5. Ejercicios de Mercados de Derivados: Futuros y Opciones

© Juan Mascareñas
Universidad Complutense de Madrid
3-Febrero-2013

Nota:
En todos lo ejercicios que aparecen a continuación no se incluyen ni las comisiones ni el efecto fiscal.

1º) Un hipotético contrato de futuros sobre un activo subyacente cuyo precio de mercado actual es de 18.000 €, y que no paga dividendos, tiene su vencimiento dentro de un año. Si el tipo de interés de las Letras del Tesoro a un año de plazo fuese del 3%, ¿cuál sería su precio?.

Y ¿qué ocurriría con su precio si el vencimiento del futuro tuviese lugar dentro de tres años?. Por último, calcule el precio del contrato de futuros para un vencimiento dentro de tres años y un tipo de interés sin riesgo del 4% anual.

Solución

a) F = 18.000 x (1 + 0,03) = **18.540 €**

b) F = 18.000 x $(1 + 0{,}03)^3$ = **19.669,1 €**

c) F = 18.000 x $(1 + 0{,}04)^3$ = **20.247,6 €**

2º) Supongamos que el valor del Ibex-35 es de 7.500 puntos. Si las Letras del Tesoro a un año de plazo tienen actualmente una tasa del 3% anual y el rendimiento anual esperado sobre el dividendo del Ibex-35 es del 5%, ¿cuál sería el precio del futuro con un año de vencimiento?.

Solución

F = 7.500 x (1 + 0,03 - 0,05) = **7.350 puntos**

3º) El LIFFE ha introducido un nuevo tipo de contrato de futuros sobre las acciones de Brannigan Co., una empresa que no suele pagar dividendos. Cada contrato implica la adquisición de 1.000 acciones con un año de vencimiento. El tipo de interés sin riesgo británico es del 2% anual:

a) Si la acción de Brannigan se vende a 70 libras por acción, ¿cuál debería ser el precio del futuro?

b) Si el precio de mercado de Brannigan cae un 5%, ¿cuál sería el cambio en el precio del futuro y cuál sería la alteración en la cuenta de efectivo del inversor?

Solución

a) F = 70 £/acc. x (1 + 0,02) = 71,4 £/acc.

b) F = [70 x (1 - 0,05)] x (1 + 0,02) = 67,83 £/acc.
La variación ha sido de -3,57 £/acc., es decir, un 5% menos.
La cuenta de efectivo habría pasado de 71.400£ a 67.830£

4º) Supongamos que en el día de hoy procedemos a cubrir una cartera de renta variable de valor nominal 25 millones de euros a través de la venta de contratos de futuros sobre el Ibex-35. El horizonte temporal va a ser de un año. El precio del contrato de futuros sobre el Ibex-35 con fecha de vencimiento dentro de un año es de 8.030 puntos. El coeficiente de volatilidad de la cartera con relación al índice Ibex-35 es del 0,75, mientras que el coeficiente de volatilidad entre el índice Ibex-35 y el contrato de futuros sobre él es 0,98. El valor del Ibex-35 en ese instante era de 8.010 puntos.

¿Cuál es el ratio de cobertura?. Si en el momento del vencimiento del contrato el Ibex-35 ha descendido un 15% ¿qué le ocurrirá a la cobertura?. Nota: cada punto del contrato de futuros sobre el Ibex-35 vale 10€.

Solución

Valor nominal de la cartera (V) = 25.000.000 €
Valor del contrato de futuros (F) = 8.030 puntos x 10 €/punto
Beta de la cartera con relación al contrato de futuros: 0,75 x 0,98

$$RC = \frac{V}{F}\,\beta = \frac{25.000.000}{8.030 \times 10} \times (0,75 \times 0,98) = 228,83 \approx 229 \text{ contratos}$$

Por tanto, si dentro de un año -en el momento en que vence el contrato de futuros- el valor del índice Ibex-35 ha caído un 15% su valor se situará en 8.010 x (1 - 0,15) = 6.808,5 puntos, lo que quiere decir que la ganancia obtenida por nosotros como vendedores de los 229 contratos es igual a:

$$(8.030 - 6.808,5) \times 10 \times 229 = 2.797.235 \text{ euros}$$

Por otra parte, el valor de nuestra cartera habrá descendido un 11,25% (15% x 0,75), es decir, tendríamos una pérdida de 2.2187.500 de euros, pérdida que, en este caso, es contrarrestada de sobra por las ganancias obtenidas con la venta de los contratos de futuros.

5º) Una opción de compra sobre una acción de Iberdrola, que tiene un precio de ejercicio de 20 € se ejerce un día en que la acción de la compañía eléctrica cotiza en el mercado a 21,5 €. Suponiendo que fuese una opción de tipo europeo calcule: a) el flujo de caja del propietario de la opción en la fecha de ejercicio; b) el beneficio de la operación si la prima pagada tres meses antes fue de 0,75 €; c) el rendimiento de la operación; y d) calcule lo mismo que en los dos puntos anteriores pero teniendo en cuenta el precio del tiempo (tipo de interés libre de riesgo 4% anual).

Solución

a) Flujo de caja = 21,5 - 20 = 1,5 €
b) Beneficio = FC - c = 1,5 − 0,75 = 0,75 €
c) Rdto.= Bº ÷ c = 0,75 ÷ 0,75 = 100%
d) Bº = $1{,}5 - 0{,}75 \times (1 + 0{,}04)^{1/4} = 0{,}7426$ €
Rdto.= $0{,}7426 \div (0{,}75 \times 1{,}04^{1/4}) = 98{,}04\%$

6º) Una opción de venta sobre una acción de Telefónica, que tiene un precio de ejercicio de 13,50 €, se ejerce un día en que la acción de la compañía cotiza en el mercado a 11 €. Suponiendo que fuese una opción de tipo europeo calcule: a) el flujo de caja del propietario de la opción en la fecha de ejercicio; b) el beneficio de la operación si la prima pagada cuatro meses antes fue de 0,5 €; c) el rendimiento de la operación; y d) calcule lo mismo que en los dos puntos anteriores pero teniendo en cuenta el precio del tiempo (tipo de interés libre de riesgo 4% anual).

Solución

a) Flujo de caja = 13,50 - 11 = 2,50 €
b) Beneficio = FC - c = 2,50 − 0,5 = 2 €
c) Rdto.= Bº ÷ c = 2 ÷ 0,5 = 400%
d) Bº = $2{,}5 - 0{,}5 \times (1 + 0{,}04)^{4/12} = 1{,}99$ €
Rdto.= $1{,}99 \div (0{,}5 \times 1{,}04^{4/12}) = 392{,}83\%$

7º) Ana González está considerando la adquisición de 100 acciones del BBVA a un precio de mercado de 5,5 €/acción. Sin embargo, Ana tiene miedo de que el precio de BBVA caiga durante los dos meses siguientes a su adquisición. El valor de mercado de una opción de venta "at-the money" sobre BBV con vencimiento dentro de dos meses es de 0,22 €. ¿Qué beneficio o pérdida tendrá Ana si compra las acciones del BBVA pagando 5,5 €/título y transcurridos dos meses el precio cae a 4,5 €?. Y ¿qué ocurriría si ella hubiese adquirido la opción de venta?.

Solución

Compra acciones sin cubrirse:

BBVA: Bº = (4,5 – 5,5) x 100 = - 100 €

Compra opciones de venta como cobertura:

Bº = (5,5 – 5,5) x 100 – 0,22 x 100 = - 22 €

8º) Usted posee actualmente 100 acciones de Repsol y pretende realizar una emisión o venta de opciones de compra europeas sobre las mismas. Si la prima de dichas opciones es de 2,4 € con un precio de ejercicio de 25 €/acción, determine su beneficio o pérdida bajo las siguientes condiciones en el momento de vencer la opción (ignore los costes de transacción, el valor temporal del dinero y los impuestos): a) El precio del título es de 23 €; b) el precio del título es de 27 €; c) el precio de Repsol es de 31 €. Suponga que el precio de coste de las acciones fueron de 25 €.

Solución

a) Si P = 23 € → Bº = 2,4 x 100 + [23 - 25] x 100 = 40 €

Vende las 100 opciones de compra por las que recibe 240€, llegada la fecha de vencimiento de ellas el precio de Repsol es de 23€ luego su propietario no las ejercerá. Sin embargo, usted ha perdido 2€ por acción al caer la cotización de la petrolera (-200€). Resultado: 40€

b) Si P = 27 € → Bº = 2,4 x 100 + [25 - 25] x 100 = 240 €

Vende las 100 opciones de compra por las que recibe 240€, llegada su fecha de vencimiento el precio de Repsol es de 27€ por lo que su propietario las ejercerá pagándole a usted 25€ por acción que, como coincide con lo que le costaron, no le hace tener ningún beneficio en las acciones. Resultado: 240€

c) Si P = 31 € → Bº = 2,4 x 100 + [25 - 25] x 100 = 240 €

Vende las 100 opciones de compra por las que recibe 240€, llegada su fecha de vencimiento el precio de Repsol es de 31€ por lo que su propietario las ejercerá pagándole a usted 25€ por acción que, como coincide con lo que le costaron, no le hace tener ningún beneficio en las acciones. Resultado: 240€

9º) Una opción de venta y otra de compra, ambas de tipo europeo, vencen dentro de tres meses y ambas tienen un precio de ejercicio de 25 €. Sabiendo que la tasa libre de riesgo es del 4% anual se desea determinar, a través de la *paridad put-call*:

a) el precio de la opción de venta si la opción de compra valiese 4 € y el precio de mercado del activo subyacente fuese de 22,50 €

b) el precio de la opción de compra si la de venta tomase un valor de 5 € y el precio del activo subyacente fuese de 20 €.

Solución

El plazo es de tres meses, luego:

a) $p = c - S + VA(X) = 4 - 22{,}50 + [25 \div 1{,}04^{1/4}] = 6{,}256$ €

b) $c = S + p - VA(X) = 20 + 5 - [25 \div 1{,}04^{1/4}] = 0{,}244$ €

10º) Calcular el valor de una opción de venta europea a través de un proceso binomial de dos fases (una por año) sabiendo que el precio actual de la acción subyacente es de 10 €, el precio de ejercicio es de 11 €, la volatilidad es del 26% anual y la tasa libre de riesgo alcanza a ser del 4% nominal anual.

Solución

$S = 10$ €

$X = 11$ €

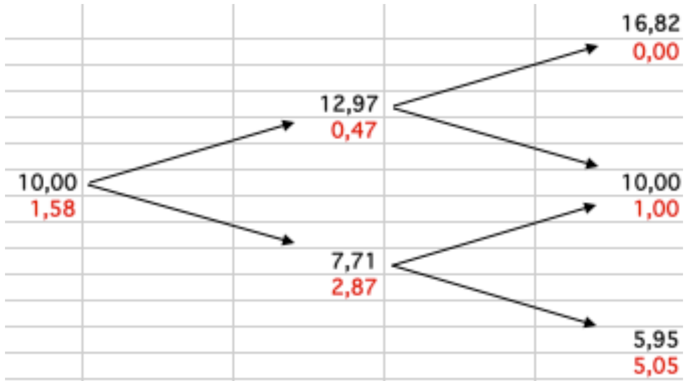
$\sigma = 26\%$ anual

$t = 2$ años

$r_f = 4\%$ anual

$u = e^{s} = 1{,}297$

$d = 0{,}771$



$p = (1 + rf - d) / (u - d) = (1 + 0{,}04 - 0{,}771) / (1{,}297 - 0{,}771) = 51{,}14\%$

$Su = S \times u = 10 \times 1{,}297 = 12{,}97$ €

$Suu = Su \times u = 12{,}97 \times 1{,}297 = 16{,}82$ €

$Sud = Su \times d = 12{,}97 \times 0{,}771 = 10{,}00$ €

$Sd = S \times d = 10 \times 0{,}771 = 7{,}71$ €

$Sdd = Sd \times d = 7{,}71 \times 0{,}771 = 5{,}95$ €

$P_{uu} = Max\ [X - S_{uu}\ ;\ 0] = Max\ [11 - 16{,}82\ ;\ 0\ ] = 0$ €

$P_{ud} = Max\ [X - S_{ud}\ ;\ 0] = Max\ [11 - 10{,}00\ ;\ 0\ ] = 1$ €

$P_{dd} = Max\ [X - S_{dd}\ ;\ 0] = Max\ [11 - 5{,}95\ ;\ 0\ ] = 5{,}05$ €

$P_u = [P_{uu} \times p + P_{ud} \times (1-p)] \div (1 + r_f) = [0 \times 0{,}5114 + 1 \times (1-0{,}5114)] \div 1{,}04 = 0{,}47$ €

$P_d = [P_{ud} \times p + P_{dd} \times (1-p)] \div (1 + r_f) = [1 \times 0{,}5114 + 5{,}05 \times (1-0{,}5114)] \div 1{,}04 = 2{,}87$ €

$P = [P_u \times p + P_d \times (1-p)] \div (1 + r_f) = [0{,}47 \times 0{,}5114 + 2{,}87 \times (1-0{,}5114)] \div 1{,}04 =$ **<u>1,58 €</u>**

Nota: Las operaciones se han realizado con todos los decimales

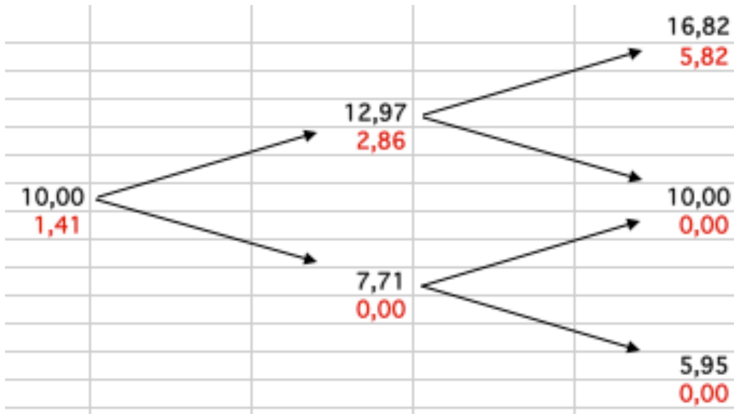
---

11º) Calcular el valor de la opción de compra europea con un precio de ejercicio de 11 €, y con los mismos datos del ejercicio anterior a través del modelo binomial y después compruébese que se cumple la *paridad put-call.*

Solución

S = 10 €
X = 11 €
σ = 26% anual
t = 2 años
r_f = 4% anual

u = e^s = 1,297
d = 0,771



p = (1 + rf – d) / (u – d) = (1 + 0,04 – 0,771) / (1,297 – 0,771) = 51,14%

Su = S x u = 10 x 1,297 = 12,97 €
Suu = Su x u = 12,97 x 1,297 = 16,82 €
Sud = Su x d = 12,97 x 0,771 = 10,00 €
Sd = S x d = 10 x 0,771 = 7,71 €
Sdd = Sd x d = 7,71 x 0,771 = 5,95 €

C_{uu} = Max [S_{uu} - X ; 0] = Max [16,82 - 11 ; 0] = 5,82 €
C_{ud} = Max [S_{ud} - X ; 0] = Max [10,00 – 11 ; 0] = 0 €
C_{dd} = Max [S_{dd} - X ; 0] = Max [5,95 - 11 ; 0] = 0 €

C_u = [C_{uu} x p + C_{ud} x (1-p)] ÷ (1 + r_f) = [5,82 x 0,5114 + 0 x (1-0,5114)] ÷ 1,04 = 2,86 €
C_d = [C_{ud} x p + C_{dd} x (1-p)] ÷ (1 + r_f) = [0 x 0,5114 + 0 x (1-0,5114)] ÷ 1,04 = 0 €
C = [C_u x p + C_d x (1-p)] ÷ (1 + r_f) = [2,86 x 0,5114 + 0 x (1-0,5114)] ÷ 1,04 = **<u>1,41 €</u>**

Paridad put-call (recuerde que en el ejercicio anterior p = 1,58€):

C = S + P - VA(X) = 10 + 1,58 – (11 ÷ $1,04^2$) = **1,41 €**

Nota: Las operaciones se han realizado con todos los decimales

12º. Jorge Lucas gestiona una cartera formada por acciones que cotizan en el mercado continuo de la Bolsa de Madrid cuyo valor al día de hoy es de 15,27 millones de euros, siendo su coeficiente de volatilidad igual a 1,2. Jorge pretende cubrir el riesgo de una caída bursátil, durante los próximos tres meses, a través de la compra de opciones de venta sobre el Ibex-35 (cuyo valor al cierre era de 6.567 puntos). La cobertura puede ser lo más perfecta posible a través de la adquisición de opciones *at the money*, o imperfecta a través de opciones *out of the money* e *in the money*. Refleje los tres casos calculando el número de opciones que debería adquirir en cada uno de ellos utilizando los datos de la tabla siguiente.

Precio de ejercicio	**Prima**
6.450	170
6.550	212
6.650	261

En la fecha de vencimiento el valor del Ibex-35 se ha situado en 6.240 puntos. ¿Cómo ha quedado el valor de la cartera de Jorge para cada una de las tres coberturas elegidas?. Nota: El tipo de interés trimestral sin riesgo es del 1,4%.

Solución

AT THE MONEY

$$\text{Nº teórico} = \frac{15.270.000}{6.550 \times 10} = 233{,}13 \text{ opciones de venta}$$

$$\text{Nº} = 233{,}13 \times 1{,}2 = 279{,}75 \approx 280 \text{ opciones de venta}$$

El precio de la opción de venta de precio de ejercicio 6.550 es de 212 puntos, es decir, 2.120 euros (recuerde cada punto son 10€) lo que implica pagar por las 280 opciones unos 593.600 euros. El coste del seguro es igual a 212 ÷ 6.550 = 3,23% en tres meses (un 12,9% nominal anual).

OUT OF THE MONEY

$$\text{Nº teórico} = \frac{15.270.000}{6.450 \times 10} = 236{,}74 \text{ opciones de venta}$$

$$\text{Nº} = 236{,}74 \times 1{,}2 = 284{,}09 \approx 284 \text{ opciones de venta}$$

El precio de la opción de venta de precio de ejercicio 6.450 es de 170 puntos, es decir, 1.700 euros lo que implica pagar por las 284 opciones unos 482.800 euros. El coste del seguro es igual a 170 ÷ 6.450 = 2,64% en tres meses (un 10,54% nominal anual).

IN THE MONEY

$$\text{Nº teórico} = \frac{15.270.000}{6.650 \times 10} = 229{,}6 \text{ opciones de venta}$$

$$\text{Nº} = 229{,}6 \times 1{,}2 = 275{,}5 \approx 276 \text{ opciones de venta}$$

El precio de la opción de venta de precio de ejercicio 6.650 es de 261 puntos, es decir, 2.610 euros lo que implica pagar por las 276 opciones unos 720.360 euros. El coste del seguro es igual a 261 ÷ 6.650 = 3,92% en tres meses (un 15,7% nominal anual).

FECHA DE VENCIMIENTO

La depreciación del índice Ibex-35 ha sido de (6.240 ÷ 6.567) - 1 = -4,98%
La depreciación de la cartera ha sido de -4,98% x 1,2 = -5,976% lo que implica una pérdida de 15.700.000 x 0,05976 = 938.232 euros

<u>At-the-money</u>: 280 x (6.550 - 6.240) x 10 = 868.000 €
Rtdo. de la cartera cubierta: -938.232 + 868.000 - 593.600 (1,014) =
= -672.142,40 €

<u>Out-of-the-money</u>: 284 x (6.450 - 6.240) x 10 = 596.400 €
Rtdo. de la cartera cubierta: -938.232 + 596.400 - 482.800 (1,014) =
= -831.391,20 €

<u>In-the-money</u>: 276 x (6.650 - 6.240) x 10 = 1.131.600 €
Rtdo. de la cartera cubierta: -938.232 + 1.131.600 - 720.360 (1,014) =
= -537.077 €