,86%
108%	0,58%	0,64%	0,69%	0,75%	0,81%	0,87%
109%	0,59%	0,64%	0,70%	0,76%	0,82%	0,87%
110%	0,59%	0,65%	0,71%	0,77%	0,83%	0,88%

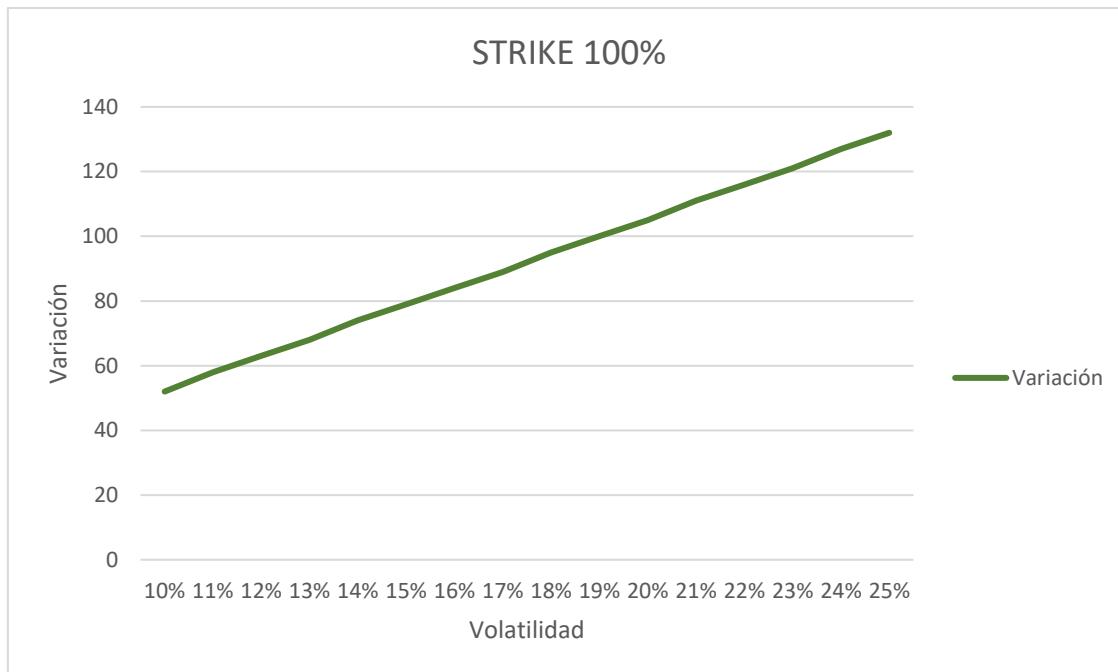
Volatilidad					
	16%	17%	18%	19%	20%
Strike	% Variación				
100%	0,84%	0,89%	0,95%	1,00%	1,05%
101%	0,85%	0,91%	0,96%	1,01%	1,07%
102%	0,86%	0,92%	0,97%	1,02%	1,08%
103%	0,87%	0,93%	0,98%	1,04%	1,09%
104%	0,88%	0,94%	0,99%	1,05%	1,10%
105%	0,89%	0,95%	1,00%	1,06%	1,11%
106%	0,90%	0,96%	1,01%	1,07%	1,13%
107%	0,91%	0,97%	1,03%	1,08%	1,14%
108%	0,92%	0,98%	1,04%	1,09%	1,15%
109%	0,93%	0,99%	1,05%	1,11%	1,16%
110%	0,94%	1,00%	1,06%	1,12%	1,18%

Volatilidad					
	21%	22%	23%	24%	25%
Strike	% Variación				
100%	1,11%	1,16%	1,21%	1,27%	1,32%
101%	1,12%	1,17%	1,23%	1,28%	1,33%
102%	1,13%	1,19%	1,24%	1,29%	1,35%
103%	1,15%	1,20%	1,25%	1,31%	1,36%
104%	1,16%	1,21%	1,27%	1,32%	1,38%
105%	1,17%	1,23%	1,28%	1,34%	1,39%
106%	1,18%	1,24%	1,30%	1,35%	1,41%
107%	1,20%	1,25%	1,31%	1,37%	1,42%
108%	1,21%	1,27%	1,32%	1,38%	1,44%
109%	1,22%	1,28%	1,34%	1,40%	1,45%
110%	1,23%	1,29%	1,35%	1,41%	1,47%

Fuente: Elaboración propia

Los resultados nos muestran que la volatilidad afecta mucho, es decir, hay mucho incremento del rango que tiene que variar el subyacente para compensar el mayor valor de Theta en el caso de que la volatilidad sea más alta

Figura 3.2.9: Gráfico de cómo afecta la volatilidad a la variación necesaria del strike 100%.



Fuente: Elaboración propia.

Por ejemplo, en el strike ATM (100%) con un 10% de volatilidad se necesita una variación del subyacente del 0,52% y conforme va aumentando la volatilidad la variación necesaria va aumentando progresivamente hasta llegar a una volatilidad del 25% en la que la variación tendrá que ser de 1,32%. Podemos ver que se cumple también en este caso que a mayor strike OTM la variación necesaria aumenta.

3.3 ANÁLISIS EMPÍRICO DE LA VOLATILIDAD

En el caso de la volatilidad nos planteamos un problema y es la siguiente: ¿hay más probabilidad de que con una volatilidad del 10% haya una variación del precio del subyacente de 0.52% o hay más probabilidad de que con una volatilidad del 25% el precio del activo subyacente varíe un 1,32%?

Como hemos visto anteriormente la volatilidad es un parámetro desconocido y mide la variación que puede experimentar el precio de un activo subyacente, por lo tanto, cuanto mayor sea la volatilidad habrá más posibilidades de que el precio de un activo varíe, esto nos hace pensar que a mayor volatilidad habrá mayor probabilidad de que el activo subyacente llegue a esa variación, pero como vemos el porcentaje de variación necesario del subyacente es mucho más grande y en el caso contrario, con la volatilidad muy pequeña, el porcentaje de variación necesario es más pequeño pero igualmente si la

volatilidad es pequeña habrá menos posibilidad de que el activo subyacente fluctúe mucho y llegue a esa variación, por lo tanto, como no tenemos una solución hemos planteado un análisis empírico.

Este análisis empírico consiste en averiguar para cada porcentaje de volatilidad el número de casos favorables con respecto al número total de casos analizados que superan esos movimientos mínimos.

Para el análisis hemos utilizado el índice VIX y el índice S&P 500. Por un lado, el índice VIX cuyo nombre es Chicago Board Options Exchange Market Volatility Index mide la volatilidad implícita de los contratos futuros a 30 días del S&P 500 y por otro lado el índice S&P 500 cuyo nombre es Standard & Poor's 500 es un índice de renta variable que incluye a las 500 empresas más representativas de la bolsa neoyorquina y es considerado uno de los índices más representativos del mercado a nivel mundial ya que incorpora una de las carteras más grandes de empresas.

La información sobre el índice VIX y el S&P 500 se extrajo del portal financiero global Investing. Desde el índice VIX y S&P 500 dentro de Investing se descargó un fichero en formato Microsoft Excel que contenía información diaria de estos índices desde el 04/01/2006 hasta el 01/05/2019 obteniendo así 3351 datos. Estos archivos Excel nos ofrecían información de la apertura, el último, el máximo y el mínimo valor diario de cada índice. En nuestro análisis hemos utilizado del índice VIX el último valor obteniendo así el porcentaje de volatilidad diario y del índice S&P 500 hemos utilizado el valor de apertura, máximo y mínimo para poder averiguar la máxima variación diaria.

Para conocer la máxima variación dirigida del S&P 500 se ha calculado el (Máximo – Apertura) y la (Apertura – Mínimo) y se ha cogido el máximo valor de los dos valores. Al haber calculado antes la variación necesaria del subyacente con respecto al IBEX 35 y compararlo ahora con otro índice que tiene una diferencia significativa de puntos hemos calculado la máxima variación diaria con respecto al precio de apertura del S&P saliendo así la variación máxima en porcentaje para que sea posible compararlo con la variación necesaria del subyacente del IBEX 35.

Sensibilidades Gamma y Theta de las opciones

Figura 3.2.10: Elaboración del análisis empírico con respecto a la volatilidad.

1	VIX		S&P 500							
2	Fecha	Último	Fecha	Apertura	Máximo	Mínimo	(Máximo - Apertura)	(Apertura-Mínimo)	Máxima variación	Máxima variación %
3	01.05.2019	14,8	01.05.2019	2.952,33	2.954,13	2.923,36	1,80	28,97	28,97	0,98%
4	30.04.2019	13,12	30.04.2019	2.937,14	2.948,22	2.924,11	11,08	13,03	13,03	0,44%
5	29.04.2019	13,11	29.04.2019	2.940,58	2.949,52	2.939,35	8,94	1,23	8,94	0,30%
6	26.04.2019	12,73	26.04.2019	2.925,81	2.939,88	2.917,56	14,07	8,25	14,07	0,48%
7	25.04.2019	13,25	25.04.2019	2.928,99	2.933,10	2.912,84	4,11	16,15	16,15	0,55%
3349	10.01.2006	10,86	10.01.2006	1.290,15	1.290,15	1.283,76	0,00	6,39	6,39	0,50%
3350	09.01.2006	11,13	09.01.2006	1.285,45	1.290,78	1.284,82	5,33	0,63	5,33	0,41%
3351	06.01.2006	11	06.01.2006	1.273,48	1.286,09	1.273,48	12,61	0,00	12,61	0,99%
3352	05.01.2006	11,31	05.01.2006	1.273,46	1.276,91	1.270,30	3,45	3,16	3,45	0,27%
3353	04.01.2006	11,37	04.01.2006	1.268,80	1.275,37	1.267,74	6,57	1,06	6,57	0,52%

Fuente: Elaboración propia

A continuación, teniendo la información principal de la volatilidad diaria y su máxima variación se continuó con el siguiente paso que fue separar los datos por intervalos de volatilidad, ya que en nuestro estudio analizamos la volatilidad desde el 10% hasta el 25% y como la volatilidad diaria no es un número exacto lo sepáramos por intervalos empezando por el intervalo 9,5% - 10,5% y terminando en el intervalo 24,51% - 25,5%, recogiendo así en cada intervalo todas las volatilidades diarias pertenecientes a ese intervalo con su correspondiente variación máxima. Una vez separadas todas las volatilidades se analizó en cada intervalo el número de casos favorables que había, que superaran la variación mínima con respecto al número total de casos del intervalo y se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 3.2.11: Resultados del análisis empírico con respecto a la volatilidad.

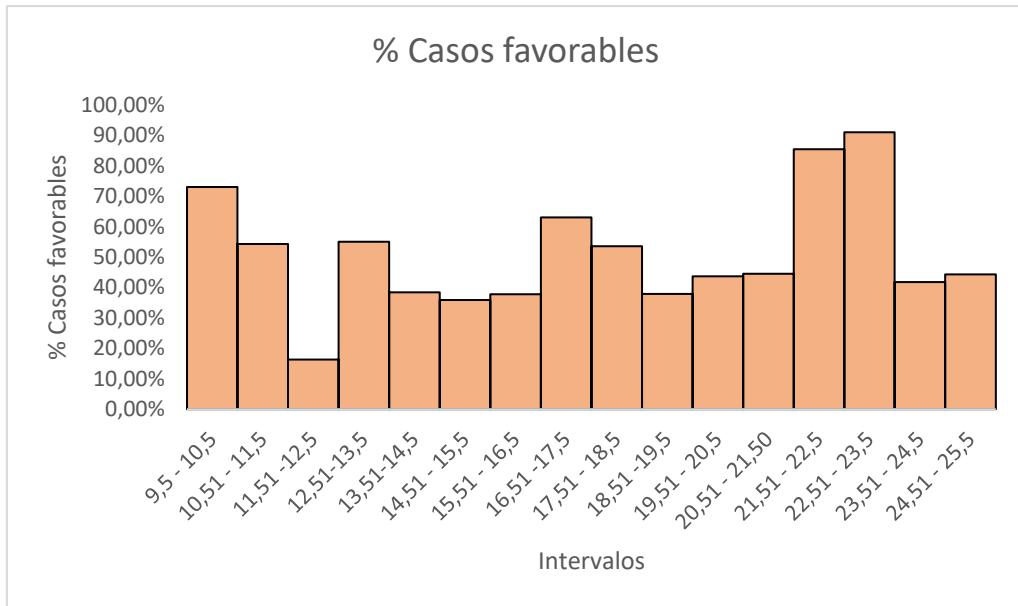
Intervalo	9,5 - 10,5	10,51 - 11,5	11,51 -12,5	12,51-13,5	13,51-14,5	14,51 - 15,5
Número total	130	184	312	354	273	231
Variación mínima	0,52%	0,58%	0,63%	0,68%	0,74%	0,79%
Casos favorables	95	100	51	195	105	83
Casos favorables/Total	73,08%	54,35%	16,35%	55,08%	38,46%	35,93%

Intervalo	15,51 - 16,5	16,51 -17,5	17,51 - 18,5	18,51 -19,5	19,51 - 20,5
Número total	230	184	181	145	119
Variación mínima	0,84%	0,89%	0,95%	1%	1,05%
Casos favorables	87	116	97	55	52
Casos favorables/Total	37,83%	63,04%	53,59%	37,93%	43,70%

Intervalo	20,51 - 21,50	21,51 - 22,5	22,51 - 23,5	23,51 - 24,5	24,51 - 25,5
Número total	128	96	100	91	88
Variación mínima	1,11%	1,16%	1,21%	1,27%	1,32%
Casos favorables	57	82	91	38	39
Casos favorables/Total	44,53%	85,42%	91,00%	41,76%	44,32%

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.1.12: Gráfico del % de casos favorables según el intervalo de volatilidad.



Fuente: Elaboración propia.

Por un lado podemos observar que el intervalo de volatilidad más repetido en estos últimos 13 años ha sido el intervalo 12,51-13,5 con un total de 354 repeticiones y el intervalo menos repetido ha sido el intervalo 24,51-25,5 con 88 repeticiones , como vemos la volatilidad más presente está en los primeros intervalos y conforme la volatilidad va aumentando con respecto a estos el número de repeticiones va siendo menor , Por otro lado el número de intervalos que obtuvieron más del 50% en casos favorables fueron siete de dieciséis intervalos, por lo que menos de la mitad de intervalos han podido alcanzar más del 50% en casos favorables .Los intervalos de volatilidad con más casos favorables fueron el intervalo 22,51-23,5, el 21,51-22,5 y el 9,5-10,5, y el intervalo con menos casos favorables fue el intervalo 11,51-12,5, como vemos no siguen ningún orden ni tiene relación con la volatilidad que más ha sido repetida ni con el incremento del porcentaje de variación necesario ni con la evolución de la propia volatilidad.

3.4 CONCLUSIONES

Tras haber realizado un estudio exhaustivo sobre cómo afectan las sensibilidades Gamma y Theta en las opciones compradas y habiendo analizado los resultados de una simulación y un análisis empírico, hemos obtenido cuales son las variaciones necesarias que tiene que hacer el precio del activo subyacente para poder compensar el paso de un día. Además, nos hemos centrado en como afectan las variables tiempo a vencimiento, el strike elegido y la volatilidad y hemos obtenido las siguientes conclusiones.

Con respecto al strike elegido, éste influirá significativamente en la variación necesaria cuanto más OTM estemos más variación tendrá que sufrir el precio del activo subyacente y cuanto más ATM estemos la variación será menor. Para el tiempo a vencimiento hemos comprobado que esta variable no influye en la variación necesaria o influye mínimamente afectando progresivamente conforme nos alejamos del strike ATM y en los días vencimiento más cercanos. Por último, hemos visto que la volatilidad afecta mucho, es decir, hay mucho incremento del rango que tiene que variar el subyacente para compensar el mayor valor de Theta en el caso de que la volatilidad sea más alta y que la variación necesaria del precio del subyacente es más probable que se cumpla en los intervalos de volatilidad 22,51-23,5 y 21,51-22,5 con un porcentaje de probabilidad de 91% y 85,42% respectivamente. Como hemos visto en los resultados del análisis empírico que se cumpla la variación mínima no depende de la volatilidad ya que no sigue ningún patrón, por lo que la volatilidad sigue siendo una variable difícil de controlar. Según estos resultados podemos decir que una buena opción sería realizar una posición comprada ATM con un vencimiento a largo plazo, ya que sería necesaria una mínima variación del subyacente para compensar las pérdidas del paso de un día.

BIBLIOGRÍA

-**CNMV.** Guía informativa de la CNMV. Qué debes saber de opciones y futuros. Recuperado de http://www.cnmv.es/docportal/publicaciones/guias/guia_opcyfut.pdf

-**Enrique Castellanos.** Opciones y Futuros de Renta Variables. Manual Práctico (2011)

-**Sarto José Luis.** Apuntes de Ingeniería Financiera (2017-2018). Universidad de Zaragoza, Módulos I, II

-**MEFF.** Recuperado de <http://www.meff.es/esp/>

-**CNMV.** Recuperado de <https://www.cnmv.es/portal/home.aspx>

-**El Economista.** MEFF mercado español de futuros y opciones. Recuperado de <https://www.eleconomista.es/diccionario-de-economia/meff-mercado-espanol-de-futuros-y-opciones>

-**Instituto BME.** Quiénes somos. Recuperado de <https://www.institutobme.es/esp/QuienesSomos/Tutoriales/opciones/opcionesFinancierasMEFF.aspx>

-**BBVA.** Qué son y para qué sirven los futuros financieros. Recuperado de <https://www.bbvaassetmanagement.com/am/am/es/es/tumultiactivo/aula-de-inversion/instrumentos-derivados/que-y-son-sirven-futuros-financieros>

-**Investing.** CBOE Volatility Index (VIX). Recuperado de <https://es.investing.com/indices/volatility-s-p-500>

-**Investing.** SPDR S&P 500(SPY). Recuperado de <https://es.investing.com/etfs/spdr-sp-500>