



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Facultad de Economía y Empresa

Trabajo de  
fin de grado

Análisis de una  
estrategia con  
opciones:

Ratio Put Spread sobre Red  
Eléctrica de España

Beatriz Martínez Prego

Tutor: Marcos Vizcaíno González

**Grado en Administración y Dirección de Empresas**  
Año 2017

Trabajo de Fin de Grado presentado en la Facultad de Economía y Empresa de la Universidad de A  
Coruña para la obtención del Grado en Administración y Dirección de Empresas

# Resumen

El principal objetivo de este trabajo consiste en el análisis de una estrategia con opciones financieras, concretamente, el *ratio put spread*. Se pretende conseguir profundizar en el marco teórico de las opciones además de la mejora de habilidades y destrezas en la recabación, organización e interpretación de los datos.

Para ello, se comienza en un primer capítulo desarrollando a nivel teórico el concepto de las opciones, su valoración y funcionamiento enfocándose finalmente en las que conforman la estrategia. A continuación, se estudia y analiza sobre un caso real, la aplicación del *ratio put spread* sobre la empresa elegida, en este caso, Red Eléctrica de España. Aquí se detallan los cálculos realizados para su valoración y el análisis de sensibilidad con el fin de dar una resolución acerca de la conveniencia de la estrategia. Además, se analizan los resultados conseguidos en el horizonte de estudio en el que se realiza el trabajo.

Con ello, se ha conseguido aplicar los conocimientos teóricos adquiridos sobre un caso real, aprendiendo a manejar grandes volúmenes de datos empleando la hoja de cálculo como herramienta de valoración financiera. A su vez, se han desarrollado competencias tales como: el manejo de bibliografía especializada en inglés, lo que ha aportado un mayor conocimiento en la terminología financiera en dicho idioma, además de las habilidades para poder emprender estudios en este campo en un futuro con mayor autonomía.

*Palabras clave:* opciones financieras; *ratio put spread*; Black-Scholes; hoja de cálculo; volatilidad.

# Summary

The aim of this project is to analyse a strategy with financial options, in particular, the ratio put spread one. It is intended to deepen in the theoretical framework of the options, as well as the improvement of the abilities and skills of data collection, organisation and interpretation.

In order to do this, in the first chapter the concept of the options, their valuation, and the way they work, is developed from a theoretical approach. Finally, the attention is paid to the options which shape the strategy. Next, a real case is studied and analysed, the application of ratio put spread on a chosen company, in this case, Red Eléctrica de España. The calculations done are detailed here in order to evaluate them and to analyse the sensitivity, with the goal of deciding how convenient the strategy is. Besides, the results achieved are analysed within the scope of study in which this project is done.

The theoretical knowledge acquired has been applied to a real case. A big amount of data has been dealt with using a spreadsheet as a financial tool. Furthermore, several skills such as the use of bibliography in English, have been developed. Thanks to this, further knowledge of specific vocabulary in this language has been acquired as well as the abilities to be able to do research in this field in the future in a more self-sufficient way.

*Key words:* financial options; ratio put spread; spreadsheet; Black-scholes; volatility.

# Índice

<b>Introducción</b> .....	<b>9</b>
<b>1. Fundamentos de las opciones financieras</b> .....	<b>11</b>
1.1    Notas básicas .....	11
1.2    Tipos de opciones .....	12
1.3    Posiciones en opciones.....	13
1.3.1    Compra de opción de compra ( <i>long call</i> ) .....	13
1.3.2    Venta de opción de compra ( <i>short call</i> ) .....	14
1.3.3    Compra de opción de venta ( <i>long put</i> ).....	15
1.3.4    Venta de opción de venta ( <i>short put</i> ).....	16
1.4    Usos de las opciones .....	18
1.4.1    Cobertura .....	18
1.4.2    Especulación.....	18
1.4.3    Arbitraje.....	19
1.5    Valoración de las opciones: La prima.....	19
1.5.1    Modelo de Black-Scholes sin dividendos.....	21
1.5.2    Modelo Black-Scholes con dividendos .....	25
1.6    Estrategias con opciones financieras: <i>ratio put spread</i> .....	27
1.6.1    Las griegas en el <i>ratio put spread</i> .....	31
<b>2. Análisis de un caso: Red Eléctrica de España</b> .....	<b>32</b>
2.1    Descripción de los datos .....	32
2.2    Valoración de la estrategia .....	38
2.3    Análisis de sensibilidad con simulación .....	42

2.4	Análisis del resultado .....	49
<b>3.</b>	<b>Implementación de datos en la hoja de cálculo.....</b>	<b>53</b>
3.1	Índice .....	53
3.2	Datos .....	54
3.3	Estrategia.....	55
	<b>Conclusiones .....</b>	<b>59</b>
	<b>Bibliografía.....</b>	<b>61</b>

# Índice de figuras

<b>Figura 1: Long call</b> .....	<b>14</b>
<b>Figura 2: Short call</b> .....	<b>15</b>
<b>Figura 3: Long put</b> .....	<b>16</b>
<b>Figura 4: Short put</b> .....	<b>17</b>
<b>Figura 5: Perfil y opciones de la estrategia</b> .....	<b>27</b>
<b>Figura 6: Las griegas en el ratio put spread</b> .....	<b>31</b>
<b>Figura 7: Cotización REE</b> .....	<b>33</b>
<b>Figura 8: Volumen acciones negociadas de REE</b> .....	<b>33</b>
<b>Figura 9: Evolución precio máximo y mínimo de la acción de REE</b> .....	<b>34</b>
<b>Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Infobolsa</b> .....	<b>34</b>
<b>Figura 10: Evolución volatilidad opción put</b> .....	<b>34</b>
<b>Figura 11: Volumen de opciones call y put</b> .....	<b>35</b>
<b>Figura 12: Porcentaje de opciones americanas y europeas</b> .....	<b>35</b>
<b>Figura 13: Nº operaciones con opciones en función del precio strike</b> .....	<b>36</b>
<b>Figura 14: Nº de operaciones con opciones put y call en cada fecha</b> .....	<b>36</b>
<b>Figura 15: Porcentaje de opciones negociadas según vencimiento</b> .....	<b>37</b>
<b>Figura 16: Evolución prima opción put con precio strike de 20€</b> .....	<b>37</b>
<b>Figura 17: Evolución precio máximo y mínimo de la acción de REE</b> .....	<b>37</b>
<b>Figura 18: Evolución prima opción put con precio strike de 15€</b> .....	<b>38</b>
<b>Figura 19: Gráficos de las griegas</b> .....	<b>41</b>
<b>Figura 20: Perfil de resultados</b> .....	<b>42</b>
<b>Figura 21: Simulación prima</b> .....	<b>43</b>
<b>Figura 22: Análisis sensibilidad prima</b> .....	<b>44</b>

<b>Figura 23: Simulación Delta .....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 24: Análisis sensibilidad Delta.....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 25: Simulación Gamma.....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 26: Análisis sensibilidad Gamma.....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 27: Simulación Vega .....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 28: Análisis sensibilidad Vega .....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 29: Simulación Theta .....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 30: Análisis sensibilidad Theta .....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 31: Simulación Rho.....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 32: Análisis sensibilidad Rho.....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 33: Resultado ratio put spread.....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 34: Índice .....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 35: Tabla dinámica y gráfico .....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 36: Entrada de datos en la hoja de valoración.....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 37: Tabla cifras críticas .....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 38: Zona de gráficos en la hoja de cálculo.....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 39: Cálculos de Black-Scholes.....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 40: Tabla de datos generada .....</b>	<b>58</b>

# Índice de tablas

<b>Tabla 1: Situaciones de una opción .....</b>	<b>13</b>
<b>Tabla 2: Delta .....</b>	<b>23</b>
<b>Tabla 3: Theta.....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 4: Rho .....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 5: Las griegas en el modelo Black-Scholes con dividendos .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 6: Efecto actualización dividendo .....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 7: Cifras críticas.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 8: Resultado de las griegas .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 9: Medidas de estadística descriptiva .....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 10: Contraste de igualdad de varianzas.....</b>	<b>51</b>
<b>Tabla 11: Contraste de igualdad de medias.....</b>	<b>52</b>



# Introducción

En la actualidad, el mercado de los derivados financieros ha adquirido una gran importancia, lo cual ha dado lugar a una etapa en la que es fundamental su conocimiento por parte de los profesionales de finanzas (Hull, 2014).

Un derivado financiero es un producto financiero cuyo valor de cotización está basado en el precio de otro activo. Las ventajas de comprar un derivado en lugar de su activo subyacente de manera directa, son por una parte, el ahorro en primera instancia en la inversión inicial y que su liquidación se realiza en una fecha futura a un precio pactado en el presente.

Hoy en día, existe una gran variedad de productos derivados, entre los cuales podemos destacar los futuros y las opciones financieras. En ambos productos, se negocia el precio de compra o de venta a una fecha futura de un activo. La principal diferencia entre ambos, es que en los futuros, el inversor está obligado a ejercer, sin embargo, en las opciones, el tenedor de ésta tiene el derecho pero no la obligación de ello a través del pago de una prima. Es por ello que éstas últimas han alcanzado una mayor popularidad.

Así pues, en el mercado financiero moderno los contratos de opciones financieras son una pieza fundamental. Esto se debe a la valoración de éstas por parte de los inversores debido a su flexibilidad ya que es posible formar combinaciones con los diferentes tipos de opciones dando lugar a diversas estrategias. Dichas estrategias se pueden adaptar a las diferentes circunstancias del mercado. Éstas pueden ser, por ejemplo, estrategias basadas en la volatilidad o estrategias diferenciales en las que se busca sacar ventaja de las diferentes expectativas en el mercado (Cohen, 2013).

Por tanto, el objetivo principal de este trabajo es el análisis de una de las estrategias más populares con opciones financieras, el *ratio put spread*. Esta estrategia ha sido escogida siguiendo las indicaciones y recomendaciones del tutor. A lo largo del trabajo,

será referida en su término inglés al igual que se emplearán otros muchos en este idioma, siguiendo las recomendaciones de Castelo Montero (2003) en el uso de los términos financieros.

Este objetivo principal engloba la consecución de otros objetivos más específicos tales como:

- De manera teórica, profundizar en los conocimientos de las opciones financieras centrándose en su valoración mediante modelos, analizando las variables que influyen en éstas y sus medidas de sensibilidad, tanto de manera individual para cada opción como para la estrategia.
- Investigar acerca de un caso real para reunir e interpretar los datos relevantes. Así, tras su posterior organización podremos realizar un exhaustivo análisis de la aplicación práctica de la estrategia. De esta manera, se podrá emitir un juicio acerca de la utilidad y de la conveniencia de ésta.
- Aprender a emplear la hoja de cálculo como herramienta de valoración financiera y de apoyo a la toma de decisiones. El uso de este tipo de herramienta facilita la organización de la información, lo que ayuda a una mejor presentación y comprensión de los resultados.

Para finalizar, el trabajo ha sido estructurado tal y como sigue:

- Una primera parte, donde se desarrolla el marco teórico. En ella, se abarca las características, funcionamiento y el método de valoración de las opciones financieras, siempre comenzando de manera general para acabar centrándonos en la estrategia que nos concierne.
- La segunda parte consiste en la aplicación práctica de los conocimientos anteriores con un caso real, comentando el procedimiento seguido y los resultados obtenidos.
- Por último en la tercera parte, se expone la implantación del prototipo de la estrategia en la hoja de cálculo, mostrando su estructura y los diferentes recursos usados tales como tablas y gráficos dinámicos.

# 1. Fundamentos de las opciones financieras

## 1.1 Notas básicas

Una opción financiera es un contrato que da derecho, pero no la obligación, a su poseedor a comprar o vender un activo subyacente a un precio determinado durante un período o en una fecha prefijada (Lamothe Fernández & Pérez Somalo, 2003).

Su uso surge por la necesidad de hacer frente al riesgo percibido por los participantes en el mercado a causa de la variabilidad de los precios de los activos. Una de las ventajas de las opciones frente a cualquier otro instrumento derivado es la posibilidad que tiene el poseedor de la opción, de decidir si ejercer o no el derecho. Dicha decisión, será tomada en función de si las condiciones le resultan ventajosas con respecto al precio del activo en el mercado al contado o mercado *spot* (Pindado, 2012).

Así, el contrato de una opción queda definido por (Rogers, 2001):

- El contenido del derecho: si la opción nos confiere el derecho de comprar o vender.
- El activo subyacente al que se refiere: puede tratarse de acciones, divisas, tipos de interés, *commodities*...
- El precio de ejercicio o *strike*: precio por el cual el propietario de la opción puede comprar o vender el activo subyacente.
- La fecha de vencimiento: fecha a partir de la cual se pierde el derecho.
- La prima: importe que paga el comprador por la opción.

En cuanto a su contratación, existen dos tipos de mercados a los que podemos acudir: a los mercados bursátiles de opciones, y a los no organizados o mercados OTC (*Over The Counter*). En los mercados bursátiles, existe un grado alto de estandarización, y el

riesgo es asumido por la cámara de compensación, que se interpone entre ambas partes del contrato. Sin embargo, en los mercados OTC, el contrato se negocia de forma bilateral y el riesgo de incumplimiento recae directamente sobre las partes. Nos encontramos ante opciones ya no tan estandarizadas, donde comprador y vendedor, pueden diseñar las características de éstas. Precisamente por ello, no existe un mercado secundario donde se puedan negociar y por tanto no tienen liquidez (Pindado, 2012).

## 1.2 Tipos de opciones

Podemos distinguir dos tipos de clasificación: en función del período de ejercicio y en función del derecho que otorgan las opciones (Hull, 2014).

En función del período de ejercicio, dependiendo del momento en el que se pueda ejercer el derecho que confiere la opción, hablamos de:

- Opciones europeas: sólo se pueden ejercer en la fecha de vencimiento.
- Opciones americanas: se pueden ejercer en cualquier momento hasta la fecha de vencimiento.

En función del derecho que otorgan desde la perspectiva del comprador, hay dos tipos de derechos diferentes según la opción de la que sea propietario:

- Opción de compra (*call*): otorga al comprador de la opción, el derecho a comprar un activo a cierto precio en o hasta una fecha específica. El vendedor, por tanto, está obligado a vender el activo a ese precio cuando el comprador ejerza su derecho.
- Opción de venta (*put*): otorga al comprador de la opción, el derecho de vender un activo a cierto precio en o hasta una fecha específica. El vendedor, por tanto, está obligado a comprar el activo a ese precio cuando el comprador ejerza su derecho.

## 1.3 Posiciones en opciones

En los contratos de opciones intervienen dos partes (Hull, 2014):

- Posición larga (*long*): se refiere al inversor o comprador. El que paga la prima por adquirir el derecho que confiere la opción.
- Posición corta (*short*): se refiere al vendedor. El que tiene la obligación con el comprador y por tanto recibe la prima pagada por éste.

Además, según la situación del precio de ejercicio o *strike* respecto al precio de contado o *spot*, decimos que la opción se encuentra en las siguientes situaciones:

Tabla 1: Situaciones de una opción

	<b>Opción <i>call</i></b>	<b>Opción <i>put</i></b>
<i>Out of the money</i> (OTM)	Precio <i>spot</i> < Precio <i>strike</i>	Precio <i>spot</i> > Precio <i>strike</i>
<i>At the money</i> (ATM)	Precio <i>spot</i> = Precio <i>strike</i>	
<i>In the money</i> (ITM)	Precio <i>spot</i> > Precio <i>strike</i>	Precio <i>spot</i> < Precio <i>strike</i>

Fuente: Elaboración propia

De la combinación de los dos tipos de opciones (opción *call* y opción *put*) con las dos posibles posiciones en el contrato (*long* y *short*), surgen cuatro posiciones básicas en los mercados de opciones, las cuales se analizan a continuación, en función de la situación de la opción.

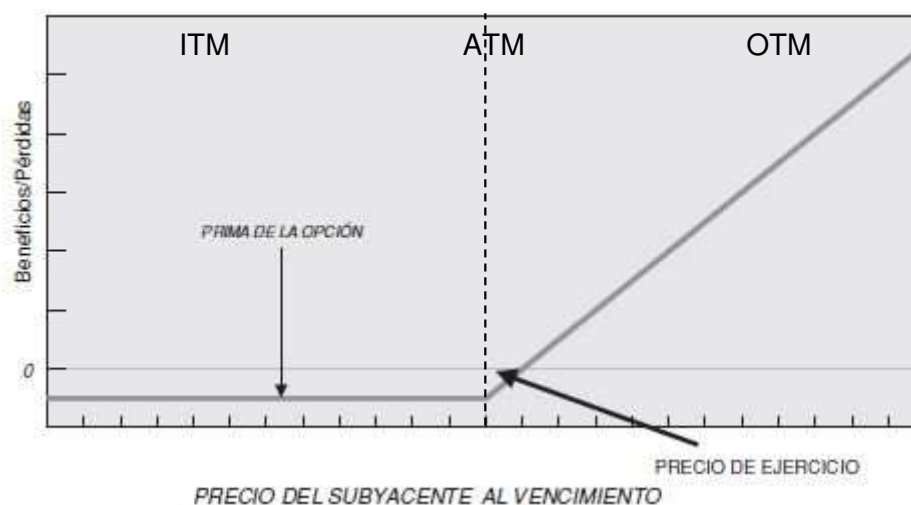
### 1.3.1 Compra de opción de compra (*long call*)

En la posición *long call*, se adquiere el derecho a comprar el activo subyacente al precio de ejercicio estipulado pagando la prima. Se decide ejercer o no en función de las posibles tres siguientes situaciones del precio de ejercicio respecto al precio de contado (Rogers, 2001):

- *Out of the money*: El propietario de la opción, tiene derecho a comprar el activo a un precio mayor que el del mercado. Por lo tanto, no le interesa ejercerla y la pérdida sufrida es el importe de la prima pagada.
- *At the money*: Resulta indiferente ejercer o no ya que no existe un diferencial entre los precios del que se pueda beneficiar. Por tanto, el importe de la prima se pierde ejerza o no, puesto que ejerciendo no obtendría ningún beneficio que pudiera compensar el importe de ésta.

- *In the money*: El propietario de la opción tiene el derecho a comprar por un precio menor al precio del mercado. La opción es ejercida siempre aún estando en la zona de pérdidas ya que nuestra ganancia vendría dada por la diferencia de dichos precios, lo que nos permitiría recuperar parte del importe de la prima ya pagada. Entrará en zona de beneficios una vez superado el punto muerto o *breakeven*, donde el beneficio es igual al importe de la prima, pero la ganancia neta es nula. El *breakeven*, en *long call*, es igual al precio de ejercicio más la prima.

Figura 1: Long call



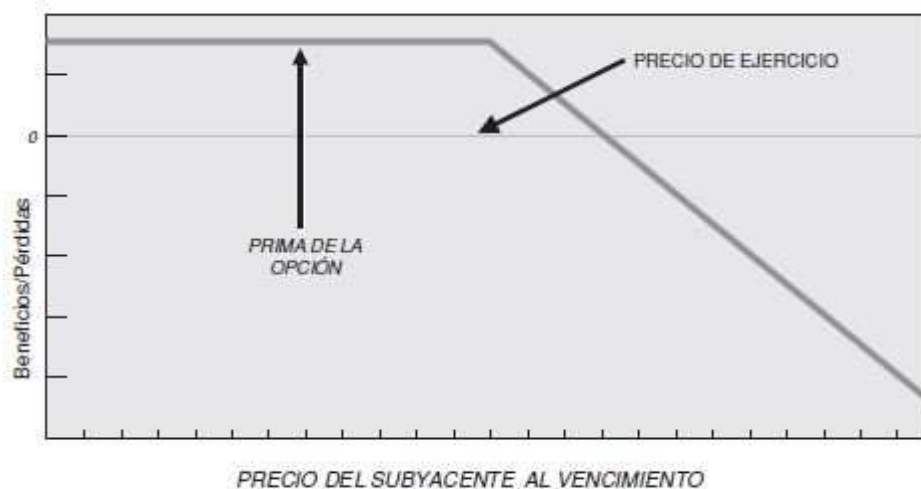
Fuente: Lamothe Fernández &amp; Pérez Somalo (2003)

### 1.3.2 Venta de opción de compra (*short call*)

En la posición *short call*, se tiene la obligación de vender el activo al precio de ejercicio de la opción a la posición *long call*, si ésta ejerce su derecho a comprarlo. Por ello, al tratarse de una posición *short*, recibe la prima. Su ganancia o pérdida está supeditada a la decisión del comprador o posición *long* de si ejercer la opción o no (Rogers, 2001):

- Si ejerce la opción: la posición *short* está obligada a vender a un precio inferior al precio de mercado. Su ganancia se verá reducida en el importe resultante de la diferencia entre el precio de contado y el precio de ejercicio, hasta el *breakeven*, donde la ganancia será igual a la prima cobrada y por tanto el beneficio nulo. A partir de este punto, entraría en la zona de pérdidas, siendo éstas ilimitadas.
- Si no ejerce la opción: el vendedor obtendrá como ganancia el importe de la prima pagada por la posición *long*.

Figura 2: Short call



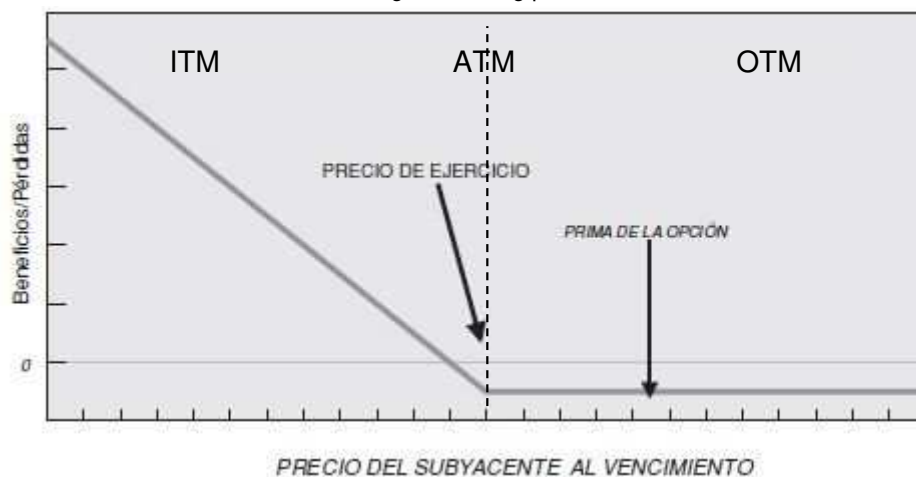
Fuente: Lamothe Fernández & Pérez Somalo (2003)

### 1.3.3 Compra de opción de venta (*long put*)

En la posición *long put*, se adquiere el derecho de vender el activo subyacente al precio de ejercicio estipulado en la opción. Se decide ejercer o no en función de las situaciones siguientes (Rogers, 2001):

- *Out of the money*: No ejerce ya que no le interesa vender el activo a un precio menor que su precio de mercado, perdiendo así la prima pagada.
- *At the money*: En este caso es indiferente ejercer o no y la pérdida sufrida en ambos casos se limita a la prima pagada.
- *In the money*: Al propietario de la opción, le interesa vender a un precio mayor que el precio de mercado del activo. Por tanto, ejercerá su derecho de vender al precio de ejercicio obteniendo de ganancia la diferencia entre el precio *strike* y el precio de contado. Esto no quiere decir que obtenga ganancias en cualquier caso, ya que para ello, ha de superar el *breakeven*, punto donde el beneficio es igual a la prima. El *breakeven* o punto muerto, en *long put*, es igual al precio de ejercicio menos la prima.

Figura 3: Long put



Fuente: Lamothe Fernández & Pérez Somalo (2003)

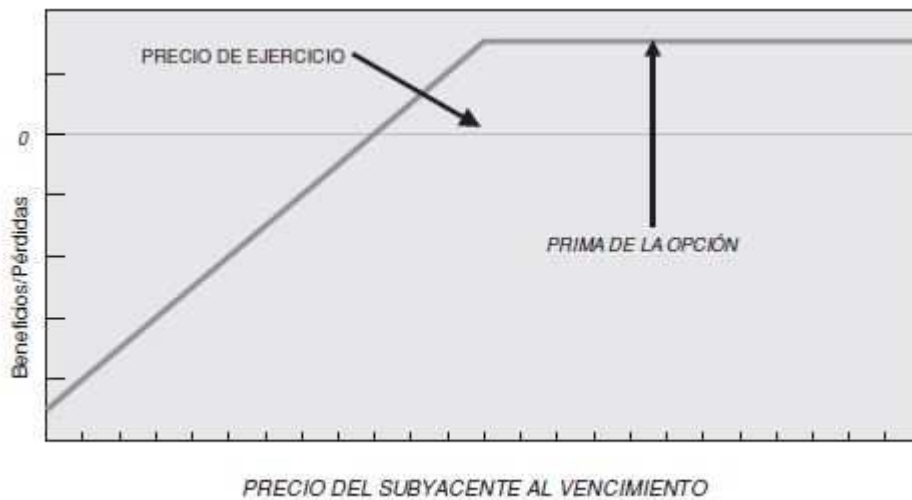
#### 1.3.4 Venta de opción de venta (*short put*)

En la posición *short put*, vendemos el derecho a que la posición *long put* nos venda un activo a un determinado precio de ejercicio. Por tanto, al tener la posición *long put* el derecho, la posición *short put* tiene la obligación de comprarle el activo al precio de ejercicio de la opción. Por ello, recibe la prima. Su ganancia o pérdida queda condicionada a la decisión de la posición *long put*, de si ejercer o no la opción (Rogers, 2001):

- Si ejerce la opción: quiere decir que la posición *long put* obtiene beneficios. Por lo tanto, el precio de ejercicio es mayor que el precio de contado del activo y la posición *short put* estará obligada a comprarlo a un precio mayor que el del mercado. Su ganancia se verá reducida en el importe resultante de la diferencia entre el precio de ejercicio y el precio de contado, hasta el *breakeven*, donde la ganancia será igual a la prima cobrada y por tanto el beneficio nulo. A partir de este punto, entraría en la zona de pérdidas, siendo éstas ilimitadas.
- Si no ejerce la opción: la máxima ganancia para el vendedor o posición *short put*, será la prima recibida.



Figura 4: Short put



Fuente: Lamothe Fernández & Pérez Somalo (2003)

En función de las características de las posiciones en opciones vistas en el apartado 1.3, podemos concluir que indistintamente del tipo de opción de que se trate (*call* o *put*):

En una posición larga o *long*:

- Su máxima pérdida deriva de no ejercer la opción y es equivalente al importe de la prima pagada.
- Su máxima ganancia será ilimitada.

En una posición corta o *short*:

- Su máxima pérdida será ilimitada.
- Su máxima ganancia se debe a la decisión de la posición larga o *long* de no ejercer, y será equivalente al importe de la prima.

## 1.4 Usos de las opciones

Las opciones tienen distintas finalidades según el tipo de negociante que opere con éstas, entre los cuáles podemos encontrar coberturistas, especuladores o arbitrajistas (Hull, 2014).

### 1.4.1 Cobertura

El objetivo de las operaciones de cobertura es proteger las posiciones al contado frente a movimientos adversos del mercado. Se toma una posición a plazo opuesta a otra posición existente o prevista sobre el mercado al contado. Así pues, si el inversor tiene una perspectiva alcista de los precios del activo subyacente, comprará una opción de compra (*call*) para protegerse de las subidas, pudiendo comprar el activo a un precio de ejercicio (*strike*) inferior al precio de contado (*spot*). Sin embargo, si su perspectiva es bajista, comprará una opción de venta (*put*) para beneficiarse de la caída de los precios, vendiendo así a un precio de ejercicio (*strike*) mayor que el precio de contado (*spot*) (Hull, 2014).

### 1.4.2 Especulación

Las operaciones de especulación, pretenden obtener beneficios por las diferencias previstas en las cotizaciones, según la tendencia esperada. El especulador trata de pronosticar correctamente la evolución del mercado para poder anticiparse a él (Pindado, 2012). Toma así, una posición coherente con su expectativa anticipando el precio futuro del activo. Si su pronóstico es correcto, obtendrá beneficios.

Obviamente, estas operaciones no están libres de riesgo. En cuanto a los errores de previsión, estos no suponen graves pérdidas, ya que las opciones no se ejercen y el único quebranto que se asume es la prima pagada. Es decir, limitamos las pérdidas a la prima y el beneficio queda definido por nuestro acierto en la evolución del precio (Lamothe Fernández & Pérez Somalo, 2003).

Por último, mencionar que la especulación no deja de ser una actividad imprescindible ya que en ocasiones es la contrapartida de las operaciones de cobertura y a su vez, confiere mayor liquidez y dinamismo negociador a los mercados (Pindado, 2012).

### 1.4.3 Arbitraje

Los arbitrajistas aprovechan las diferencias de precios cuando compran y venden simultáneamente opciones para obtener un beneficio. Cualquier inversor racional aprovechará las oportunidades de arbitraje que se le presenten, las cuales desaparecerán al poco tiempo estableciendo así el supuesto de un mercado libre de arbitraje (Pindado, 2012).

## 1.5 Valoración de las opciones: La prima

La prima es el precio que el comprador paga por adquirir el derecho que incorpora la opción, es decir, es el valor de la opción. Se compone de dos partes:

$$\text{Prima} = \text{valor intrínseco} + \text{valor temporal} \quad (1)$$

- Valor intrínseco: se puede definir como la ganancia que se obtendría si se ejerciese la opción inmediatamente. Por tanto:

$$\text{Valor intrínseco} = \quad (2)$$

*Diferencia entre el precio mercado activo y el precio de ejercicio*

Dicho valor debe ser siempre positivo o nulo. Positivo al ejercer, ya que habría ganancia, lo cual nos dice que un valor intrínseco positivo indica una opción en situación “*in the money*”. O nulo en caso de que no se ejerza, pues no habría ganancia y el valor intrínseco sería igual a cero.

Ejemplo: Tenemos una opción de compra con las siguientes características.

Precio ejercicio o *strike* de la opción sobre el activo: 7.80€

Prima de la opción: 0.50€

El precio contado o *spot* del activo es de 8€.

Precio *strike* < precio *spot*, por lo tanto, ejercemos:

$$\text{Valor intrínseco} = 8€ - 7.80€ = 0.20€$$

Pero la prima cotiza a 0.50€. Esta diferencia de 0.30€ es debida al valor temporal.

- Valor temporal: es la cantidad necesaria para compensar el riesgo que el vendedor asume de que la opción sea ejercida antes del vencimiento. Por tanto, mayor valor temporal a mayor plazo hasta el vencimiento, puesto que aumenta la probabilidad de que la opción se pueda ejercer. Así pues, en la misma fecha de vencimiento, el valor temporal será cero y la prima de la opción dependerá únicamente de su valor intrínseco. Se observa además que en una situación “*out of the money*”, la opción no se ejerce, siendo así el valor intrínseco nulo y dependiendo la prima del valor temporal en su totalidad.

Además, la prima no es un término estandarizado del contrato sino que depende a su vez de diversos factores tales como:

- El precio de ejercicio: cuanto más haya que pagar por el activo, menor será la prima de una opción *call* y mayor la de una *put*.
- Los dividendos: si se reparten dividendos antes del vencimiento de la opción, el valor del activo disminuye afectando así negativamente al valor de las opciones *call* y positivamente al de las *put*.
- El tipo de interés: su efecto es mínimo. No obstante, en una opción *call*, la prima se mueve en el mismo sentido que el tipo de interés, y en sentido contrario, en una opción *put*.
- La volatilidad del precio del activo: cuando las oscilaciones del precio son grandes, las probabilidades de que la cotización alcance valores extremos aumentan. Esto implica un mayor riesgo asumido por los vendedores de opciones y mayores probabilidades de beneficio para los compradores. Por lo tanto, a mayor volatilidad, mayor prima. Hay dos tipos de volatilidad a tener en cuenta:
  - La volatilidad histórica: es la obtenida a través de la varianza de los datos históricos del precio del activo subyacente.
  - La volatilidad implícita: es la obtenida a partir de las primas pasadas de las opciones considerando la volatilidad como incógnita a despejar en el modelo de valoración de opciones empleado.

La prima es definida finalmente por un valor teórico calculado a través de un modelo de valoración, teniendo en cuenta los componentes y factores que influyen en ésta. Uno de los modelos de valoración de opciones más relevante es el modelo de Black-Scholes.

### 1.5.1 Modelo de Black-Scholes sin dividendos

El modelo se basa en una ecuación diferencial la cual tiene en cuenta el comportamiento de los factores que influyen en la prima, para finalmente hallar su valor teórico (Piñeiro Sánchez & De Llano Monelos, 2009).

El comportamiento del precio futuro del activo subyacente es tratado como un movimiento continuo. Por tanto, los intervalos de tiempo ( $n$ ) considerados en su capitalización son infinitesimales, a diferencia de la capitalización compuesta donde  $n$  es tratada de manera discreta. Así, partiendo de la fórmula de capitalización compuesta:

$$(1 + i)^n = (1 + i_m)^{mn} = \left(1 + \frac{J_m}{m}\right)^{mn} \quad (3)$$

Si dividimos el año en un número de fracciones cada vez mayor ( $mn$ ), los intervalos de tiempo ( $n$ ) cada vez se hacen más pequeños. Así pues, a medida que  $m$  tiende al infinito, la frecuencia de la capitalización aumenta hasta convertirse en el límite en una capitalización continua (Pindado, 2012):

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{J_m}{m}\right)^{mn} = e^{\ln(1+i_m)^n} = e^{rn} \quad (4)$$

Donde  $r$  es el tipo de interés continuo que viene dado por:

$$r = \ln(1 + i) \quad (5)$$

El modelo considera tres restricciones (Black & Scholes, 1973):

- Sólo es aplicable en opciones europeas.
- Supone la no existencia de oportunidades de arbitraje.
- No se reparten dividendos sobre el subyacente.

En el modelo de Black-Scholes sin dividendos, la fórmula que proporciona el valor teórico de una opción es (Hull, 2011):

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} + rS \frac{\partial f}{\partial S} - rf = 0 \quad (6)$$

Donde,

- $f$  es la prima de la opción.
- $t$  es el tiempo que falta hasta el vencimiento.
- $\sigma^2$  es la varianza, que representa la volatilidad anual del subyacente.
- $S$  es el precio *spot* del activo.
- $r$  es el tipo de interés continuo.

A partir de dicha fórmula, se deduce que la solución para una opción *call* ( $c$ ) y para una *put* ( $p$ ) serán respectivamente:

$$c = SN(d_1) - e^{-rT}KN(d_2) \quad (7)$$

$$p = e^{-rT}KN(-d_2) - SN(-d_1) \quad (8)$$

Donde,

- $S$  es el precio *spot*.
- $K$  es el precio *strike*.
- $N(d_x)$  representa una distribución normal.
- $T$  es el plazo de ejercicio en años.
- Y  $d_1$  y  $d_2$  son respectivamente:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (9)$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (10)$$

Entre las soluciones  $c$  y  $p$ , se ve reflejada la paridad *call-put*, la cual dice que la prima de una opción *call* se puede calcular en función de la prima de una opción *put* de características equivalentes, lo que garantiza la ausencia de oportunidades de arbitraje. Dicha relación se ve reflejada en la siguiente ecuación (Pindado, 2012):

$$c + Ke^{-rT} = p + S \quad (11)$$

Finalmente, para analizar cómo afectan a la prima las variaciones de los diferentes factores que la componen, se usan unas medidas de sensibilidad denominadas las “griegas”. Estas medidas permiten gestionar y cuantificar el riesgo de exposición de la opción a los parámetros de mercado por los que está influido su valor. Cada letra griega nos aporta información sobre la influencia que ejerce un factor en concreto. Así pues, cada una de ellas se halla partiendo de la ecuación de Black-Scholes y calculando la derivada parcial de la prima respecto al factor del que se trate. Su relación con el valor de la opción, se refleja en el signo matemático de la solución de las expresiones matemáticas de cada griega. Cuando ésta es positiva, se trata de una relación directa mientras que si la solución es negativa, hablamos de una relación indirecta.

Las principales letras griegas son las mostradas a continuación, en este caso, bajo el supuesto de no reparto de dividendos (Hull, 2011):

- Delta ( $\Delta$ ): mide la variación de la prima respecto al cambio en el precio del activo o precio *spot*. Sería pues, la derivada de la ecuación ( 6 ), es decir, la derivada de la prima respecto al precio *spot*:

Tabla 2: Delta

	Opción <i>call</i>	Opción <i>put</i>
Expresión	$\Delta = N(d_1)$	$\Delta = N(d_1) - 1$
Relación	Directa	Indirecta

Fuente: Elaboración propia

La relación es directa para una opción *call*, ya que si crece el precio *spot*, el comprador gana cada vez más por lo que tendrá que pagar una mayor prima. Sin embargo, la relación con una opción *put* es indirecta, puesto que en este caso el comprador de la opción gana si el precio *spot* decrece.

- Gamma ( $\Gamma$ ): indica cómo cambia Delta cuando varía el precio del activo subyacente. Se trata de la derivada de Delta respecto al precio *spot*, lo que vendría siendo a su vez, la derivada de segundo orden de la ecuación ( 6 ), respecto a dicho precio. Su expresión matemática es igual para ambos tipos de opciones:

$$\Gamma = \frac{N'(d_1)}{S\sigma\sqrt{T}} \quad (12)$$

Así pues, ambas tienen el mismo valor y también la misma relación directa con la prima, por lo que Gamma no tiene una interpretación financiera clara.

- Theta ( $\theta$ ): mide la sensibilidad de la prima al paso del tiempo. Hablamos pues, de la derivada parcial de la prima, respecto a la variable  $T$ . Cabe destacar, que el tiempo al que se refiere es al que ha transcurrido desde la contratación de la opción (*time decay*). Se trata así, de la derivada de la prima respecto a  $t$ :

Tabla 3: Theta

	Opción <i>call</i>	Opción <i>put</i>
Expresión	$\theta = -\frac{SN'(d_1)\sigma}{2\sqrt{T}} - rKe^{-rT}N(d_2)$	$\theta = -\frac{SN'(d_1)\sigma}{2\sqrt{T}} + rKe^{-rT}N(-d_2)$
Relación	Indirecta	Indirecta

Fuente: Elaboración propia

La relación con el valor de la opción, es indirecta para ambos tipos de opciones. Cuanto menos tiempo haya transcurrido, más falta para el vencimiento, por lo que aumenta la probabilidad de que la opción pueda ser ejercida. Como consecuencia, la prima será mayor.

- Vega ( $v$ ): mide la sensibilidad de la prima a las variaciones de la volatilidad del precio del activo en el mercado. Sería pues, la derivada parcial de la prima respecto a  $\sigma^2$ . Su expresión matemática es igual para los dos tipos de opciones:

$$v = S\sqrt{T}N'(d_1) \quad (13)$$

Tanto las opciones *call* como las *put*, se relacionan de manera directa con la prima. A mayor volatilidad, más posibilidades de conseguir una mayor ganancia, lo que implica un mayor valor de la opción.

- Rho ( $\rho$ ): indica la sensibilidad de la prima en función de las variaciones del tipo de interés continuo. Se trata de la derivada parcial de la ecuación ( 6 ), es decir, de la prima, respecto a la variable  $r$ :

Tabla 4: Rho

	Opción <i>call</i>	Opción <i>put</i>
Expresión	$\rho = KTe^{-rT}N(d_2)$	$\rho = -KTe^{-rT}N(-d_2)$
Relación	Directa	Indirecta

Fuente: Elaboración propia



Rho se relaciona de manera directa con el valor de la prima cuando se trata de una opción *call*. Esto se debe a que cuando aumenta el tipo de interés ( $r$ ), aumenta  $e^{-rT}$ , incrementando así el valor de la prima. En cuanto a la relación en una opción *put*, ésta es indirecta. Al aumentar  $r$ , aumenta a su vez  $e^{-rT}$ , por lo que la prima disminuye a medida que aumenta  $e^{-rT}$  ya que en este caso se relacionan de manera negativa. Como consecuencia, en una opción *put*, la prima será menor al aumentar el tipo de interés.

### 1.5.2 Modelo Black-Scholes con dividendos

El modelo en su versión original, como ya se ha visto, no consideraba el reparto de dividendos durante la vida de la opción. Sin embargo, más adelante, Robert C. Merton consideró su incorporación teniendo así dos posibilidades de solución en el modelo según se incluyan o no los dividendos (Merton, 1973).

El dividendo, en cuanto a su incorporación, puede ser tratado como:

- Dividendo discreto: en la vida real, los dividendos son repartidos en un momento concreto del tiempo. En este caso, se actualizaría el dividendo con capitalización continua hasta la fecha del contrato de la opción y se restaría al precio del activo.
- Dividendo continuo: supone que se reparte de manera continua a lo largo del tiempo, lo que conlleva la introducción del dividendo como una nueva variable en la ecuación del modelo.

Si se considera la introducción de un dividendo continuo, la fórmula del modelo Black-Scholes resultante sería la siguiente:

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} + (r - q)S \frac{\partial f}{\partial S} - rf = 0 \quad (14)$$

Siendo  $q$  la nueva variable introducida que representa el dividendo continuo.

Tal y como sucede en el modelo sin dividendos, a partir de la ecuación anterior se obtienen dos soluciones diferentes, según se trate de una opción *call* ( $c$ ) o una opción *put* ( $p$ ):

$$c = e^{-qT} SN(d_1) - e^{-rT} KN(d_2) \quad (15)$$

$$p = e^{-rT}KN(-d_2) - e^{-qT}SN(-d_1) \quad (16)$$

Donde se observa la incorporación de  $q$ , y donde  $d_1$  y  $d_2$  se han visto modificadas siendo respectivamente:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - q + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (17)$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - q - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (18)$$

Además, sigue cumpliéndose la paridad *call-put* garantizando así la ausencia de arbitraje. Queda pues, redefinida de la siguiente manera:

$$c + Ke^{-rT} = p + Se^{-qT} \quad (19)$$

Hay que tener en cuenta que al calcularse las griegas a partir de la ecuación de Black-Scholes, en este caso sobre la ecuación ( 14 ), también se ven afectadas por la incorporación de los dividendos. Por ello, resultan así diferentes expresiones de cada letra griega sin perder el significado ya explicado. Dichas expresiones se muestran resumidas a continuación:

Tabla 5: Las griegas en el modelo Black-Scholes con dividendos

Griega	Opción <i>call</i>	Opción <i>put</i>
Delta	$\Delta = e^{-qT}N(d_1)$	$\Delta = e^{-qT}[N(d_1) - 1]$
Gamma	$\Gamma = \frac{N'(d_1)e^{-qT}}{S\sigma\sqrt{T}}$	
Theta	$\theta = \frac{-SN'(d_1)\sigma e^{-qT}}{2\sqrt{T}} + qSN(d_1)e^{-qT} - rKe^{-rT}N(d_2)$	$\theta = \frac{-SN'(d_1)\sigma e^{-qT}}{2\sqrt{T}} - qSN(-d_1)e^{-qT} + rKe^{-rT}N(-d_2)$
Vega	$v = S\sqrt{T}N'(d_1)e^{-qT}$	
Rho	$\rho = KTe^{-rT}N(d_2)$	$\rho = -KTe^{-rT}N(-d_2)$

Fuente: Elaboración propia a partir de (Hull, 2011)

## 1.6 Estrategias con opciones financieras: *ratio put spread*

Las opciones financieras suelen contratarse de manera combinada conformando así, diferentes estrategias en función de las opciones que se utilicen. Con ello, el inversor consigue aprovechar las características de una opción para complementar las que presenta otra, aumentando así las posibilidades de conseguir utilidad según las condiciones que presente el mercado.

En este caso se analizará el *ratio put spread*. Se trata de una estrategia apalancada, donde el beneficio o pérdida se incrementan por el apalancamiento a causa del diferente número de opciones. Se construye mediante la compra de una opción *put* y la venta de dos opciones también *put*. Este ratio de 2:1 es el más frecuente, y por ello centraremos nuestra atención en él, pero también podría realizarse con un ratio 3:2 por ejemplo (Cohen, 2005).

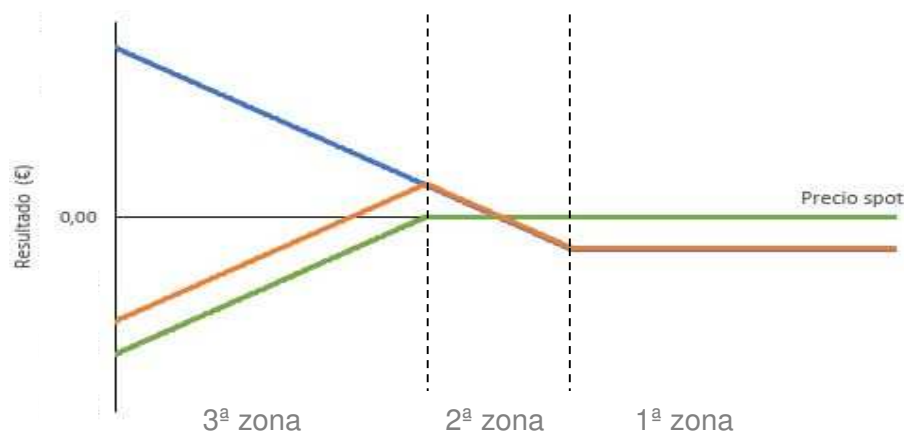
Por tanto, se considera en este trabajo que la estrategia está formada por:

- 2 *short put*: se venden dos opciones *put* con precio *strike* A, en situación OTM.
- 1 *long put*: se compra una opción *put* con precio *strike* B, en situación ITM.

Siendo  $A < B$  y teniendo todas las opciones misma fecha de vencimiento.

Combinando dichas posiciones se obtiene el perfil de la estrategia en color naranja en el gráfico, siendo la opción *long put* la representada en color azul y las dos *short puts* en color verde. Dicho perfil muestra la evolución del resultado de la estrategia teniendo en cuenta la variación del precio del activo subyacente o precio *spot*:

Figura 5: Perfil y opciones de la estrategia



Fuente: Elaboración propia

Para su mejor comprensión, la gráfica está dividida diferenciando tres zonas diferentes. Empezando de derecha a izquierda se observa que:

- 1ª zona: precio *spot* > precio *strike*. No se ejerce la *put* comprada (*long put*) pero no por ello se pierde todo el importe que se ha pagado por ella, ya que se han recibido las primas por las dos opciones *short put*, que además, no se han ejercido. Por tanto, la ganancia, que no beneficio, será la diferencia entre las primas recibidas menos la pagada.
- 2ª zona: el precio *spot* comienza a descender siendo menor que el precio *strike* de la opción *long put* pero no menor que el de las opciones *short put*. Así pues, se ejerce la opción *long put*, ganando cada vez más por la diferencia entre los precios *spot* y *strike*, pero no nos ejercen las opciones *short put*. Se obtiene así, todo ganancias llegando al punto de máximo beneficio, cuando el precio *spot* es igual al precio *strike* de las opciones *short put*.
- 3ª zona: el precio *spot* ya es menor que el precio de ejercicio de todas las opciones de la estrategia. A partir del punto de máximo beneficio mencionado en la 2ª zona, la ganancia comienza a ser cada vez menor a medida que el precio del activo sigue descendiendo. Se ejerce la opción *long put*, pero nos ejercen las opciones *put* que vendemos. La ganancia que se obtiene por la *long put*, no compensa las pérdidas por la venta de las dos *short put*. Las pérdidas, por tanto, no están limitadas y serán más grandes a medida que el precio del activo siga descendiendo.

Así pues, el *ratio put spread* se caracteriza por (Cohen, 2005):

- Precio de ejercicio: siempre mayor en la opción *long put* que en las *short put*.
- Prima: pagamos la prima por la compra de la opción *put*, pero recibimos las correspondientes por las *short put* que estamos vendiendo.
- *Short put* en situación “*Out of the money*” en el momento 0: ya que se espera que el precio del activo aumente ligeramente, no llegando a estar en un futuro las opciones *short put* en situación ITM, donde no nos van a ejercer.
- *Long put* en situación “*In the money*” en el momento 0: como se sigue con las expectativas de que el precio sea estable, para beneficiarse de dicha estabilidad o de un error en la expectativa alcista, se compra una opción *put* ya en situación ITM.
- Coste de la estrategia: diferencia entre las primas recibidas y la prima pagada.

- Máxima ganancia: se alcanza cuando el precio *spot* es igual al precio *strike* de las *short puts*. Para su cálculo se procede de la siguiente manera:

$$\text{máx. ganancia} = (\text{precio strike long put} - \text{precio strike short puts}) - \text{coste estrategia} \quad (20)$$

- Máxima pérdida: la pérdida es ilimitada. Será mayor cuanto más descienda el precio *spot*.
- Puntos muertos o *breakevens*: indican para qué precio *spot* es nulo el beneficio. Siempre desplazándose de derecha a izquierda podemos diferenciar dos puntos muertos en la gráfica. El *breakeven up* a partir del cual comenzamos a obtener ganancias, que sería el siguiente:

$$\text{Breakeven up} = \text{precio strike long put} - (\text{coste estrategia} * n^{\circ} \text{ de long puts}) \quad (21)$$

Y el *breakeven down*, que nos indica el precio *spot* a partir del cual entramos en pérdidas.

$$\text{Breakeven down} = [\text{precio strike long put} - (\text{precio strike long put} - \text{precio strike shorts puts}) * n^{\circ} \text{ de short puts}] + \text{coste estrategia} \quad (22)$$

Con esto se observa que el beneficio se obtiene siempre que el precio del activo se mueva entre estos dos puntos.

Ejemplo: El activo cotiza a fecha de hoy a 15€. En base a la estrategia a seguir:  
Compramos una *put*, de precio *strike* 15.50€ y pagamos una prima de 1.50€.  
Vendemos dos *puts*, de precio *strike* 13.50€ con una prima recibida de 0.50€ cada una.  
El coste de la estrategia es de: 1.50€ - (0.50€ \* 2) = 0.50€  
El máximo beneficio sería: (15.50€ - 13.50€) - 0.50€ = 1.50€  
*Breakeven down*: [15.50€ - (15.50€ - 13.50€) \* 2] + 0.50€ = 11.50€  
*Breakeven up*: 15.50€ - (0.50€ \* 1) = 15€

En vista del comportamiento de esta estrategia, vemos que es adecuada en escenarios de baja volatilidad en el precio del activo. Como el riesgo es ilimitado, no conviene que

el activo sufra un gran descenso en el precio, y siendo el beneficio limitado, un gran movimiento al alza tampoco nos aportaría una mayor ganancia. Por tanto, el inversor que adopte dicha estrategia, debe tener una expectativa neutral-alcista, esperando así que el precio sea lo más estable posible manteniéndose entre los dos puntos muertos, hasta el vencimiento.

Además, al tener una posición predominantemente corta, ya que vendemos más opciones de las que compramos, y al estar expuestos a un riesgo ilimitado, nos interesa que el tiempo que falta hasta el vencimiento (*time decay*), sea lo más corto posible. Así estaremos menos tiempo expuestos a la variabilidad del mercado, siendo recomendable que la fecha de vencimiento sea igual o inferior a un mes desde la formalización del contrato.

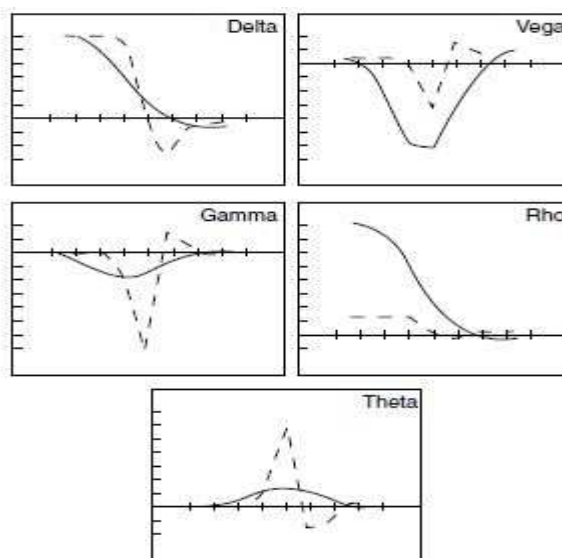
Como ventajas sobre las posiciones básicas que se han visto en el apartado 1.3, el *ratio put spread* permite:

- Reducir en primera instancia el coste de la estrategia. Esto es debido a que al vender las dos opciones *put* se reciben por ellas las primas, compensando así parte del importe pagado por la *put* comprada.
- Reducir parte de la posible pérdida en caso de que las expectativas sean erróneas con la compra de la opción *put*. Pues ejerciendo esta última opción, en caso de que el precio descienda más de lo previsto, se tendrá la posibilidad de recuperar parte de lo que se pierde. Además, siempre habrá la opción de cerrar posición, comprando las opciones *put* que vendemos y vendiendo la opción *put* que anteriormente compramos.

### 1.6.1 Las griegas en el *ratio put spread*

Para gestionar el riesgo de la posición que se toma con el *ratio put spread*, es adecuado analizar el comportamiento de las griegas en dicha estrategia.

Figura 6: Las griegas en el ratio put spread



Fuente: (Cohen, 2005)

Para ello, a continuación, se interpretan los correspondientes gráficos de cada una de ellas, donde el eje  $x$  representa el precio *spot* y el eje  $y$  el valor de la opción.

- Delta: al tratarse de opciones *put*, cuando aumenta el precio *spot*, disminuye el valor de la opción y delta es negativa. Por ejemplo, si se tiene una delta -50, significa que la prima aumenta 0.50€ por cada euro que disminuya el precio del activo.
- Vega: el valor de la opción es muy sensible a los cambios en el precio del activo. Por tanto, la volatilidad es perjudicial para esta posición.
- Gamma: es cada vez más negativa alrededor del menor de los precios *strike*, lo que significa que delta va disminuyendo de manera más acentuada, reduciendo esta aceleración a medida que nos aproximamos al precio *strike* más alto.
- Rho: muestra que los tipos de interés elevados son beneficiosos cuando el precio *spot* cae.
- Theta: es positiva, lo cual indica que el paso del tiempo (un mayor *time decay*) es beneficioso. No obstante, cuando el precio *spot* se encuentra lejos de la zona de beneficios sería deseable tener más tiempo para ver si fluctúa el precio del activo antes del vencimiento. Es por ello que theta es cóncava.

## 2. Análisis de un caso: Red Eléctrica de España

En este apartado se procede a analizar la aplicación de la estrategia explicada en el apartado 1.6, el *ratio put spread*, sobre un caso real. Para ello, se ha escogido como empresa a Red Eléctrica de España, a la cual nos referiremos como REE de aquí en adelante.

### 2.1 Descripción de los datos

El horizonte temporal en el que se basa el análisis, se trata del período comprendido entre el 2 de enero y el 17 de marzo de 2017.

Para la obtención de los datos necesarios en dicho horizonte temporal se han usado las siguientes fuentes:

- Mercado Español de Futuros Financieros (MEFF): de donde se obtienen los datos de las opciones negociadas en cada sesión en dicho período. Estos serían, su precio *strike*, fecha de vencimiento, volatilidad, prima, número de operaciones y tipos de opción: americana o europea, *call* o *put* (MEFF, 2017).
- Infobolsa: otorga la información de las cotizaciones de las acciones de REE, es decir, su precio *spot* en cada sesión, con mínimos y máximos, además del volumen negociado (Infobolsa, 2017).
- Banco de España: donde se ha consultado el euríbor a 12 meses, teniendo éste un valor del -0.083% al comienzo de nuestro horizonte de estudio (Banco de España, 2017).

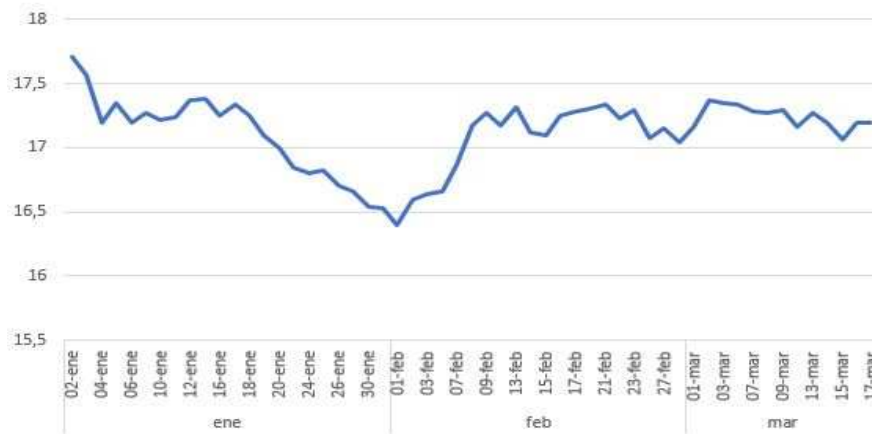
A continuación, se muestran una serie de tablas y gráficas elaboradas con dichos datos, las cuales representan la evolución de las diferentes variables que influyen en la



estrategia y la posible interrelación que pueda existir entre ellas durante el horizonte temporal.

En la Figura 7: Cotización REEse observa la evolución de la cotización de las acciones en el período de estudio, comenzando el 2 de enero con un valor de 17'712€.

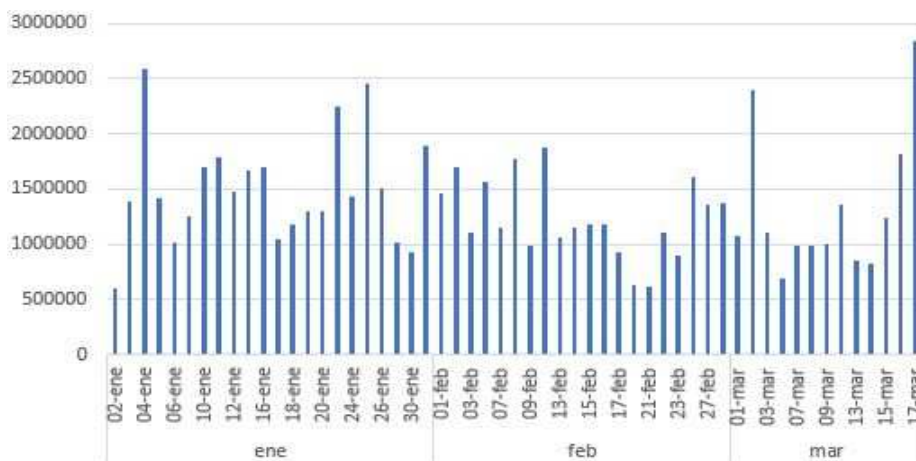
Figura 7: Cotización REE



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Infobolsa

Se puede ver como en la siguiente figura, hay un elevado incremento en las acciones negociadas de REE en diferentes sesiones durante el horizonte temporal:

Figura 8: Volumen acciones negociadas de REE



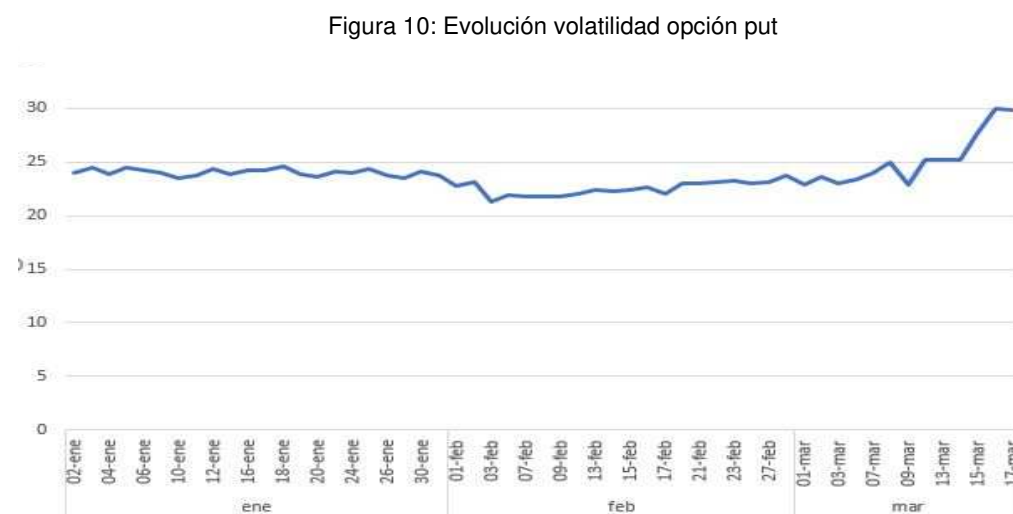
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Infobolsa

En la siguiente gráfica, se muestra la variación durante las diferentes sesiones, de los precios máximo y mínimo de la acción. Como vemos tanto en este gráfico como en la Figura 7: Cotización REE, el precio mínimo de la acción en el período se alcanza en febrero, manteniendo una diferencia entre ambos valores bastante constante:



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Infobolsa

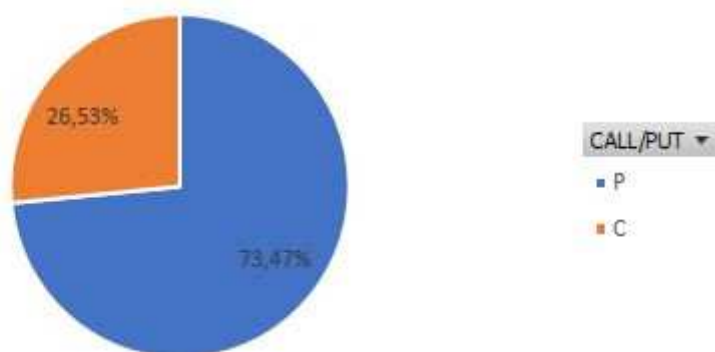
El *ratio put spread*, es una estrategia en la cual la volatilidad tiene una gran importancia. Interesa que ésta sea lo menor posible, y como se aprecia en la Figura 10: Evolución volatilidad opción put, se tiene una volatilidad bastante uniforme excepto al final del período, lo cual se ve también reflejado en la Figura 18: Evolución prima opción put con precio strike de 15€ ya que no se producen grandes fluctuaciones entre los precios máximo y mínimo en cada sesión:



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MEFF

La estrategia consiste en la compra de opciones *put*, las cuales son las más negociadas en el horizonte de estudio:

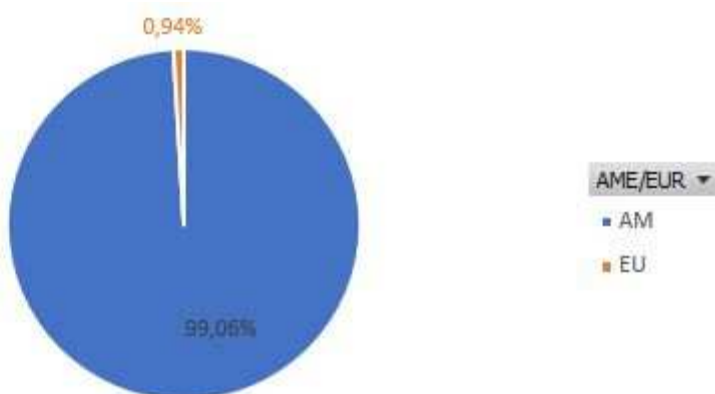
Figura 11: Volumen de opciones call y put



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MEFF

Además, las opciones del tipo americano, las cuales se pueden ejercer en cualquier momento antes del vencimiento, son las más usuales en la negociación:

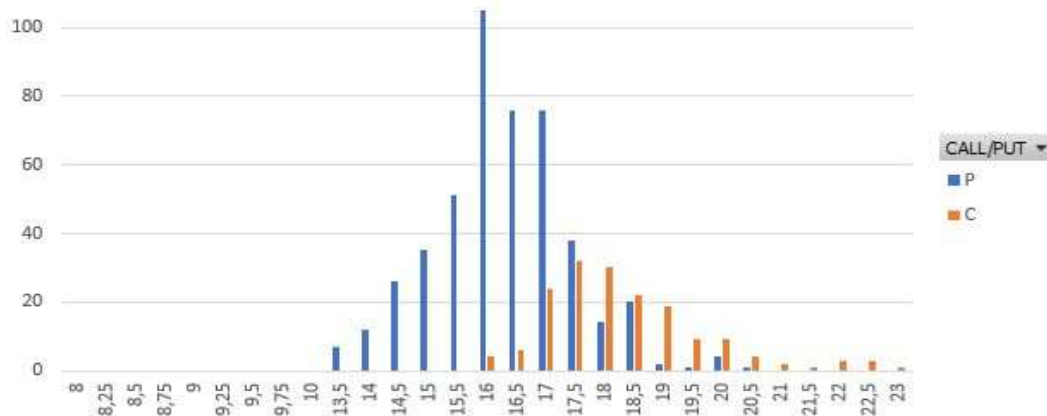
Figura 12: Porcentaje de opciones americanas y europeas



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MEFF

Durante el período de estudio vemos que se han negociado opciones tanto *put* como *call*, de precio *strike* entre 13.50€ y 23€. En el eje y, tenemos el número de operaciones, y en el eje x, el precio *strike*:

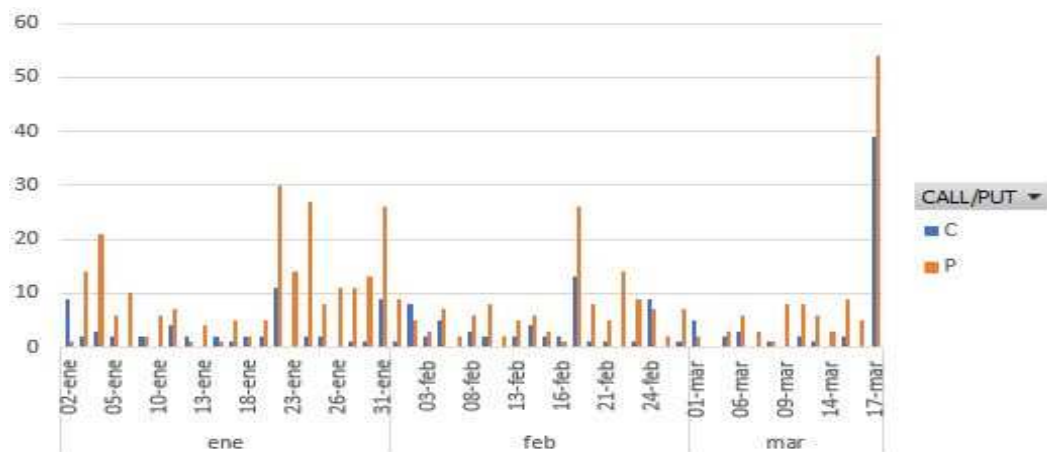
Figura 13: Nº operaciones con opciones en función del precio strike



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MEFF

También, podemos ver el número de los diferentes tipos de opciones (*call* o *put*) negociadas en cada fecha, habiendo un mayor número de operaciones tanto de *calls* como de *puts*, el 17 de marzo:

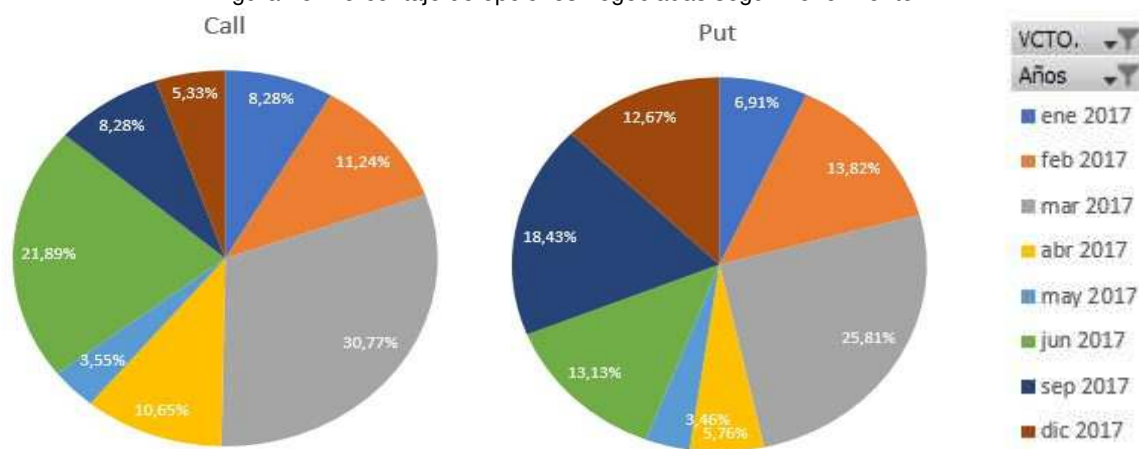
Figura 14: Nº de operaciones con opciones put y call en cada fecha



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MEFF

Según el vencimiento en 2017, se observa que las más negociadas durante el horizonte de estudio han sido las opciones *put* y *call* con vencimiento en marzo, ambas en un porcentaje superior al 25% del total:

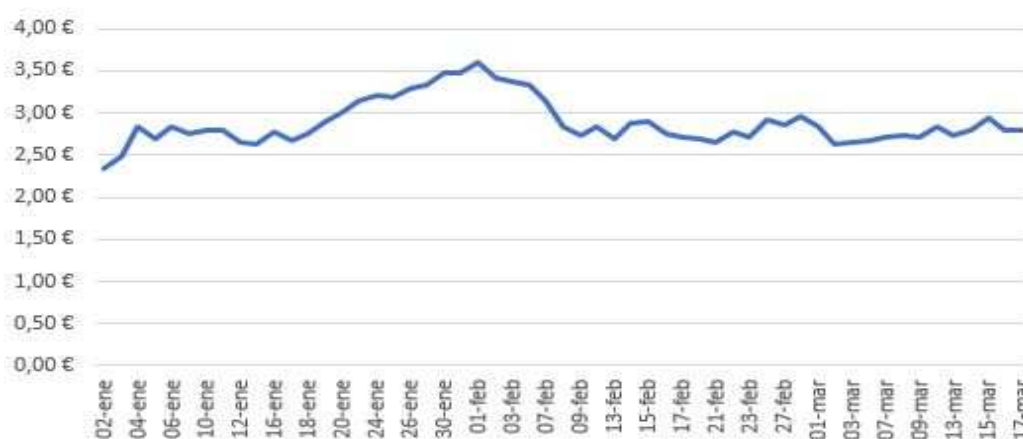
Figura 15: Porcentaje de opciones negociadas según vencimiento



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MEFF

Para la estrategia a seguir, se ha escogido una opción *long put* con precio *strike* de 20€ y dos opciones *short put*, con *strike* de 15€, ambas con vencimiento en marzo. A continuación, se muestra la evolución de la prima de dichas opciones. En primer lugar, tenemos la evolución de la prima que correspondería pagar por comprar la opción *put* (*long put*) en cada fecha, siendo el 2 de enero 2.35€ siguiendo los datos del MEFF. Hay que tener en cuenta que esta cifra se ve modificada al actualizar el dividendo.

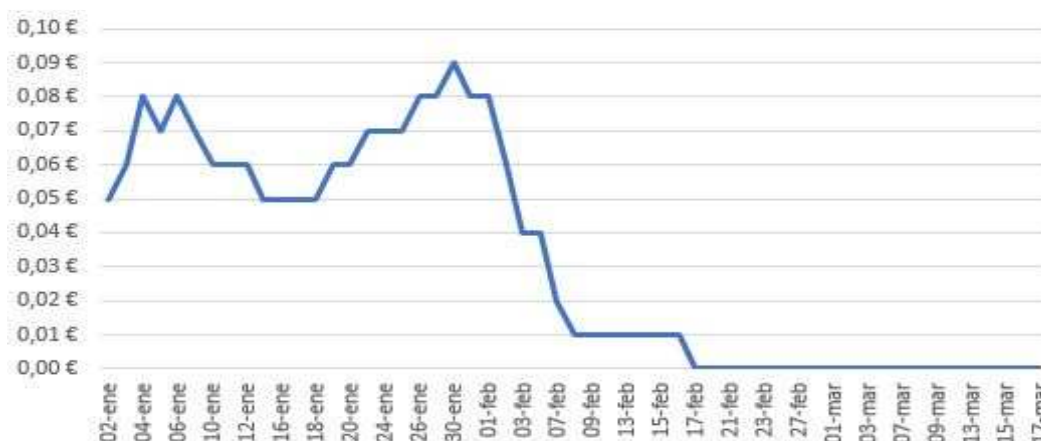
Figura 16: Evolución prima opción put con precio strike de 20€



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MEFF

Y a continuación, tenemos la prima que se recibiría por las *puts* que se venden (*short puts*), teniendo el 2 de enero un valor de 0.05€, y a partir del 17 de febrero 0€ ya que no se negocia ninguna más hasta finalizar el período.

Figura 18: Evolución prima opción put con precio strike de 15€



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MEFF

## 2.2 Valoración de la estrategia

Como ya se ha mencionado en el apartado anterior, se han escogido:

- 2 opciones *short put* con precio *strike* de 15€.
- 1 opción *long put* con precio *strike* de 20€.

Ambas con vencimiento en marzo del 2017.

Además, el estudio de la estrategia a seguir se nutre de los siguientes datos:

- **Precio spot (17.712€):** consultado en Infobolsa para el día 2 de enero, primer día de negociación en bolsa de la acción en el ejercicio actual.
- **Tipo de interés (0.083%):** siguiendo a Hernán (2011) se utiliza el Euríbor a 12 meses como tipo de interés sin riesgo, a fecha 2 de enero.
- **Volatilidad (19.13%):** se trata de la volatilidad implícita a día 2 de enero.
- **Tiempo (0,202739726 años):** calculado como la fracción del año desde el 2 de enero hasta el vencimiento el día 17 de marzo.
- **Dividendo (0.19€/acción):** REE repartió un dividendo discreto bruto de 0.19€ por acción el día 5 de enero, el cual se actualiza con capitalización continua

desde dicho día hasta el 2 de enero. Este período en términos anuales sería de 0,00821918 años, dato necesario para su cálculo. Una vez actualizado el dividendo, lo restamos al precio del subyacente del día 2 de enero (17.712€) obteniendo así un menor precio de importe 17.522€.

Tabla 6: Efecto actualización dividendo

Subyacente	17,712 €
Euribor	-0,083%
Formalización	02/01/2017
Vencimiento	17/03/2017
Dividendo	0,19 €
Fecha pago	05/01/2017
Fracción año	0,00821918
Subyacente s/div	17,522 €

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se hallan las cifras críticas de la estrategia las cuáles son:

- *Breakeven up* o punto muerto superior: es el precio a partir del cual se obtendrían ganancias y se halla restándole al precio *strike* de la opción *long put*, el coste de la estrategia, que es la diferencia entre la prima pagada y las recibidas (2.40€):

$$20 - 2.40 = 17.60€$$

- *Breakeven down* o punto muerto inferior: es el precio a partir del cual se entra en pérdidas. Se halla restando al precio *strike* de las *short put* multiplicado por dos por ser la cantidad de opciones *short put* que se tienen, el *strike* de la *long put* y se le suma el coste de la estrategia:

$$2 * 15 - 20 + 2.40 = 12.40€$$

- Máxima ganancia: sería la diferencia entre los precios *strike* menos el coste de la estrategia:

$$(20 - 15) - 2.40 = 2.60€$$

- Máxima pérdida: aunque individualmente para la opción *long put*, la pérdida implica sólo la prima pagada (2.52€), la pérdida total de la estrategia es ilimitada. Aunque hay que tener en cuenta que el precio del subyacente nunca va a ser negativo, por tanto, se puede calcular la máxima pérdida considerando un precio *spot* de 0€. Para ello, al precio *strike* de la *long put*, se le resta la diferencia entre los precios *strikes* multiplicado por dos y se le suma el coste de la estrategia:

$$(20 - (20 - 15) * 2) + 2.40 = 12.40\text{€}$$

A su vez, siguiendo el modelo de Black-Scholes se obtiene la prima para cada opción:

- Prima: El resultado global es la suma de las primas recibidas por las *short put* restando la pagada por la *long put*. Esto da un coste de estrategia de 2.40€.

$$0.06 + 0.06 - 2.52 = -2.40\text{€}$$

Tabla 7: Cifras críticas

	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Global
Derecho	Put	Put	Put	
Posición	Larga	Corta	Corta	
Strike	20,00 €	15,00 €	15,00 €	
Prima	-2,52 €	0,06 €	0,06 €	-2,40 €
Breakeven down		14,94 €	14,94 €	12,40 €
Breakeven up	17,48 €			17,60 €
Máxima pérdida	-2,52 €	Ilimitada	Ilimitada	-12,40 €
Máxima ganancia	Ilimitada	0,06 €	0,06 €	2,60 €

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla, se muestra el resultado de las griegas, tanto para las opciones individuales como para la estrategia global:

Tabla 8: Resultado de las griegas

	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Global
Delta	-0,932227	0,067756	0,067756	-0,796715
Gamma	0,086772	-0,069180	-0,069180	-0,051589
Vega	1,033236	-1,033042	-1,033042	-1,032849
Theta	-0,487467	0,611195	0,611195	0,734922
Rho	-3,822861	0,252633	0,252633	-3,317594

Fuente: Elaboración propia

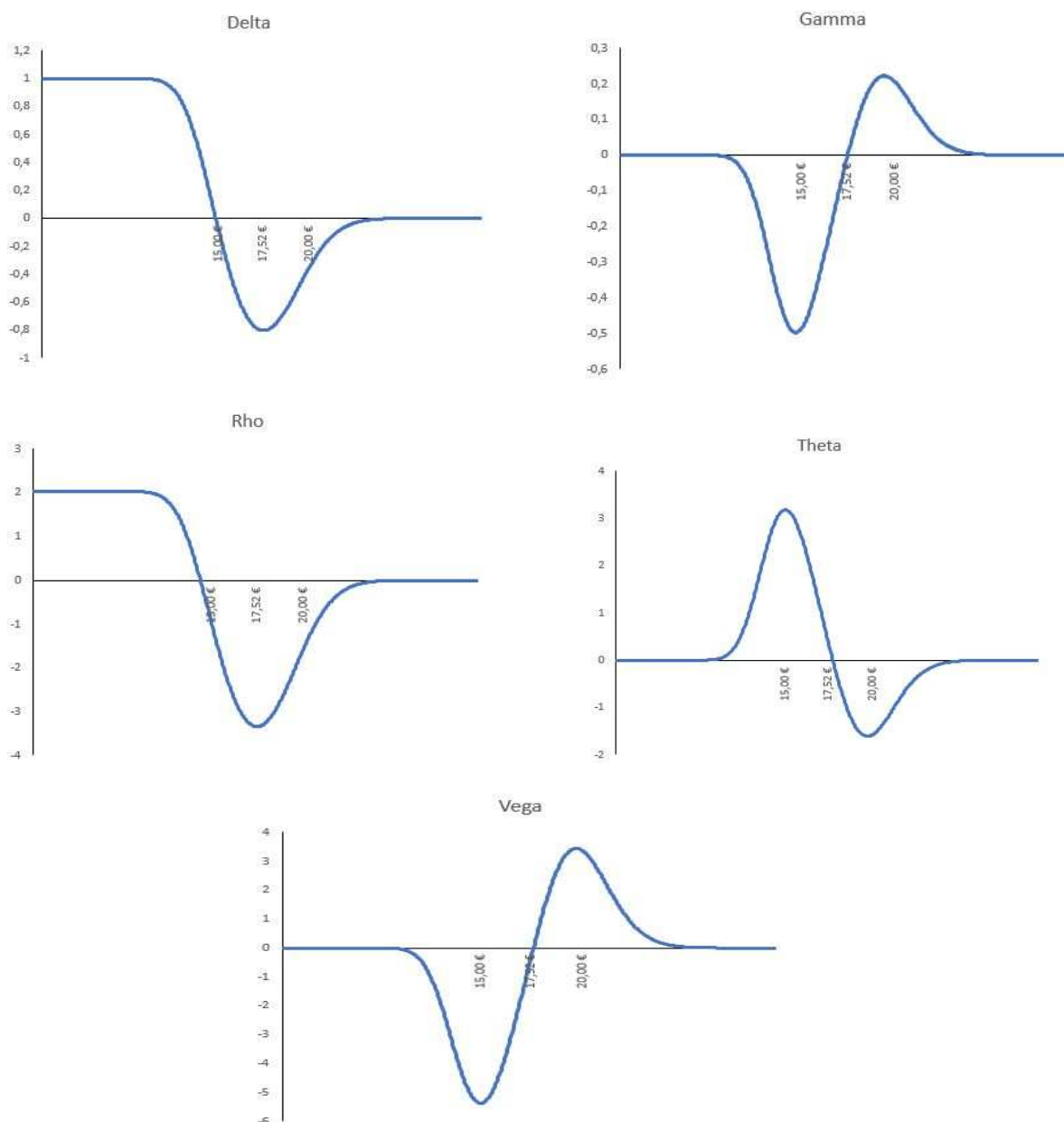
Las griegas han sido primeramente halladas para cada opción individualmente. Al calcular la griega de cada opción, se obtiene siempre la griega para una posición larga. Por lo tanto, para una posición corta se resta el resultado y para una posición larga se suma. En la tabla este proceso ya se encuentra calculado para cada una de ellas. Así pues, para hallar el resultado global, simplemente tenemos que sumar los resultados individuales. Por ejemplo, la delta global sería:

$$\text{Delta} = -0.932227 + 0.067756 + 0.067756 = -0.793715$$



Los gráficos correspondientes para cada una de ellas son los mostrados a continuación:

Figura 19: Gráficos de las griegas

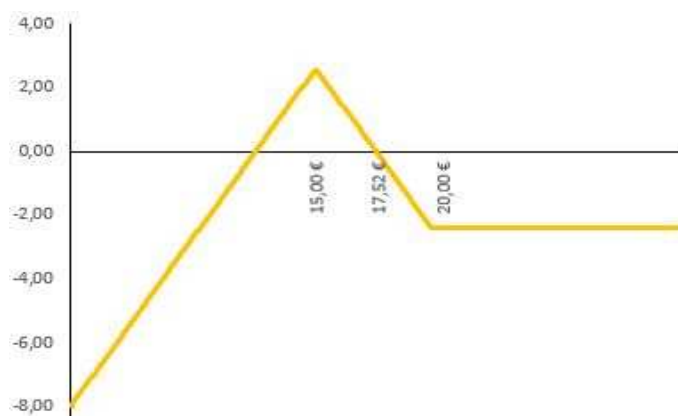


Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se obtiene el perfil de resultados de la estrategia. Como podemos observar la región de ganancias se encuentra entre los dos *breakeven* (puntos donde el perfil corta al eje x en los cuales la ganancia es nula), obteniendo el máximo beneficio (2.60€)

cuando el precio *spot* llegue a los 15€, importe igual al precio *strike* de las opciones *short put*.

Figura 20: Perfil de resultados



Fuente: Elaboración propia

### 2.3 Análisis de sensibilidad con simulación

Con este análisis se pretende observar cómo afectan las variables explicativas (precio *spot*, tipo de interés, volatilidad y tiempo), a las variables explicadas (la prima y las griegas) de la estrategia. Para realizar dicho análisis, se ha utilizado Crystal Ball, un complemento para Microsoft Excel adecuado para la elaboración de modelos predictivos y de simulación.

Se han asumido las siguientes hipótesis en las variables explicativas para la simulación:

- El precio *spot* sigue una distribución logarítmico-normal (Beaglehole, Dybvig, & Zhou, 1997).
- El tipo de interés siguiendo a Miltersen, Sandmann, & Sondermann (1997), se asume que tiene una distribución logarítmico-normal.
- La volatilidad sigue también una distribución logarítmico-normal (Fouque, Papanicolaou, & Sircar, 2000).
- El tiempo es tratado como una distribución uniforme siguiendo a Choi & Jameson (2003).

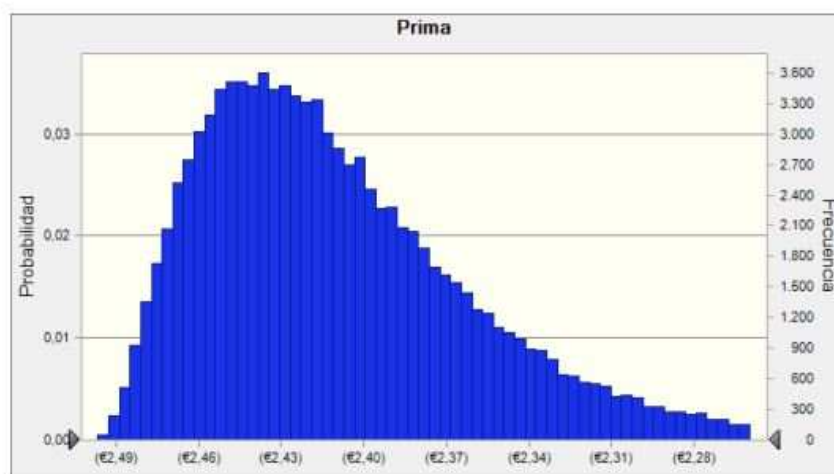
Previamente a la simulación, se han realizado los siguientes ajustes:

- Se ha puesto el precio *strike* en función del precio *spot*, ya que así, nuestras opciones seguirán estando en la situación que define originalmente nuestra estrategia, ya que el precio *strike* de éstas lo escogemos según el precio del activo.
- Se obtiene un ratio de volatilidades, poniendo las volatilidades de las dos opciones *short put* en función de la volatilidad de la opción *long put*. Con esto se consigue simular una volatilidad, quedando las demás simuladas en cascada.

A continuación, se muestran los resultados de las variables explicadas (prima y las griegas) de una simulación de 100.000 escenarios posibles a un nivel de confianza del 95%, es decir, con una probabilidad del 95% de que el valor a estimar se encuentre en el intervalo de estudio:

- Prima: se mueve entre los valores 2,50 y 1,99.

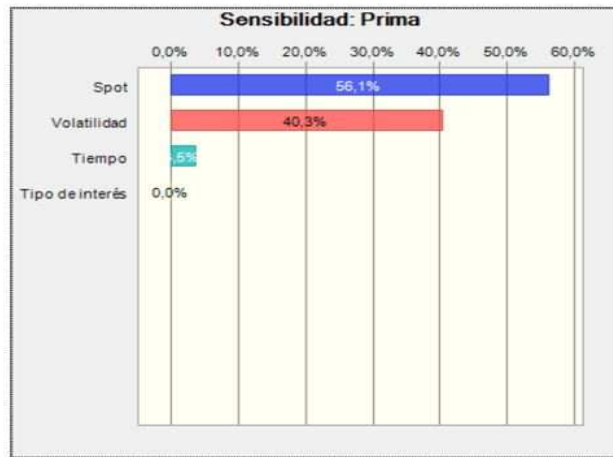
Figura 21: Simulación prima



Fuente: Elaboración propia

La prima es muy sensible al precio del subyacente y a su volatilidad, estando menos influenciada por el tiempo hasta el vencimiento.

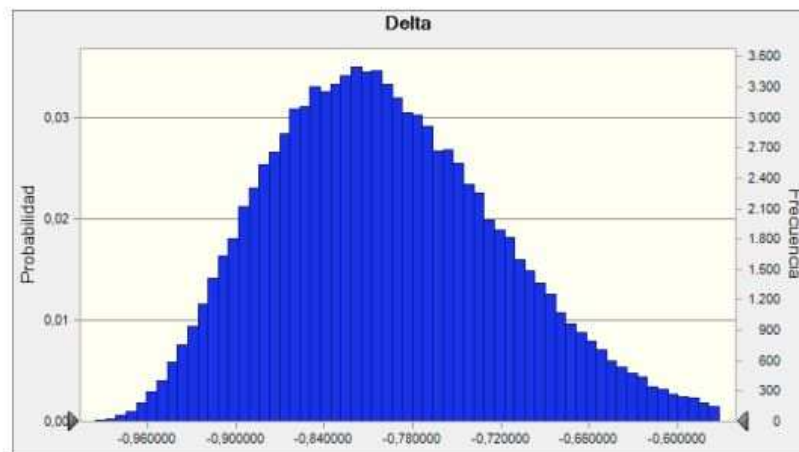
Figura 22: Análisis sensibilidad



Fuente: Elaboración propia

- Delta: El rango de resultados va desde -0,99 hasta -0,40, concentrándose en un valor aproximado de -0,81.

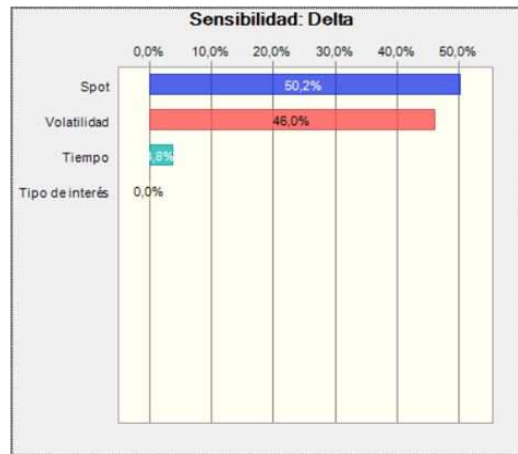
Figura 23: Simulación Delta



Fuente: Elaboración propia.

Como era predecible, el valor de delta se ve fuertemente influenciado por el precio del subyacente (precio *spot*) y a su vez por la volatilidad en dicho precio. También vemos que el tiempo le afecta en menor proporción. Todas estas variables están relacionadas directamente con delta.

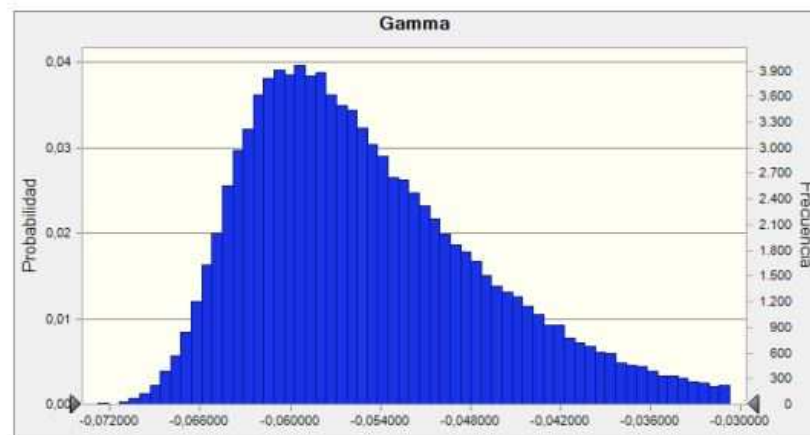
Figura 24: Análisis sensibilidad Delta



Fuente: Elaboración propia

- Gamma: sus valores se encuentran en el intervalo  $-0,073$  a  $-0,0062$ , teniendo mayor probabilidad los valores cercanos a  $-0,06$ .

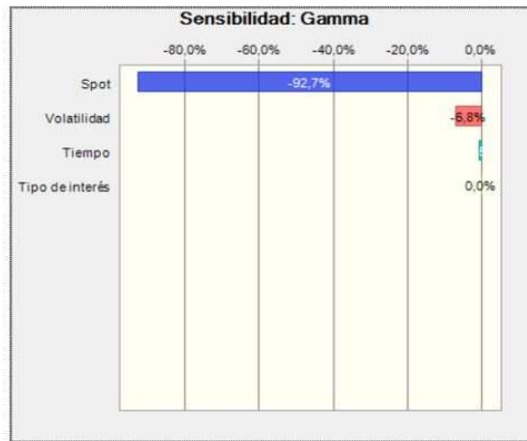
Figura 25: Simulación Gamma



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a su sensibilidad, gamma se ve fuertemente afectada por el precio del subyacente y en menor medida por la volatilidad, ambas relacionadas de manera indirecta con ésta.

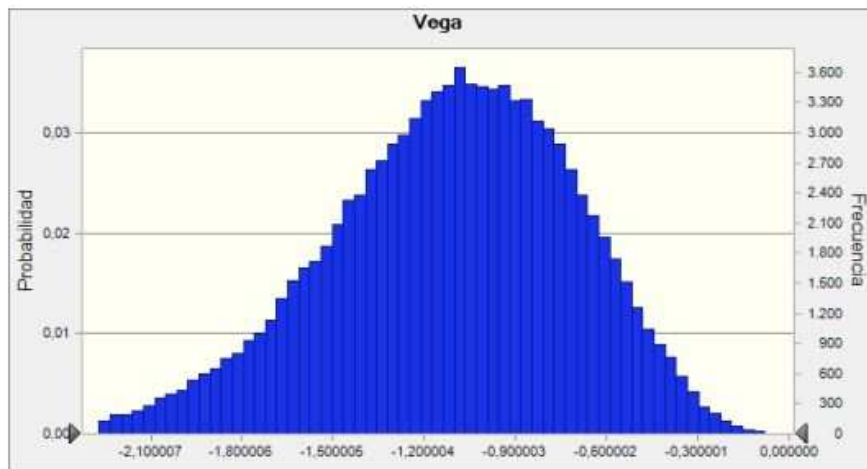
Figura 26: Análisis sensibilidad Gamma



Fuente: Elaboración propia

- Vega: sus valores, siempre negativos, se mueven entre -3,42 y -0,04, concentrándose su mayor probabilidad en torno al valor 1.

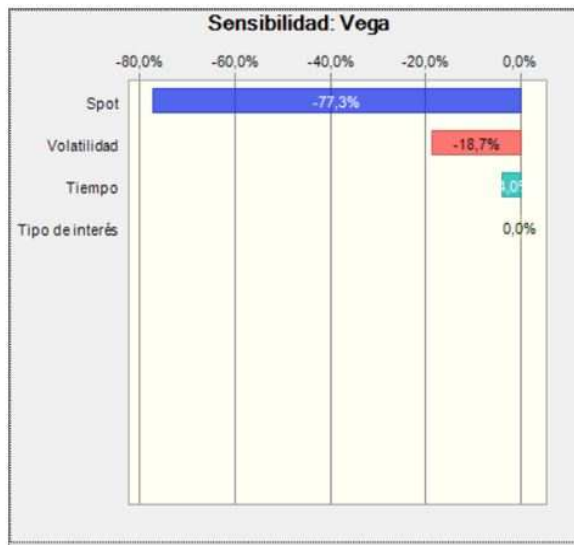
Figura 27: Simulación Vega



Fuente: Elaboración propia

En el análisis de su sensibilidad con respecto a las demás variables explicativas, se observa que éstas le afectan de manera negativa siendo la que tiene mayor influencia el precio *spot*, seguido por la volatilidad y el tiempo.

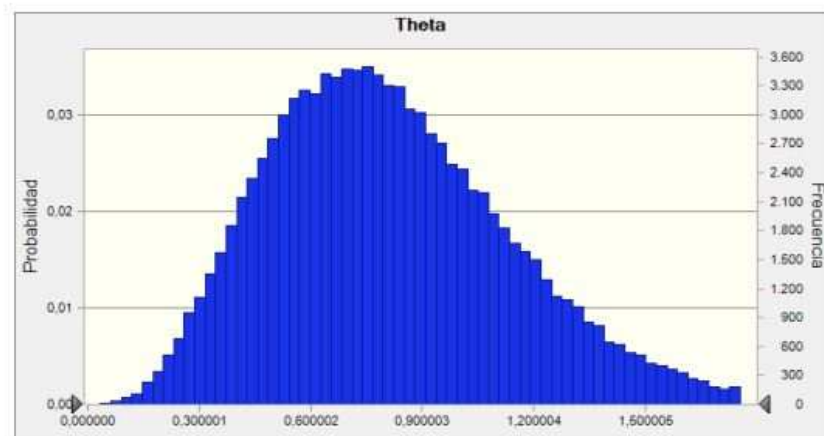
Figura 28: Análisis sensibilidad Vega



Fuente: Elaboración propia

- Theta: se mueve en un rango positivo entre los valores 0,03 y 2,77. Su valor medio se encuentra en 0,81 donde a su vez se alcanza una mayor probabilidad.

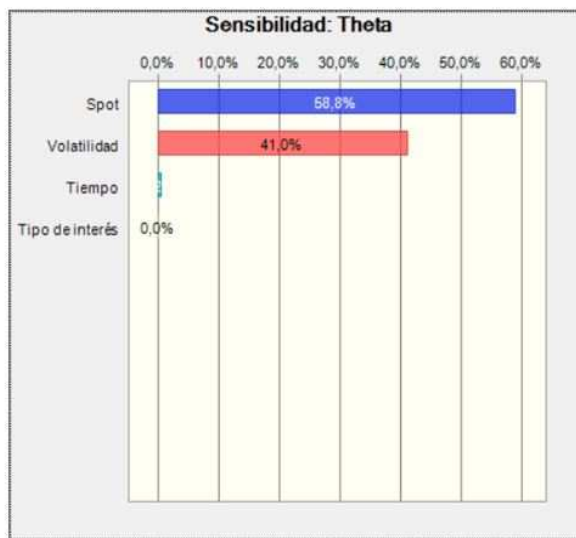
Figura 29: Simulación Theta



Fuente: Elaboración propia

Además, su valor se debe en un 58,8% al precio *spot* y en un 41% a la volatilidad. La influencia del tiempo es casi inexistente.

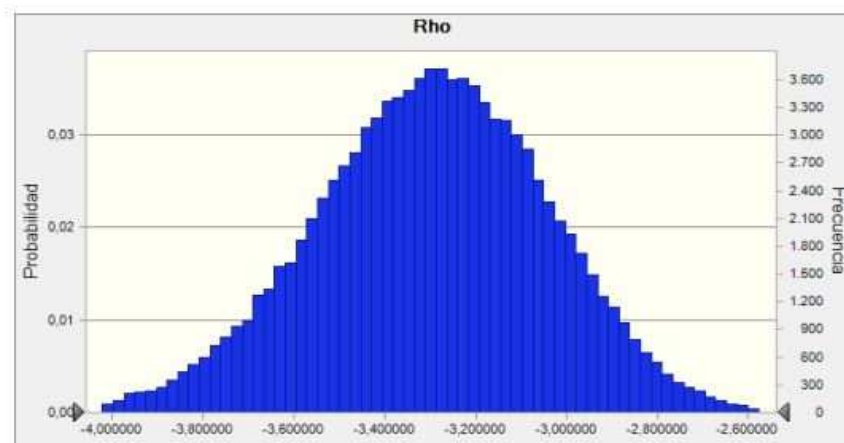
Figura 30: Análisis sensibilidad



Fuente: Elaboración propia

- Rho: en todo su rango es negativa. Engloba los valores que van desde -4,60 hasta -2,17 alcanzando su máximo en cuanto a probabilidad y por tanto frecuencia, en torno al valor -3,29.

Figura 31: Simulación Rho

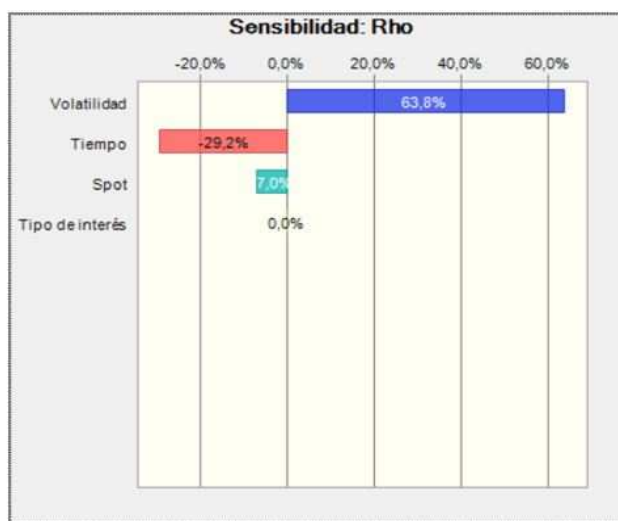


Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se puede ver que Rho se ve afectada directamente por la volatilidad, e indirectamente por el tiempo y el precio *spot*, siendo este último la variable que menor influencia ejerce sobre ella.



Figura 32: Análisis sensibilidad Rho

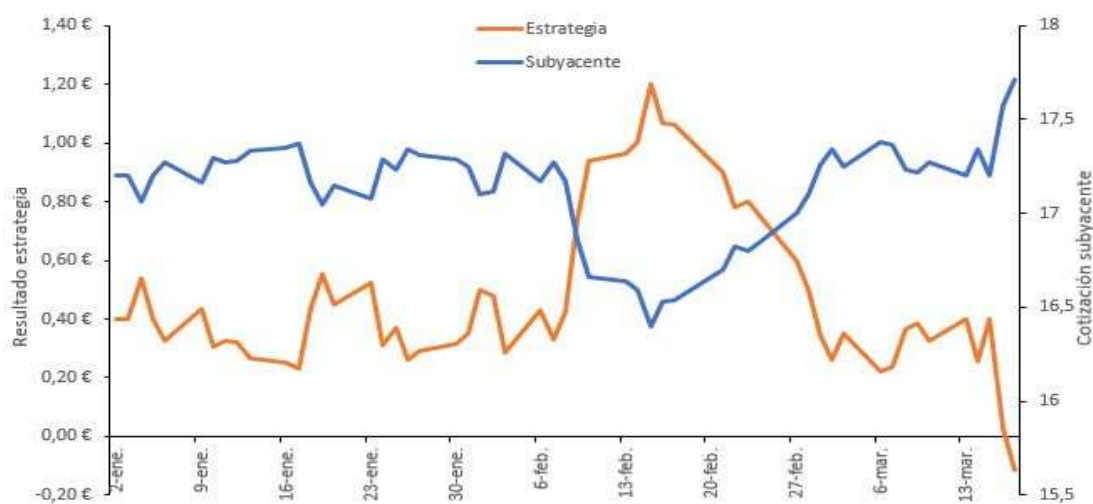


Fuente: Elaboración propia

## 2.4 Análisis del resultado

A continuación, se analiza el resultado de la estrategia en función de la evolución del precio *spot* durante el horizonte de estudio.

Figura 33: Resultado ratio put spread



Fuente: Elaboración propia

A mediados de febrero, cuando el precio *spot* llega a su mínimo en un valor inferior a 16.50€, se obtiene la mayor ganancia en el período, que es de aproximadamente 1,20€. Sin embargo, al final del horizonte de estudio, el precio del subyacente se incrementa

alcanzando su máximo, llegando la estrategia a entrar en pérdidas. Observamos pues, que la estrategia se ve claramente afectada por la volatilidad. Necesita que el precio *spot* se mueva entre los precios *strike* de ambas opciones (20€ para la opción *long put* y 15€ para las opciones *short put*) para alcanzar su máximo beneficio.

Desde el punto de vista de la estadística descriptiva, se obtienen los siguientes datos:

Tabla 9: Medidas de estadística descriptiva

Ratio Put Spread	
Media	0,4766
Error típico	0,03704058
Mediana	0,4
Moda	0,4
Desviación estándar	0,27470028
Varianza de la muestra	0,07546024
Curtosis	0,45399704
Coficiente de asimetría	0,91209796
Rango	1,312
Mínimo	-0,112
Máximo	1,2
Suma	26,213
Cuenta	55
Mayor (3)	1,065
Menor (3)	0,22
Nivel de confianza(95,0%)	0,07426189

Fuente: Elaboración propia

Los datos han sido hallados para 55 observaciones. Vemos que el valor medio se sitúa en torno al 0.4766, siendo el valor central (mediana) 0.4 y también el más frecuente (moda). Los demás valores presentan una desviación promedio respecto a la media de 0.27470028 (desviación estándar).

El valor de curtosis (0.45399704) muestra que el resultado de nuestra se distribuye de manera ligeramente más apuntada que la normal, por lo que hay un reducido número de resultados que se repiten con una frecuencia elevada. Además, el coeficiente de asimetría al ser positivo, refleja una asimetría por la derecha. Por tanto, tenemos una mayor probabilidad de que la estrategia caiga en un valor inferior a la media, es decir, los resultados bajos se repiten más que los altos. Se observa que el valor máximo es 1.2, lo cual concuerda con la máxima ganancia en el período por importe de 1.20€, y el valor mínimo es -0.112, el cual se encuentra al final del horizonte de estudio cuando el precio *spot* alcanza su máximo. El máximo no se encuentra alejado del tercer valor más

alto (1.065) por lo que no es un valor atípico, pero el mínimo sí, ya que el tercer valor mínimo (0.22) sí se encuentra bastante alejado de éste.

Con estos datos, se crea el intervalo de confianza, donde con un 95% de probabilidades, se encontrará el resultado de la estrategia. Así pues, se toma el valor que indica el nivel de confianza en la tabla (0.07426189), y se le resta y suma al valor de la media (0.4766):

$$0.4766 - 0.07426189 = 0.40233811$$

$$0.4766 + 0.07426189 = 0.55086189$$

Siendo el siguiente, el intervalo de confianza resultante: (0.40233811, 0.55086189).

A continuación, se efectúa un contraste de hipótesis, analizando las diferencias que ha podido ocasionar el hecho relevante, anunciado el día 23 de febrero por REE, en el que se acuerda distribuir un dividendo complementario a pagar el día 3 de julio. Por tanto, dividiendo el horizonte de estudio en dos períodos, uno antes del 23 de febrero y otro después, los contrastes realizados son:

- Contraste de igualdad de varianzas: como hipótesis nula se considera que las varianzas serán iguales antes y después del anuncio de REE el día 23 de febrero. Dado que el nivel de significación es menor al 10% (0.08444423), se rechaza la hipótesis, siendo así las varianzas desiguales para los dos períodos. Esto significa que el anuncio afectó a la volatilidad del resultado de la estrategia.

Tabla 10: Contraste de igualdad de varianzas

	Variable 1	Variable 2
Media	0,53602564	0,33175
Varianza	0,07872524	0,04065767
Observaciones	39	16
Grados de libertad	38	15
F	1,93629499	
P(F<=f) una cola	0,08444423	
Valor crítico para F (una cola)	2,21109343	

Fuente: Elaboración propia

- Contraste de igualdad de medias: la hipótesis nula en este caso, es que las medias serán iguales antes y después del anuncio, asumiendo ya, que las varianzas son desiguales. Vemos que los valores críticos de una cola (0.00219133) y de dos colas (0.00438266), son inferiores al nivel de significación del 1%, por lo que se rechaza la hipótesis nula.

El resultado del contraste de medias dice pues, que las medias son diferentes antes y después del 23 de febrero, lo que muestra que el anuncio afectó al resultado de la estrategia.

Tabla 11: Contraste de igualdad de medias

	Variable 1	Variable 2
Media	0,53602564	0,33175
Varianza	0,07872524	0,04065767
Observaciones	39	16
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	39	
Estadístico t	3,02516069	
P(T<=t) una cola	0,00219133	
Valor crítico de t (una cola)	1,68487512	
P(T<=t) dos colas	0,00438266	
Valor crítico de t (dos colas)	2,02269092	

Fuente: Elaboración propia

A la vista de ambos contrastes, se puede afirmar que el anuncio de la distribución del dividendo complementario, afectó de una manera significativa a la estrategia.

Se ha utilizado el contraste de hipótesis como método de análisis, siguiendo a otros autores (Pardo & Ferrer, 2001; Pardo Tornero, 1998).

## 3. Implementación de datos en la hoja de cálculo

Siguiendo las recomendaciones de autores como Jackson & Staunton (2006) y Helbæk, Løvaas, & Mjølhøus (2013), se ha empleado la hoja de cálculo como herramienta principal de análisis, estudio y valoración financiera de la estrategia.

La mayor parte del desarrollo de este trabajo se ha basado en la creación y estudio de un prototipo, el cual permite tratar los datos de manera sistemática, visualizarlos y analizar la estrategia de una manera más accesible. Para ello, se han utilizado las diversas herramientas que nos proporciona la hoja de cálculo.

A continuación se enumeran los elementos del prototipo más relevantes, pero no sin olvidarse de los elementos secundarios presentes, tales como las barras de desplazamiento, casillas de verificación, o las listas desplegadas, los cuales también facilitan el manejo tanto de los datos como del prototipo.

### 3.1 Índice

En la primera hoja se encuentra el índice, desde el cual se puede navegar a cualquier parte del prototipo a través de los diferentes hipervínculos, pudiendo retornar a él desde cualquier hoja. Al recoger ordenadamente los diferentes apartados, se facilita la consulta y navegación, además de ofrecer una visión global del mismo. A su vez, como se puede observar en la Figura 34: Índice, en la parte superior figuran los datos del estudio tales como la empresa a tratar, el período que se ha tenido en cuenta y las fuentes más relevantes de consulta y obtención de los diferentes datos.

Figura 34: Índice



Fuente: Elaboración propia

## 3.2 Datos

Los datos se presentan en tablas dinámicas que facilitan su lectura además de mejorar su comprensión a través de los diferentes gráficos. La interactividad de este tipo de tablas permite filtrar las diversas características, consiguiendo así diferentes escenarios y sus respectivos nuevos resultados.

En la Figura 35: Tabla dinámica y gráfico como ejemplo, se puede observar en la esquina superior izquierda los diferentes filtros que se pueden aplicar a la tabla y análogamente al gráfico: desde optar por una opción *put* o *call*, americana o europea, hasta el vencimiento o un precio *strike* en concreto. De esta manera, se consigue un nuevo resultado basado en los datos que hayamos seleccionado.

Figura 35: Tabla dinámica y gráfico



Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Estrategia

El análisis de la estrategia se basa principalmente en dos de las hojas del prototipo. En una de ellas se ha realizado su valoración, y en la otra, se analizan los resultados obtenidos durante el horizonte de estudio.

La hoja de valoración está compuesta por los siguientes elementos:

- Entrada de datos: los valores de las diferentes variables se modifican a través de una barra de desplazamiento. Esto permite realizar un primer análisis de sensibilidad de las distintas opciones, de la estrategia y de sus griegas, ya que de estos datos se nutren los cálculos para hallar las cifras críticas necesarias para su estudio. Además, mediante el botón central, al que se le ha asignado una macro, se puede regresar a los valores iniciales aplicados a la estrategia.

Figura 36: Entrada de datos en la hoja de valoración

Variable	Cuántía
Precio spot (S)	17,52 €
Tipo de interés (r)	0,00%
Volatilidad ( $\sigma$ )	19,13%
Tiempo (T)	0,2027
Dividendo continuo (q)	0,00%



Fuente: Elaboración propia

- Zona de resultados: a continuación de la zona de entrada de datos se encuentran las cifras críticas. En dicha tabla también se muestran las características de cada opción, así como de la estrategia, refiriéndose a ésta con el término “global”. Además, se tiene la posibilidad de ocultar o mostrar los diferentes apartados a través de los botones que se muestran a la izquierda. También se distingue mediante colores, lo que supone una pérdida o desembolso en color rojo, o ganancia en color verde. En el caso de las griegas, se utilizan para diferenciar cuando éstas son negativas (rojo) o positivas (verde).

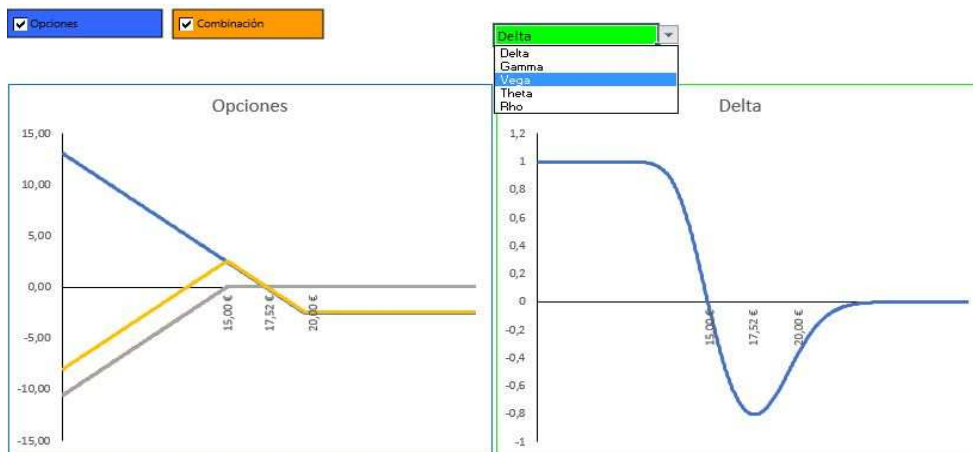
Figura 37: Tabla cifras críticas

	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Global
Derecho	Put	Put	Put	
Posición	Larga	Corta	Corta	
Strike	20,00 €	15,00 €	15,00 €	
Prima	-2,52 €	0,06 €	0,06 €	-2,40 €
Breakeven down		14,94 €	14,94 €	12,40 €
Breakeven up	17,48 €			17,60 €
Máxima pérdida	-2,52 €	Ilimitada	Ilimitada	-12,40 €
Máxima ganancia	Ilimitada	0,06 €	0,06 €	2,60 €
Delta	-0,932227	0,067756	0,067756	-0,796715
Gamma	0,086772	-0,069180	-0,069180	-0,051589
Vega	1,033236	-1,033042	-1,033042	-1,032849
Theta	-0,487467	0,611195	0,611195	0,734922
Rho	-3,822861	0,252633	0,252633	-3,317594

Fuente: Elaboración propia

- Zona de gráficos: debajo de la tabla de las cifras críticas, se encuentran los gráficos tanto de la estrategia como de las griegas. En cuanto al primer gráfico, hay dos casillas de verificación, que permiten escoger entre mostrar el gráfico de las dos opciones, mostrar el perfil de la combinación, o ambas a la vez. En este caso, se encuentran ambas casillas seleccionadas mostrando así tanto las opciones como el perfil de resultados de la estrategia. En el segundo gráfico se muestran las diferentes griegas, pudiendo seleccionar cualquiera de ellas a través de una lista desplegable.

Figura 38: Zona de gráficos en la hoja de cálculo



Fuente: Elaboración propia



- Zona de cálculo: en la misma hoja se encuentran los cálculos de Black-Scholes, necesarios para hallar los valores de las primas y de las griegas. Se presentan en tablas diferentes para cada tipo de opción. La opción 1 se trata de la *long put* con precio *strike* (K) de 20€ y las opciones 2 y 3 son las *short put* de *strike* 15€. Estas tablas recogen los datos que necesitan a través de las variables que disponemos en la zona de entrada de datos, y a continuación, alimenta la tabla de las cifras críticas aportando los valores hallados de las primas y las griegas. Aunque también se muestran los resultados para las opciones de tipo *call*, como cabe esperar, para esta estrategia sólo se han tenido en cuenta los resultados de las opciones *put*.

Figura 39: Cálculos de Black-Scholes

Opción 1			Opciones 2 y 3		
S	17,52 €		S	17,52 €	
K	20,00 €		K	15,00 €	
r	0,00%		r	0,00%	
$\sigma$	19,13%		$\sigma$	23,99%	
T	0,20		T	0,20	
q	0,00%		q	0,00%	
d1	-1,492586		d1	1,492712	
d2	-1,578722		d2	1,384693	
N'(d1)	0,130962		N'(d1)	0,130938	
N'(d2)	0,114736		N'(d2)	0,152953	
N(d1)	0,067773		N(d1)	0,932244	
N(d2)	0,057200		N(d2)	0,916927	
N(-d1)	0,932227		N(-d1)	0,067756	
N(-d2)	0,942800		N(-d2)	0,083073	
	CALL	PUT		CALL	PUT
Prima	0,04 €	2,52 €	Prima	2,58 €	0,06 €
Delta	0,067773	-0,932227	Delta	0,932244	-0,067756
Gamma	0,086772	0,086772	Gamma	0,069180	0,069180
Vega	1,033236	1,033236	Vega	1,033042	1,033042
Theta	-0,487467	-0,487467	Theta	-0,611195	-0,611195
Rho	0,231934	-3,822861	Rho	2,788462	-0,252633

Fuente: Elaboración propia

A su vez, como fuente para la elaboración de los gráficos mencionados, se han generado tablas de datos. Se ha creado una sucesión de precio *spot* incremental, partiendo de un precio menor en un 75% al precio *spot* de la entrada de datos y finalizando en un precio un 75% superior a éste. A partir de cada precio *spot* dado, se calculan los valores intrínsecos para cada opción y para la estrategia, además de los resultados de manera análoga. Al lado, en las columnas "Gráfico n", se han realizado los ajustes necesarios para que al marcar o desmarcar las casillas de verificación de la zona de gráficos, éstos se nutran de los datos correspondientes de la tabla creada. En la siguiente figura, se muestra una fracción de ésta.

Figura 40: Tabla de datos generada

Spot	Intrinseco 1	Intrinseco 2	Intrinseco 3	Intrinseco T	Resultado 1	Resultado 2	Resultado 3	Resultado T	Gráfico 1	Gráfico 2	Gráfico 3	Gráfico T
4,3805	15,62 €	10,62 €	10,62 €	36,86 €	13,10 €	-10,56 €	-10,56 €	-8,02 €	13,10	-10,56	-10,56	-8,02
4,478	15,52 €	10,52 €	10,52 €	36,57 €	13,00 €	-10,46 €	-10,46 €	-7,93 €	13,00	-10,46	-10,46	-7,93
4,528	15,47 €	10,47 €	10,47 €	36,42 €	12,95 €	-10,41 €	-10,41 €	-7,88 €	12,95	-10,41	-10,41	-7,88
4,578	15,42 €	10,42 €	10,42 €	36,27 €	12,90 €	-10,36 €	-10,36 €	-7,83 €	12,90	-10,36	-10,36	-7,83
4,628	15,37 €	10,37 €	10,37 €	36,12 €	12,85 €	-10,31 €	-10,31 €	-7,78 €	12,85	-10,31	-10,31	-7,78
4,678	15,32 €	10,32 €	10,32 €	35,97 €	12,80 €	-10,26 €	-10,26 €	-7,73 €	12,80	-10,26	-10,26	-7,73
4,728	15,27 €	10,27 €	10,27 €	35,82 €	12,75 €	-10,21 €	-10,21 €	-7,68 €	12,75	-10,21	-10,21	-7,68
4,778	15,22 €	10,22 €	10,22 €	35,67 €	12,70 €	-10,16 €	-10,16 €	-7,63 €	12,70	-10,16	-10,16	-7,63
4,828	15,17 €	10,17 €	10,17 €	35,52 €	12,65 €	-10,11 €	-10,11 €	-7,58 €	12,65	-10,11	-10,11	-7,58
4,878	15,12 €	10,12 €	10,12 €	35,37 €	12,60 €	-10,06 €	-10,06 €	-7,53 €	12,60	-10,06	-10,06	-7,53
4,928	15,07 €	10,07 €	10,07 €	35,22 €	12,55 €	-10,01 €	-10,01 €	-7,48 €	12,55	-10,01	-10,01	-7,48

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en la hoja de resultados, se realiza una tabla similar a la anterior, pero en este caso, usando los datos reales del período a estudiar. Por tanto, se vuelven a hallar los valores intrínsecos y los resultados de las opciones, esta vez a partir del precio *spot* real para cada fecha, teniendo en cuenta los *strikes* escogidos para nuestras opciones además de las primas correspondientes. Finalmente, con estos datos se elabora el gráfico de resultados de la estrategia durante el horizonte de estudio (Figura 33: Resultado ratio put spread). En esta hoja, se incluye, además, tanto los contrastes de hipótesis realizados como algunas medidas de estadística descriptiva para su análisis.

# Conclusiones

Como objetivo principal del trabajo se definió el análisis teórico del *ratio put spread* para su posterior valoración y estudio práctico sobre una empresa real. A su vez se buscaba el desarrollo de las habilidades de investigación, análisis e interpretación de la información para poder emitir juicios acerca de la aplicación de la estrategia.

En la primera parte del trabajo, se ha expuesto de manera teórica los conceptos necesarios para la comprensión y el análisis de las opciones financieras, además de su valoración y funcionamiento tanto de manera individual como formando una estrategia. Se ha prestado especial atención al método de valoración de la prima y a uno de los modelos de valoración para su cálculo más importantes, el modelo Black-Scholes. A partir de la ecuación que define este modelo, se hallan además, las griegas como medidas de sensibilidad de nuestra estrategia a las diferentes variables influyentes. Con ello se consigue ampliar los conocimientos teóricos y comenzar a usar la hoja de cálculo profundizando en su uso en la siguiente parte del trabajo.

En el segundo capítulo, se comenzó a organizar la información acerca del caso real a aplicar, para realizar un modelo de valoración financiera que sirviese para analizar la estrategia y obtener conclusiones de ésta. A partir de las primas calculadas por el modelo Black-Scholes, las griegas y las cifras críticas halladas en la hoja de cálculo, se realizó con el complemento Crystal ball, un análisis de sensibilidad mediante una simulación con 100.000 escenarios posibles. Así pues, se pudo observar qué variables influían más en la estrategia y cómo lo hacían. Además se elaboraron diversos gráficos y tablas dinámicas organizando así la gran cantidad de datos que alberga el horizonte de estudio.

La tercera parte, muestra el prototipo llevado a cabo en la hoja de cálculo que ha servido como base para el desarrollo del trabajo. Trata de explicar sus diferentes partes y

funcionamiento, así como sus elementos clave demostrando su conveniencia como herramienta de valoración financiera.

Del estudio de todo ello, se puede concluir, que el *ratio put spread*, es adecuado en escenarios de baja volatilidad, ya que se ve fuertemente influenciado por el precio del activo subyacente y las pérdidas no están limitadas. Sin embargo, el beneficio se encuentra limitado a la diferencia entre los precios de ejercicio menos el coste de la estrategia. Por tanto, para aplicar el *ratio put spread*, se tiene que tener una visión neutral alcista, buscando una baja volatilidad, lo que confirma la opinión de autores como Cohen (2005).

A título personal, este trabajo ha supuesto, además de una ampliación en los conocimientos teóricos de las opciones financieras, el desarrollo de las habilidades necesarias para la aplicación de éstos en el ámbito real. La metodología seguida ha hecho necesaria la combinación de los conocimientos financieros, estadísticos y de sistemas de información. El uso de la hoja de cálculo durante todo el proceso, ha servido para alcanzar un mayor aprovechamiento de ésta, siendo tan importante en el mundo empresarial. Este desarrollo práctico, ha supuesto un gran aprendizaje en la búsqueda, organización y tratamiento de los datos, facilitando la interpretación de éstos pudiendo así emitir juicios. Además, el uso de bibliografía especializada en un idioma extranjero, ha permitido adquirir terminología financiera en lengua inglesa.

Cabe señalar, que como posibles futuras líneas de trabajo se podrían considerar, por ejemplo, el estudio de la misma estrategia con otros diversos activos subyacentes, su análisis en diferentes escenarios y mercados o la realización de una comparación con la aplicación de otras estrategias similares. Las restricciones de tiempo y espacio en la realización de este trabajo, han limitado el desarrollo de las mismas, enfocándose así, en una única línea para conseguir una mayor profundidad en el tiempo disponible. Para finalizar, cabe comentar que dado el gran dinamismo que posee el campo de estudio de las opciones financieras, hace que sea atractivo tanto desde un punto de vista académico como profesional. Este dinamismo, consigue que sea un entorno muy innovador y cambiante en el que siempre surgen nuevas necesidades que satisfacer. Así pues, este trabajo ha conseguido proporcionar las habilidades necesarias para abordar con mayor autosuficiencia en un cercano futuro, un posterior desarrollo en este ámbito de estudio.

# Bibliografía

- Banco de España. (2017). Tipos de interés y tipos de cambio. Consultado en [www.bde.es/webbde/es/estadis/infoest/tipos/tipos.html](http://www.bde.es/webbde/es/estadis/infoest/tipos/tipos.html)
- Beaglehole, D. R., Dybvig, P. H., & Zhou, G. (1997). Going to extremes: Correcting simulation bias in exotic option valuation. *Financial Analysts Journal*, 53(1), 62-68.
- Black, F., & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *The Journal of Political Economy*, 81(3), 637-654.
- Castelo Montero, M. (2003). *Diccionario comentado de términos financieros ingleses de uso frecuente en español*. A Coruña: Netbiblo.
- Choi, S., & Jameson, M. (2003). Lookback option valuation: A simplified approach. *The Journal of Derivatives*, 11(2), 53-64.
- Cohen, G. (2005). *The bible of options strategies: The definitive guide for practical trading strategies*. New Jersey: Pearson.
- Cohen, G. (2013). *Options made easy: Your guide to profitable trading*. New Jersey: Pearson.
- Fouque, J., Papanicolaou, G., & Sircar, K. R. (2000). Mean-reverting stochastic volatility. *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 3(01), 101-142.
- Helbæk, M., Løvaas, R., & Mjølhus, J. O. (2013). *Financial modelling and asset valuation with excel*. New York: Routledge.
- Hernán, E. C. (2011). *Opciones y futuros de renta variable: Manual práctico*. Madrid: Instituto de Bolsas y Mercados Españoles.
- Hull, J. C. (2011). *Options, futures, and other derivatives*. Essex: Pearson.
- Hull, J. C. (2014). *Introducción a los mercados de futuros y opciones*. Mexico: Pearson.
- Infobolsa. (2017). Cotización de red eléctrica de España. Consultado en <http://www.infobolsa.es/cotizacion/r.e.c>

- Jackson, M., & Staunton, M. (2006). *Advanced modelling in finance using excel and VBA*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Lamothe Fernández, P., & Pérez Somalo, M. (2003). *Opciones financieras y productos estructurados* (2ª Edición ed.). España: MCGRAW-HILL.
- MEFF. (2017). Mercado español de futuros financieros. Consultado en <http://www.meff.com/>
- Merton, R. C. (1973). Theory of rational option pricing. *Bell Journal of Economics*, 4(1), 141-183.
- Miltersen, K. R., Sandmann, K., & Sondermann, D. (1997). Closed form solutions for term structure derivatives with log-normal interest rates. *The Journal of Finance*, 52(1), 409-430.
- Pardo Tornero, Á. (1998). Efectos de los mercados derivados sobre ibex-35 en el activo subyacente. *Revista Española De Financiación Y Contabilidad*, 27(94), 99-128.
- Pardo, A., & Ferrer, V. M. (2001). El efecto " día festivo" en la bolsa española. *Moneda Y Crédito*, 2001(213), 97-128.
- Pindado, J. (2012). *Finanzas empresariales*. Madrid: Paraninfo.
- Piñeiro Sánchez, C., & De Llano Monelos, P. (2009). *Principios y modelos de dirección financiera*. Santiago de Compostela: Andavira.
- Rogers, K. (2001). *Curso sobre derivados* [An Introduction to Derivatives]. Barcelona.

# Índice analítico

## C

Call, 3, 5, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 35, 39, 40, 58, 61

## F

Fecha de expiración, 10, 11, 20, 28, 32, 35  
Fecha de vencimiento, 10, 11, 20, 28, 32, 35

## O

Opción  
americana, 35, 58  
de compra, 3, 5, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 35, 39, 40, 58, 61  
de venta, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 46, 47, 54, 58, 61, 63

européa, 35, 58

## P

Posición  
corta, 12, 17, 31, 44, 45  
larga, 12, 17, 18, 44  
Precio de ejercicio, 5, 6, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 23, 28, 29, 30, 31, 33, 35, 39, 40, 42, 43, 46, 47, 58, 61  
Prima, 3, 5, 6, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 33, 35, 41, 43, 46, 47  
Put, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 46, 47, 54, 58, 61, 63

## S

Strike, 5, 6, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 23, 28, 29, 30, 31, 33, 35, 39, 40, 42, 43, 46, 47, 58, 61