



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Facultad de Economía y Empresa

Trabajo de
fin de grado

Análisis de una
estrategia con
opciones sobre
acciones: Strangle.

Lucía Martínez García

Tutor: Marcos Vizcaíno González

Grado en Administración y Dirección de Empresas
Año 2016

Resumen

El trabajo que a continuación se desarrolla es un análisis en profundidad de forma teórica y práctica de una de las estrategias más conocidas en el mercado de los derivados financieros: el *strangle*. Con el objeto de ampliar y consolidar conocimientos en el área de las opciones financieras, así como manejar e interpretar datos de casos reales y extraer conclusiones mientras se profundiza en la utilización de la hoja de cálculo desde la perspectiva financiera y como apoyo para la toma de decisiones y presentación de resultados.

A lo largo del documento, se desarrollan tres capítulos en los que se parte de un capítulo fundamentalmente teórico y de contexto histórico para profundizar a posteriori en el estudio de la estrategia en cuestión y explicar, por último, un tema fundamental de este estudio como es la implementación de los datos en Excel.

El estudio realizado, además de contener una idea del funcionamiento del mercado financiero se centra en las opciones financieras y la combinación de éstas denominada *strangle*, útil en casos de variaciones importantes en el precio del subyacente. A lo largo del documento se muestra la capacidad adquirida para procesar y realizar valoraciones de los datos proporcionados por fuentes como Infobolsa o MEFF, así como el desarrollo de competencias para extraer y procesar grandes volúmenes de datos, manejar bibliografía con vocabulario específico de inglés financiero, aplicar conocimientos teóricos a la práctica y perfeccionar la utilización de la hoja de cálculo, entre otras.

Palabras clave: Opciones financieras; Black-Scholes; *Strangle*; Hoja de cálculo

Summary

This study develops a theoretical and practical analysis of one of the best known strategies in the market for financial derivatives: the *strangle*. In order to expand and consolidate knowledge in the area of financial options. As well as manage and interpret data from actual cases and draw conclusions as it delves into the use of the spreadsheet from a financial perspective, and as a support for taking decisions and present results.

The document contains three chapters, the first one is a theoretical chapter and historical context and the other ones deepen in the study of the strategy in question and explain a important question of this study as it is the implementation of data in Excel.

The study, in addition to containing an idea of the financial market, is focused on financial options and the combination of these called *strangle*, useful in cases of significant variations in the price of the underlying. Throughout the document is manifested the ability to process and make assessments of the data provided by sources such as Infobolsa or MEFF, as well as it is manifested the development of skills to extract and process big volumes of data, handle literature with specific vocabulary of business English, apply theoretic knowledge to practice and improve on the use of the spreadsheet, among others.

Keywords: Financial options; Black & Scholes; *Strangle*; spreadsheet

Índice

Índice de figuras	5
Índice de tablas.....	8
Introducción.....	9
1. Opciones financieras	11
1.1 Notas básicas	11
1.1.1 Tipos de opciones por el derecho que incorporan.....	11
1.2 El precio de una opción: La prima.....	13
1.2.1 Modelo de Black- Scholes (B&S).....	14
1.2.2 Modelo Binomial (o CRR)	18
1.3 El <i>strangle</i>	20
1.3.1 Las “griegas” del <i>Strangle</i>	22
2. Análisis de casos	25
2.1 <i>Strangle</i> largo con acciones de Caixabank.....	25
2.1.1 Descripción de los datos	25
2.1.2 Valoración de la estrategia	29
2.1.3 Análisis de sensibilidad	32
2.1.4 Análisis del resultado de la estrategia. Contraste de hipótesis	40
2.2 <i>Strangle</i> corto con acciones de Repsol.....	43
2.2.1 Descripción de los datos	43
2.2.2 Valoración de la estrategia	46
2.2.3 Análisis de sensibilidad	49
2.2.4 Análisis del resultado de la estrategia. Contraste de hipótesis	56
3 Implementación de datos	60
3.1 Índice	60
3.2 Datos	61
3.3 Estrategia	62
Conclusiones	66
Bibliografía.....	68
Índice analítico.....	70

Índice de figuras

Figura 1: Evolución del precio del subyacente (Modelo Binomial)	19
Figura 2: Precio de la opción (Modelo Binomial)	19
Figura 3: Composición de un <i>strangle</i>	20
Figura 4: Ejemplo de un <i>Strangle</i>	21
Figura 5: Delta de un <i>strangle</i>	22
Figura 6: Gamma de un <i>strangle</i>	23
Figura 7: Theta de un <i>strangle</i>	23
Figura 8: Vega de un <i>strangle</i>	23
Figura 9: Rho de un <i>strangle</i>	24
Figura 10: Evolución de la prima para opciones de compra americanas con precio 3,50€ (Caixabank)	26
Figura 11: Evolución de la prima para opciones de venta americanas con precio 2,80€ (Caixabank)	26
Figura 12: Volatilidad y Delta para opciones de compra americanas con precio 3,50€ (Caixabank)	27
Figura 13: Volatilidad y delta de las opciones de venta americanas con precio 2,80€ (Caixabank)	28
Figura 14: Volumen americanas/europeas (Caixabank)	28
Figura 15: Volumen call/put americanas/europeas (Caixabank).....	29
Figura 16: Combinación de la compra de una <i>put</i> y una <i>call</i> : <i>Strangle</i> largo.	30
Figura 17: Representación gráfica de las griegas (<i>strangle</i> largo)	31
Figura 18: Distribución estadística del precio de ejercicio (S)	32
Figura 19: Distribución estadística del tipo de interés (r).....	32
Figura 20: Distribución estadística de la volatilidad	33
Figura 21: Distribución estadística del tiempo	33
Figura 22: Resultado simulaciónpPrima	34
Figura 23: Resultado simulación Delta	34
Figura 24: Resultado simulación gamma.....	34
Figura 25: Resultado simulación vega	35
Figura 26: Resultado simulación theta.....	35

Figura 27: Resultado simulación rho	36
Figura 28: Gráfica sensibilidad de la prima.....	36
Figura 29: Gráfica sensibilidad de delta.....	37
Figura 30: Gráfica sensibilidad gamma	38
Figura 31: Gráfica sensibilidad vega.....	38
Figura 32: Gráfica sensibilidad theta	39
Figura 33: Gráfica sensibilidad rho	39
Figura 34: Evolución del resultado del <i>strangle</i> y del precio del subyacente.	40
Figura 35: Evolución de la prima para opciones de compra americanas con precio 10,93€ (Repsol)	43
Figura 36: Evolución de la prima para opciones de venta americanas con precio 9,03€ (Repsol)	44
Figura 37: Volatilidad y delta de las opciones de compra con precio de ejercicio 10,93€ (Repsol)	44
Figura 38: Volatilidad y delta de las opciones de venta con precio de ejercicio 9,03€ (Repsol)	45
Figura 39: Volumen americanas/europeas (Repsol)	46
Figura 40: Volumen put/call americana/europeas (Repsol).....	46
Figura 41: Combinación de la venta de una <i>put</i> y una <i>call</i> : <i>Strangle</i> corto.	48
Figura 42: Representación gráfica de las griegas (<i>strangle</i> largo)	49
Figura 43: Resultado simulación Prima	50
Figura 44: Resultado simulación delta	50
Figura 45: Resultado simulación Gamma.....	51
Figura 46: Resultado simulación Vega	51
Figura 47: Resultado simulación Theta	51
Figura 48: Resultado simulación Rho	52
Figura 49: Gráfica de sensibilidad de la prima.....	52
Figura 50: Gráfica sensibilidad delta.....	53
Figura 51: Gráfica sensibilidad gamma	54
Figura 52: Gráfica sensibilidad vega.....	54
Figura 53: Gráfica sensibilidad theta	55
Figura 54: Gráfica sensibilidad rho	55
Figura 55: Evolución del resultado del <i>strangle</i> y del precio del subyacente.	56
Figura 56: Índice de documento Excel.....	60
Figura 57: Ejemplo gráfico dinámico Excel.....	61
Figura 58: Ejemplo fragmento tabla dinámica Excel.....	62
Figura 59: Hoja de valoración <i>strangle</i> largo	62
Figura 60: Barras de desplazamiento	63
Figura 61: Ejemplo utilización casillas verificación y lista desplegable (1)	64

Figura 62: Ejemplo utilización casillas de verificación y lista desplegable (2)..... 65

Índice de tablas

Tabla 1: Resumen tipo de opciones según derecho incorporado	13
Tabla 2: Fórmulas de las griegas.....	18
Tabla 3: Datos estadísticos <i>Strangle</i> Caixabank	41
Tabla 4: Prueba F para varianzas de dos muestras (Caixabank)	42
Tabla 5: Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales (Caixabank).....	42
Tabla 6: Datos estadísticos <i>Strangle</i> Repsol	56
Tabla 7: Prueba F para varianzas de dos muestras (Repsol)	58
Tabla 8: Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales (Repsol)	58

Introducción

El mercado de derivados financieros ha ido adquiriendo cada vez más importancia en el mundo financiero a lo largo de los últimos años, lo que hace cada vez más interesante e importante entender cómo funcionan y de qué manera pueden emplearse (Hull, 2009).

Entre los derivados financieros destacan los futuros y las opciones. Los primeros son contratos en los que las partes acuerdan la compra o venta de un activo en una fecha y a un precio determinados, mientras que en las opciones se acuerda que el comprador (posición larga) adquiere el derecho a comprar o vender un activo a un precio y en una fecha de vencimiento determinada (o antes de la misma), con la ventaja frente a los futuros de que éste podrá elegir si ejercer o no su derecho (Cohen, 2005; Tinoco & Trillo, 2003).

En el contrato existen dos partes: la posición larga (comprador) y la posición corta (vendedor). La flexibilidad de este derivado financiero hace que sea muy habitual en los mercados financieros la combinación de distintos tipos de opciones y posiciones, utilizando en cada caso la estrategia más adecuada para la obtención del resultado deseado.

Existen una gran variedad de posibles estrategias con opciones utilizadas por los inversores. Entre las más comunes, por un lado, existen los diferenciales (más conocidos como *spread*), útiles para limitar las pérdidas y los beneficios, por lo que son adecuados para los inversores principiantes; y por otro lado, son muy conocidas las denominadas estrategias de volatilidad como *guts*, *straddle* o *strangle*, con las que se consiguen mayores beneficios a medida que varía el precio y la volatilidad (Cohen, 2005).

El objetivo principal de este trabajo es el análisis de una de las estrategias más populares que surgen con la combinación de opciones: el *strangle*. La selección de esta estrategia se ha realizado siguiendo instrucciones y recomendaciones del tutor.

Este objetivo principal se concreta en varios específicos:

1. Ampliar y consolidar conocimientos del área de derivados financieros, en concreto de las opciones y de una combinación de éstas, analizando especialmente las variables relevantes y las medidas de sensibilidad, tanto de las opciones de forma individual como de la estrategia en su conjunto.
2. Reunir, organizar e interpretar datos de casos reales que permiten la simulación y aplicación práctica de la estrategia elegida para proceder a la reflexión y emisión de juicios acerca de la idoneidad y utilidad de dicha estrategia.
3. Profundizar y perfeccionar en el manejo de la hoja de cálculo como herramienta de valoración financiera y de apoyo a la toma de decisiones. Además, se propone comprobar su gran utilidad como soporte tecnológico de un modelo en el que organizar datos y presentar resultados, que resulta muy útil para la extracción de conclusiones.

Este documento se compone de tres capítulos. El primer capítulo es la parte teórica y contextual del tema a tratar. El segundo capítulo se centra en aplicar la estrategia (*strangle*), en posición larga como corta, a casos reales, con explicación del procedimiento seguido, fuentes de obtención de datos, cálculos necesarios realizados, y principales valores y resultados obtenidos. Por último, el tercer capítulo es el reflejo del prototipo que se ha elaborado en hoja de cálculo para este estudio, explicando su estructura, características, peculiaridades y utilidades.

1. Opciones financieras

1.1 Notas básicas

Una opción financiera es un contrato entre dos partes que da al comprador o posición larga el derecho (no la obligación), de comprar o vender un activo al vendedor o posición corta, en una fecha futura y a un precio pactado. Cuando el derecho que se adquiere es un derecho de compra se denomina opción de compra o *call*, mientras que si se adquiere un derecho de venta se denomina opción de venta o *put*. El precio establecido en el contrato se denomina precio de ejercicio o *strike* y la fecha de finalización del mismo se denomina fecha de vencimiento. Además, el comprador paga un precio por el derecho adquirido con la opción, que se conoce como prima. Con el pago de esta cantidad el vendedor queda comprometido con el comprador a corresponder a su requerimiento si éste decide ejercer su derecho (Cohen, 2005; Hull, 2009; Tinoco & Trillo, 2003). En cuanto al momento de ejecución de la opción, se pueden distinguir dos tipos: opción europea, que es aquella que se ejerce solo en la fecha de vencimiento, y opción americana, que se puede ejercer en cualquier momento hasta dicha fecha (Tinoco & Trillo, 2003).

Los derivados financieros son contratados en el mercado con diferentes objetivos, tales como: cubrirse de subidas o bajadas del precio del subyacente, especulación, arbitraje o diversificación (De Llano & Piñeiro, 2007). Además del bursátil también existe otro mercado de opciones conocido como mercado *over-the-counter* (OTC), que experimentó un fuerte crecimiento a partir de mediados del siglo XX. Una de sus ventajas es poder cumplir con necesidades más específicas de los inversores, pudiendo encontrar en él el producto específicamente requerido.

1.1.1 Tipos de opciones por el derecho que incorporan

Tal como se indicó anteriormente, la opción de compra (*call*) es aquella que da al tenedor el derecho (no la obligación) de comprar un valor a un precio pactado. (Allen, Myers, & Brealey, 2006; Hull, 2009; Tinoco & Trillo, 2003)

Cuando un inversor compra una *call* (posición larga):

- Tiene que pagar la prima.
- Se protege de la subida del precio del subyacente.
- Tiene derecho a comprar el activo. Puede ejercer este derecho siempre que la opción esté dentro de dinero o *in the money* (cuando el *strike* es menor que el precio de mercado). No se ejerce cuando la opción se encuentra fuera de dinero o *out the money* (cuando el *strike* es mayor que el precio de mercado), y resulta indiferente su ejercicio si la opción está en dinero o *at the money* (es decir, cuando el precio de mercado y el *strike* coinciden).
- Obtendría beneficio siempre y cuando ejerza la opción en un momento en que el precio de mercado esté por encima del punto muerto (que se calcula como la suma del *strike* más la prima pagada). Este beneficio es potencialmente ilimitado.
- La máxima pérdida equivale a la prima pagada y la obtendría en caso de no ejercer la opción de compra.

Cuando un inversor vende una *call* (posición corta):

- Cobra la prima.
- Tiene la obligación de vender en caso de que la posición larga decida ejercer su derecho.
- La ganancia máxima que podría obtenerse en este caso es la prima, mientras que la pérdida puede ser ilimitada.

La opción de venta (put) otorga al tenedor el derecho (no la obligación) de vender un valor a un precio pactado y antes de la fecha de vencimiento (Allen, Myers, & Brealey, 2006; Hull, 2009; Tinoco & Trillo, 2003).

Cuando un inversor compra una *put* (posición larga):

- Tiene que pagar la prima.
- Se protege de una bajada de precio del subyacente.
- Adquiere derecho a vender el activo. Ejercerá este derecho siempre que la opción esté *in the money* (en este caso, es cuando el *strike* está por encima del precio de mercado). No lo ejercerá cuando la opción esté *out the money* (es decir, en este caso, cuando el *strike* es menor que el precio de mercado), y resulta indiferente su ejercicio si la opción está *in the money* (cuando el *strike* y precio de mercado son iguales).
- Obtendrá beneficio siempre que ejerza la opción en un momento en que el precio de mercado esté por debajo del punto muerto (el *strike* menos la prima pagada). Este beneficio es potencialmente ilimitado.

- La máxima pérdida es el importe pagado por la prima, en caso de que no ejerza su derecho.

Cuando un inversor vende una *put* (posición corta):

- Cobra la prima.
- Tiene la obligación de comprar si la posición larga ejerce su derecho.
- La ganancia máxima que podría obtener es la prima, mientras que la pérdida es potencialmente ilimitada.

Tabla 1: Resumen tipo de opciones según derecho incorporado

	Posición larga (comprador)	Posición corta (vendedor)
Opción de compra (<i>call</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Máxima pérdida: la prima. - Máximo beneficio: ilimitado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Máxima pérdida: ilimitada. - Máximo beneficio: la prima.
Opción de venta (<i>put</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Máxima pérdida: la prima. - Máximo beneficio: ilimitado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Máxima pérdida: ilimitada. - Máximo beneficio: la prima.

Fuente: Elaboración propia.

1.2 El precio de una opción: La prima

La prima es el precio que el comprador de una opción (*put*) o (*call*) paga al vendedor de la misma, por la obtención del derecho a ejercerla o no en un momento dado (Pindado, 2012).

Una opción tiene un **valor intrínseco**, que es el resultado que se obtendría en el caso de que se ejerza inmediatamente el derecho incorporado a la acción, y un **valor temporal**, que va asociado a las expectativas de que la opción esté dentro de dinero cuando llegue su vencimiento. La prima es la suma de ambos valores de la opción (Pindado, 2012).

Las variables que determinan el valor de una opción son (Pindado, 2012):

- **Precio del subyacente:** Precio del activo sobre el que se contrata la opción. Determina si la opción está *in the money* (ITM), *out the money* (OTM) o *at the money* (ATM), conceptos ya definidos anteriormente.

- **La volatilidad:** Desviación estándar del precio de la acción. Cuanto mayor sea más varía el rendimiento de la acción, y más oscilan las cotizaciones de ésta. La prima de la opción es mayor cuanto más volátil sea. En cuanto a la volatilidad hay dos enfoques: por un lado, la volatilidad implícita, que es la que determina el mercado como la necesaria para determinar el precio de liquidación; y, por otro lado, la volatilidad histórica, que se calcula haciendo la uso de los valores históricos.
- **El tipo de interés sin riesgo:** Este tipo de interés conjuntamente con el tiempo hasta el vencimiento generan lo que se denomina “efecto apalancamiento” de la opción, que aumenta cuanto mayor sea el tipo de interés sin riesgo afectando de forma positiva al valor de la *call* y de forma negativa al valor de la *put*.
- **Los dividendos:** El pago de dividendos antes del vencimiento de la opción significa una disminución del precio del subyacente por lo que afecta de forma negativa al valor de las opciones de venta y positivamente al valor de las opciones de compra.
- **El tiempo hasta el vencimiento:** El efecto del tiempo sobre la prima va a depender de la suma de los efectos de las variables anteriores, siendo diferente para *calls* que para *puts*:
V.temporal (call) = V.apalancamiento + V.volatilidad – V.dividendo
V.temporal (put) = - V.apalancamiento + V.volatilidad + V.dividendo

Para el cálculo de la prima teórica existen varios modelos. A continuación, se hablará de los dos más relevantes o más utilizados en la práctica.

1.2.1 Modelo de Black- Scholes (B&S)

El Modelo de Black & Scholes, muy destacado en la teoría financiera del siglo XX, permite la estimación del precio de la prima a pagar por la compra de una *put* o una *call* (Black & Scholes, 1973; Pindado, 2012).

Este modelo se desarrolla en un contexto de capitalización continua, que es el límite de la capitalización compuesta, tal como se explica a continuación:

$$(1 + i_m)^m = (1 + i) \quad (1)$$

$$i_m = \frac{J_m}{m} \quad (2)$$

Teniendo en cuenta que la ecuación (1) puede reescribirse de la siguiente forma, y sustituyendo con la ecuación (2), obtenemos:

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

La capitalización continua se obtiene como límite de la expresión de capitalización compuesta de la que se partió inicialmente.

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

La ecuación que representa este modelo de Black & Scholes es la siguiente:

$$\frac{\partial f}{\partial t} + rS \frac{\partial f}{\partial S} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} = rf \quad (5)$$

Esta fórmula presenta algunas limitaciones en su formulación original, ya que sirve únicamente para **opciones europeas**, en el supuesto de **no reparto de dividendos** y en condiciones de **no arbitraje**. (Black & Scholes, 1973; J. C. Hull, 2012)

La solución al desarrollo de la ecuación anterior permite obtener el importe teórico de una *call* (c) y una *put* (p):

$$c = S_0 N(d_1) - K e^{-rT} N(d_2) \quad (6)$$

$$p = K e^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1) \quad (7)$$

donde,

$$d_1 = \frac{\ln(S_0/K) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (8)$$

$$d_2 = \frac{\ln(S_0/K) + (r - \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (9)$$

y tales que se verifica la **paridad put-call**, lo que significa que podemos calcular la prima la *put* en función de la *call*, y viceversa. La existencia de esta paridad garantiza que no pueda producirse arbitraje (Black & Scholes, 1973; J. C. Hull, 2012).

$$c + Ke^{-rT} = p + S_0e^{-qT} \quad (10)$$

A partir de la ecuación de Black- Scholes, se obtienen numerosas derivadas respecto a las distintas variables explicativas de la prima, las cuales se denominan “griegas”, siendo las siguientes algunas de las más destacadas (Black & Scholes, 1973; J. C. Hull, 2012):

- **Delta:** refleja cómo varía la prima si cambia el precio del subyacente.

Para una opción de compra europea sobre acciones sin dividendos su valor es positivo y viene dado por:

$$\Delta = N(d_1) \quad (11)$$

Para una opción de venta europea sobre acciones sin dividendos su valor es negativo y viene dado por:

$$\Delta = N(d_1) - 1 \quad (12)$$

- **Gamma:** es la derivada de la expresión anterior, es decir, expresa la variación de delta respecto al precio del activo subyacente. La expresión es la misma para una opción de compra y de venta europeas sobre acciones sin dividendos:

$$\Delta\pi = \theta\Delta t + \frac{1}{2}r\Delta S^2 \quad (13)$$

- **Theta:** variación del importe de la prima respecto al paso del tiempo.

$$\theta = \frac{\Delta\pi}{\Delta t} \quad (14)$$

Para una opción de compra europea sobre acciones sin dividendos:

$$\theta = -\frac{S_0N'(d_1)\sigma}{2\sqrt{T}} - rKe^{-rT}N(d_2) \quad (15)$$

Para una opción de venta europea sobre acciones sin dividendos:

$$\theta = -\frac{S_0 N'(d_1) \sigma}{2\sqrt{T}} + rK e^{-rT} N(-d_2) \quad (16)$$

- **Vega:** tasa de cambio o variación del importe de la prima respecto a la volatilidad del subyacente. La expresión es la misma para una opción de compra y de venta europeas sobre acciones sin dividendos:

$$v = S_0 \sqrt{T} N'(d_1) \quad (17)$$

- **Rho:** refleja cómo cambia el importe de la prima respecto al tipo de interés. Para una opción de compra europea sobre acciones sin dividendos:

$$rho = K T e^{-rT} N(-d_2) \quad (18)$$

Para una opción de venta europea sobre acciones sin dividendos:

$$rho = -K T e^{-rT} N(-d_2) \quad (19)$$

El concepto de dividendo tiene dos variantes: por un lado, un dividendo teórico conocido como dividendo continuo, que es el que se incorpora como variable en el Modelo de Black & Scholes y, por otro lado, el dividendo real que es el discreto. El tratamiento de uno y otro es diferente: el primero aparece en las fórmulas modificándolas e incorporándose como una variable del modelo, mientras que el segundo, se incluye actualizándolo y restando su valor al del precio del subyacente (Hull, 2012).

Existe una variante de la ecuación de Black & Scholes original para el caso de opciones sobre acciones **con dividendos continuos**, que es la siguiente:

$$\frac{\partial f}{\partial t} + (r - q)S \left(\frac{\partial f}{\partial S} \right) + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \left(\frac{\partial^2 f}{\partial S^2} \right) = rf \quad (20)$$

Cuya solución se refleja de la siguiente forma:

$$c = S_0 e^{-qT} N(d_1) - K e^{-rT} N(d_2) \quad (21)$$

$$p = K e^{-rT} N(-d_2) - S_0 e^{-qT} N(d_1) \quad (22)$$

Entonces,

$$\ln \frac{S_0 e^{-qT}}{K} = \ln \frac{S_0}{K} - qT \quad (23)$$

$$d_1 = \frac{\ln(S_0/K) + (r - q + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (24)$$

$$d_2 = \frac{\ln(S_0/K) + (r - q - \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (25)$$

Igual que ocurría con el caso inicial para acciones sin dividendos, también se verifica la **paridad put-call**, de la siguiente forma:

$$C + Ke^{-rT} = p + S_0 e^{-qT} \quad (26)$$

Finalmente, de igual modo que para el caso anterior se hablaba de unas derivadas de la ecuación principal conocidas como "griegas", también se obtienen en el caso de incluir dividendos, siendo las más conocidas las siguientes:

Tabla 2: Fórmulas de las griegas

Griega	Opción de compra (call)	Opción de venta (put)
<i>Delta</i>	$e^{-qT} N(d_1)$	$e^{-qT} [N(d_1) - 1]$
<i>Gamma</i>	$\frac{N'(d_1)e^{-qT}}{S_0\sigma\sqrt{T}}$	$\frac{N'(d_1)e^{-qT}}{S_0\sigma\sqrt{T}}$
<i>Theta</i>	$-S_0 N'(d_1)\sigma e^{-qT}/(2\sqrt{T})$ $+qS_0 N(d_1)e^{-qT} - rKe^{-rT}N(d_2)$	$-S_0 N'(d_1)\sigma e^{-qT}/(2\sqrt{T})$ $-qS_0 N(-d_1)e^{-qT} + rKe^{-rT}N(-d_2)$
<i>Vega</i>	$S_0\sqrt{T}N'(d_1)e^{-qT}$	$S_0\sqrt{T}N'(d_1)e^{-qT}$
<i>Rho</i>	$KT e^{-rT}N(d_2)$	$-KT e^{-rT}N(-d_2)$

Fuente: Hull (2012) y Merton (1973)

1.2.2 Modelo Binomial (o CRR)

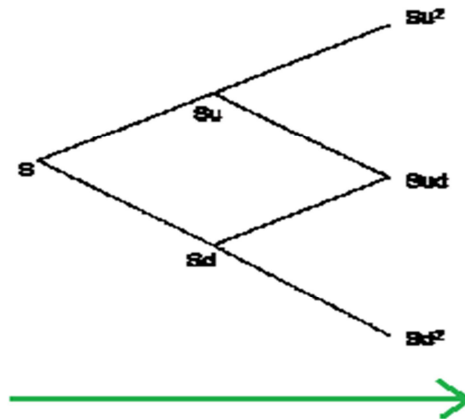
Es un modelo discreto que permite ver el comportamiento de las acciones a través del tiempo. Suponiendo que S es el precio de la acción en el momento t, lo que el modelo apunta es que la acción puede variar en dos direcciones: puede aumentar su precio o disminuir, representado en estas dos ecuaciones (J. C. Hull, 2012):

$$S_i = S_{i-1} \cdot u \quad (27)$$

$$S_i = S_{i-1} \cdot d \quad (28)$$

Siendo u la variación media al alza de los valores, y d la disminución media de los valores, partiendo de datos históricos (Pindado, 2012). Empleando la primera fórmula en los movimientos ascendentes a través del árbol, y la segunda en los descendientes, obtenemos la Figura 1, que refleja los posibles cambios en el precio del subyacente en dos períodos, y que podría seguir ramificándose en función de los períodos de tiempo que estemos considerando.

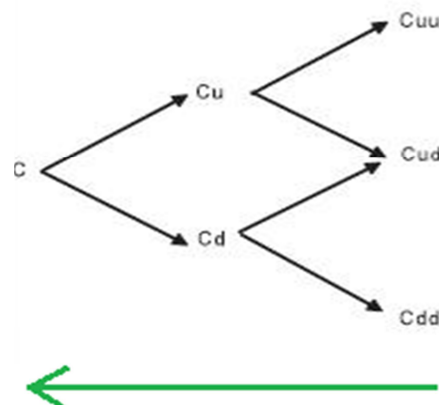
Figura 1: Evolución del precio del subyacente (Modelo Binomial)



Fuente: Elaboración propia.

A partir de este árbol construimos otro similar en sentido inverso, es decir, de derecha a izquierda. Este será el que represente los cambios de precio de la opción, siendo el valor finalmente obtenido a la izquierda del mismo la prima "c", tal como se ve en la Figura 2.

Figura 2: Precio de la opción (Modelo Binomial)



Fuente: Elaboración propia.

El tratamiento discreto del tiempo en este modelo le otorga ciertas ventajas frente al de Black & Scholes. Por un lado, su capacidad para adaptarse a diversos supuestos hace que sea válido tanto para opciones europeas como americanas mientras que el de Black- Scholes sólo sirve para europeas. Y, por otro lado, la sencillez de cálculos que presenta frente al modelo del apartado anterior. (Pindado, 2012).

1.3 El *strangle*

Los inversores suelen combinar distintos tipos de opciones para conformar estrategias de inversión. Cada combinación recibe un nombre específico y responde a un objetivo concreto. Este trabajo se va a centrar en una combinación de una *call* larga y una *put* larga, es decir, comprar una opción de compra y comprar una opción de venta simultáneamente, conocido como *strangle*. (Pindado, 2012).

Se utilizará el nombre de la estrategia en inglés para nombrar la estrategia (conocida como *cuña* en español), así como otros términos financieros en inglés, como *put* o *call*, de la misma forma que se hace en el mundo financiero habitualmente, ya que se encuentran incluidos como término de uso frecuente en el diccionario de Castelo Montero (2003). Además, otros autores, como Delgado Ugarte (1999) o Soldevilla (1996) los utilizan también en sus publicaciones.

El *strangle* pertenece a un tipo de estrategias conocidas como estrategias de volatilidad. Este tipo de combinación de opciones suele ser apropiada cuando el mercado es neutral a la dirección del precio pero, ante un cambio, se espera una reacción por parte del mismo. En el *strangle* las dos opciones se compran fuera de dinero (OTM), aunque también podría comprarse la *put* fuera de dinero y la *call* en dinero (Cohen, 2005; Soldevilla & García, 1996).

Figura 3: Composición de un *strangle*



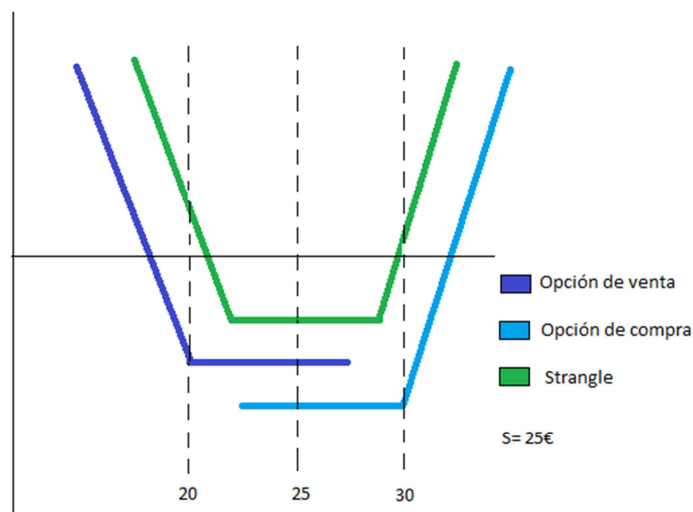
Fuente: Cohen, 2005.

Con esta posición se gana dinero siempre y cuando el mercado varíe (lo suficiente para cubrir la prima) en cualquier dirección. Llevarla a cabo consiste en comprar una *call* con un precio superior al de mercado y una *put* más barata que el precio de mercado (normalmente a precios equidistantes al de referencia), ambas con la misma fecha de expiración, preferiblemente en

plazos cortos alrededor de los tres meses. Si el precio de mercado sube, es conveniente deshacerse de la opción de compra obteniendo un beneficio y, si el precio baja, obtener el beneficio deshaciéndose de la opción de venta. La venta de la *put* o la *call* es recomendable realizarla con anterioridad al mes que precede al vencimiento, ya que será cuando menos probabilidades habrá de cambios significativos en el precio. La máxima pérdida a la que se expone el inversor con el *strangle* es el precio de la prima, pero el beneficio es potencialmente ilimitado (Cohen, 2005).

Para ejemplificar el *strangle*, suponiendo que el precio de una acción concreta en un momento determinado está en 25€, un inversor interesado en llevar a cabo esta estrategia podría adquirir, en dicho instante del tiempo, una *call* a un precio de 30€ (fuera de dinero) y una *put* a 20€, representadas en la Figura 4. Este inversor pagaría por ambas su correspondiente prima, que será tanto mayor cuanto más se acerque el precio a 25€, y tanto menor cuanto más se alejen los respectivos precios de 25€.

Figura 4: Ejemplo de un Strangle.



Fuente: Elaboración propia.

En este ejemplo, el inversor ganaría dinero siempre que el precio de la acción suba por encima de 30+primas y ejerce la opción de compra, o inferior a 20-primas y ejerce la opción de venta.

Un *strangle* presenta una serie de ventajas a tener en cuenta (Cohen, 2005):

- Obtención de beneficios con un activo volátil, independientemente del sentido en el que varíe el precio, con la única condición de que se produzca una variación del mismo suficiente para cubrir las primas.

- Riesgo limitado al importe de las dos primas satisfechas.
- Más barato que otras combinaciones, ya que compramos las opciones fuera de dinero, por lo que las primas son menores.

Asimismo, presenta las siguientes desventajas:

- Es necesario un movimiento significativo del precio del subyacente para obtener un beneficio.
- El diferencial entre los precios de ejercicio puede afectar negativamente a la calidad de la estrategia.
- Estrategia psicológicamente estresante, ya que requiere estar muy pendiente del mercado.

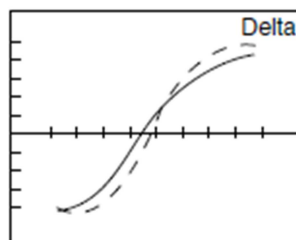
El *strangle*, igual que otras estrategias de este tipo, tiene **dos variantes**: la posición **larga** y la **corta**. En los párrafos anteriores de este apartado se ha definido la primera de las dos. La posición corta sería la perspectiva contraria, vendiendo la *put* y la *call* en las mismas condiciones descritas para la posición larga. Las características de la posición corta serían también, por lo tanto, las contrarias a las de la posición larga. Esta posición resulta útil siempre que la volatilidad del mercado sea mínima, y se ve perjudicada siempre que se produzcan cambios significativos en el precio, tanto ascendentes como descendentes.

1.3.1 Las “griegas” del *Strangle*

Anteriormente, hemos explicado el concepto “griegas” así como definido las más importantes. Estas griegas presentan unas características concretas dependiendo de la estrategia a tratar. En el caso concreto de un *strangle* en su posición larga, se puede precisar lo siguiente:

- **Delta.** Presenta sus mejores valores cuando la posición está obteniendo beneficio, en cualquier sentido. Los valores negativos de esta griega son únicamente un indicador de la dirección.

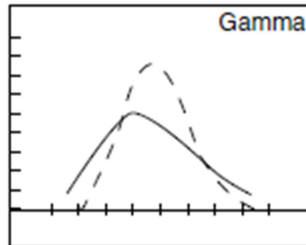
Figura 5: Delta de un *strangle*



Fuente: Cohen(2005)

- **Gamma.** Presenta sus valores máximos entre los precios de ejercicio, lo que ilustra una mayor tasa de cambio en ese intervalo.

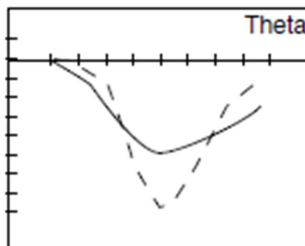
Figura 6: Gamma de un *strangle*



Fuente: Cohen(2005)

- **Theta.** El paso del tiempo es más perjudicial cuando la posición es perdedora.

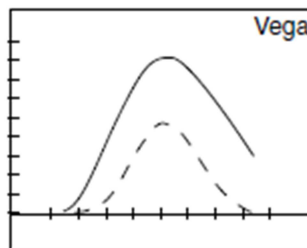
Figura 7: Theta de un *strangle*



Fuente: Cohen(2005)

- **Vega.** La volatilidad es buena para la posición, particularmente alrededor de los precios de ejercicio.

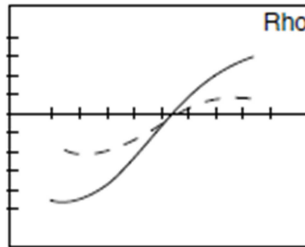
Figura 8: Vega de un *strangle*



Fuente: Cohen(2005)

- **Rho.** Tipos de interés altos son generalmente beneficiosos para la posición cuando el tipo de interés cae, y viceversa.

Figura 9: Rho de un *strangle*



Fuente: Cohen(2005)

Las griegas en posición corta mostrarían los perfiles opuestos.

2. Análisis de casos

En este apartado se realiza una aplicación práctica de estrategia descrita en el apartado anterior, en base al análisis de casos. Siguiendo indicaciones del tutor se han elegido las empresas **Caixabank** y **Repsol** para simular el *Strangle* en posición larga y corta, respectivamente.

Las fuentes empleadas para la obtención de los datos necesarios de ambas empresas han sido **MEFF, Infobolsa y Banco de España**. Por un lado, de MEFF se han extraído los datos para las opciones de compra y venta correspondientes a las dos empresas en cada sesión del horizonte de estudio (de 4 de enero a 18 de marzo de 2016) referentes a precio de ejercicio, fecha de vencimiento, precio de compra, precio de venta, prima, volatilidad, delta, volumen y tipo de interés abierto, entre otras. Por otro lado, Infobolsa ha servido como base para la obtención de precios y volúmenes de las acciones de Caixabank y Repsol. Por último, del Banco de España se ha obtenido el Euríbor a 12 meses.

A partir de los datos de las fuentes mencionadas, se han elaborado una serie de tablas y gráficos dinámicos.

2.1 *Strangle* largo con acciones de Caixabank

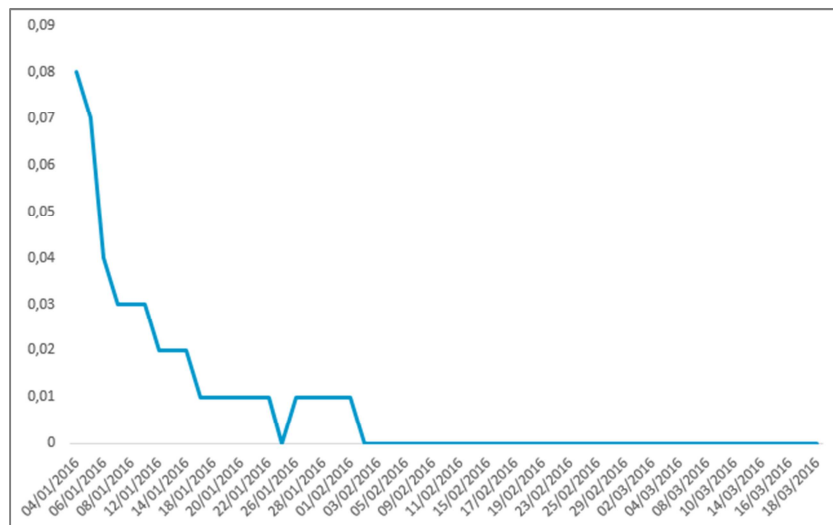
2.1.1 Descripción de los datos

El análisis de esta estrategia consiste en la adquisición a fecha 04/01/2016 de una *put* americana en posición larga y una *call* americana en posición larga, ambas con fecha de vencimiento 18/03/2016. Para tener un precio de referencia de las acciones de esta empresa, se obtiene de Infobolsa la cotización que han tenido las mismas a día 04/01/2016, siendo de **3,153€**. En un *Strangle* en posición larga se adquieren ambas opciones *out the money* y a precios equidistantes al de referencia, por lo que se decide simular la contratación de una *call* a un precio de ejercicio (*strike*) de **3,50€** y una *put* con un *strike* de **2,80€**.

Al situarse como posición larga (comprador), se efectúa el pago de dos primas. Las figuras 10 y 11 reflejan la evolución de la prima de las opciones contratadas.

La prima de las opciones de compra presenta una dinámica claramente decreciente, cuyo valor más alto se manifiesta en la fecha en la que se contrata la estrategia al inicio del gráfico.

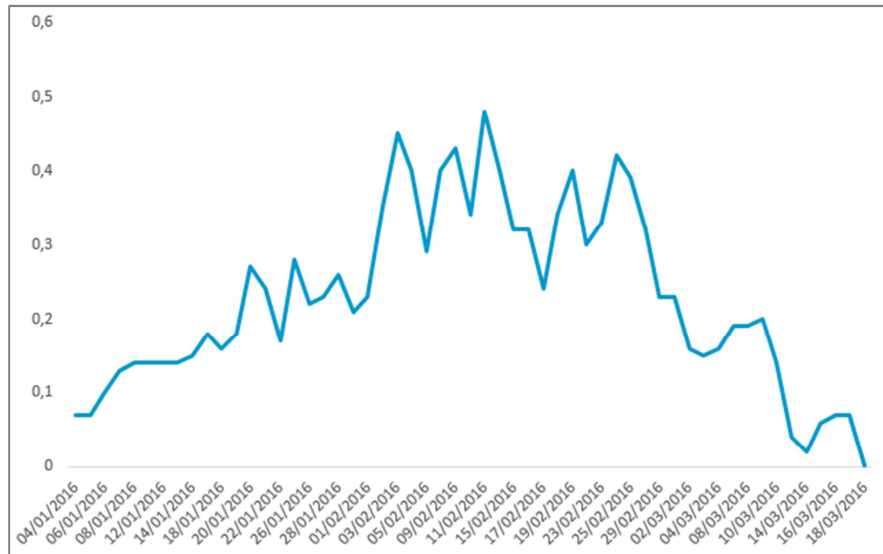
Figura 10: Evolución de la prima para opciones de compra americanas con precio 3,50€ (Caixabank)



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, la prima de las opciones de venta se muestra con altibajos durante todo el período analizado, teniendo sus valores más altos en el mes de Febrero, entre los 0,4€ y 0,5€ aproximadamente.

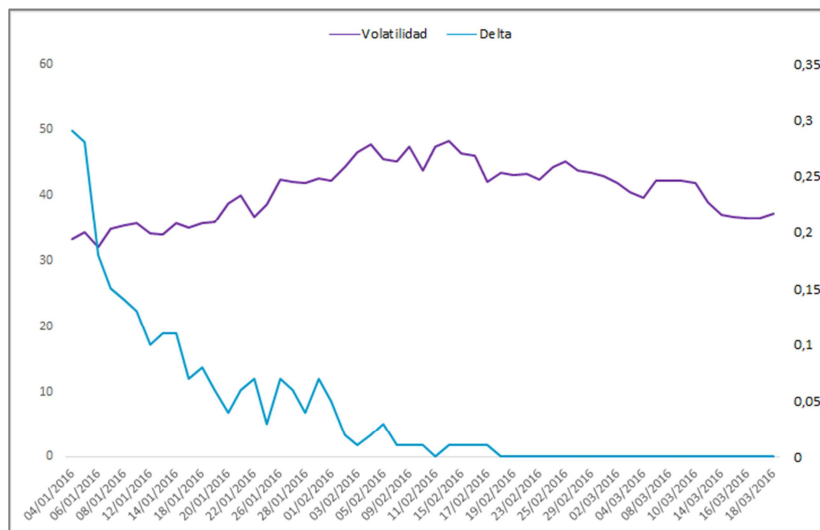
Figura 11: Evolución de la prima para opciones de venta americanas con precio 2,80€ (Caixabank)



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la volatilidad y la delta de la *call* contratada, la primera muestra suaves pero continuos altibajos, y sus valores más altos se sitúan hacia la mitad del período analizado. Por otro lado, la delta parte de un valor aproximado de 0,3 y decrece a lo largo del horizonte temporal estudiado.

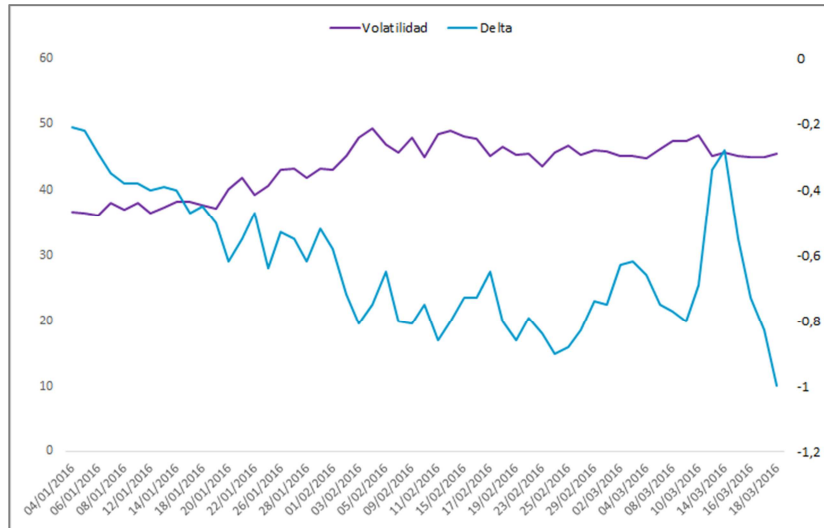
Figura 12: Volatilidad y Delta para opciones de compra americanas con precio 3,50€ (Caixabank)



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de las opciones de venta, la volatilidad es similar al caso anterior, pero la delta, por el contrario, presenta valores negativos y altibajos bastante marcados.

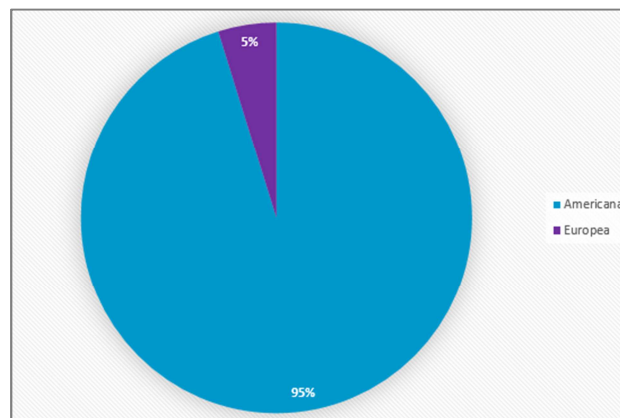
Figura 13: Volatilidad y delta de las opciones de venta americanas con precio 2,80€ (Caixabank)



Fuente: Elaboración propia.

El 95% de las opciones negociadas en el mercado sobre acciones de Caixabank son americanas, representando las europeas un volumen muy reducido, como se puede ver en la figura siguiente:

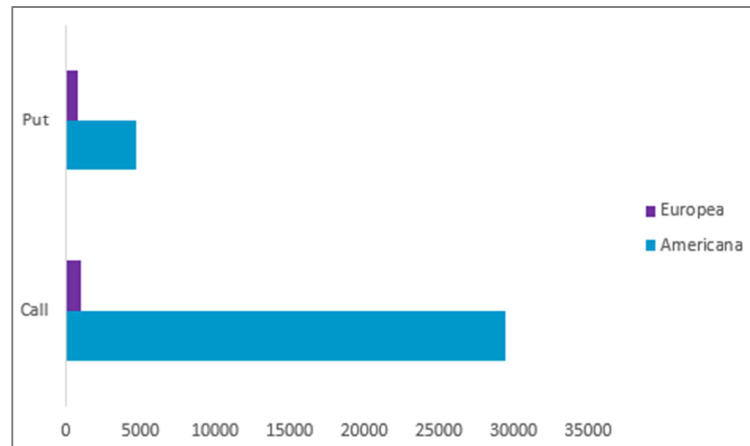
Figura 14: Volumen americanas/europeas (Caixabank)



Fuente: Elaboración propia

Además, en cuanto a opciones de compra y venta, podemos ver en el gráfico siguiente que se negocian considerablemente más opciones de compra, siendo la mayoría de ellas americanas como ya se intuye con los datos de la figura anterior.

Figura 15: Volumen call/put americanas/europeas (Caixabank)



Fuente: Elaboración propia.

2.1.2 Valoración de la estrategia

La simulación en la práctica de esta estrategia requiere una serie de datos de partida, que se detallan a continuación:

- **Precio del subyacente (3,153€):** extraído de la cotización que figura en e Infobolsa a día 4 de Enero (primer día en que se negociaron acciones el ejercicio actual).
- **Tipo de interés (5,80%):** siguiendo a MEFF (1995) se utiliza el Euríbor a 12 meses.
- **Volatilidad (33,22%):** se utiliza la volatilidad **implícita** publicada el día 4 de Enero.
- **Tiempo (0,2022 años):** se ha calculado como la fracción del año hasta el vencimiento (18/03/2016).
- **Dividendo:** se utiliza el dividendo **discreto** actualizado mediante **capitalización continua**, importe que se restaría al precio del subyacente para operar con este nuevo precio. En el caso de las empresas seleccionadas (Caixabank y Repsol), no hay importe de dividendo neto en el período a analizar, por lo que el precio del subyacente no sufre minoración alguna.

Con estos datos, se calculan las primas de las opciones con el modelo de Black-Scholes, y las cifras críticas de la estrategia:

- **Punto muerto superior (3,64€).** Es el precio superior a partir del cual empezaría a obtenerse ganancia con la estrategia. Se obtiene sumando al *strike* de la *call*, la prima total pagada por la estrategia. Es decir:

$$3,50 + 0,14 = 3,64\text{€}$$

- **Punto muerto inferior (2,66€).** Este punto crítico se calcula restando al *strike* de la *put* dicha prima, de la siguiente forma:

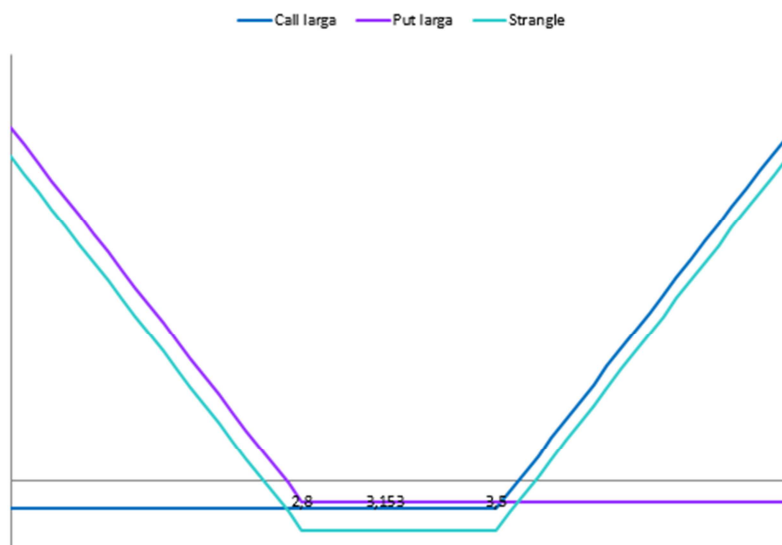
$$2,80 - 0,14 = 2,66\text{€}$$

- **Máximo beneficio (ilimitado).** Con esta estrategia el máximo beneficio que se puede obtener es ilimitado, ya que cuanto más varíe el precio, más ganancia se obtendrá.
- **Máxima pérdida (0,14€).** La cantidad máxima que se puede perder con el *strangle* largo, en caso de que el precio presente poca variabilidad y no se decida ejercer ninguna de las opciones, será el importe de la prima (suma de las primas de las dos opciones)

$$-0,08 - 0,06 = -0,14\text{€}$$

A continuación, se seleccionó un rango de precios en el que estuviesen contenidos el precio del subyacente y los *strike* de las dos opciones contratadas (desde 1,75€ hasta 4,55€) y se calcularon los valores intrínsecos de cada una de las dos opciones, así como los resultados, de forma individual y conjunta. Con estos datos se representan gráficamente las dos opciones sobre acciones de CaixaBank contratadas, así como el resultado de la combinación de ambas (*strangle* en posición larga).

**Figura 16: Combinación de la compra de una *put* y una *call*:
Strangle largo.**



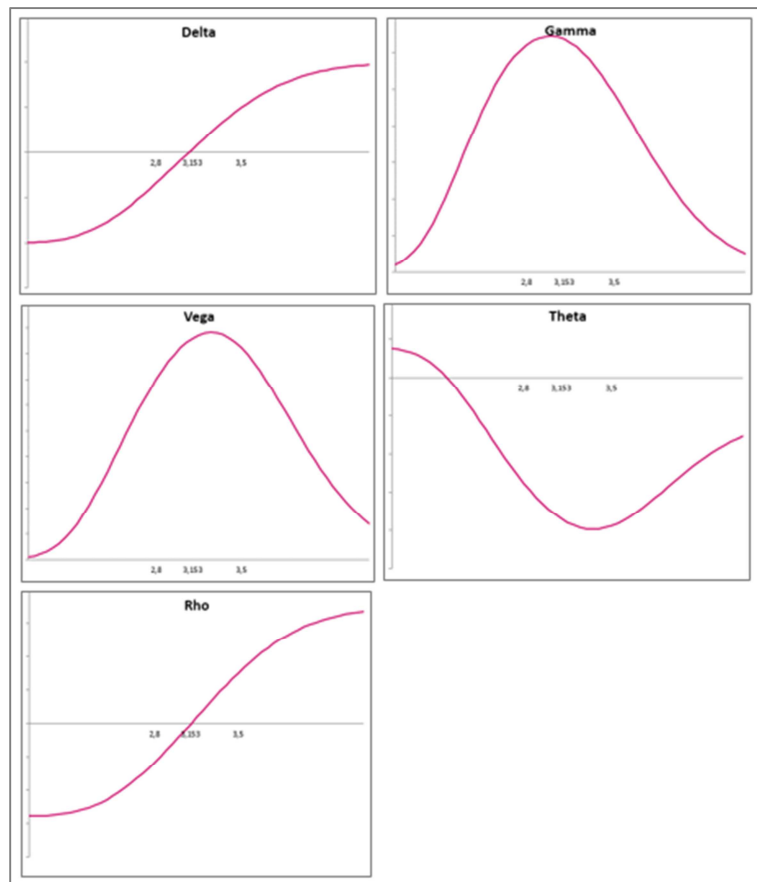
Fuente: Elaboración propia.

Además, también se han calculado las griegas de la estrategia. Para ello se suman los valores de cada griega para la *put* y para la *call*:

- **Delta:** $0,292608 + (-0,191151) = 0,101457$
Delta de la *call* + Delta de la *put* = Delta del *Strangle*
- **Gamma:** $0,729840 + 0,523907 = 1,253748$
- **Vega:** $0,487333 + 0,386157 = 0,873490$
- **Theta:** $-0,449205 + (-0,311784) = -0,760989$
- **Rho:** $0,170289 + (-0,133855) = 0,036434$

Igual que para la representación de la propia estrategia, se ha calculado el valor de las griegas para cada uno de los precios del intervalo mencionado anteriormente, obteniendo así la representación gráfica de cada una de ellas.

Figura 17: Representación gráfica de las griegas (*strangle largo*)



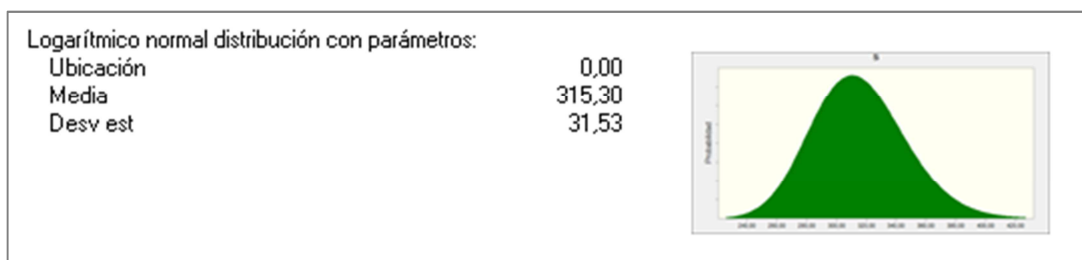
Fuente: Elaboración propia.

La figura anterior refleja el perfil que sigue cada una de las griegas para un *strangle* en posición larga. Delta indica como cambia la prima ante cambios en el precio y, como se puede observar, para valores bajos del precio del subyacente es negativa lo que indica que aumentos del precio generan disminuciones en el valor de la prima, mientras que para valores altos del precio la relación sería directa. Gamma refleja la variación de delta respecto al precio del subyacente que, como muestra la gráfica, es mayor cuando éste se sitúa entre los precios a los que se han contratado las opciones alcanzando. Por otro lado, vega muestra que cuanto más se acerque el precio del subyacente a los precios de ejercicio más aumentará/disminuirá la prima con los aumentos/disminuciones de la volatilidad. Theta muestra que, para valores bajos del precio los aumentos de tiempo generan aumentos del valor de la prima, mientras que para precios mayores la relación se vuelve inversa. Por último, rho tiene un perfil similar al de delta, pero con diferente significado, ya que en este caso indica una variación de la prima en sentido contrario a la variación del tipo de interés (relación inversa), hasta que el precio del subyacente supera el precio del ejercicio, donde la relación cambiaría a directa

2.1.3 Análisis de sensibilidad

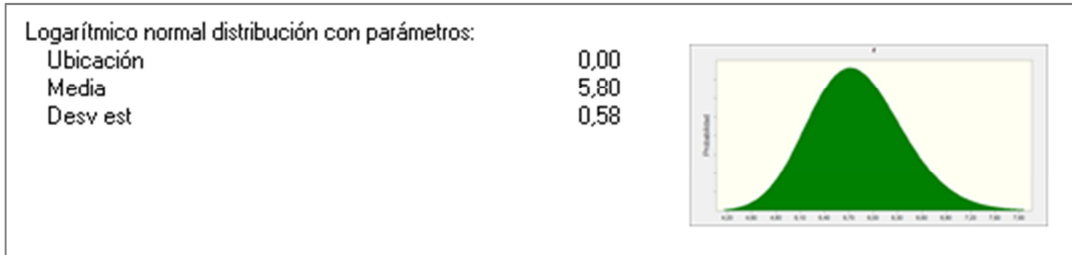
Este análisis refleja cómo afectan las diversas variables explicativas a la prima y a las griegas de la estrategia. Para realizarlo, se hace uso de un complemento de Excel conocido como Crystal Ball. La hipótesis de partida es que el precio, tipo de interés y volatilidad siguen una distribución logarítmica normal, mientras que el tiempo sigue una distribución uniforme (Black & Karasinski, 1991; Fouque, Papanicolaou, & Sircar, 2000; Geske, 1978; Jeong, Kim, & Wee, 2009)

Figura 18: Distribución estadística del precio de ejercicio (S)



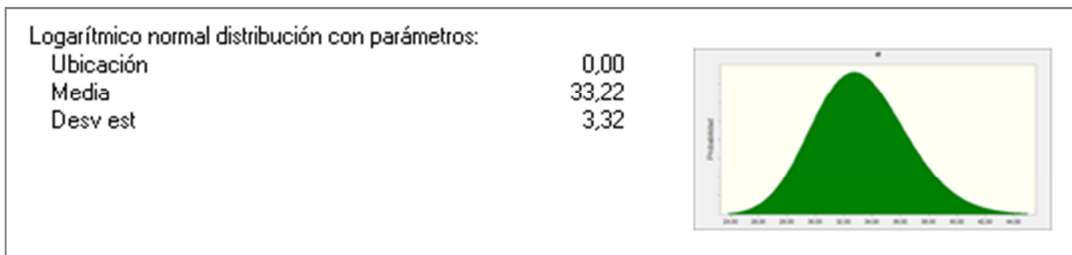
Fuente: Elaboración propia.

Figura 19: Distribución estadística del tipo de interés (r)



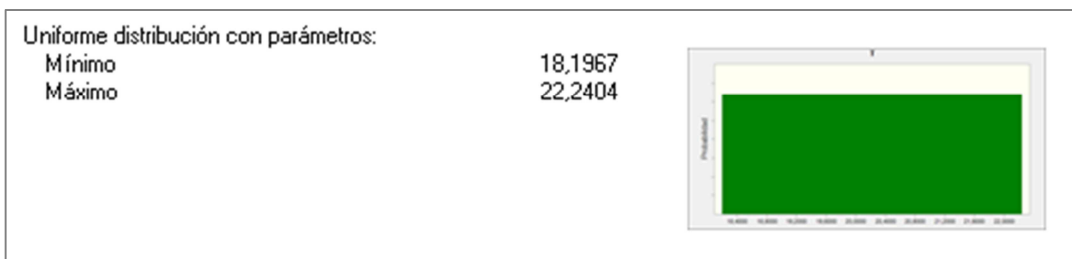
Fuente: Elaboración propia.

Figura 20: Distribución estadística de la volatilidad



Fuente: Elaboración propia.

Figura 21: Distribución estadística del tiempo



Fuente: Elaboración propia.

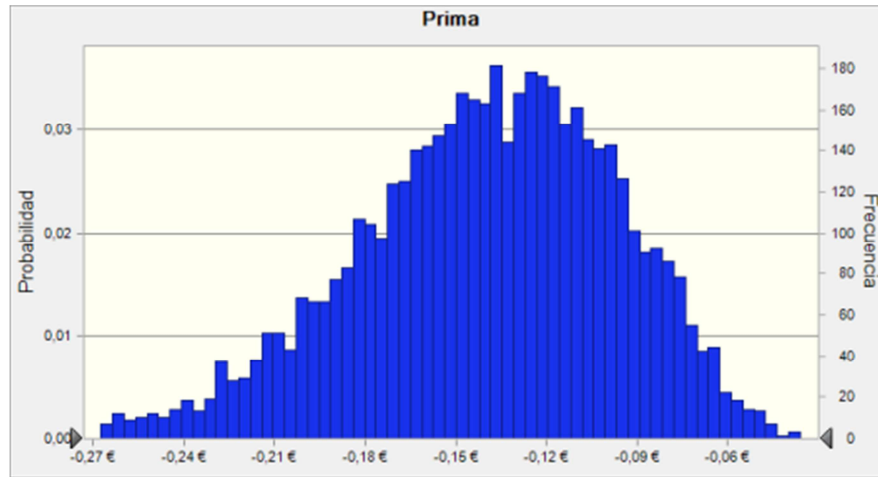
Para llevar a cabo este análisis se hacen dos ajustes. Por un lado, se establecen los precios de ejercicio de las dos opciones en función del precio del subyacente, con el fin de que no varíen libremente y no se salgan de la estrategia. Por otro lado, se hace un ratio de volatilidades para poner una volatilidad en función de la otra, ya que las dos opciones son sobre el mismo subyacente, por lo que no tendría sentido simularlas de forma independiente.

Con todos los datos mencionados, se lleva a cabo la simulación de 5.000 escenarios para la prima y las griegas, cuyos resultados se muestran y explican brevemente a continuación.

La prima del *strangle* presenta valores negativos. Esto se debe, como ya se ha explicado anteriormente, a que estamos en posición larga y, por lo tanto se paga la suma de las primas

de las dos opciones contratadas. Los valores de la prima se encuentran comprendidos entre -0,39 y -0,04.

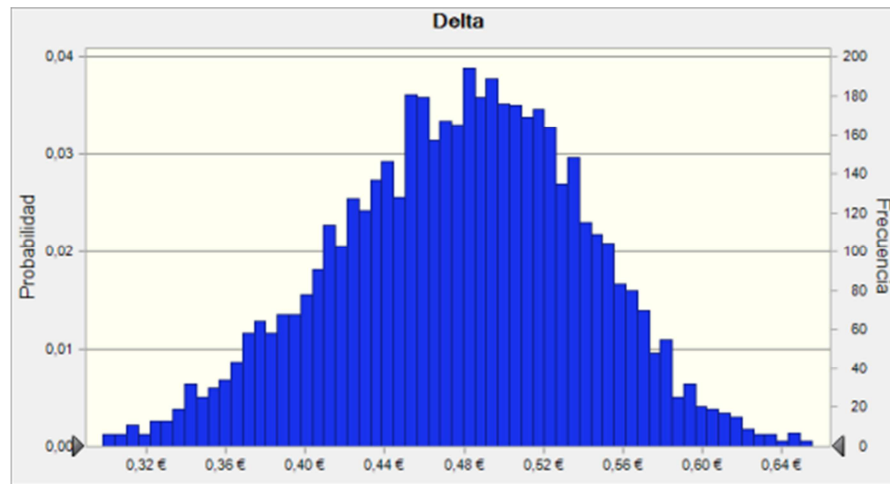
Figura 22: Resultado simulación Prima



Fuente: Elaboración propia.

El parámetro delta de la estrategia, como podemos observar en la figura siguiente, toma valores positivos entre 0,25 y 0,69, siendo el valor medio de 0,48.

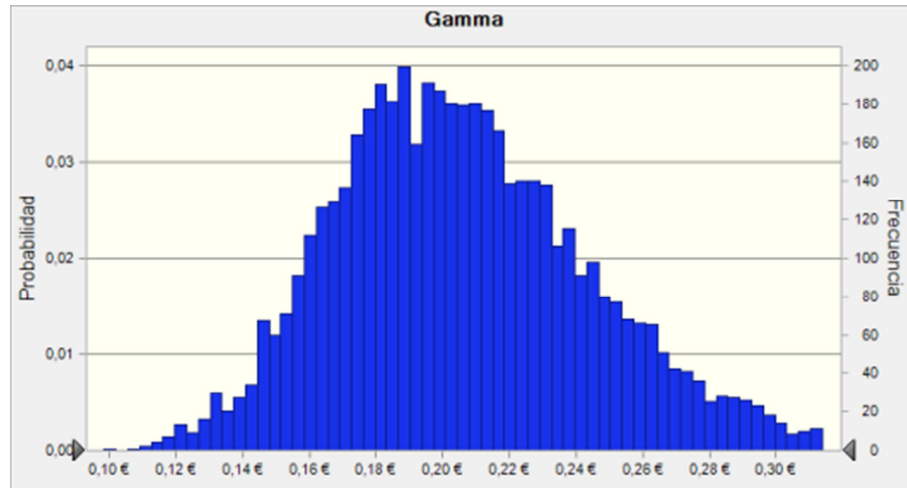
Figura 23: Resultado simulación Delta



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la gamma de la estrategia, sus valores (todos positivos) están contenidos en el rango de 0,10 a 0,35, siendo la media 0,21.

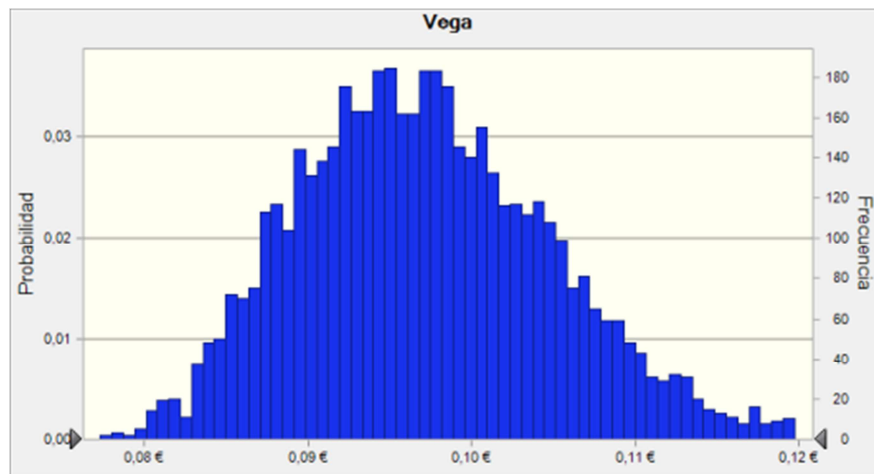
Figura 24: Resultado simulación gamma



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de vega, sus valores se encuentran contenidos en el intervalo de 0,08 a 0,14. El valor medio de esta griega es 0,10.

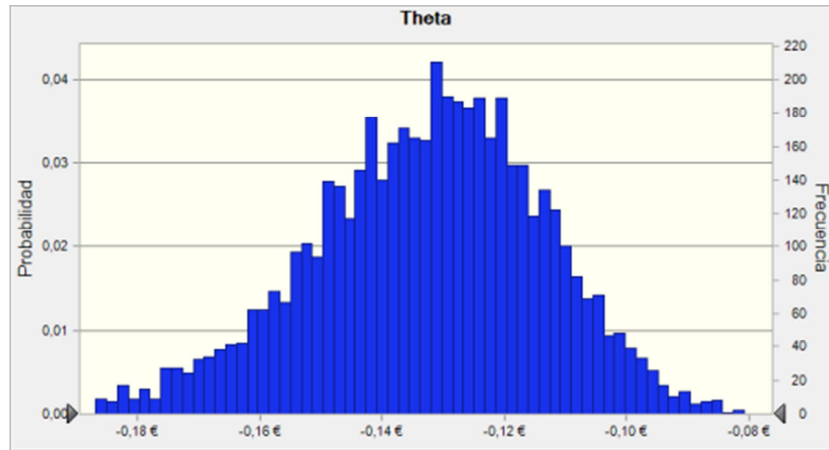
Figura 25: Resultado simulación vega



Fuente: Elaboración propia.

Theta es la única griega de esta estrategia con valores negativos, comprendidos entre -0,24 y -0,08. El valor medio es -0,13.

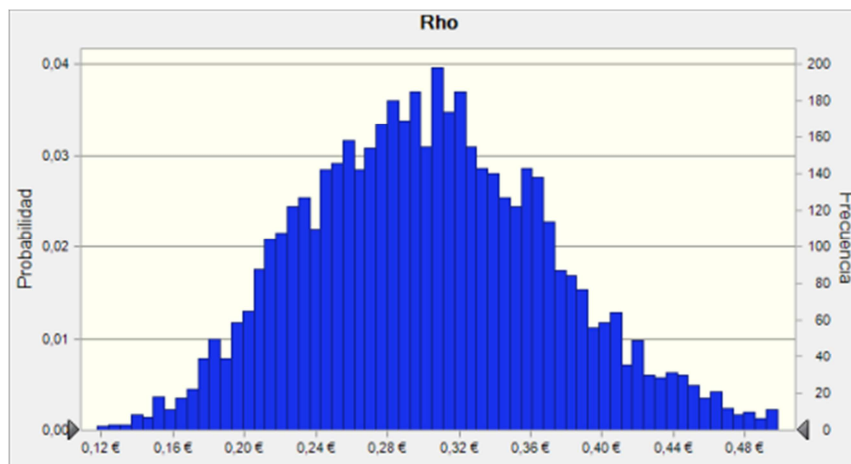
Figura 26: Resultado simulación theta



Fuente: Elaboración propia.

Por último, el resultado de esta simulación para rho arroja valores positivos dentro del intervalo de 0,12 a 0,65, siendo su media de 0,30.

Figura 27: Resultado simulación rho

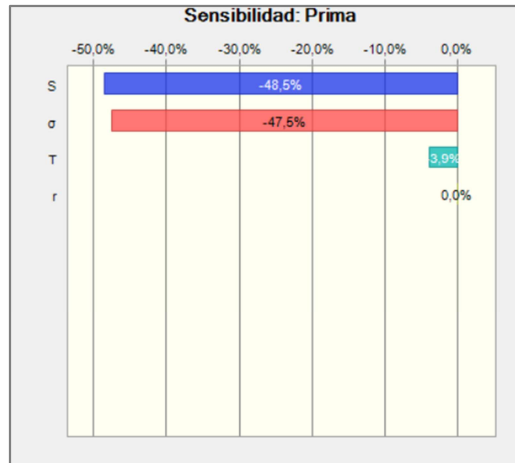


Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan los gráficos de sensibilidad de cada uno de los seis parámetros para los que se ha efectuado la simulación.

Las variaciones de la prima están explicadas, en sentido negativo, en un 45,5% por el precio del subyacente, en un 47,5% por la volatilidad, y en un 3,9% por el tiempo, mientras que el tipo de interés no se muestra relevante o influyente para el valor de la prima.

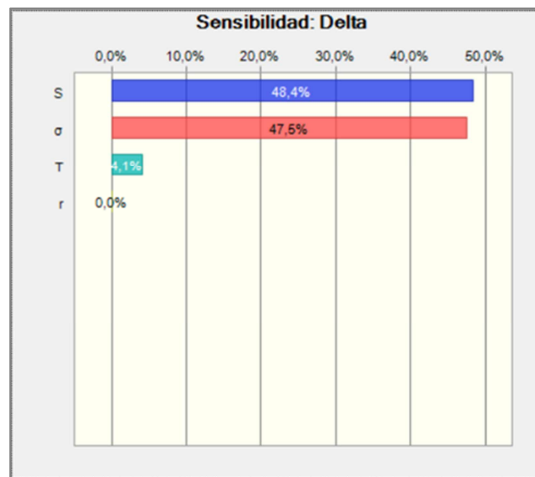
Figura 28: Gráfica sensibilidad de la prima



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de delta, vemos que es especialmente sensible a los valores que tomen el precio del subyacente, que explica un 48,4% de las variaciones de Delta y la volatilidad, que explica un 47,5% de las mismas. Estos dos factores influyen sobre la griega en sentido positivo, mientras que el tiempo o el tipo de interés muestran una influencia poco significativa o inexistente.

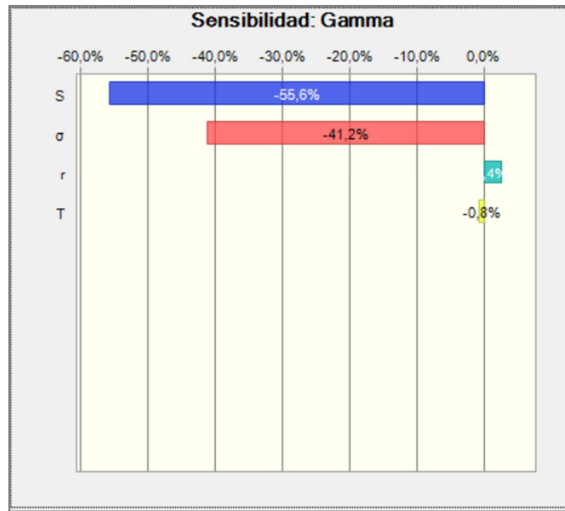
Figura 29: Gráfica sensibilidad de delta



Fuente: Elaboración propia.

A gamma le influyen, también de forma muy significativa, los parámetros precio del subyacente y volatilidad, pero de forma negativa. El primero explica el 55,6% y el segundo el 41,2%, siendo la influencia en sentido inverso en ambos casos. La variable del tipo de interés es la única que afecta en sentido positivo a las variaciones de la griega, aunque de forma muy poco significativa.

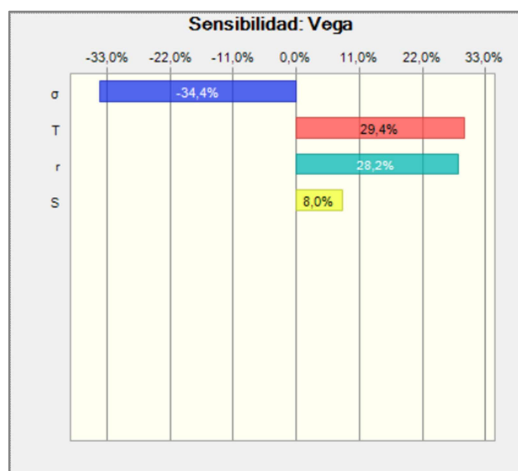
Figura 30: Gráfica sensibilidad gamma



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de vega, hay tres variables muy influyentes. La primera es la volatilidad, que presenta una influencia en sentido negativo sobre la griega y explica el 34,4% de las variaciones de la misma; la segunda es el tiempo, que explica un 29% de las variaciones de Vega; y la tercera es el tipo de interés, explicando un 28,2%. El precio del subyacente, al contrario que en los casos anteriores, es el parámetro que menos influye para esta griega.

Figura 31: Gráfica sensibilidad vega

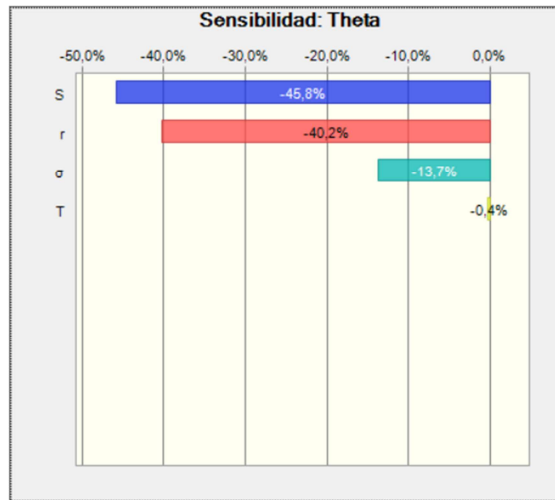


Fuente: Elaboración propia.

El precio del subyacente y el tipo de interés son los parámetros que explican el mayor porcentaje de variaciones de theta, seguidas de la volatilidad. Todas ellas en sentido negativo.

El precio del subyacente explica un 45,8%, el tipo de interés el 40,2% y la volatilidad, menos significativa que las anteriores, explica el 13,7%, tal como podemos ver en la figura siguiente:

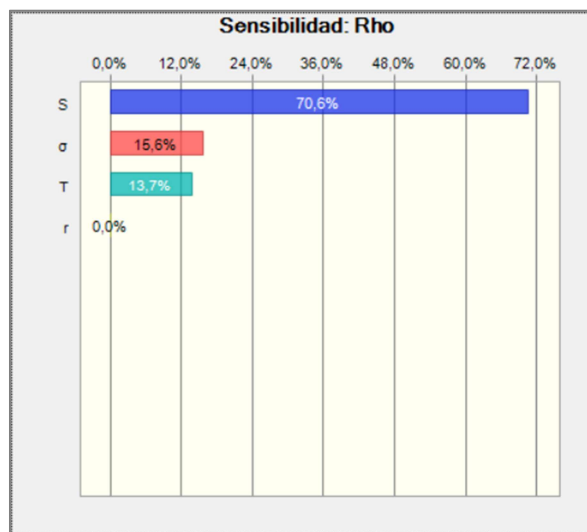
Figura 32: Gráfica sensibilidad theta



Fuente: Elaboración propia.

Analizando, por último, la sensibilidad de rho se observa una influencia positiva de los cuatro parámetros, pero destacando el precio de ejercicio, que explica el 70,6% de las variaciones de la griega. La volatilidad y el tiempo, explican en conjunto únicamente un 30%, aproximadamente.

Figura 33: Gráfica sensibilidad rho

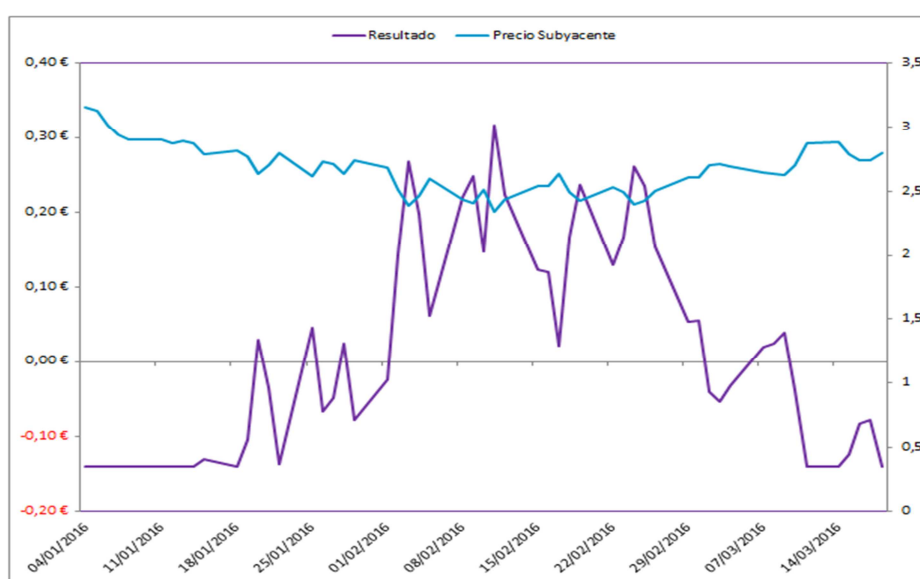


Fuente: Elaboración propia.

2.1.4 Análisis del resultado de la estrategia. Contraste de hipótesis

El análisis de este apartado se centra en el resultado que se obtendría con la estrategia y en los factores por los que podría verse afectado, comenzando con el gráfico representado a continuación, en el que se observa el perfil que muestra el resultado de la estrategia junto con el del precio del activo.

Figura 34: Evolución del resultado del *strangle* y del precio del subyacente.



Fuente: Elaboración propia.

La evolución del resultado de la estrategia presenta continuos altibajos pronunciados, especialmente hacia la mitad del período analizado (desde fecha de contratación hasta fecha de vencimiento), coincidiendo con el intervalo temporal en el que es más conveniente ejercer las opciones.

Por otro lado, el precio del subyacente está representado en una línea con variaciones más suaves, cuyos picos parecen mantener cierta relación con los del resultado de la estrategia, lo cual es lógico, ya que cuanto más varíe el precio en cualquier sentido, más ganancia se obtendría.

Desde el punto de vista estadístico, el resultado de la estrategia presenta los siguientes datos:

Tabla 3: Datos estadísticos *Strangle* Caixabank

<i>Strangle</i>	
Media	0,01556364
Error típico	0,01901776
Mediana	-0,024
Moda	-0,14
Desviación estándar	0,1410395
Varianza de la muestra	0,01989214
Curtosis	-1,06275358
Coefficiente de asimetría	0,48284165
Rango	0,457
Mínimo	-0,14
Máximo	0,317
Suma	0,856
Cuenta	55
Mayor (3)	0,261
Menor(3)	-0,14
Nivel de confianza(95,0%)	0,03812832

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el valor medio es ligeramente positivo, aunque no muy alto. El resultado máximo es 0,317€ y el mínimo es el valor de la prima pagada, lo cual es lógico ya que, como se explicó en apartados anteriores, se corresponde con la pérdida máxima que se puede obtener con el *strangle* en posición larga.

El resultado de la estrategia presenta una desviación típica de 14,1% en sus valores y el coeficiente de asimetría positivo indica que los valores mayores que cero son de mayor magnitud que los valores negativos.

Para construir un intervalo en el que se encuentre contenido el resultado de la estrategia con una confianza del 95% se suma y resta 0,03812832 al valor de la media, es decir:

$$0,01556364 - 0,03812832 = -0,02256468$$

$$0,01556364 + 0,03812832 = 0,05369196$$

Siendo el intervalo de confianza:

$$(-0,02256468 , 0,05369196)$$

Esto significa que, con una probabilidad del 95%, el resultado de la estrategia se encontrará entre esos dos valores.

Por otro lado, la curtosis es una medida de la magnitud de los valores atípicos. En este caso, el coeficiente de curtosis negativo indica que los picos que muestra el resultado no destacan especialmente (son pronunciados, pero son muy numerosos).

Además, también se observan otros valores como el rango, que indica la diferencia que hay entre el valor máximo y el mínimo del resultado de la estrategia, siendo 0,457€; o el tercer valor más alto y el tercer valor más bajo, siendo 0,261 y -0,14 respectivamente.

A continuación, se efectúa un **contraste de hipótesis** de la siguiente forma:

- a) Se divide la tabla de resultados por el día 10/03/2016, fecha en la que se anuncia que CaixaBank repartirá tres dividendos en efectivo y uno flexible en 2016.
- b) **Contraste de igualdad de varianzas:** la hipótesis nula es que las varianzas son iguales antes y después de esta noticia. Como se ve en la siguiente tabla, para un nivel de confianza del 99% la hipótesis nula se rechazaría, por lo que hay evidencia estadística de que las varianzas se muestran diferentes.

Tabla 4: Prueba F para varianzas de dos muestras (Caixabank)

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	0,03322917	-0,1168333
Varianza	0,02014363	0,00088057
Observaciones	48	6
Grados de libertad	47	5
F	22,8757549	
P(F<=f) una cola	0,00117827	
Valor crítico para F (una cola)	4,4493728	

Fuente: Elaboración propia.

- c) **Contraste de igualdad de medias:** Se realiza un contraste de igualdad de medias asumiendo varianzas distintas. La hipótesis nula que se plantea en este caso es que la media es igual antes y después del acontecimiento, hipótesis que es rechazada para un nivel de confianza del 99%, según los datos de la tabla siguiente:

Tabla 5: Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales (Caixabank)

	Variable 1	Variable 2
Media	0,03322917	-0,1168333
Varianza	0,02014363	0,00088057
Observaciones	48	6
Diferencia hipotética de las m	0	
Grados de libertad	40	
Estadístico t	6,30525831	
P(T<=t) una cola	8,7979E-08	
Valor crítico de t (una cola)	1,68385101	
P(T<=t) dos colas	1,7596E-07	
Valor crítico de t (dos colas)	2,02107539	

Fuente: Elaboración propia.

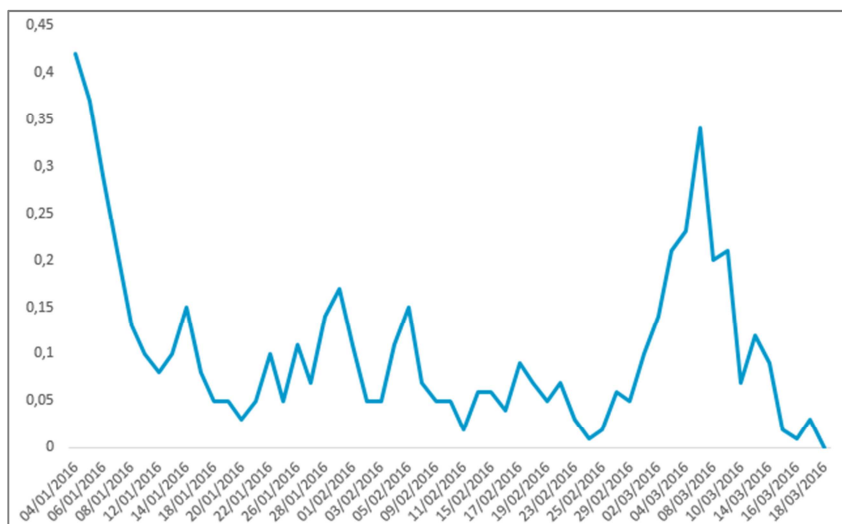
2.2 *Strangle* corto con acciones de Repsol

2.2.1 Descripción de los datos

El análisis de esta estrategia consiste en la contratación a fecha 04/01/2016 de una *call* americana en posición corta y una *put* americana en posición corta, ambas con vencimiento a día 18/03/2016. Como precio de referencia de las acciones de esta empresa extraemos de Infobolsa la cotización de las mismas en la fecha de contratación de la estrategia, siendo de **10,06€**. En un *Strangle* en posición corta se venden ambas opciones *out the money*, por lo que para el análisis se contrata una *call* a un *strike* de **10,93€** y una *put* a un *strike* de **9,03€**.

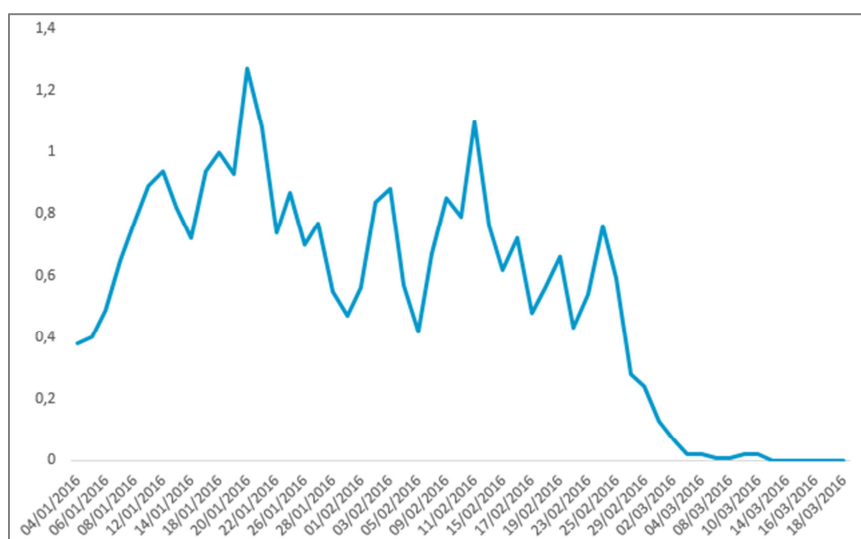
Al situarse como posición corta (vendedor) se recibe el cobro de dos primas. Las dos figuras siguientes muestran la evolución de ambas primas, cuyas tendencias son opuestas, coincidiendo los picos altos de una con los bajos de la otra, y viceversa.

Figura 35: Evolución de la prima para opciones de compra americanas con precio 10,93€ (Repsol)



Fuente: Elaboración propia.

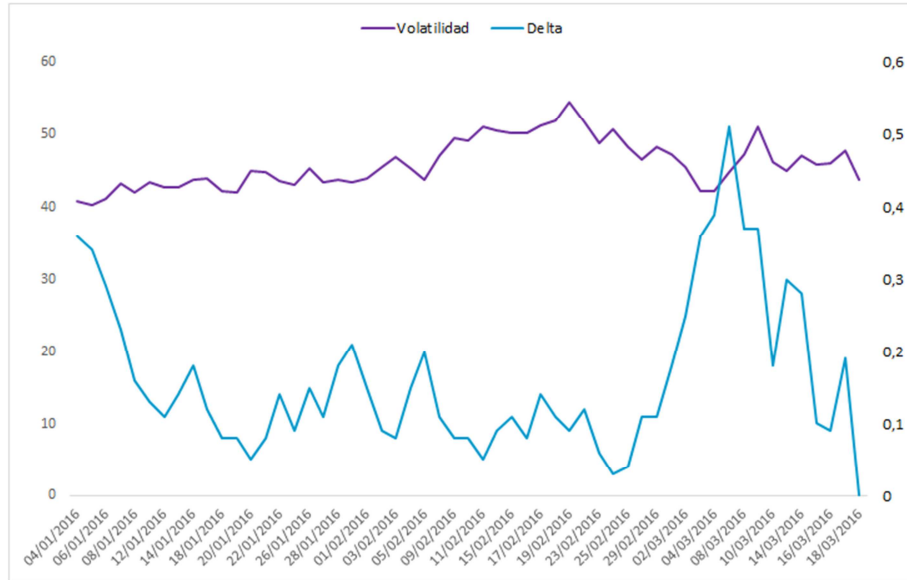
Figura 36: Evolución de la prima para opciones de venta americanas con precio 9,03€ (Repsol)



Fuente: Elaboración propia.

La volatilidad y la delta de la opción de compra contratada se muestran en la figura siguiente. Se observa que la volatilidad manifiesta una tendencia constante a rasgos generales, mientras que la delta presenta mucha inestabilidad, con un pico especialmente pronunciado cerca de la fecha de vencimiento.

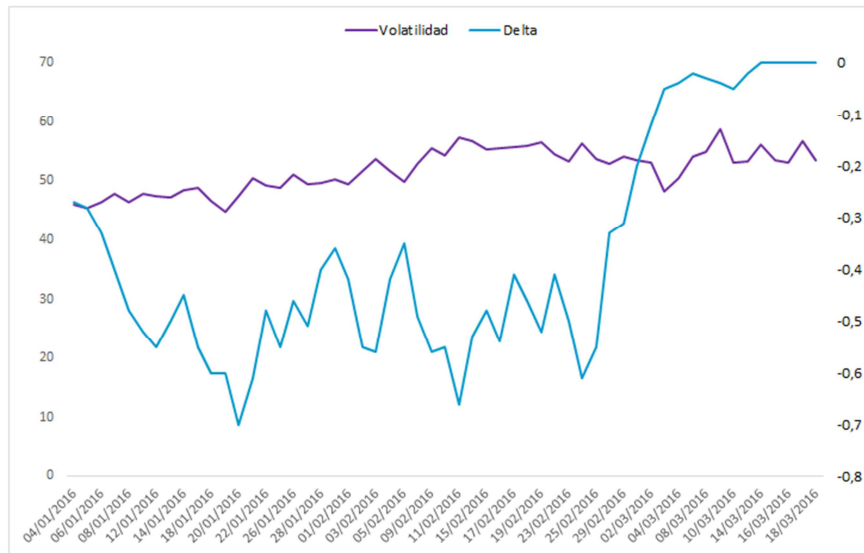
Figura 37: Volatilidad y delta de las opciones de compra con precio de ejercicio 10,93€ (Repsol)



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la volatilidad y la delta de la *put*, la primera sigue un perfil similar al de la *call*, en cambio la segunda no presenta la caída al final del período como sucede en la *call*, sino que termina con los valores más altos de todo el horizonte temporal considerado.

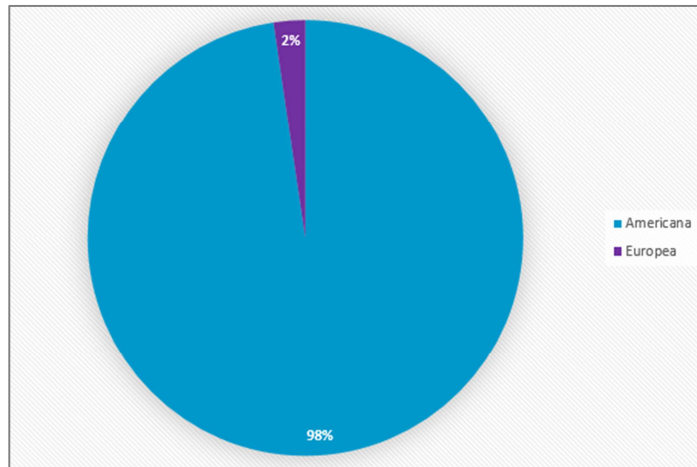
Figura 38: Volatilidad y delta de las opciones de venta con precio de ejercicio 9,03€ (Repsol)



Fuente: Elaboración propia.

El 98% de las opciones sobre acciones de Repsol negociadas en el mercado son americanas, por lo que el volumen de opciones europeas es muy reducido, como refleja el gráfico siguiente:

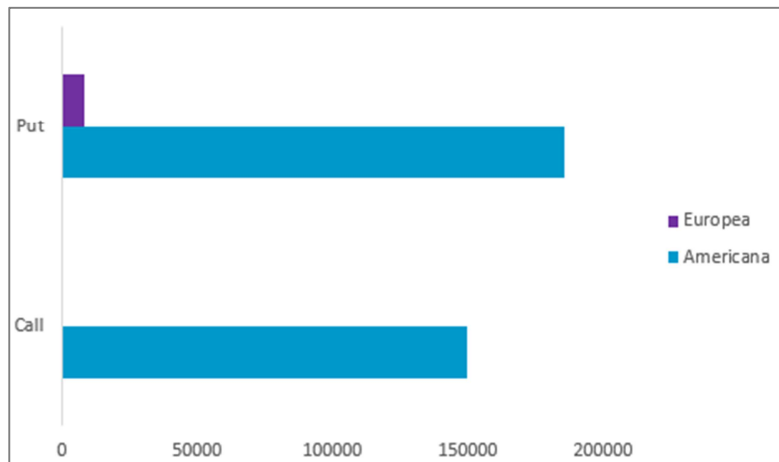
Figura 39: Volumen americanas/europeas (Repsol)



Fuente: Elaboración propia.

Segmentando los datos del gráfico anterior en opciones de compra (*call*) y opciones de venta (*put*), vemos que del 2% de opciones europeas de Repsol negociadas la mayoría son *puts* que, a su vez, son el tipo de opción más contratada en este mercado.

Figura 40: Volumen put/call americana/europeas (Repsol)



Fuente: Elaboración propia.

2.2.2 Valoración de la estrategia

Llevar a cabo la simulación de esta estrategia (*strangle* corto) requiere una serie de datos de partida, que se obtienen de igual forma que para el caso anterior, y se detallan a continuación:

- **Precio del subyacente (10,06€):** se obtiene de la cotización que figura en Infobolsa a día 4 de Enero (primer día en que se negociaron acciones en el ejercicio actual).
- **Tipo de interés (5,80%):** siguiendo a MEFF (1995), se utiliza el Euríbor a 12 meses.
- **Volatilidad (40,79%):** se utiliza la volatilidad **implícita** publicada por MEFF el día 4 de enero.
- **Tiempo (0,2022 años):** se ha calculado como la fracción del año hasta el vencimiento (18/03/2016).
- **Dividendo:** como ya se explicó para el caso anterior, se utiliza el dividendo **discreto** actualizado mediante **capitalización continua**, importe que se restaría al precio del subyacente para operar con este nuevo precio. En el caso de Repsol, no hay importe de dividendo neto en el período a analizar, por lo que el precio del subyacente no sufre minoración alguna.

Con los datos anteriores, se calculan las primas de las opciones con el modelo de Black-Scholes , así como las cifras críticas de la estrategia:

- **Punto muerto superior (11,72€).** Es el precio a partir del cual empezaría a obtenerse ganancia con la estrategia. Se obtiene sumando al *strike* de la *call*, la prima total pagada por la estrategia. Es decir:

$$10,93 + 0,79 = 11,72€$$

- **Punto muerto inferior (8,24€).** Precio a partir del cual comienza la región de pérdidas con la estrategia. Este punto crítico se calcula restando al *strike* de la *put* la prima, de la siguiente forma:

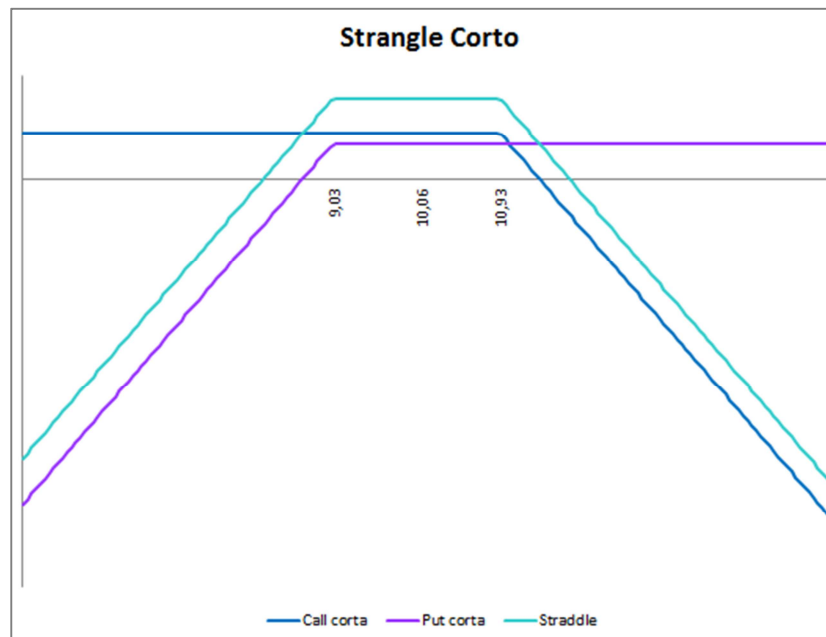
$$9,03 - 0,79 = 8,24€$$

- **Máximo beneficio (0,79€).** Importe máximo de ganancia que se podrá obtener con la combinación de opciones.
- **Máxima pérdida (ilimitada).** La cantidad máxima que se puede perder con el *strangle* corto, en caso de que el precio presente mucha variabilidad y se decida ejercer alguna de las opciones, será ilimitada.

A continuación, se seleccionó un rango de precios en el que estuviesen contenidos el precio del subyacente y los *strike* de las dos opciones contratadas (desde 5,50€ hasta 14,75€) y se calcularon los valores intrínsecos de cada una de las dos opciones, así como los resultados, de

forma individual y conjunta. Con estos datos, se representan gráficamente las dos opciones sobre acciones de Repsol contratadas, así como el resultado de la combinación de ambas (*strangle* en posición corta).

Figura 41: Combinación de la venta de una *put* y una *call*: *Strangle* corto.



Fuente: Elaboración propia.

Además, también se han calculado las griegas de la estrategia. Para ello se restan los valores de cada griega para la *put* y para la *call*:

- **Delta:** $-0,383392 - (-0,247678) = -0,135714$

Delta de la *call* + Delta de la *put* = Delta del *Strangle*

- **Gamma:** $-0,206910 + (-0,151796) = -0,358707$

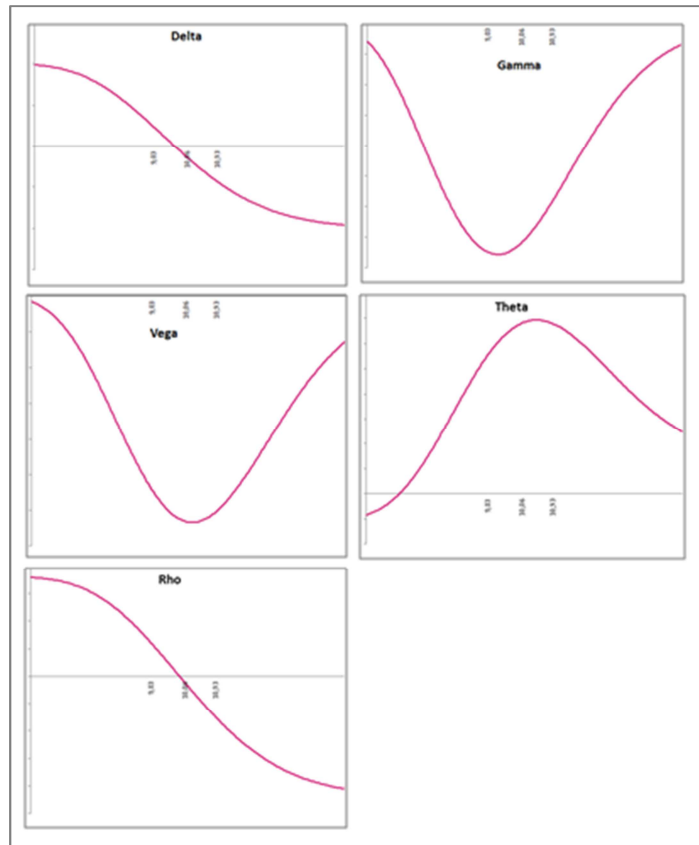
- **Vega:** $-1,726961 + (-1,430335) = -3,157297$

- **Theta:** $1,939778 + 1,464532 = 3,404310$

- **Rho:** $-0,689343 + 0,572882 = -0,116461$

De la misma forma que para la representación de la propia estrategia, se ha calculado el valor de las griegas para cada uno de los precios del intervalo mencionado anteriormente, obteniendo así la representación gráfica de cada una de ellas que, como se puede observar, siguen la dinámica opuesta a la descrita en la estrategia en posición larga.

Figura 42: Representación gráfica de las griegas (*strangle* largo)



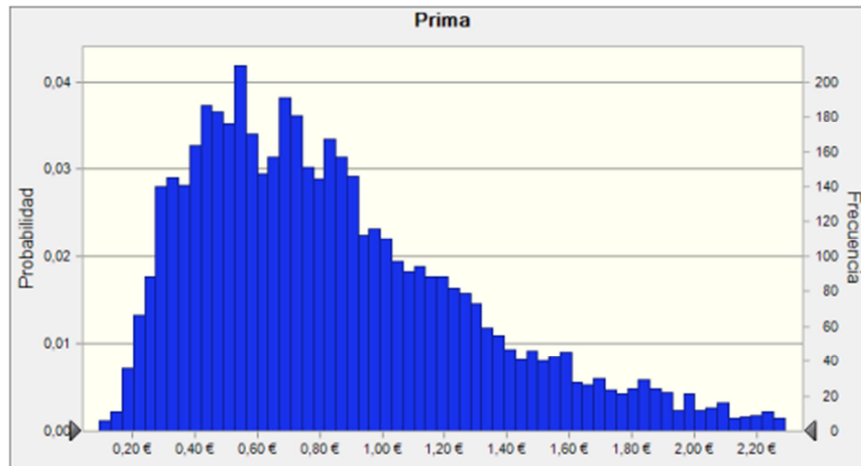
Fuente: Elaboración propia.

2.2.3 Análisis de sensibilidad

Este análisis refleja cómo afectan las diversas variables explicativas a la prima y a las griegas de la estrategia y, tal como se ha explicado en el caso anterior, se parte de la hipótesis siguiente: el precio, tipo de interés y volatilidad siguen una distribución logarítmica normal, mientras que el tiempo sigue una distribución uniforme. El análisis de sensibilidad que sigue a continuación se ha realizado bajo los mismos supuestos y con los mismos ajustes que en el caso 1.

La prima de este *strangle* presenta valores positivos, lo cual es lógico, ya que se está simulando una posición corta (vendedor) y, por lo tanto, se cobra la suma de las primas de las dos opciones contratadas. Los valores de la prima se encuentran comprendidos entre 0,09 y 5,14, aunque en el gráfico siguiente sólo se muestre una parte del rango.

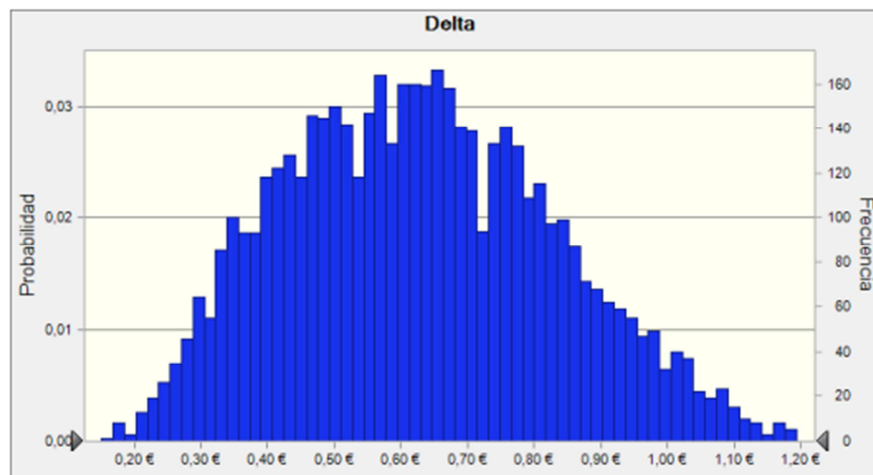
Figura 43: Resultado simulación Prima



Fuente: Elaboración propia.

El parámetro delta de la estrategia, como podemos observar en el gráfico siguiente, toma valores positivos entre 0,15 y 1,28, siendo el valor medio de 0,63.

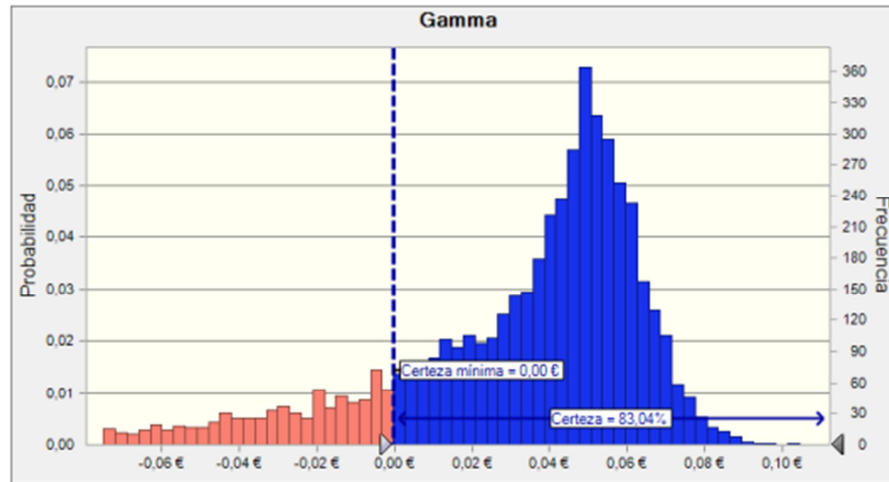
Figura 44: Resultado simulación delta



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a gamma, puede ser positiva o negativa, ya que tiene valores comprendidos en el intervalo de -0,16 a 0,11. La media de este parámetro es 0,03.

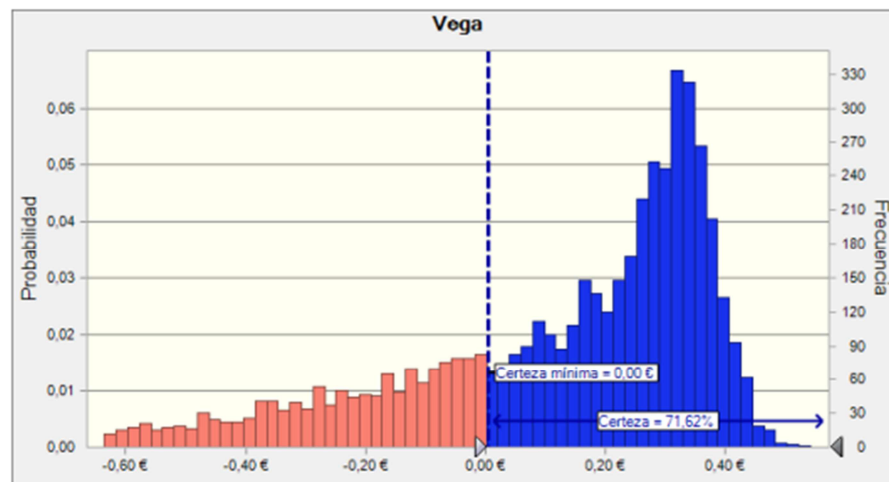
Figura 45: Resultado simulación Gamma



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de vega, al igual que gamma, sus valores pueden ser negativos o positivos, contenidos en el intervalo de -2,12 a 0,54. El valor medio de esta griega es 0,12.

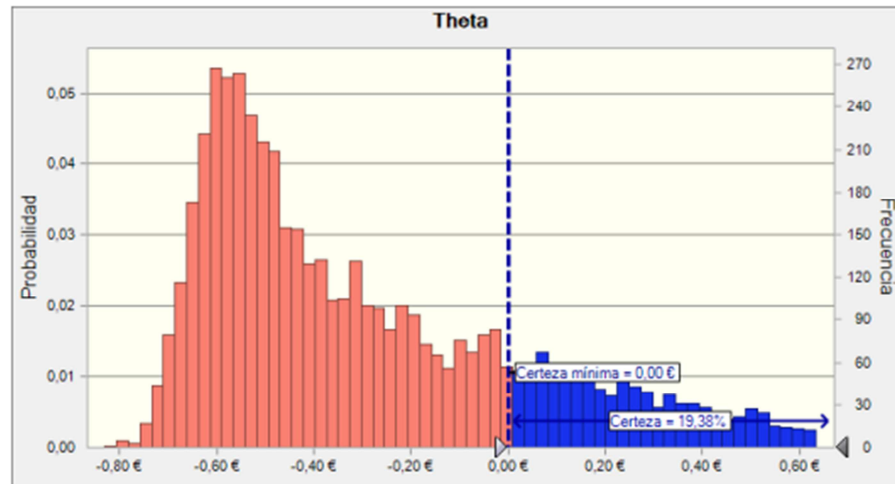
Figura 46: Resultado simulación Vega



Fuente: Elaboración propia.

De la misma forma que las dos anteriores, theta puede tomar valores positivos o negativos, desde -0,83 a 1,18. El valor medio de esta griega es -0,30.

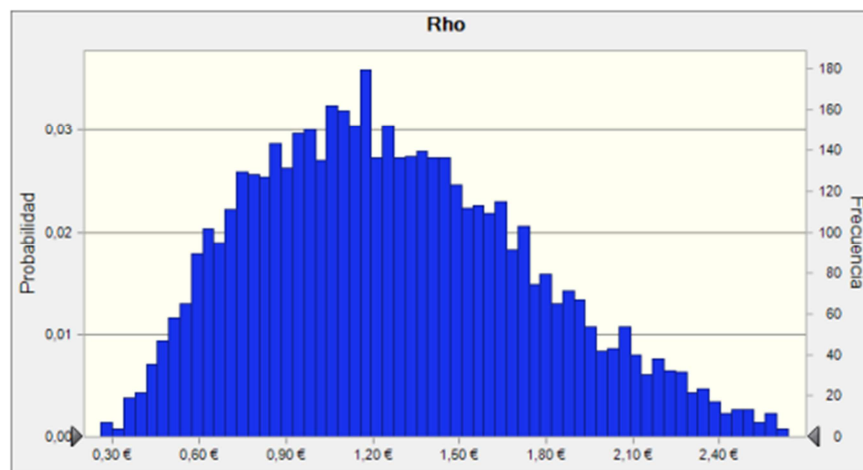
Figura 47: Resultado simulación Theta



Fuente: Elaboración propia.

Por último, el resultado de esta simulación para rho refleja valores positivos dentro del intervalo de 0,26 a 3,40, siendo su media de 1,27.

Figura 48: Resultado simulación Rho

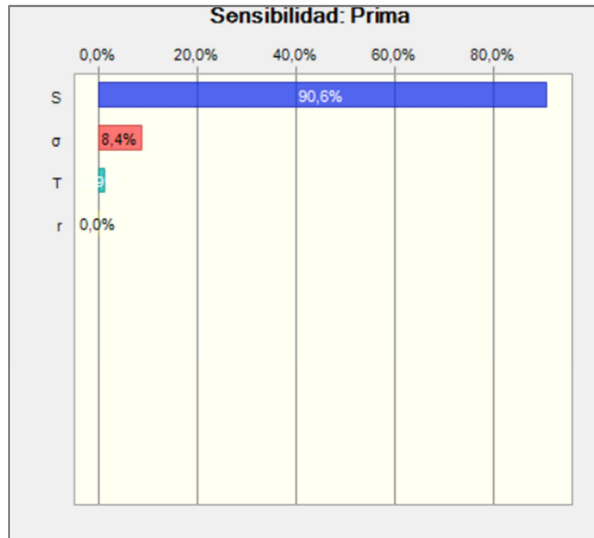


Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan los gráficos de sensibilidad de cada uno de los seis parámetros para los que se ha efectuado la simulación.

La prima está muy condicionada por el precio del subyacente el cual explica el 90,6% de las variaciones de la misma. Por otro lado, la volatilidad explica el 8,4% de éstas. El tiempo y el tipo de interés no se muestran relevantes en este análisis para la prima.

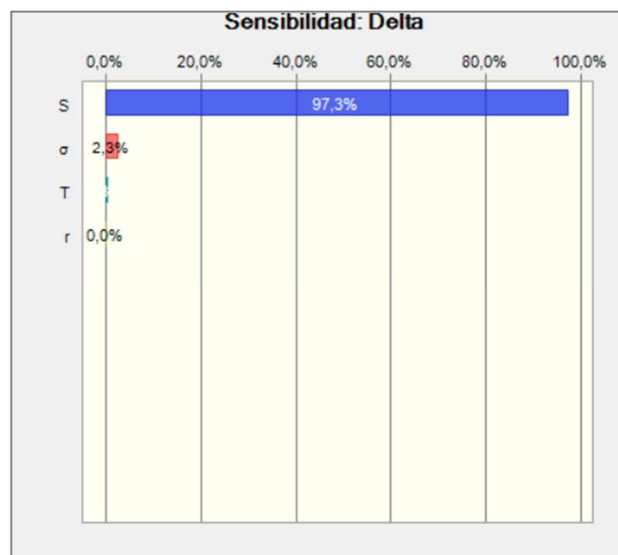
Figura 49: Gráfica de sensibilidad de la prima



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de delta, vemos que es especialmente sensible a los valores que tomen el precio del subyacente, que explica prácticamente la totalidad de variaciones de la delta (97,3%). La volatilidad únicamente explica el 2,3% de sus variaciones, mientras que el tiempo y el tipo de interés no afectan prácticamente al valor que tome esta griega.

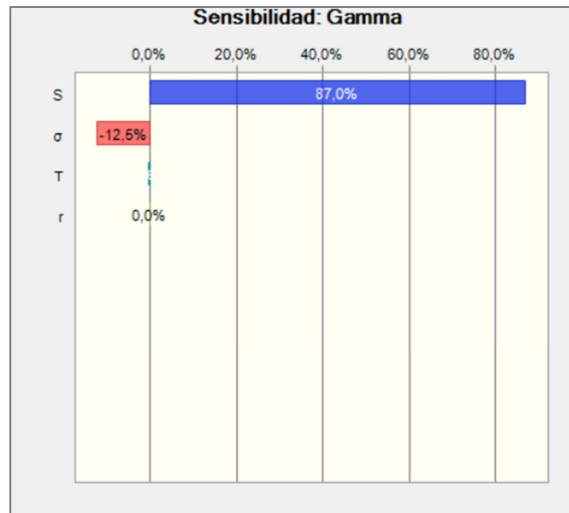
Figura 50: Gráfica sensibilidad delta



Fuente: Elaboración propia.

La variable que más influye sobre el valor de gamma es también el precio del subyacente, explicando el 87% de sus variaciones. La volatilidad explica el 12,5% de las mismas pero en sentido negativo, mientras que el tiempo y tipo de interés no se muestran relevantes para el valor de esta griega.

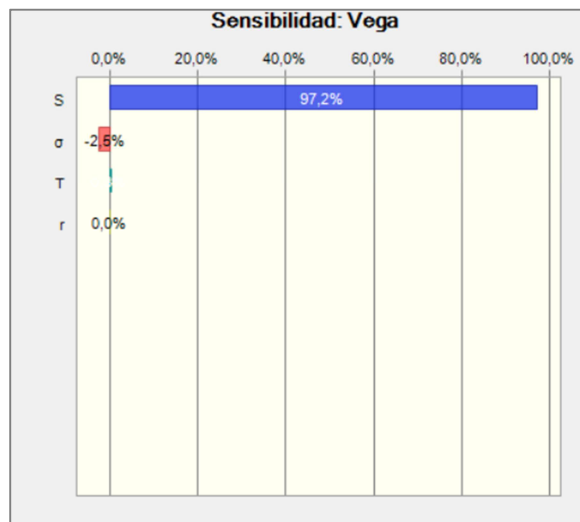
Figura 51: Gráfica sensibilidad gamma



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de vega, vuelve a suceder que el precio del subyacente explica la mayoría de sus variaciones (97,2%), mientras que la volatilidad explica un porcentaje muy reducido de las mismas y en sentido negativo.

Figura 52: Gráfica sensibilidad vega

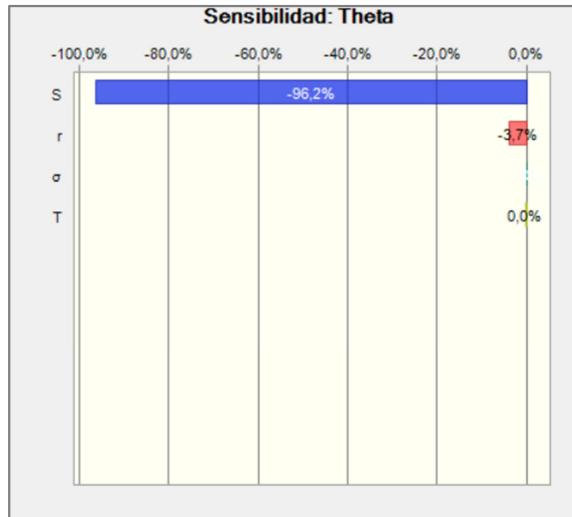


Fuente: Elaboración propia.

El precio del subyacente es el parámetro más influyente en el valor que toma theta y, aunque en sentido contrario, explica el 96,2% de las variaciones de la misma. Por otro lado, el tipo de

interés, explica únicamente el 3,7% también en sentido contrario. Las variables restantes no muestran influencia sobre el valor de theta.

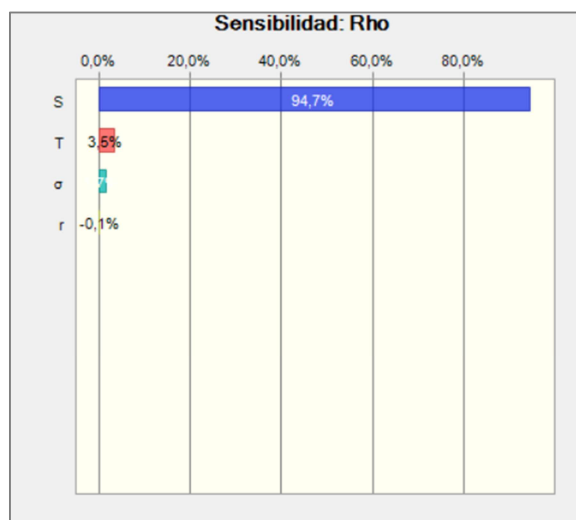
Figura 53: Gráfica sensibilidad theta



Fuente: Elaboración propia.

Analizando, en último lugar, la sensibilidad de rho se observa una influencia muy importante del precio del subyacente sobre los valores de la misma (94,7%), en sentido positivo. El tiempo, ya menos significativo, explica un 3,5% de las variaciones de rho, la volatilidad un 7%, y el tipo de interés apenas un 0,1% y en sentido negativo.

Figura 54: Gráfica sensibilidad rho

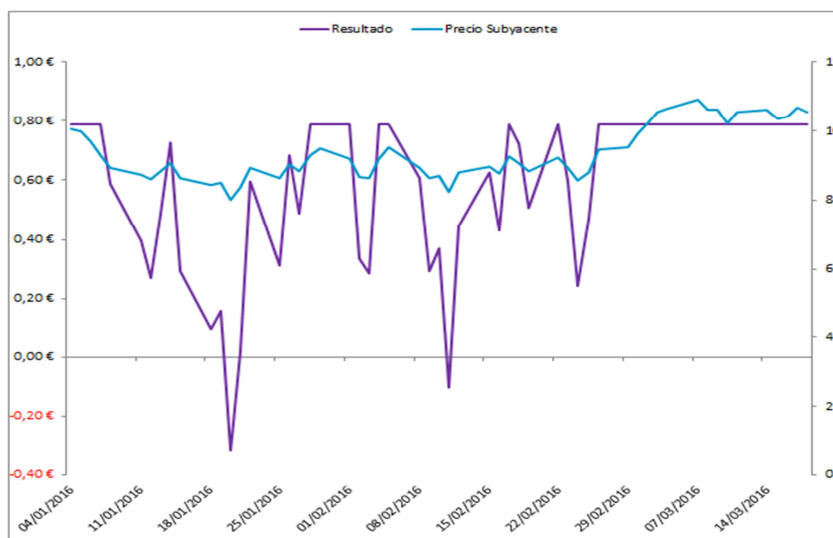


Fuente: Elaboración propia.

2.2.4 Análisis del resultado de la estrategia. Contraste de hipótesis

A continuación, se muestra un gráfico con la evolución del resultado de la estrategia, comparada con la evolución del precio del subyacente.

Figura 55: Evolución del resultado del *strangle* y del precio del subyacente.



Fuente: Elaboración propia.

La evolución del resultado de la estrategia presenta continuos y pronunciados altibajos que desaparecen en las últimas semanas antes del vencimiento de las opciones. La caída más pronunciada del resultado se produce en la tercera semana desde la fecha de contratación.

Por otro lado, el precio del subyacente está representado en una línea con variaciones más suaves, cuyos picos parecen tener cierto paralelismo con los del resultado.

Desde el punto de vista estadístico, el resultado de la estrategia presenta los siguientes datos:

Tabla 6: Datos estadísticos *Strangle Repsol*

<i>Strangle</i>	
Media	0,581181818
Error típico	0,036662866
Mediana	0,726
Moda	0,79
Desviación estándar	0,271899089
Varianza de la muestra	0,073929114
Curtosis	1,25028091
Coefficiente de asimetría	-1,303343436
Rango	1,107
Mínimo	-0,317
Máximo	0,79
Suma	31,965
Cuenta	55
Mayor (3)	0,79
Menor(3)	0,02
Nivel de confianza(95,0%)	0,07350462

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el valor medio es próximo a 0,6. El resultado máximo es 0,79€, que es el valor de la prima cobrada por ambas opciones, y el mínimo es -0,317 (la pérdida máxima).

El resultado de la estrategia presenta una desviación típica de 27,18% en sus valores y el coeficiente de asimetría negativo indica que los valores negativos son de mayor magnitud que los positivos.

Para construir un intervalo en el que se encuentre contenido el resultado de la estrategia con una confianza del 95% se suma y resta 0,07350462 al valor de la media, es decir:

$$0,581181818 - 0,07350462 = 0,507677198$$

$$0,581181818 + 0,07350462 = 0,654686438$$

Siendo el intervalo de confianza:

$$(0,507677198 , 0,654686438)$$

Lo cual significa que, con una confianza del 95%, el resultado de la estrategia se encontrará entre esos dos valores.

Por otro lado, la curtosis es una medida de la magnitud de los valores atípicos. En este caso, el coeficiente de curtosis positivo indica que los picos que muestra el resultado de la estrategia son muy pronunciados.

Además, también se observan otros valores como el rango, que indica la diferencia que hay entre el valor máximo y el mínimo del resultado de la estrategia, siendo 1,107€; o el tercer valor más alto y el tercer valor más bajo, siendo 0,79 y 0,02 respectivamente.

Con el fin de analizar si afecta una noticia económica importante sobre Repsol al resultado del *strangle* contratado, se efectúa un **contraste de hipótesis** como se explica a continuación:

- a) Se divide la tabla de resultados por el día 25/02/2016, fecha en la que sale publicado que Repsol entra en pérdidas y recorta el dividendo.
- b) **Contraste de igualdad de varianzas:** la hipótesis nula es que las varianzas son iguales. El análisis estadístico de la siguiente tabla refleja que, para un nivel de confianza del 99%, se rechaza esta hipótesis nula, por lo que las varianzas se muestran distintas.

Tabla 7: Prueba F para varianzas de dos muestras (Repsol)

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	0,496052632	0,79
Varianza	0,081292754	5,25907E-32
Observaciones	38	16
Grados de libertad	37	15
F	1,54576E+30	
P(F<=f) una cola	3,2238E-224	
Valor crítico para F (una cola)	2,214761803	

Fuente: Elaboración propia.

- c) **Contraste de igualdad de media:** Se realiza un contraste de igualdad de medias, asumiendo varianzas distintas. La hipótesis que se plantea en este caso es que la media es igual antes y después del acontecimiento mencionado. Como puede verse esta hipótesis también se rechaza, para un nivel de confianza del 99%.

Tabla 8: Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales (Repsol)

Análisis de una estrategia con opciones sobre acciones: Strangle

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	0,496052632	0,79
Varianza	0,081292754	5,25907E-32
Observaciones	38	16
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	37	
Estadístico t	-6,355291229	
P(T<=t) una cola	1,03868E-07	
Valor crítico de t (una cola)	1,68709362	
P(T<=t) dos colas	2,07737E-07	
Valor crítico de t (dos colas)	2,026192463	

Fuente: Elaboración propia.

Se concluye con este análisis que, efectivamente, la noticia anunciada a fecha 25/02/2016 condiciona el resultado de la estrategia analizada.

3 Implementación de datos

Una parte muy importante de este trabajo se ha desarrollado en hoja de cálculo, con la finalidad de elaborar un prototipo que permita la presentación y tratamiento sistemático de los datos, siguiendo a autores con relevancia en esta área como Simon Benninga (2000) o Chandan Sengupta (2004). Para ello, se han utilizado gráficos y tablas dinámicas, así como otros elementos tales como barras de desplazamiento, listas desplegables o casillas de verificación. Los elementos de este prototipo se explican a continuación.

3.1 Índice

Es la hoja que da acceso a todas las demás del prototipo mediante hipervínculos. En la figura siguiente se puede ver en la parte superior izquierda una breve descripción nombrando las empresas seleccionadas (en este caso, Repsol y Caixabank), período analizado (del 4/01/2016 al 18/03/2016) y fuentes de obtención de los datos para la simulación y para la elaboración de los gráficos (datos sobre las acciones de Infobolsa, sobre las opciones del MEFF y el Euríbor a 12 meses del Banco de España)

Figura 56: Índice de documento Excel

ESTRATEGIA CON OPCIONES SOBRE ACCIONES: STRADDLE

<p>DESCRIPCIÓN</p> <p>EMPRESAS: Caixabank Repsol</p> <p>PERÍODO: 4/01/2016-18/03/2016</p> <p>FUENTES: MEFF Infobolsa Banco de España</p> <p>DATOS</p> <p>ACCIONES: Cotizaciones Volumen</p> <p>OPCIONES: Prima Volatilidad y delta Americanas/Europeas Put/Call Americanas/Europeas Volumen por fecha de vencimiento Volumen por precio de ejercicio</p>		<p>ESTRATEGIAS</p> <p><i>Strangle largo:</i> Caixabank Valoración Resultado</p> <p><i>Strangle corto:</i> Repsol Valoración Resultado</p>
--	--	--



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TRABAJO FINAL DE GRADO 2016
AUTOR/A: Martínez García, Lucía
TUTOR/A: Vízcaíno González, Marcos

Fuente: Elaboración propia.

Además, también se incluyen en la parte izquierda hipervínculos de acceso a los gráficos dinámicos elaborados para el análisis: evolución de la prima, volatilidad y delta, volumen de opciones europeas y americanas, etc.

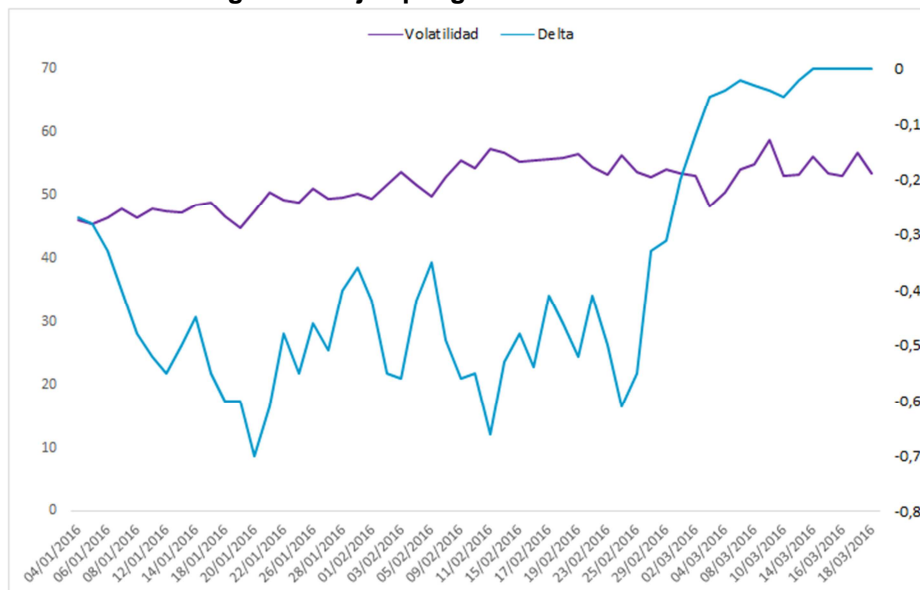
En el lateral derecho, se sitúan los enlaces para la valoración y resultado de cada una de las dos estrategias: *strangle* largo y *strangle* corto.

De esta forma, se da acceso a toda la información del prototipo desde una misma hoja que, a su vez, refleja una visión global del contenido del mismo. Mientras que, desde las demás hojas, se puede retornar a esta principal mediante un icono con un hipervínculo que aparece en cada una de ellas. Lo cual permite cambiar de unas hojas a otras de una manera más ordenada, similar al funcionamiento de una página web.

3.2 Datos

Los datos se recogen en tablas y gráficos dinámicos (de líneas, de barras o circulares) en una serie de hojas que forman el prototipo, a las cuales se accede desde el índice explicado en el apartado anterior. En cada una de ellas se representa una tabla y un gráfico. Por ejemplo, para representar la evolución de la volatilidad y la delta, se elabora un gráfico dinámico de líneas como el siguiente:

Figura 57: Ejemplo gráfico dinámico Excel



Fuente: Elaboración propia.

Este gráfico se elabora a partir de la tabla dinámica de la figura siguiente.

Figura 58: Ejemplo fragmento tabla dinámica Excel

EMPRESA	Repsol	▼
CALL/PUT	Put	▼
EUR/AME	Americana	▼
FECHA VENCIMIENTO	18/03/2016	▼
PRECIO EJERCICIO	9,03	▼

Etiquetas de fila	Volatilidad	Delta
04/01/2016	46,05	-0,27
05/01/2016	45,48	-0,28
06/01/2016	46,39	-0,33
07/01/2016	47,76	-0,4
08/01/2016	46,37	-0,48
11/01/2016	47,77	-0,52
12/01/2016	47,49	-0,55
13/01/2016	47,19	-0,5
14/01/2016	48,41	-0,45
15/01/2016	48,74	-0,55
18/01/2016	46,57	-0,6
19/01/2016	44,88	-0,6
20/01/2016	47,39	-0,7
21/01/2016	50,44	-0,61
22/01/2016	49,16	-0,48
25/01/2016	48,76	-0,55
26/01/2016	51,02	-0,46
27/01/2016	49,45	-0,51
28/01/2016	49,67	-0,4
29/01/2016	50,19	-0,36
01/02/2016	49,46	-0,42
02/02/2016	51,68	-0,55

Fuente: Elaboración propia.

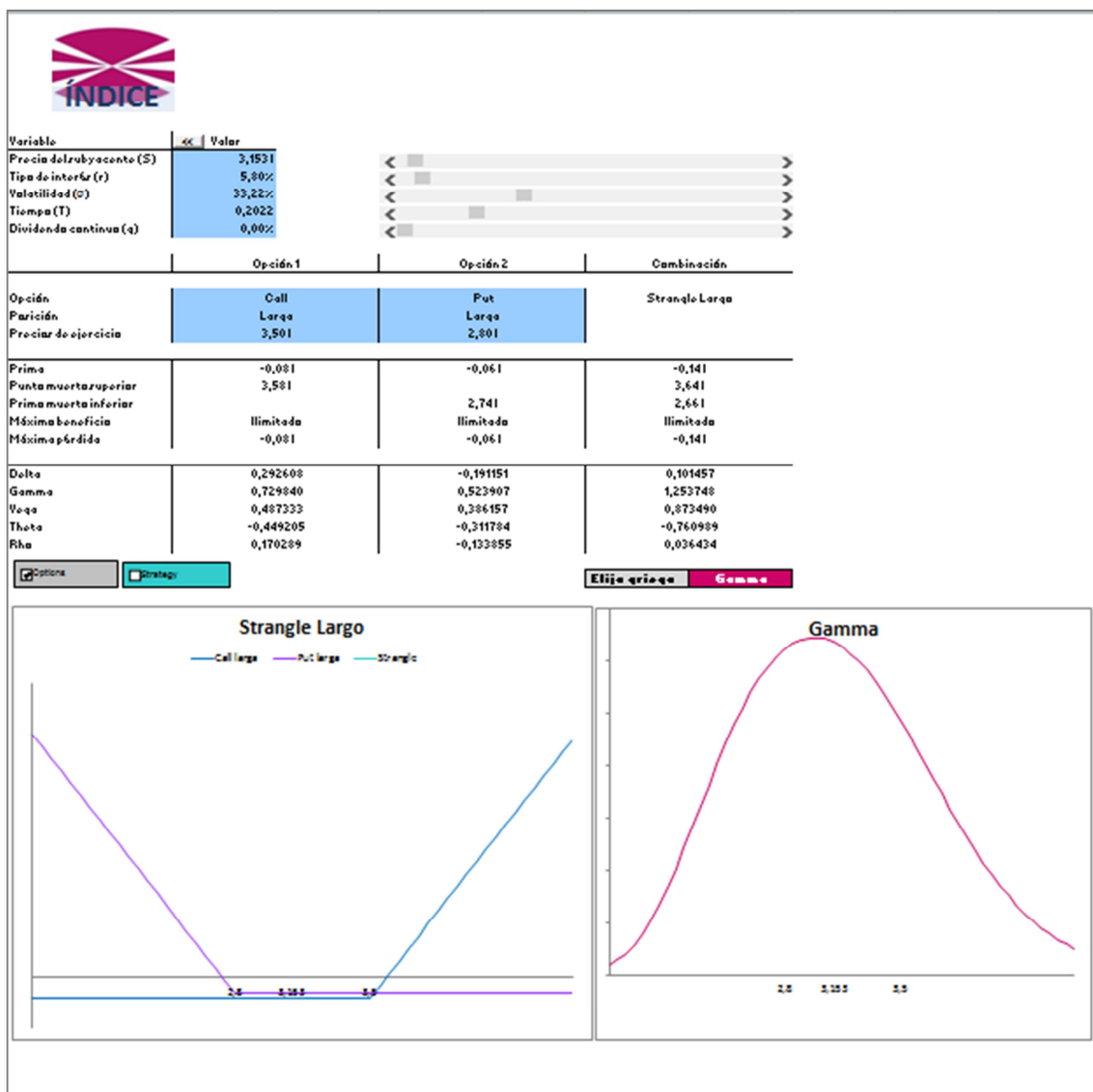
Como se observa en la figura anterior, esta tabla y todas las demás presentan un encabezado con una serie de filtros que permiten personalizar la presentación de los datos de la forma más concreta posible.

La utilización de gráficos y tablas dinámicas permite mostrar la información deseada para el objeto de análisis, adaptándose a lo que se pretende mostrar de una forma muy práctica y rápida.

3.3 Estrategia

Las principales hojas del prototipo son aquellas dedicadas a la valoración de las dos posiciones que se pueden adoptar en la estrategia. Son las hojas más complejas y, por lo tanto, las que han necesitado una mayor dedicación de tiempo para su elaboración.

Figura 59: Hoja de valoración *strangle* largo



Fuente: Elaboración propia.

La hoja de valoración de cada una de las estrategias consta de unas barras de desplazamiento. Cada una de ellas permite aumentar o disminuir el valor de uno de los parámetros principales de la estrategia (precio del subyacente, tipo de interés, volatilidad, tiempo y dividendo continuo). Esto permite efectuar de forma sencilla un análisis preliminar de sensibilidad, es decir, ver la variación que experimentan los demás valores y puntos críticos de la estrategia, así como el resultado de la misma debido a la modificación efectuada en el/los parámetro/s.

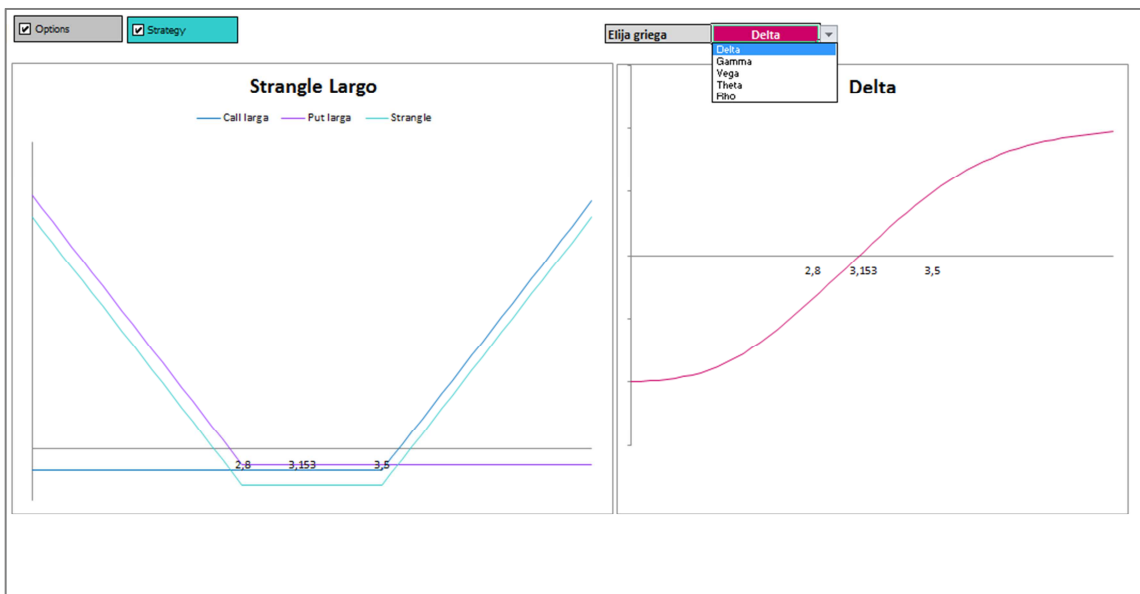
Figura 60: Barras de desplazamiento

Variable	<< Valor			
Precio del subyacente (S)	10,0601	[Slider]		
Tipo de interés (r)	5,80%	[Slider]		
Volatilidad (σ)	40,79%	[Slider]		
Tiempo (T)	0,2022	[Slider]		
Dividendo continuo (q)	0,00%	[Slider]		
		Opción 1	Opción 2	Combinación
Opción		Call	Put	Strangle Corto
Posición		Corta	Corta	
Precios de ejercicio		10,931	9,031	
Prima		0,451	0,341	0,791
Punto muerto superior		11,381		11,721
Primo muerto inferior			8,691	8,241
Máximo beneficio		0,451	0,341	0,791
Máxima pérdida		Ilimitada	Ilimitada	Ilimitada
Delta		-0,383392	0,247678	-0,135714
Gamma		-0,206910	-0,151796	-0,358707
Vega		-1,726961	-1,430335	-3,157297
Theta		1,939778	1,464532	3,404310
Rho		-0,689343	0,572882	-0,116461

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se refleja la gráfica del perfil de la estrategia con dos casillas de verificación marcadas a la izquierda, y la selección de delta en una lista desplegable para el gráfico de la derecha.

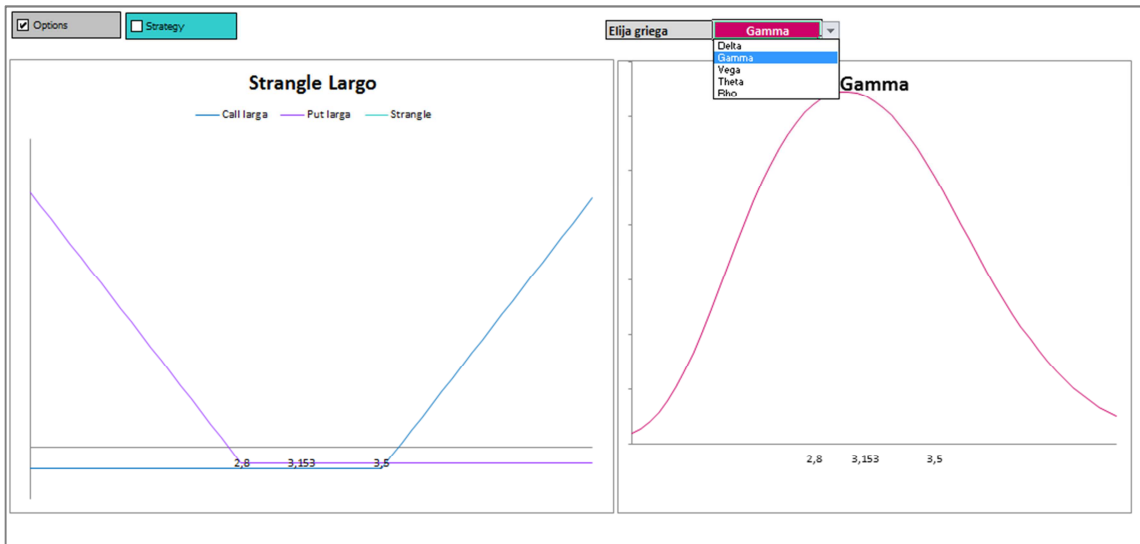
Figura 61: Ejemplo utilización casillas verificación y lista desplegable (1)



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de eliminar la marca de la casilla de la estrategia, por ejemplo, el gráfico de la izquierda se mostraría como en la figura siguiente, representando únicamente la *put* y la *call* (pero no el *strangle*); mientras que en el de la derecha, seleccionando, por ejemplo, gamma, se mostraría así:

Figura 62: Ejemplo utilización casillas de verificación y lista desplegable (2)



Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

El objetivo de partida de este trabajo ha sido el análisis de una de las combinaciones de opciones más populares, conocida como *strangle*, y conseguir, de esta forma, ampliar y profundizar en el conocimiento de los derivados financieros, en concreto de las opciones, resaltando la importancia del valor que tomen las variables relevantes mediante análisis de sensibilidad efectuados. Además, ha sido necesario reunir, interpretar y organizar datos reales para la simulación de la estrategia, que permiten la valoración de la misma y la posterior obtención de conclusiones. El proceso ha resultado útil para la mejora en el manejo de la hoja de cálculo como herramienta útil para la valoración financiera, y soporte tecnológico que facilita la presentación de resultados y la valoración de la estrategia.

En el capítulo 1, se desarrolla la parte teórica del documento. Se define el concepto de opción financiera como un contrato entre dos partes que da al comprador el derecho (no la obligación) a comprar o vender un activo en una fecha futura y a un precio pactado. Se contextualiza brevemente el origen de estos derivados financieros y se explican sus clasificaciones. Por otro lado, se define la prima o precio pagado por el comprador de la opción y se explican dos modelos para el cálculo de este precio: Modelo binomial y Modelo de Black & Scholes. A partir de los cuales se obtienen una serie de medidas de sensibilidad denominadas griegas que se han definido y representado en este primer capítulo. Por último, se profundiza en el concepto de *strangle*, combinación de una opción de compra y una opción de venta ambas en la misma posición (corta o larga), que resulta favorecedora siempre que el precio del activo varíe significativamente en cualquier sentido. El capítulo 2, se analiza la estrategia mencionada en posición corta y en posición larga partiendo de datos reales de dos empresas del IBEX35, Repsol y Caixabank, elegidas siguiendo instrucciones del tutor. En primer lugar, se explican los datos que se han necesitado y sus fuentes (MEFF, Infobolsa, Banco de España...). A continuación, se hace una valoración de la estrategia seguida de un análisis de sensibilidad de las variables relevantes para la misma y, por último, se analiza el resultado obtenido con cada una de ellas así como el resultado de los contrastes de hipótesis realizados sobre el mismo, verificando en ambos casos la hipótesis de que una noticia relevante acerca de la empresa en cuestión afecta al resultado que se obtiene con el *strangle*. El tercer capítulo se centra en el documento Excel que ha servido como base para el análisis realizado sobre la combinación de opciones a lo largo de este trabajo. Aquí se explica cómo se ha elaborado dicho documento así

como su organización, características y elementos clave. Además, se hace hincapié en la importancia y utilidad que tiene un archivo de estas características para un análisis de este tipo así como para la obtención de conclusiones y la presentación de los resultados.

A rasgos generales, la elaboración de este estudio ha permitido, además de conocer más a fondo cómo funcionan los mercados financieros, obtener una serie de conclusiones acerca de la combinación conocida como *strangle*, así como comprobar en la práctica la teoría leída previamente en bibliografía. El *strangle* es una combinación de opciones que se engloba en el grupo de las estrategias de volatilidad, ya que el inversor obtiene ganancia siempre y cuando el precio varíe lo suficiente de forma ascendente o descendente, lo que hace que sea adecuado contratarla, por ejemplo, si se intuye que va a conocerse una noticia muy relevante acerca de una empresa (tal como se probó en los contrastes de hipótesis). Además, en posición larga, el riesgo contratando esta combinación es bajo, ya que la pérdida máxima que se puede obtener es la suma de las primas pagadas por las dos opciones, mientras que el beneficio a obtener no tiene límite. Si bien es cierto que es una estrategia que quizá sea más adecuada para inversores con algo de experiencia y conocimiento del mercado, ya que serán los que puedan tener una mejor idea de la variabilidad del precio del subyacente para acertar con la combinación y obtener así beneficio.

Por otro lado, el desarrollo de los documentos de que se compone este análisis además de devolver una serie de aprendizajes ya explicados, también ha permitido el desarrollo de competencias, tales como: el manejo de bibliografía especializada en idioma extranjero, el desarrollo de conocimientos teóricos de forma práctica junto con la capacidad de reflexionar sobre datos reales, conocer la forma de manejar y procesar grandes volúmenes de datos con una finalidad específica, integración de habilidades diversas con la combinación de conocimientos financieros y de sistemas de información y el desarrollo de habilidades para una futura autonomía a la hora de emprender estudios posteriores acerca de esta área de conocimiento.

Debido a restricciones de espacio y tiempo, el trabajo se ha visto limitado en cuanto al estudio de otros subyacentes distintos de las acciones, u otros mercados distintos del español y empresas no pertenecientes al IBEX35, o incluso la comparación del *strangle* con otras estrategias similares en la práctica.

Finalmente, cabe destacar el fuerte dinamismo del campo de estudio de este trabajo así como su importancia en el mundo de las finanzas cada vez mayor. Siendo un campo susceptible a la aparición de innovaciones y, por lo tanto, atractivo para un posterior desarrollo del graduado, tanto en el ámbito académico como profesional, con muchas líneas de estudio aún sin cerrar y en continuo cambio, que cada día adquieren una mayor presencia e importancia en nuestra sociedad y en la realidad empresarial.

Bibliografía

References

- Allen, F., Myers, S., & Brealey, R. (2006). Principios de finanzas corporativas. *McGraw Hill*,
- Benninga, S., & Czaczkes, B. (2000). *Financial modeling* MIT press.
- Black, F., & Karasinski, P. (1991). Bond and option pricing when short rates are lognormal. *Financial Analysts Journal*, 47(4), 52-59.
- Black, F., & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *The Journal of Political Economy*, , 637-654.
- Cohen, G. (2005). *The bible of options strategies: The definitive guide for practical trading strategies*. New Jersey: Pearson Education.
- De Llano, P., & Piñeiro, C. (2007). Modelos de gestión financiera. *Editorial Fareso, Madrid, 13pp*,
- Delgado Ugarte, J. I. (1999). *El análisis técnico bursátil: Cómo ganar dinero en los mercados financieros* Ediciones Díaz de Santos.
- Fouque, J., Papanicolaou, G., & Sircar, K. (2000). Stochastic volatility correction to black-scholes. *Risk*, 13(2), 89-92.

- Geske, R. (1978). The pricing of options with stochastic dividend yield. *The Journal of Finance*, 33(2), 617-625.
- Hull, J. (2009). *Introducción a los mercados de futuros y opciones* (M. A. Sánchez Carrión Trans.). (Sexta Edición ed.). México: Pearson.
- Hull, J. C. (2012). *Options, futures, and other derivatives*. EEUU: Pearson Education.
- Jeong, D., Kim, J., & Wee, I. (2009). An accurate and efficient numerical method for black-scholes equations. *Commun.Korean Math.Soc*, 24(4), 617-628.
- MEFF, R. (1995). Manual de opciones y futuros, rta. *Inversión, Madrid*,
- Merton, R. C. (1973). Theory of rational option pricing. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, , 141-183.
- Montero, M. C. (2003). *Diccionario comentado de términos financieros ingleses de uso frecuente en español* Netbiblo.
- Pindado, J. (2012). Finanzas empresariales. *Ediciones Paraninfo, Madrid*,
- Sengupta, C. (2004). *Financial modeling using excel and VBA* John Wiley & Sons.
- Soldevilla, E., & García, E. S. (1996). *Opciones y futuros sobre divisas: Estrategias negociadoras del riesgo de cambio* Ediciones Díaz de Santos.
- Tinoco, J. D., & Trillo, F. H. (2003). *Futuros y opciones financieras: Una introducción* (3ª Edición ed.). México: Editorial Limusa.

Índice analítico

C

Call, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 26, 28, 30, 31, 32, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 69, 70

F

Fecha de expiración, 7, 9, 10, 11, 21, 26, 42, 46
Fecha de vencimiento, 7, 9, 10, 11, 21, 26, 42, 46

G

griega
delta, 4, 5, 15, 26, 28, 29, 33, 36, 39, 46, 47, 54, 57, 65, 68
gamma, 4, 5, 36, 39, 40, 55, 58, 69
rho, 4, 5, 33, 38, 41, 56, 59
theta, 4, 5, 37, 40, 41, 55, 59
vega, 4, 5, 33, 37, 40, 55, 58

O

Opción
americana, 5, 9, 26, 45, 48
de compra, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 26, 28, 30, 31, 32, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 69, 70

de venta, 4, 5, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 26, 30, 31, 32, 45, 47, 48, 50, 51, 69, 70
europea, 9, 15, 16, 17

P

Posición
corta, 7, 8, 9, 11, 12, 23, 25, 26, 45, 50, 54, 70, 71
larga, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 20, 23, 26, 27, 31, 33, 35, 43, 51, 70, 71
Precio de ejercicio, 4, 5, 9, 10, 11, 26, 31, 33, 34, 41, 45, 47, 49, 50, 52
Prima, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 21, 26, 27, 31, 33, 34, 35, 38, 43, 45, 46, 50, 52, 54, 56, 57, 61, 65, 70
Put, 4, 5, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 26, 30, 31, 32, 45, 47, 48, 50, 51, 69, 70

S

strangle, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 20, 21, 22, 23, 24, 31, 33, 35, 42, 43, 49, 50, 52, 54, 60, 62, 65, 67, 69, 70, 71, 72
Strike, 4, 5, 9, 10, 11, 26, 31, 33, 34, 41, 45, 47, 49, 50, 52