

Valuación de Derivados Financieros

Resolución de ejercicios

Autor: Lic. Ricardo Gabriel Amarilla

Fecha: Marzo 2025

Amarilla, Ricardo Gabriel

Bases actuariales de las inversiones y las financiaciones : opciones y derivados financieros / Ricardo Gabriel Amarilla ; Compilación de Ricardo Gabriel Amarilla. - 1a ed - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Ricardo Gabriel Amarilla, 2024.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-631-00-5227-4

1. Análisis de Riesgo. 2. Finanzas. 3. Administración Financiera. I. Título.
CDD 657.3

ISBN 978-631-00-5227-4



Primera Edición, Septiembre 2024

No se permite la reproducción total o parcial de este material, ni su almacenamiento en un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopias u otros métodos, sin permiso previo por escrito del autor.

Su infracción esta penada por las leyes 11.723 y 25.446 de la República Argentina

@2024, Ricardo Amarilla

Todos los derechos reservados

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

Hecho el depósito que previene la Ley 11.723

Índice

Dedicatoria	3
Agradecimientos	3
Parte II: Práctica.....	4
Práctica: Ejercitación - Enunciados	5
Práctica: Ejercitación – Resolución de Ejercicios	43
Bibliografía	288

Dedicatoria

A mi sobrina Martina, futura Actuaria, y para Ruth por tu gran apoyo.

Agradecimientos

A Rodrigo del Rosso, Tomas Lanzilotta, Dario Francese y a todos aquellos los que me hacen llegar sus palabras de agradecimientos.

Parte II: Práctica

Práctica: Ejercitación - Enunciados

Ejercicio 1

- a) Explique la operatoria de un Total Return Swap y grafique.
- b) ¿Qué utilidad tiene la Duration(modificada) en la gestión de carteras de instrumentos de renta fija?
- c) ¿Cómo se ve afectada la Duration de un bono que paga tasa fija si aumenta el nivel de tasas de interés?
- d) Explique las principales diferencias que hay entre un contrato OTC y uno negociado en un mercado institucionalizado. Las "Operaciones Compensadas a Término" negociadas en el MAE (Mercado Abierto Electrónico), ¿en qué categoría entrarían y por qué?
- e) Enuncie la Paridad Call-Put para opciones europeas, y explique detalladamente cómo podría realizarse un arbitraje en caso de que la paridad no se mantuviera.
- f) Explique conceptualmente, y demuestre matemáticamente, la relación que existe entre el precio de los bonos y las tasas de interés de mercado.
- g) ¿Por qué los inversores exigen una tasa de interés mayor en bonos con calificación baja?
- h) Explique qué diferencias hay entre la tasa de cupón, la rentabilidad actual y la rentabilidad al vencimiento de un bono.
- i) ¿Cuál es la TIR (expresada como TNA con capitalización semestral) de un bono que paga semestralmente una tasa del 10% anual, cotiza a la par y le restan 5 años para el vencimiento?
- j) ¿Cuál es la duration de un bono cupón cero que vence en 10 años?
- k) Explique la operatoria de un CDS la asociada a un Cat bond. Grafique ambos casos.
- l) ¿Cuál es la diferencia entre el precio forward y el valor de un contrato forward?
- m) Defina el "riesgo de prepago" en los bonos callable. La cláusula "call", ¿beneficia al tenedor del bono? ¿Por qué?
- n) Muestre que, si el precio futuro de un commodity es mayor que el precio spot durante el periodo de entrega, entonces hay una oportunidad de arbitraje. ¿Existe tal posibilidad si el precio futuro fuera menor que el spot? Explique.
- o) ¿Qué es un convertible bond?
- p) Demuestre que la paridad Call-Put para opciones sobre acciones que no pagan dividendos es una relación que debe mantenerse para eliminar las oportunidades de arbitraje.
- q) ¿Por qué la pérdida esperada de un swap de tasa de interés es menor que la de un préstamo con el mismo valor nominal?
- r) Los bancos en general toman depósitos a corto plazo y prestan a largo plazo. ¿Cómo podría utilizarse un swap para cubrir el riesgo de tasa de interés? (explique claramente qué posición tomaría el banco y diagrame los flujos de efectivo originales y con cobertura)

Ejercicio 2

- a) Sea c es el precio de un Call Europeo sobre Futuro con strike K y vencimiento en T . Sea p el precio de un Put Europeo sobre Futuro con igual strike y vencimiento. Siendo F_0 , el precio futuro, demuestre que, en ausencia de oportunidades de arbitraje, la siguiente relación debe mantenerse: $p + F_0 e^{-rT} = c + K e^{-rT}$
- b) Sea c es el precio de un Call Europeo con strike K y vencimiento en T . Sea p el precio de un Put Europeo con igual strike y vencimiento. Siendo S_0 , el precio del subyacente demuestre que, en ausencia de oportunidades de arbitraje, la siguiente relación debe mantenerse: $p + S_0 = c + K e^{-rT}$

Ejercicio 3

a) Considere un bono con valor nominal \$15.000 que paga cupones de \$600 semestrales. El último cupón fue pagado hace 2 meses y el vencimiento del bono es en 22 meses. La estructura de tasas spot (anuales compuestas semestralmente) está dada por el siguiente cuadro.

t (meses)	2	8	14	20
r (t)	7%	7,50%	8%	8,50%

Observación: tasas de composición continua.

1. Calcule la tasa de cupón y determine el precio del bono.
2. Calcule la duración y con la misma estime el precio del bono si la curva spot se desplaza hacia abajo 30 puntos básicos.
3. ¿Cuál es el precio forward del bono a 10 meses si la tasa spot libre de riesgo para dicho plazo es 7.7% (compuesta de manera continua)?

b) Mediante un IRS, la compañía X acordó recibir la LIBOR a seis meses a cambio de una tasa del 5% anual sobre un notional de 5 millones, realizándose los pagos cada 6 meses. Al swap le queda una vida de 20 meses y actualmente la curva LIBOR spot es constante en 5.5% anual para todos los vencimientos. Además, dos meses atrás la tasa LIBOR a seis meses fue de 6.5% anual. Determine el valor del Swap para la empresa X.

Ejercicio 4

Considere la siguiente curva LIBOR spot (las tasas son con composición continua):

Año	Libor Spot continua
1	10%
2	10,50%
3	11%
4	11,50%
5	12%

Observación: en caso de ser necesario, interpole linealmente para obtener las tasas spot que no están en la tabla.

a) Calcule el valor de un swap de tasa de interés para quien paga la tasa fija, cuyas condiciones son: tasa fija: 10% anual, pagos semestrales, notional: \$10.000.000, vencimiento: 2 años.

b) Dada la curva Spot, realice el pricing de un swap (determine la tasa fija o swap rate) con vencimiento en 4 años.

- c) Calcule el valor de un swap de tasa de interés para quien recibe la tasa fija, cuyas condiciones son: la tasa fija es del 8% anual, los pagos son anuales, el notional es \$1.000.000 y el vencimiento opera en 5 años.
- d) Dada la curva Spot, realice el pricing de un swap (determine la tasa fija o swap rate) con vencimiento en 5 años.

Ejercicio 5

Considere un call europeo con un vencimiento a 10 meses sobre un bono que tiene un valor nominal de \$100 y que tiene una vida de 9 años y 9 meses. El precio cash del bono hoy es \$95, la tasa libre de riesgo a 10 meses es 9% anual (compuesta continua), la volatilidad del precio forward del bono en 10 meses es 8% anual. El bono paga cupones de \$4 en tres meses y en nueve meses. La tasa de tres meses es 8% y la tasa de 9 meses es 8.75% anual (compuesta continua).

- a) ¿Cuál es el valor presente de los pagos de cupón?
- b) ¿Cuál es el precio forward del bono?
- c) ¿Cuál es el precio del call europeo con strike \$100?

Ejercicio 6

- a) Calcule el valor en ausencia de arbitraje de un Call con strike "K", vencimiento en "T1" y pagadero en "T2" para un momento genérico " $t < T1$ " y luego para un momento genérico " $t > T1$ ".
- b) Calcule la estrategia que replica su payoff para un momento genérico " $t < T1$ " y luego para un momento genérico " $t > T1$ ".

Ejercicio 7

Un bono a cinco años con una yield to maturity de 11% (compuesta de manera continua) paga un cupón de 8% al final de cada año.

- a) ¿Cuál es el precio del Bono?
- b) ¿Cuál es la duration del Bono?
- c) Utilice la duration para calcular el efecto en el precio del bono de un descenso del 0,2% en su yield.

Recalcule el precio del bono utilizando una yield de 10,8% y verifique que el resultado es acorde a lo calculado en el punto c).

Ejercicio 8

Considere un bono con valor nominal \$1000 que paga cupones de \$40 semestrales. El último cupón fue pagado hace 2 meses y al bono le queda una vida de 22 meses. La estructura de tasas spot (anuales compuestas semestralmente) está dada por el siguiente cuadro.

t (meses)	Libor Spot continua
4	8%
10	8,50%
16	9%
22	9,50%

- a) ¿Cuál es el precio del bono?
- b) Calcule la duración y con la misma estime el precio del bono si la curva spot se desplaza hacia arriba 50 puntos básicos.
- c) Si la tasa libre de riesgo a 11 meses es 8.4% (continua) ¿Cuál es el precio de un forward sobre el bono que vence en 11 meses?

Ejercicio 9

Describa el valor final del siguiente portafolio: una posición larga en un contrato forward sobre un activo y una posición larga en un put europeo sobre el mismo activo, con igual vencimiento que el forward y con un strike igual al valor forward del activo al momento de armar el portafolio. Muestre que el put europeo tiene el mismo valor que un call europeo con igual strike y vencimiento.

Ejercicio 10

Dada la siguiente estructura de tasas:

Plazo (meses)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tasa	4%	4%	4%	4,10%	4,10%	4,10%	4,20%	4,20%	4,20%	4,30%	4,40%	4,50%

- a) Calcule el valor de un swap con frecuencia bimestral, con vencimiento en un año, con tasa pactada igual al 4,5% y con valor nominal de \$100.
- b) Calcule la tasa swap para operaciones con frecuencia bimestral y con vencimiento en 10 meses.
- c) Calcule la tasa forward para operaciones a realizar desde el mes 3 por un plazo de 4 meses.
- d) Calcule el valor de un forward para operaciones a realizar desde el mes 3 por un plazo de 4 meses con tasa pactada del 4.1%.

Ejercicio 11

En febrero de 2002 la institución en la que trabaja recibió por un canje de deuda del Gobierno Nacional 100 MM de valor nominal (en USD) del Bono Boden 2012 (ver especificaciones en tabla adjunta). Para el cierre del balance trimestral que debe presentar su entidad se le solicita que realice la valuación del título, en dólares, al 31/03/2011, teniendo en cuenta que el precio de cierre de la Bolsa de Comercio de Buenos Aires fue 407 y que el dólar comunicado por el BCRA fue 4,052.

Símbolo: RG12**Denominación:** Bonos del Gobierno Nacional en Dólares
Estadounidenses Libor 2012- 1ra. Serie**Emisor:** Gobierno Nacional**Fecha de emisión:** 03/02/2002**Fecha de vencimiento:** 03/08/2012**Monto nominal vigente en la moneda original de emisión:**
16.343.224.500,00**Moneda de emisión:** Dólares

Interés: Tasa Libor a 6 meses de plazo pagaderos por semestre vencido. La tasa será determinada a las 11:00 hs. En Londres del segundo día hábil inmediatamente anterior al inicio de c/período de interés y ajustada a un año calendario de 365 o 366 días, s/corresponda. Para el cálculo de intereses se considerará desde e incluyendo el 1er. Día de devengamiento de intereses, hasta y excluyendo el último día del período. P/determinar intereses se consideran días efecmte. Transcurridos. 1er. Vto.: 05/08/2002.

Fecha - Devengan intereses: 03/02/2002**Ejercicio 12**

a) Tres años atrás una compañía entró en un swap de tasa de interés a cinco años con el compromiso semestral de pagar una tasa fija del 7% a cambio de la tasa LIBOR. Si su contraparte entra en quiebra hoy cuando la tasa de un swap a dos años es de 6.5%, ¿estaría teniendo una pérdida económica con esta quiebra? Explicar.

b) Considere dos compañías que pueden tomar préstamos a distintas tasas en dólares y libras esterlinas. La compañía A puede endeudarse en dólares a una tasa del 8% anual y a 14% anual en libras esterlinas. La compañía B, por su parte, puede endeudarse a una tasa del 6% en dólares y del 9% en libras. El tipo de cambio vigente hoy es de 1.62. Plantee un

caso en donde sea beneficioso para ambas compañías establecer un swap de moneda. Explique cómo se instrumentaría y los riesgos de la operación.

c) Considere el siguiente swap de moneda: la compañía A realizó un swap sobre 25 millones de dólares a una tasa del 3% por una tasa del 7.5% sobre 20 millones de libras esterlinas. El intercambio de fondos es semestral. Quedan 18 meses para el vencimiento del swap y el tipo de cambio es 1.3. La estructura de tasas a la fecha es flat tanto en dólares como en libras y es de 3.3% y 7.75% respectivamente (tasas continuas). Calcular el valor del swap para la compañía A.

d) Un banco o compañía financiera puede actuar como "market maker" y proponer un swap a una compañía de acuerdo con sus necesidades sin contar con un acuerdo de contraparte. ¿Cuál es el riesgo que estaría tomando esta compañía financiera? ¿Cómo podría reducirlo y/o administrarlo?

Ejercicio 13

a) La tasa de rendimiento por cupones en el próximo año de un bono es del 9%. El rendimiento al vencimiento del mismo bono es del 10%. ¿El bono está cotizando bajo o sobre la par? Explique.

b) Para el caso anterior, ¿la tasa de cupón es menor o mayor al 9%?

Ejercicio 14

Calcule el valor en ausencia de arbitraje al momento inicial de un Chooser Call que permite al tenedor conseguir al momento "T" (sin costo alguno en dicho momento "T") un Call o un Put (según X prefiera) ambos con strike "K" y vencimiento "T2" ($T < T_2$ y $K > 0$).

Ayuda: Para la resolución de este ejercicio es posible descomponer el payoff de este instrumento en una cartera de opciones y luego valorar dichas opciones separadamente.

Ejercicio 15

Calcule el valor de un "Cliquet Put" cuyo payoff viene representado por la siguiente fórmula:

$$X = \text{Max} (K - S_T, K - S_t, 0)$$

Ejercicio 16

a) Suponga que se lanza en el mercado un Lookback Call con vencimiento en "2" sobre el activo subyacente "S". Calcule el valor en ausencia de arbitraje de dicho instrumento al momento "0" y al momento "1",

b) Suponga que se lanza en el mercado un Lookback Put con vencimiento en "2" sobre el activo subyacente "S". Calcule el valor en ausencia de arbitraje de dicho instrumento al momento "0" y al momento "1".

Ejercicio 17

Dada la siguiente estructura de tasas de interés nominales anuales:

Días	30	60	90	120	150	180
Tasa	10%	11%	12%	13%	14%	15%

Calcule:

- Tasa Forward para colaciones desde el día 60 hasta el día 120.
- Tasa Forward para colaciones desde el día 50 hasta el día 130, suponiendo que el resto de la estructura temporal de tasas nominales puede calcularse a través de interpolación lineal.
- Valor de un Swap en ausencia de arbitraje con flujos mensuales durante los próximos 6 meses (empezando el día 30), con nominal de \$100,000 y tasa pactada del 14% nominal anual con capitalización mensual.
- Tasa Swap asociada al mismo instrumento.

Ejercicio 18

Calcule el valor en ausencia de arbitraje al momento inicial de un Forward Start Put, cuyo payoff es:

$$\max(S_{T_0} - S_T; 0) \text{ siendo } T > T_0$$

Ejercicio 19

- La compañía X acordó pagar 10% anual y recibir la LIBOR a tres meses a cambio, sobre un nominal de 4 millones, realizándose los pagos cada 3 meses. Al swap le queda una vida de 14 meses y actualmente la tasa cambiada por LIBOR es 11% para todos los vencimientos.

Además, un mes atrás la tasa LIBOR a tres meses fue de 11.8% anual. Determine el valor del Swap. Observación: todas las tasas son compuestas trimestralmente.

- Las empresas A y B tienen las siguientes opciones para realizar una inversión de 5 millones de pesos:

Empresa	Tasa flotante	Tasa fija
A	Libor	8%
B	Libor	8,80%

Dadas las políticas de inversiones actuales de las compañías, A debe invertir a tasa fija, mientras que B a tasa flotante. Diseñe un swap que sea igualmente atractivo para A y para B, y que otorgue una ganancia neta al intermediario de 0.2% anual.

Ejercicio 20

a) Mediante un IRS, la compañía X acordó recibir la LIBOR a seis meses a cambio de una tasa del 8% anual sobre un notional de 4 millones, realizándose los pagos cada 6 meses. Al swap le queda una vida de 16 meses y actualmente la tasa cambiada por LIBOR es 10% para todos los vencimientos. Además, dos meses atrás la tasa LIBOR a seis meses fue de 10.5% anual. Determine el valor del Swap para la empresa X. Observación: todas las tasas son compuestas semestralmente.

b) Las empresas A y B requieren tomar un préstamo 10 millones de pesos, y las tasas que pueden conseguir en el mercado son las siguientes:

Empresa	Tasa flotante	Tasa fija
A	Libor + 0,3%	8%
B	Libor+0,5%	7%

Dadas las políticas de inversiones actuales de las compañías, A debe financiarse a tasa flotante, mientras que B a tasa fija. Diseñe un swap que sea igualmente atractivo para A y para B, y que otorgue una ganancia neta al intermediario de 0.4% anual.

Ejercicio 21

Considere un bono con valor nominal \$12.000 que paga cupones de \$600 semestrales. El último cupón fue pagado hace 4 meses y el vencimiento del bono es en 20 meses. La estructura de tasas spot (anuales compuestas semestralmente) está dada por el siguiente cuadro.

t (meses)	2	8	14	20
r (t)	7%	7,50%	8%	8,50%

- Calcule la tasa de cupón y determine el precio del bono.
- Calcule la duración y con la misma estime el precio del bono si la curva spot se desplaza hacia abajo 20 puntos básicos.
- ¿Cuál es el precio forward del bono a 10 meses si la tasa spot libre de riesgo para dicho plazo es 8.7% (compuesta de manera continua)?

Ejercicio 22

Suponga que el precio de un Futuros sobre bonos de tesoro de US es 101-12. ¿Cuál de los siguientes bonos es el cheapest-to-deliver?

Bond	Price	Conversion factor
X	125-05	12.131
Y	142-15	13.792
W	115-31	11.149
Z	144-02	14.026

Ejercicio 23

Hoy, 6 de octubre, usted considera un Futuro de noviembre de este año sobre Bonos del Tesoro de US, donde el cheapest-to-deliver es un bono con cupón de 13% y con un Factor de Conversión de 1,35. Se espera que la entrega en el contrato futuro se realice el último día del mes del contrato (es decir, el 30 de noviembre): Los cupones del cheapest-to-deliver se pagan el 19 de mayo y el 1° de noviembre de cada año. La curva spot es constante, siendo la tasa 12% anual con composición semestral. El precio cotizado actual del bono entregable es \$110. Determine el precio a cotizar para el contrato futuro.

Observación: los intereses devengados se computan usando la convención actual/actual. Para calcular los días entre las fechas mencionadas en el enunciado, utilice la siguiente tabla:

Fecha	Número de días desde el 1/11/07
01/05/2008	182
08/10/2008	340
01/11/2008	366
30/11/2008	395
01/05/2009	547
01/11/2009	731

Ejercicio 24

Un bono de \$100 que vence el 10 de Julio de 2009 y paga cupones semianuales al 11%. Tiene un precio hoy (5 Marzo 2008) de \$95,50 (Quoted). El pasado 10 de Enero de 2008 pagó el último cupón.

- a) Explique la diferencia entre precio "Quoted" y precio "cash". y calcule el precio cash hoy (5 Marzo 2008). Calcule el precio "forward" del bono.
- b) Calcule el valor hoy (5 Marzo 2008) de una opción europea de compra sobre este bono que vence el 10 de Enero de 2009 con un strike de \$100. Asuma una volatilidad del precio forward de 10%, una tasa libre de riesgo anual del 5% para el período de hoy al vencimiento de la opción.

Ejercicio 25

El precio de un activo actualmente es \$70, y su volatilidad es del 40%, La tasa de interés libre de riesgo es 8% (con composición continua).

- a) Calcule el precio forward del activo dentro de 5 meses.
- b) Determine el valor del contrato forward para el comprador, iniciado con el precio calculado en a), cuando faltan dos meses para su vencimiento, el precio del subyacente bajó a \$60 y la tasa se mantuvo en el 8%.

Ejercicio 26

Hoy, 4 de diciembre, usted considera un Futuro de marzo 2009 sobre Bonos del Tesoro de US, donde el cheapest-to-deliver (CTD) es un bono con cupón de 10% y con un Factor de Conversión de 1,25. La entrega del subyacente del contrato futuro se estima que se realizará el último día del mes del contrato (es decir, el 31/03/09). Los cupones del cheapest-to-deliver se pagan el 19 de febrero y el 10 de agosto de cada año. La curva de tasas spot es flat, siendo la tasa 3% anual con +composición semestral.

- a) Calcule el precio cash del bono CTD y su precio cotizado.
- b) Calcule la duration del CTD y aproxime el precio (cash) si la curva spot se desplaza 50bps hacia arriba. Recalcule el precio cash y compare.
- c) Determine el precio a cotizar para el contrato futuro.

Observación: los intereses devengados se computan usando la convención actual/actual.

Ejercicio 27

Un bono que vence el 10 de Enero de 2010 paga cupones semestrales (los 10 de Enero y los 10 de Julio de cada año) al 8% anual. La curva de tasas spot es flat en 9% (compuesta continuamente).

- a) Calcule el precio cash hoy (4 Diciembre 2008), y calcule el precio "forward" del bono al 5 de junio de 2009 (ambos precios por cada \$100 de valor nominal).
- b) Calcule el valor hoy (4 Diciembre 2008) de una opción europea de venta sobre este bono que vence el 5 de junio de 2009 con un strike de \$100, asumiendo que la volatilidad del precio forward es 8%.

Ejercicio 28

a) El 20 de marzo de 2009 usted analiza un Futuro sobre Notas del Tesoro de US con entrega en Diciembre de 2009. El cheapest-to-deliver (CTD) tiene cupón de 4% (paga los 19 de abril y 1o de octubre de cada año) y vence el 10 de

octubre de 2014. Esto genera un Factor de Conversión de 0,9171. Considerando una curva spot constante en 4% (anual con composición semestral), determine el precio cotizado del CTD y el precio a cotizar para el contrato futuro. (Se espera que la entrega se realice al finalizar el mes del contrato, el 31 de diciembre de 2009). Observación: los intereses devengados se computan usando la convención actual/actual.

b) Considere la siguiente curva LIBOR spot (las tasas son anuales con composición trimestral):

Trimestre	1	2	3	4
Tasa	2.8%	3%	3.5%	4%

Calcule el valor de un swap de tasa de interés para quien recibe tasa fija, cuyas condiciones son: tasa fija 10% anual, pagos trimestrales, notional 2.000.000, vencimiento 1 año.

Ejercicio 29

a) Suponga que un banco puede tomar o colocar dinero a la tasa LIBOR. La tasa a 90 días es 10% anual y la tasa a 180 días es 10.2% anual (con capitalización continua y convención actual/actual). El precio de un futuro de Eurodólar con vencimiento en 91 días es 89.5. ¿Qué oportunidad de arbitraje tiene el banco? Explique teóricamente y ejemplifique numéricamente.

b) Defina "tasa forward" conceptualmente y en términos de la fórmula que permite su cálculo a partir de las tasas spot. Dada la siguiente curva spot de tasas continuas, calcule la curva forward. Indique claramente la fecha de inicio y el plazo de cada tasa forward calculada.

T	0,25	0,5	0,75	1
r	5%	5.2%	5.5%	5.8%

Ejercicio 30

Un contrato forward de un año sobre una acción que no paga dividendos comienza cuando el precio de la acción es \$40 y la tasa libre de riesgo es 10% anual interés compuesto continuo.

a) ¿Cuál es el precio del forward y cuál es el valor inicial del contrato forward?

b) Luego de 6 meses el precio de la acción es de \$45 y la tasa libre de riesgo es 10%. ¿Cuál es el precio forward y cuál es el valor del contrato forward?

Ejercicio 31

a) Las compañías A y B reciben las siguientes ofertas de tasas anuales sobre un préstamo de \$20 millones a 5 años:

	Tasa fija	Tasa variable
Compañía A	12%	LIBOR +0.1%
Compañía B	13.4%	LIBOR +0.6%

La compañía A requiere un préstamo con tasa flotante y la B requiere un préstamo a tasa fija. Diseñe un SWAP tal que el intermediario reciba un 0.1% anual y sea igualmente atractivo para ambas compañías.

b) Un SWAP de moneda tiene una vida de 15 meses. Intercambia "interés al 14% sobre 20 millones de libras" por "interés al 10% sobre 30 millones de dólares". Las estructuras temporales de tasa de interés son horizontales (flat), y si el SWAP se negocia hoy el interés intercambiado sería del 8% en dólares y 11% en libras. El tipo de cambio es de 1,65 dólares por libra. ¿Cuál es el valor del SWAP para la parte que paga en libras? ¿Cuál es el valor del SWAP para la parte que paga en dólares? (tasas de interés compuestas anualmente).

Ejercicio 32

Considere la siguiente curva LIBOR spot (las tasas son anuales con composición trimestral):

Trimestre	1	2	3	4
Tasa	2%	3%	4%	5%

Calcule el valor de un swap de tasa de interés para quien paga tasa fija, cuyas condiciones son: tasa fija 8% anual, pagos trimestrales, notional \$3.000.000, vida remanente un año.

Ejercicio 33

Las tasas spot a 6 meses y 1 año son 3,5% y 3,7%, respectivamente. Un bono que expira en 18 meses paga 5% anual (con pagos semestrales) y tiene un rendimiento al vencimiento del 4%. Calcule el precio del bono. Calcule la tasa spot para inversiones a 18 meses.

Nota: todas las tasas son con composición semestral.

Ejercicio 34

Suponga que la tasa libre es 10% anual y que la "dividend yield" (tasa de dividendo) de un índice bursátil es 4% anual. El índice actualmente está en 400 y el precio forward para un contrato que vence en cuatro meses es 405. ¿Hay alguna oportunidad de arbitraje? En caso afirmativo, muestre la estrategia.

Ejercicio 35

Sean c_1 y c_1 , las primas de un average price call y put europeos, respectivamente, con precio de ejercicio K y vencimiento en T . Sean c_2 y p_2 las primas de un average strike call y put europeos, respectivamente, con vencimiento en T . Finalmente, sean c_3 , y p_3 , las primas de un call y put europeos estándar, respectivamente, con strike K y vencimiento en T . Demuestre que: $c_1 + c_2 - c_3 = p_1 + p_2 - p_3$

Ejercicio 36

Existe en el mercado un contrato futuro con vencimiento a 15 meses sobre una acción que no paga dividendos. El precio de esta acción hoy es de \$46.39. La tasa libre de riesgo es del 6% anual (composición continua). Se pide:

- Cotizar un call europeo sobre el mencionado futuro con vencimiento a seis meses. Se estima que el precio futuro puede subir o bajar un 10% en un periodo de tres meses. Strike = \$45.
- Estime el precio de un put sobre el mismo subyacente con igual precio de ejercicio y vencimiento.
- Explique la variación esperada por el inversor en el valor del futuro en un mundo neutral a riesgo.
- En el mercado el instrumento se negocia a \$5. El contrato put se negocia al precio calculado en b). Muestre cómo podría actuar para obtener una ganancia. Calcule el valor de esta ganancia.

Ejercicio 37

Considere la siguiente curva LIBOR (tasa continua).

Meses	3	6	9	15
Libor Spot	8%	8.50%	9%	10%

Una compañía posee ingresos variables de sus activos y, por decisión de la gerencia, requiere de rendimientos fijos semestrales durante el año que se inicia el próximo trimestre sobre un capital de \$100,000 (flujos de fondos en el mes 9 y 15).

- Usted, como consultor, plantea la posibilidad de ingresar en un swap. ¿Cuáles serían las condiciones de este contrato? Considere que se realiza sin intermediación de una institución financiera por lo que no hay exigencia de comisión
- Pasados diez meses, la estructura de tasa LIBOR es flat al 10% anual (composición continua). ¿El valor del contrato es positivo o negativo para la compañía? Justifique.

Ejercicio 38

- El precio cotizado de un bono el 10/12/2009 es de \$102. El bono paga cupones semestrales a una tasa del 15% anual (composición semestral). Los cupones se pagan el 06/07 y 06/01 de cada año. Calcule el precio cash. Intereses consideran la convención actual / actual

- b) Si la duration del bono anterior es igual a 5.24, ¿cuál sería el nuevo precio del bono ante un incremento de 0.01% en la tasa de interés?
- c) ¿Es precisa la respuesta del punto b)? Justificar.

Ejercicio 39

- a) En el mercado se negocia un put europeo con vencimiento a 9 meses sobre acciones que no pagan dividendos. Cada contrato es por 250 acciones. El inversor asume una volatilidad de 20%. La tasa libre de riesgo es del 5%. El instrumento da el derecho a vender una acción a \$45 siendo ese también el precio de la acción hoy. El lanzador de este contrato quiere eliminar el riesgo respecto a cambios en el precio de la acción. Decide operar en subyacentes para neutralizar el riesgo. ¿Qué posición debería tomar en las acciones?
- b) Si en lugar de operar en acciones lo hace en futuros sobre estas acciones (con vencimiento en 3 meses), ¿cuál es la posición que debe tomar para obtener la cobertura deseada? (Tener en cuenta que en cada contrato de futuro se negocian 50 acciones)

Ejercicio 40

Banco Uno entró en un swap a cinco años con Cia. Argentina SA para pagar BADLAR a cambio de una tasa fija del 8% sobre un principal de ARS 100 MM y con pagos anuales. Luego de dos años de firmado el contrato, la tasa de mercado para swaps BADLAR con plazo de tres años es 7%. En este momento, Cia. Argentina SA declara la bancarota e incumple con las obligaciones del swap.

- a) ¿Cuál es el pago de intereses neto involucrado en la operación?
- b) ¿Cuál es el valor de mercado de la pérdida que sufre Banco Uno?
- c) Explique una empresa puede utilizar un SWAP para transformar un préstamo pactado a tasa flotante en un préstamo a tasa fija.

Ejercicio 41

- a) La tasa de rendimiento por cupones en el próximo año de un bono es del 9% (current yield). El rendimiento al vencimiento del mismo bono es del 10%. ¿El bono está cotizando bajo o sobre la par? Explique.
- b) Para el caso anterior, ¿la tasa de cupón es menor o mayor al 9%?
- c) Calcular cual es el 'yield to maturity' de un bono que vence en tres años y paga una tasa semestral del 8% anual en concepto de cupones sabiendo que las tasas de bonos cupón cero son las siguientes:

Período	0,5	1	1,5	2	2,5	3
Tasa continua	7%	7.50%	8%	8.5%	9%	9.50%

- d) Teniendo en cuenta la misma estructura de tasas del punto c), calcular bajo qué condiciones podría hoy emitirse un bono a tasa fija a dos años con pago semestral de cupones de manera que cotice a la par.

Ejercicio 42

La tasa libre de riesgo en pesos es 12,4224% (TNA con capitalización continua, para todos los plazos). En la siguiente tabla se observan cotizaciones de tipo de cambio peso-real spot y forward, y prima de opciones sobre forward.

Contrato	Settle
Spot	2,36
180 días	2,4002

Tipo	Plazo	K	Prima
Call	180 días	2,35	0,20719
Put	180 días	2,35	0,2

¿Hay oportunidades de arbitraje? En caso afirmativo, construya la estrategia y calcule la ganancia por arbitraje resultante. Pista: Call-Put parity para opciones sobre forward,

Ejercicio 43

Un forward con vencimiento en nueve meses tiene como subyacente una acción que cotiza a \$10. Determine el precio forward si la tasa de interés libre de riesgo, efectiva anual, es 10%. Calcule la ganancia por arbitraje que se obtendría si el precio forward es \$10,40 (explícite la estrategia realizada).

Ejercicio 44

Considere el siguiente swap de moneda: la compañía A realizó un swap sobre 100 millones de dólares a una tasa del 3% (pata "activa", acreedora) por una tasa del 10% sobre 400 millones de pesos (pata "pasiva", deudora). El intercambio de fondos es semestral. Quedan 18 meses para el vencimiento del swap y el tipo de cambio es 4,09. La estructura de tasas a la fecha es flat tanto en dólares como en pesos y es de 3,3% y 11% respectivamente (TNA con capitalización continua). Calcular el valor del swap para la compañía A.

Ejercicio 45

En el mercado se negocia un contrato de futuro con vencimiento a nueve meses sobre una acción que no paga dividendos. La tasa libre de riesgo es flat al 10%.

- Si el precio Futuro es 20, ¿es posible arbitrar si el precio hoy de la acción es de 19.5? Muestre la estrategia.
- Calcule el valor de un Call Europeo ATM con vencimiento en seis meses sobre este contrato Futuro basándose en un modelo binomial de dos pasos, sabiendo que la volatilidad anual (del precio futuro) es de 20%. Considere que el precio Futuro actual es el que elimina las oportunidades de arbitraje (no 20, como en el punto anterior).

- c) Si el precio de mercado del Call es inferior al precio teórico establecido en b), ¿qué operaciones debería realizar en el momento inicial para empezar la estrategia de arbitraje? ¿Es estática esta estrategia? Explique.
- d) Determine el valor de un Put Europeo sobre el contrato Futuro con el mismo vencimiento y precio de ejercicio.

Ejercicio 46

El cuadro siguiente muestra la curva de tasas LIBOR spot para los próximos dos años (tasas continuas):

Meses	6	12	18	24
Tasa Libor	8%	8.50%	9%	9%

- a) A sabiendas de su futura necesidad de financiamiento por \$100,000 dentro de seis meses, un agente decide fijar la tasa con un FRA. ¿Es conveniente entrar en este contrato si la tasa del FRA es de 9.3% (TNA, composición semestral)? En caso de que no lo sea explique por qué no.
- b) Calcule la tasa swap a dos años con pagos semestrales.
- c) Suponga que se acordó un swap a la tasa calculada en b) sobre un nocional de ARS\$ 100,000. Al finalizar el primer año, la estructura de tasas es la siguiente (tasas continuas):

Meses	6	12	18	24	30
Tasa Libor	9%	9.50%	9.80%	9.90%	10%

- ¿Cuál es la posición de quien paga tasa fija si inmediatamente después del segundo pago su contraparte declara la quiebra? Explique si se ve beneficiado, perjudicado o no lo afecta.
- d) ¿Cuál es la posición de quién paga variable? Explique si se ve beneficiado, perjudicado o no lo afecta.

Ejercicio 47

El precio de una acción (que no paga dividendos) es \$28, y la tasa libre de riesgo 8%.

- a) ¿Cuál es la prima mínima de un Call con 4 meses de plazo y precio de ejercicio \$25,00?
- b) ¿Cuál es la prima mínima de un Put con precio de ejercicio \$29,00 y plazo 2 meses?
- c) Suponga que la prima del Call del punto a) es \$3,20. Realice un arbitraje y calcule la ganancia que obtendría.
- d) Suponga que la prima del Put del punto b) es \$1,00. ¿Cuánto debería valer un Call con precio de ejercicio \$29.00 y plazo dos meses para que no existan oportunidades de arbitraje?

Ejercicio 48

a) Determine si las siguientes afirmaciones son V o F. y JUSTIFIQUE:

1. "El valor de un Call americano sobre moneda es superior al de un europeo, ya que en algunas circunstancias es óptimo ejercerlo antes del vencimiento".
2. "Las opciones Call sobre monedas con altas tasa de interés y las opciones Put sobre monedas con bajas tasas de interés son las que más posibilidad de ejercicio anticipado tienen".

b) Considere dos opciones europeas sobre futuros, una Call y otra Put, con igual strike K , y suponga que ambas están "at the money" ($F=K$).

1. ¿Qué relación debería haber entre las primas de ambas opciones?
2. Suponga que por la intervención del gobierno el mercado percibe que la probabilidad de baja es superior a la probabilidad de alza. ¿Se vería afectada la relación hallada en 1?
3. Considere el supuesto del punto 2. (la distribución de probabilidad está sesgada hacia abajo) ¿Cómo sería la "smile" de volatilidades implícitas?

c) Deduzca la fórmula de Black y Scholes para la valuación de un Call a partir de probabilidades Q y R .

d) Enuncie la fórmula de Black y Scholes para la valuación de un Put.

e) Verifique que ambas fórmulas de Black y Scholes cumplen con la Call Put Parity.

f) Describir las Barrier. Mencionar el caso de un instrumento de este tipo cuya existencia no tendría sentido.

g) ¿Qué es la volatilidad implícita? ¿Cómo se calcula?

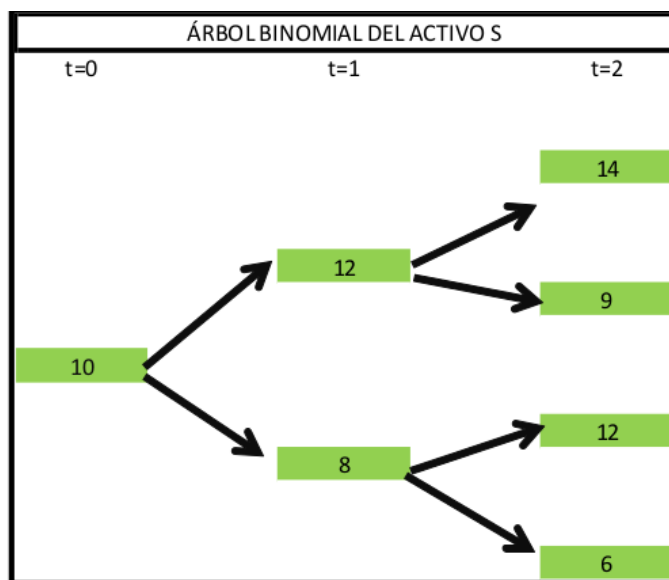
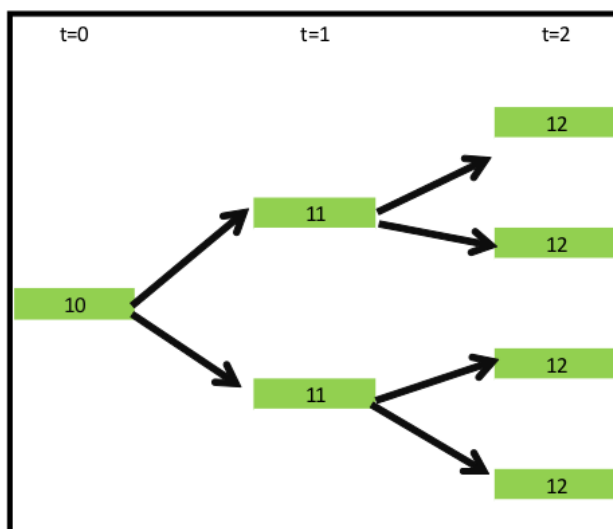
h) Defina y detalle el payoff de una "chooser option",

i) Demuestre que la paridad Call-Put para opciones sobre forward es una relación que debe mantenerse para eliminar las oportunidades de arbitraje.

Ejercicio 49

Dado un mercado formado por dos activos ("S" y "B") los cuales se comportan según lo indicado por el siguiente modelo binomial de dos períodos:

Arbol Binomial del activo B:



- Suponiendo que se lanza en dicho mercado un put americano con strike \$11 y vencimiento en "2" sobre el activo subyacente "S", calcule el valor en ausencia de arbitraje de dicho instrumento al momento "0" y al momento "1",
- Suponiendo que se lanza en dicho mercado un call americano con strike \$11 y vencimiento en "2" sobre el activo subyacente "S", calcule el valor en ausencia de arbitraje de dicho instrumento al momento "0" y al momento "1".
- Indique cuál de los dos instrumentos anteriores, en ausencia de arbitraje, tiene el mismo valor que su contraparte europea y demuestre porqué debe darse dicha equivalencia (independientemente del proceso estocástico que modele el comportamiento de los activos "S" y "B").

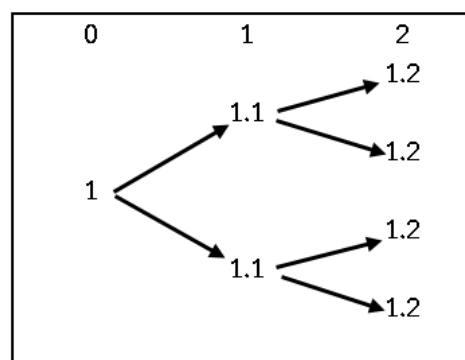
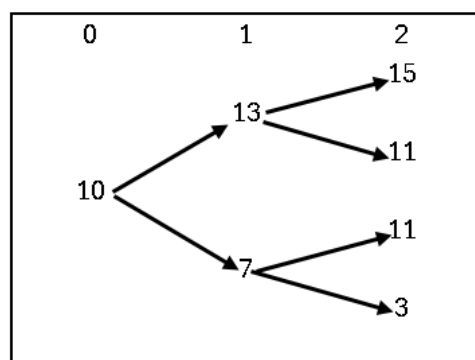
Ejercicio 50

El tipo de cambio actualmente es 3.04 pesos por dólar, y la volatilidad anualizada del mismo es 10%. Considere un contrato Put sobre dólar a cuatro meses con strike 3.10, que otorga el derecho de vender U\$S 10.000. La tasa de interés en dólares es 3% y la tasa en pesos es 14%, ambas anuales con capitalización continua.

- Utilizando un modelo binomial con 2 pasos, calcule la prima del instrumento Americano.
- Calcule la prima del instrumento Europeo utilizando el modelo de Black-Scholes-Merton.

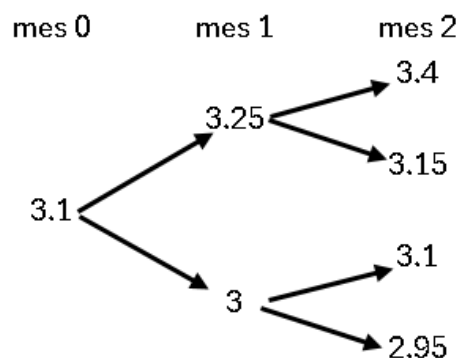
Ejercicio 51

Calcule el precio de un derivado cuyo payoff es igual a "100" y se paga en el primer momento en que el precio de la acción es menor o igual a los 11 pesos. De no suceder esto hasta el momento "2" el payoff es igual a 0.



Ejercicio 52

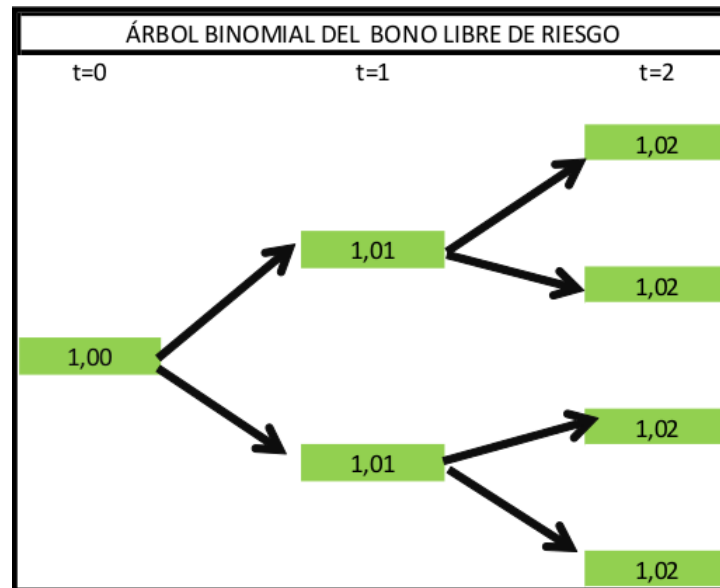
Suponiendo que la tasa de interés del Bono en moneda local es del 2% mensual y la tasa de interés del Bono en moneda extranjera es del 1% y utilizando el siguiente árbol binomial para modelar el comportamiento del tipo de cambio en los próximos 2 meses:

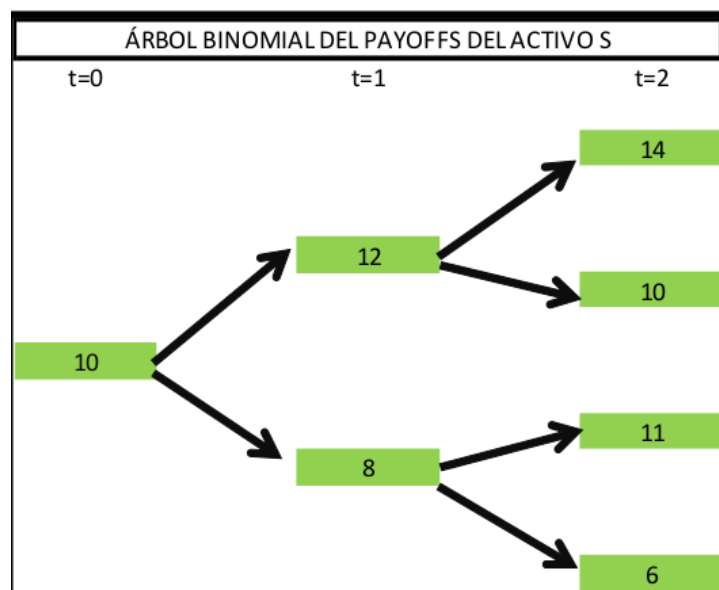


- a) Calcule el valor de un call sobre moneda extranjera con vencimiento en "2" y con un precio de ejercicio de \$3.12.
- b) Suponiendo que el precio de esta opción en el mercado se operase a un precio inferior que al que arribó en el punto anterior, explique como podría armarse un arbitraje utilizando los instrumentos mencionados.

Ejercicio 53

Dado el siguiente árbol binomial:





Calcule el valor de un Put Asiático con vencimiento en "2" y strike "12".

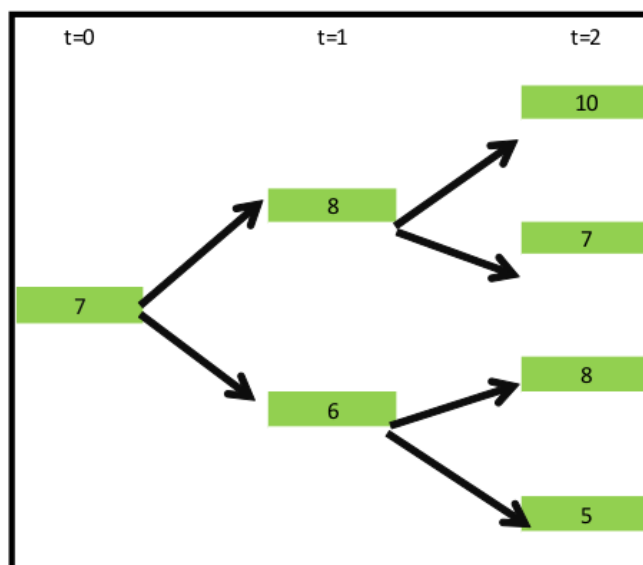
Ejercicio 54

El precio futuro de un activo es \$95, y la volatilidad anualizada del mismo es 30%. Considere un Call sobre futuros a dos meses con strike 90, y suponga que la tasa libre de riesgo del mercado es 8% (anual con capitalización continua).

- Utilizando un modelo binomial con 2 pasos, calcule la prima del instrumento Americano.
- Utilizando el modelo binomial de Cox-Ross-Rubinstein, calcule u , d y p para valorar una opción sobre dólar. El tamaño de cada intervalo es un mes, la tasa de interés en pesos es 10% (TNA con capitalización continua), la tasa de interés en dólares es 2% (TNA con capitalización continua) y la volatilidad es 8%.
- Calcule la prima del instrumento Europeo utilizando el modelo de Black.

Ejercicio 55

Dado un activo "S" que sigue el proceso ilustrado por el árbol binomial y un mercado de dinero con tasa libre de riesgo del 10% periódica continua.



- Calcule la medida de probabilidad neutral a riesgo ("Q") en cada nodo.
- Suponiendo que se lanza en dicho mercado un put europeo con strike \$6 y vencimiento en "2" sobre el activo subyacente "S", calcule el valor en ausencia de arbitraje de dicho instrumento al momento "0" y al momento "1".
- Realice lo mismo que en el punto a. pero considerando un call europeo con strike \$6.

Ejercicio 56

Considere un activo cuyo precio actual es \$95, y la volatilidad anualizada del mismo es 20%. Teniendo en cuenta que la tasa libre de riesgo del mercado es 10% (anual con capitalización continua), se pide:

- Utilizando un modelo binomial con 2 pasos, calcule la prima de un put americano con Strike 96.
- Utilizando un modelo binomial con 2 pasos, calcule la prima de un call americano con Strike 94.

Ejercicio 57

Una acción cotiza actualmente es 3.20 pesos, y la volatilidad anualizada del retorno es 15%. Considere un contrato Put Americano a cuatro meses con strike 3.10, que otorga el derecho de

vender 100 acciones. La tasa de interés es 11% anual con capitalización continua. Utilizando un modelo binomial con 2 pasos, calcule la prima total por el contrato.

Ejercicio 58

Considere una acción cuyo precio de mercado es \$50. En los próximos dos periodos de 3 meses cada uno, el precio puede subir un 6% o bajar un 5%. La tasa de interés libre de riesgo es 5% con composición continua. Considerando opciones con strike \$51 y vencimiento en 6 meses, determine:

- El valor de un Put Europeo.

- b) El valor de un Put Americano.
- c) El valor de un Call Europeo.
- d) El valor de un Call Americano

Ejercicio 59

Considere una acción cuyo precio de mercado es \$5, su rendimiento esperado es $\mu = 25\%$ y su volatilidad es $\sigma = 20\%$ (ambos anuales).

- a) Utilizando los supuestos de Cox, Ross y Rubinstein (1979), construya un árbol binomial con 6 meses de horizonte y 2 pasos (de 3 meses cada uno).
- b) Si la prima de mercado es \$1, establezca la estrategia que debe realizar en el momento inicial para realizar un arbitraje. Muestre el rebalanceo al momento 1 si el precio baja. Muestre que la liquidación final al momento 2 (en ambos escenarios, dado que bajó al momento 1) genera una ganancia por arbitraje que es independiente del escenario en este instante.

Ejercicio 60

- a) El precio de una acción es \$40. Dentro de 3 meses va a ser \$45 o \$35. La tasa libre de riesgo es 8% anual compuesta trimestral. Calcule el valor de un PUT europeo de 3 meses sobre la acción con precio de ejercicio \$40. Confirme que no-arbitraje y la valuación neutral al riesgo producen el mismo resultado.
- b) El valor de una acción es de \$50, se espera que en los próximos 3 meses suba el 6% o baje el 5%. La tasa libre de riesgo es 5% anual compuesto continuo. ¿Cuál es el valor de un CALL europeo de 6 meses que tiene precio STRIKE de \$51?

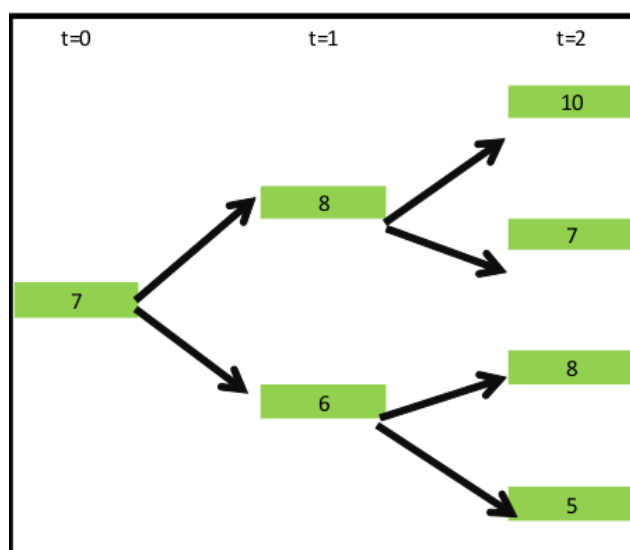
Ejercicio 61

Considere una acción cuyo precio de mercado es \$7, su rendimiento esperado es $\mu = 25\%$ y su volatilidad es $\sigma = 20\%$ (ambos anuales).

- a) Utilizando los supuestos de Cox, Ross y Rubinstein (1979), construya un árbol binomial con 4 meses de horizonte y 2 pasos (de 2 meses cada uno), y calcule el valor de un Put Europeo con Strike \$7,20 asumiendo que la tasa de interés libre de riesgo es 2% con composición continua.
- b) Si la prima de mercado es \$1, establezca la estrategia que debe realizar en el momento inicial para realizar un arbitraje. Muestre el rebalanceo al momento 1 si el precio baja. Muestre que la liquidación final al momento 2 (en ambos escenarios, dado que bajó al momento 1) genera una ganancia por arbitraje que es independiente del escenario en este instante.

Ejercicio 62

Dado un activo "S" que sigue el proceso ilustrado por el árbol binomial y un mercado de dinero con tasa libre de riesgo del 10% periódica continua. Midiendo con respecto a la medida Q, ¿cuál proceso es martingala? Verifique calculando las esperanzas respectivas que el proceso es martingala.

**Ejercicio 63**

El precio de una acción es $S_0 = 50$. El retorno esperado y la volatilidad son 12% y 30%, respectivamente. Si el precio sigue un proceso geométrico browniano, ¿Cuál es la probabilidad que el precio sea mayor a 80 en 2 años? (Ayuda: $S_T > 80$ cuando $\ln S_T > \ln 80$).

Ejercicio 64

Considere un activo cuyo precio actual es \$95, y la volatilidad anualizada del mismo es 20%. Teniendo en cuenta que la tasa libre de riesgo del mercado es 10% (anual con capitalización continua), Se pide:

- Calcule la prima de un put europeo con strike 96 utilizando el modelo de Black & Scholes.
- Determine si la siguiente afirmación es correcta: "Si la cantidad de pasos de un modelo binomial se incrementara indefinidamente, entonces la prima del put americano convergería a la prima de Black-Scholes".
- Calcule la prima de un call europeo con strike 94 utilizando el modelo de Black & Scholes.
- Determine si la siguiente afirmación es correcta: "Si la cantidad de pasos de un modelo binomial se incrementara indefinidamente, entonces la prima del call americano sería superior a la del call europeo".

Ejercicio 65

- Bajo los supuestos de Black-Scholes, determine el valor en el momento inicial de un contrato que le otorgará en el momento T_1 la opción de elegir entre un Call y un Put con strike K y vencimiento en el momento T_1 ($T_1 > T_1$). Es decir, una Chooser Option.

b) Calcule el valor de una Chooser, sabiendo que el precio del subyacente es \$50 y su volatilidad del 25%, el strike es \$52, la elección es en 3 meses y la expiración en 6 meses desde que se elige (el contrato es por 9 meses en total) y la tasa libre de riesgo es 2% (anual compuesta continuamente).

Ejercicio 66

Calcular el valor de un chooser con vencimiento en doce meses (siendo la elección del instrumento en 3 meses) dados los siguientes datos: Precio de ejercicio \$42, Precio Spot \$40, Tasa libre de riesgo 6%, tasa de dividendos 4%, volatilidad 20%

Ejercicio 67

Una empresa tiene un préstamo de \$100 que le obliga a pagar interés variable. Considere un contrato que pone un límite de 9% (anual compuesto trimestral) al interés. Asimismo, la estructura temporal de tasas de interés es constante 8% (anual compuesto trimestral), la volatilidad anual del interés variable original es 20% anual y la tasa libre de riesgo compuesta continuamente es 6,5%.

a) Escriba la fórmula de Caplet detallando las variables. Calcule el costo de un "caplet" de tres meses.

b) Explique el concepto de Cap por seis meses. Calcule su valor para el presente caso.

Ejercicio 68

Suponga que el precio de un activo se comporta como un movimiento geométrico browniano, es decir que el precio se comporta de acuerdo con la siguiente ecuación diferencial estocástica (SDE): $dS = \mu S dt + \sigma S dz$; donde z es un proceso de Wiener, y μ y σ son constantes.

a) Halle la SDE del precio forward $F = Se^{r(T-t)}$. (Pista: Lema de Ito)

b) Asuma que el precio de un activo sigue la SDE del punto a), con $\mu = 0.15$ y $\sigma = 0.25$. Construya un intervalo para el precio del activo en 6 meses con un 95% de confianza.

Ejercicio 69

a) Bajo los supuestos de Black-Scholes, halle el valor en el momento inicial de un contrato que le otorgará en el momento T_1 , un Call at-the-money con vencimiento en el momento T_1 ($> T_1$) Es decir, un el valor de un Forward Start Call.

b) Calcule el valor de un Forward Start Call, sabiendo que el precio del subyacente es \$5 (no paga dividendos durante la vida de la opción) y su volatilidad del 20%, el strike es \$6, el inicio del Call es en 6 meses y la expiración en 3 meses desde que inicia (el contrato es por 9 meses en total) y la tasa libre de riesgo es 2%.

Ejercicio 70

a) Exprese la ecuación diferencial estocástica (SDE) que se utiliza para describir la evolución del precio de las acciones ordinarias, S .

- b) Usando el lema de Ito (y la expresión del punto anterior), halle la SDE de $f(S, t) = \ln(S)$
- c) ¿Qué distribución sigue el precio S?
- d) ¿Qué distribución sigue el retorno $\ln(S_T / S_0)$? Indique media y varianza.
- e) Muestre que el precio forward de un activo que no paga dividendos satisface la ecuación de Black-Scholes-Merton.

Ejercicio 71

- a) Bajo los supuestos de Black-Scholes, halle el valor en el momento inicial de un derivado que le otorgará en el momento T un monto de dinero igual al precio del activo subyacente, S_T , siempre y cuando este valor sea mayor al strike del derivado, K. Es decir, el valor de un Asset or Nothing Call.
- b) Calcule el valor de un Asset or Nothing Call, sabiendo que el precio del subyacente hoy es \$5 (no paga dividendos durante la vida de la opción) y su volatilidad del 25%, el strike es \$6, el vencimiento es en 6 meses y la tasa libre de riesgo es 2% (compuesta continuamente).

Ejercicio 72

Sea r_t , es la tasa spot vigente al momento "t", y $B_t = e^{-r_t(T-t)}$ es el precio de un bono cupón cero al momento "t" que paga \$1 al momento "T". Si la tasa spot sigue el siguiente proceso: $dr = a \cdot (\bar{r} - r)dt + b \cdot r \cdot dz$, siendo $a, b, \bar{r}$ constantes (los parámetros del modelo) y dz un proceso de Wiener, ¿cuál es el proceso seguido por B?

Ejercicio 73

- a) Calcule el valor de un Call europeo con precio de ejercicio \$50 y 2 meses para el vencimiento sobre una acción que cotiza a \$51 y tiene una volatilidad esperada durante la vida de la opción del 23% anualizada. Asuma una tasa de interés del 1% anual compuesto continuamente. La acción no pagará dividendos durante la vida de la opción.
- b) Calcule el valor de un Put Europeo con las mismas características del Call del punto anterior.

Ejercicio 74

Suponga que x es el "yield to maturity" de un bono cupón cero que paga \$1 al momento T.

$$dx = a(u - x)dt + s \cdot x \cdot dz$$

Donde a, u y s son constantes positivas y dz es un movimiento browniano.

- a) Defina martingala y analice qué valores deben tomar las constantes para que dx sea martingala.
- b) Calcule la media y la varianza del proceso.
- c) ¿Cuál es el proceso que sigue el bono asociado?
- d) Calcule la media y la varianza del proceso del bono.

Ejercicio 75

Si el precio contado de una acción que no paga dividendos sigue un movimiento geométrico browniano, con drift μ y volatilidad σ , ¿Qué proceso sigue el Precio Forward? Demuestre.

b) Una función $f(S,t)$ debe satisfacer la ecuación de Black-Scholes para ser el precio de un derivado sin crear oportunidades de arbitraje. Demuestre que el valor de un contrato forward en el momento " t ", con vencimiento en " T ", es el valor de un derivado (es decir, satisface la ecuación).

Ejercicio 76

El precio futuro de un activo es \$90, y la volatilidad anualizada del mismo es 25%. Considere un Call sobre futuros a dos meses con strike \$89, y suponga que la tasa libre de riesgo del mercado es 7% (anual con capitalización continua). Se pide:

- a) Utilizando un modelo binomial con 2 pasos, calcule la prima del instrumento Americano.
- b) Calcule la prima del instrumento Europeo utilizando el modelo de Black.

Ejercicio 77

Suponga que f y g son los precios de dos activos que tienen una única fuente de incertidumbre. Asimismo se asume que el precio de mercado del riesgo (λ) es igual a la volatilidad de " g ".

- a) Escriba los dos procesos estocásticos.
- b) Utilizando el Lema de ITO, encuentre los procesos que siguen " $\ln f$ " y " $\ln g$ ".
- c) Escriba la expresión diferencial del proceso f/g .
- d) Este último ¿es martingala? Justifique.

Ejercicio 78

El precio de una acción sigue un movimiento geométrico browniano con un retorno esperado de 16% y una volatilidad del 35%. El precio de la acción hoy es \$38. ¿Cuál es la probabilidad de que sea ejercido un Call Europeo con vencimiento en 6 meses y precio de ejercicio \$40? ¿Cuál es la probabilidad de que un Put Europeo con el mismo strike y vencimiento sea ejercido? Una acción cotiza a \$40, y tiene un retorno esperado de $\mu=15\%$ y su volatilidad es 25%. ¿Cuál es la distribución de probabilidad de la tasa de retorno con composición continua (η) ganada sobre un período de dos años?

Ejercicio 79

Un Call Europeo con precio de ejercicio \$30, que vence en 3 meses, tiene una prima de \$3. El precio del activo subyacente es \$29 y un dividendo de \$0.50 se espera en 2 meses. La tasa libre es 10% (con composición continua) para todos los vencimientos.

Calcule la prima de un Put Europeo que expira en 3 meses y tiene un precio de ejercicio de \$30.

Ejercicio 80

Un Put Europeo sobre cierta acción tiene un precio de ejercicio de \$30, vencimiento en un año y una volatilidad implícita de 33%. Un Call Europeo con iguales características tiene una volatilidad implícita de 30%.

- ¿Cuál es la oportunidad de arbitraje que se le presenta a un trader?
- ¿El arbitraje es válido sólo cuando se utilizan los supuestos de Black-Scholes?

Ejercicio 81

Un Put Europeo sobre cierta acción tiene un precio de ejercicio de \$7, vencimiento en 3 meses y una volatilidad implícita de 25%. Un Call Europeo con iguales características tiene una volatilidad implícita de 30%. ¿Cuál es la oportunidad de arbitraje que se le presenta a un trader?

Ejercicio 82

Considere el caso de un put europeo a ocho meses sobre un bono del tesoro cuyo vencimiento es dentro de 14.25 años. El precio cash del bono es de \$910, el precio de ejercicio es \$900 y la volatilidad del precio del bono es de 10% anual. Un cupón de \$35 va a ser pagado por el bono dentro de 3 meses (el pago de cupones es semestral). La tasa libre de riesgo es del 1% para todos los vencimientos menores a un año. Determinar el precio de la opción de acuerdo al modelo de Black y tomando el precio de ejercicio dado como precio quoted.

Ejercicio 83

Si S_t sigue un movimiento geométrico browniano:

- ¿Qué proceso sigue $f(S_t; t) = \frac{e^{r(T-t)}}{S_t}$?
- Si el precio hoy es 50, $\mu=12\%$ y $\sigma=20\%$, ¿cuál es la probabilidad de que el precio sea menor a 40 en 6 meses?

Considere el comportamiento aleatorio de las tasas de interés:

- ¿Qué características debería capturar un "buen" modelo estocástico que describa el comportamiento de las tasas de interés?
- Si $dr_t = a(r_0 - r_t)dt + sr_t dz_t$, donde a , r_0 , y s son constantes. ¿Cuál es el proceso que sigue $P(t; T) = e^{-r_t(T-t)}$?

Ejercicio 84

La posición de efectivo de una compañía medida en millones de dólares sigue un proceso browniano con tendencia de 0,1 por mes y volatilidad de 0,16 mensual. Determinar cuál debería ser la posición de efectivo inicial de la compañía para que la probabilidad de no tener fondos suficientes al finalizar el sexto mes sea inferior al 1%.

- Utilizando la teoría de Black-Scholes-Merton, determinar la prima a pagar por un derivado que paga S_T^2 en el momento T . (Pista: utilizar características de la distribución de S al momento T)
- Una acción cotiza a \$25, y se sabe que en dos meses puede subir a \$27 ó bajar a \$23. La tasa de interés libre de riesgo (TNA con composición continua) es 10%. Si S_T , es el precio de la acción en dos meses, ¿cuál es el valor de un derivado que paga S_T^2 ?

Ejercicio 85

El valor de una acción sigue el siguiente proceso: $dS = \mu S dt + \sigma S dz$ Si la tasa libre de riesgo es del 6%, la volatilidad es del 15% y el valor esperado de la acción (que hoy se negocia a \$20.1674) para el mes siguiente es \$20.15056. ¿Cuál es el precio de riesgo del mercado?

Ejercicio 86

La posición de efectivo de una compañía medida en millones de dólares sigue un proceso browniano estándar con tendencia de 0,2 por mes y volatilidad de 0,3 mensual. Determinar cuál debería ser la posición de efectivo inicial de la compañía para que la probabilidad de no tener fondos suficientes al finalizar el sexto mes sea inferior al 5%.

Ejercicio 87

- a) En el mercado se negocia un call europeo con vencimiento a 9 meses sobre acciones que no pagan dividendos. El inversor asume una volatilidad de 20%. La tasa libre de riesgo es del 5%. El instrumento da el derecho a comprar una acción a \$45 siendo ese también el precio de la acción hoy. Determinar el valor de la prima.
- b) ¿Cuáles son los supuestos que están por detrás de esta valuación?
- c) Si en el mercado se observa que la volatilidad implícita para distintos precios de ejercicio tiene la forma conocida como volatility skew, ¿qué implica esto respecto de los supuestos mencionados?

Ejercicio 88

- a) Derivar una forma cerrada de valuación para un call europeo con vencimiento en doce meses cuyo precio de ejercicio quedará determinado dentro de cuatro (meses) igual al precio spot en ese momento por 1.05
- b) Valuar el instrumento teniendo en cuenta los datos disponibles hoy: Precio de ejercicio \$20, volatilidad 18%, tasa libre de riesgo 2%.

Ejercicio 89

Modelo de Heath, Jarrow y Morton. Demuestre la fórmula de la tasa forward del modelo.

Ejercicio 90

Suponga que el precio de dos bonos cupón cero con vencimientos en 6 meses y 1 año son 98 y 96, respectivamente, y que la volatilidad de la tasa en 6 meses es 15%.

- a) Utilizando el modelo de BDT, calcule la tasa inicial de un árbol binomial y plantee las ecuaciones que debería resolver para hallar las dos tasas del momento 1.
- b) Utilizando el árbol construido en el punto anterior, calcule el precio de un bono con cupones, que paga semestralmente cupones al 12% anual.

Ejercicio 91

Modelo HJM, partiendo del siguiente proceso de precios para los bonos cupón cero:

$$dP(t, T) = r(t)P(t, T)dt + v(t, T, \Omega_1)P(t, T)dz(t)$$

- Por medio del lema de Ito obtenga $d \ln(P(t, T)) = ?$.
- Utilizando la relación entre la tasa forward y bono cero cupón, obtenga $df(t, T_1, T_2) = ?$.
- Defina precio de mercado del riesgo.
- Explique cuando un proceso estocástico es martingala.

Ejercicio 92

Suponga que el precio de dos bonos cupón cero con vencimientos en 3 meses y 6 meses son 97,0874 y 94,3396, respectivamente, y que la volatilidad de la tasa en 3 meses es 20%. Tenga en cuenta que las tasas utilizadas son TNA.

- Utilizando el modelo de BDT, calcule la tasa inicial de un árbol binomial.
- Plantee las ecuaciones que debería resolver para hallar las dos tasas del momento 1 (6 meses).
- Compruebe que $r_u = 12,8154\%$.
- Utilizando el árbol construido calcule el precio de un bono con cupones, que paga una tasa anual del 12% de manera trimestral.

Ejercicio 93

Si Ud. tiene una cartera compuesta por un put y una unidad del activo subyacente:

- ¿Cuántos calls necesita (con el mismo strike y vencimiento) para que la cartera sea delta neutral? Indique si hay que estar comprado o vendido en esta cantidad de calls. Justifique.
- ¿Necesita rebalancear la cantidad encontrada en el punto anterior a medida que el precio del subyacente y los demás parámetros de las fórmulas de Black y Scholes vayan cambiando para mantener la neutralidad? Explique por qué sí o por qué no.

Ejercicio 94

a) Suponga que usted posee una cartera delta neutral con opciones call at the money vendidas y acciones compradas. ¿Afronta algún tipo de riesgo por movimientos en el precio de las acciones?

- No, porque una cartera delta neutral no tiene riesgo de precio.
- Sí, porque la volatilidad del activo cambia constantemente.
- Sí, porque cuando cambia el precio cambia delta y se pierde la neutralidad.
- No, porque la estrategia delta neutral es una estrategia estática.

b) Suponga que usted compró 5 Puts con un delta de -0,8 cada uno. Si cada Put es sobre 100 acciones, ¿qué operación con acciones debería realizar para construir una cartera delta neutral?

- Comprar 4 acciones.
- Vender 400 acciones.
- Comprar 400 acciones.

4. Comprar 80 acciones.

c) Suponga que posee una cartera con opciones y acciones que es delta neutral y posee un gamma de - 2. Si en el mercado se está negociando una opción con delta 0,4 y gamma de 0,025. ¿Qué operaciones debería hacer para lograr que la cartera sea delta y gamma neutral?

1. Ninguna operación.
2. Comprar 80 opciones.
3. Comprar 80 opciones y vender 32 acciones.
4. Vender 80 opciones y comprar 32 acciones.

d) Suponga que usted compró 4 Calls con un delta de 0,4 cada uno. Si cada Call es sobre 100 acciones, ¿qué operación con acciones debería realizar para construir una cartera delta neutral?

1. Comprar 4 acciones.
2. Vender 40 acciones.
3. Comprar 160 acciones.
4. Vender 160 acciones.

e) Suponga que posee una cartera con opciones y acciones que es delta neutral y posee un gamma de - 2,5. Si en el mercado se está negociando una opción con delta 0,5 y gamma de 0,025. ¿Qué operaciones debería hacer para lograr que la cartera sea delta y gamma neutral?

1. Ninguna operación.
2. Comprar 100 opciones.
3. Comprar 100 opciones y vender 50 acciones.
4. Vender 100 opciones y comprar 50 acciones.

Ejercicio 95

Si Ud tiene una cartera compuesta por una venta de call y una compra del activo subyacente:

- a) ¿Cuántos puts necesita operar (con el mismo strike y vencimiento) para que la cartera sea delta neutral? Indique si hay que comprar o vender esta cantidad de calls. Justifique.
- b) ¿Qué cambio necesitaría realizar para obtener una cartera gamma-neutral? Justifique.
- c) Con el sistema actual de retenciones móviles sobre exportaciones de Soja, la posibilidad de suba y/o baja de los precios internos esta acotada. Teniendo en cuenta el impacto de este fenómeno sobre la distribución de retornos, indique la forma teórica que debería tener la smile de volatilidad implícita en el mercado de opciones sobre soja.

Ejercicio 96

- a) Considere el mercado de opciones sobre Trigo. Si los inversores del mercado perciben que debido a las retenciones la suba de precio esta acotada. ¿Qué patrón de volatilidades implícitas debería observarse teóricamente? (Ayuda: vincule con la distribución futura de los rendimientos)
- b) Sabiendo que el “riesgo precio” de una posición delta-neutral esta medido por gamma, cual de las siguientes carteras delta-neutrales tendría mayor riesgo precio:
 1. Una cartera con opciones at-the-money que vencen en una semana.
 2. Una cartera con opciones deep-in-the-money que vencen en un mes.
- c) Suponga que posee una cartera con opciones compradas over the counter, y que en un mercado organizado se negocian opciones sobre el mismo subyacente. ¿Qué operación debería realizar en el mercado para neutralizar el impacto de cambios en la volatilidad implícita?

- d) Considere una cartera con un Call comprado, un Put vendido con igual strike que el Call y una unidad del activo subyacente vendida en descubierto. ¿Cuál es el delta de la cartera y como cambia este a medida que se modifica el precio del subyacente? Justifique.

Ejercicio 97

Considere el mercado de opciones sobre dólar, y asuma que el Banco Central interviene de manera tal que el tipo de cambio fluctuó libremente pero dentro del rango 3.10 a 3.20. Si los inversores confían en que el Banco Central cumplirá con esa política. ¿Qué patrón de volatilidad implícitas debería observarse teóricamente?

- a) La volatilidad implícita ATM es la mas baja, y para strikes muy alejados del precio actual del dólar (en ambos sentidos) la volatilidad implícita se incrementa, ya que la distribución de los retornos posee colas pesadas por la intervención del Banco Central limitando la fluctuación.
- b) Para precios de ejercicios muy altos la volatilidad implícita es mayor por el riesgo de que la cotización del Peso Argentino se acerque a la del Real Brasileiro.
- c) La volatilidad implícita ATM es la mas alta, y para strikes muy alejados del precio actual del dólar (en ambos sentidos) la volatilidad implícita es menor, ya que la distribución de los retornos posee colas livianas por la intervención del Banco Central limitando la fluctuación.
- d) Debido a la desvalorización mundial del dólar, hay un riesgo de que el Peso se revalúe en relación con el dólar, generando mayor probabilidad para retornos excesivamente bajos. Siendo la distribución de precios sesgada hacia la izquierda, las volatilidades implícitas de strikes bajos deberían ser mayores a las de strikes altos.

Ejercicio 98

Considere el mercado de opciones sobre dólar, y asuma que los inversores del mercado perciben que habrá una devaluación que incrementara el tipo de cambio. ¿Qué patrón de volatilidades implícitas debería observarse teóricamente?

- a) Dado que la cola derecha es más pesada (los retornos altos positivos son más probables), las volatilidades implícitas de strikes altos serán mayores a las correspondientes a strikes bajos.
- b) Teniendo en cuenta que la cola izquierda es más pesada (los retornos muy negativos son más probables), las volatilidades implícitas de strikes bajos serán mayores que las correspondientes a strikes bajos.
- c) Como se trata de una divisa, siempre las volatilidades de strikes altos y bajos (opciones ITM y OTM) serán mayores a las de strikes medios (opciones ATM).
- d) Debido a la desvalorización mundial del dólar, hay un riesgo de que el Peso se revalúe en relación con el dólar, generando mayor probabilidad para retornos excesivamente bajos. Siendo la distribución de precios sesgada hacia la izquierda, las volatilidades implícitas de strikes bajos deberían ser mayores a las de strikes altos.

Ejercicio 99

Suponga que usted posee una cartera delta neutral con opciones call vendidas y acciones compradas. Entonces, dado que las variaciones en el precio prácticamente no modifican el valor de su cartera, un aumento de la volatilidad implícita:

- a) Lo favorece, dado que el vega de calls es negativo y al estar vendido en opciones su cartera tiene vega positivo (se favorece con incrementos de volatilidad implícita).
- b) Lo perjudica, dado que el vega de calls es positivo y al estar vendido en opciones su cartera tiene vega negativo (pierde valor con incrementos de volatilidad implícita).
- c) No lo afecta, ya que la cartera es delta neutral.
- d) Lo perjudica, dado que al estar vendido en opciones tiene gamma negativo.

Ejercicio 100

- a) Utilice la paridad Call-Put de opciones europeas sobre activos que no pagan dividendos para encontrar la relación entre:
 - a. Delta de un Call y Delta de un Put.
 - b. Vega de un Call y Vega de un Put.
 - c. Theta de un Put Europeo y Theta de un Call Europeo.
 - d. Gamma de un Put Europeo y Gamma de un Call Europeo.
- b) Una institución financiera tiene la siguiente cartera con opciones over the counter:

Tipo	Cantidad	Griegas (por unidad)		
		Delta	Gamma	Vega
Call	-1.000	0.5	2.2	1.8
Call	-500	0.8	0.6	0.2
Put	-2.000	-0.4	1.3	0.7
Call	-500	0.7	1.8	1.4

En un mercado se esta operando actualmente una opción negociable que posee un delta de 0.6, un gamma de 1.5 y un vega de 0.8. ¿Qué operación debería efectuarse en la opción negociable y/o en el subyacente para que ocurran los siguientes puntos?

- a) La cartera sea delta neutral
- b) La cartera sea delta neutral-gamma neutral
- c) La cartera sea delta neutral-vega neutral.

Ejercicio 101

Una inversora tiene una cartera de 100 millones de pesos cuya beta es de 1.1. Existe para ella la posibilidad de actuar en el mercado de futuros sobre el índice S&P 500 para los meses de Enero (vencimiento en 2 meses) y Marzo (vencimiento en 4 meses). La tasa de dividendos es del 3% (solo para el índice, la cartera no tiene dividendos) y la tasa libre de riesgo es de 5% anual.

- a) ¿Qué estrategia puede realizar la inversora en caso de desear, para los próximos tres meses, una cartera más agresiva con un Beta de 1.5?
- b) Si considera que en los próximos tres meses la situación del mercado será crítica ¿Qué estrategia debería realizar para poder asimilar su cartera a una libre de riesgo?

Nota: Cada contrato es por 250 veces el índice. El valor del índice es 1.200.

Ejercicio 102

Un inversor tiene una cartera con Beta 1.3. Su idea es asegurar que el valor de la misma (hoy de 50 millones de dólares) no sea inferior a los 45 millones al finalizar el próximo año. La tasa de interés libre de riesgo es de 5%

anual y se considera que la tasa de dividendos (tanto del mercado como de la cartera de la que se tiene posesión) es del 3%. Se sabe que el índice S&P 500, representativo del mercado, tiene hoy un valor de 1800 y volatilidad del 20%.

- a) ¿Qué estrategia podría seguir en el mercado de opciones para asegurar la cartera? ¿Cuál sería el costo de esta operación?
- b) Ejemplifique el ejercicio del derivado ante un valor del índice 1500 dentro de un año.

Nota: Los contratos de opción sobre índice son por \$100 multiplicado por el valor del índice.

Ejercicio 103

Una inversora tiene una cartera valuada hoy, 03/07/2008, en 20 millones de dólares. La cartera esta bien diversificada y posee un Beta de 0.9. La inversora desea asegurar que el valor de la misma al 01/12/2008 no sea inferior a los 16 millones. El índice S&P 500, representativo del mercado, tiene hoy un valor de 1270 puntos y una volatilidad del 25%. La tasa de interés libre de riesgo es del 2% anual, la tasa de dividendos del índice se estima en 1.5% y la de la cartera que posee la inversora en 1%.

- a) ¿Qué estrategia podría seguir en el mercado de opciones para asegurar la cartera?
- b) ¿Cuál sería el costo de esta operación?
- c) Ejemplifique el funcionamiento de la cobertura mediante el ejercicio del derivado el 01/12/2008 cuando el índice cerro en 816 puntos.

Nota: Los contratos de opción sobre índice son por \$100 multiplicado por el valor del índice.

Ejercicio 104

Una inversora utiliza posiciones largas en opciones sobre índice (calls y puts) para realizar una cobertura “delta” para su cartera (diversificada) de acciones. ¿Cómo se vería impactada la cobertura si se produce un gran movimiento en el valor del índice? Explique.

Ejercicio 105

- a) Calcule el delta de un Call europeo at-the-money de 6 meses sobre una acción que no paga dividendo sabiendo que la tasa libre de riesgo es 10% anual y la volatilidad de la acción es 25% anual.
- b) ¿Qué significa que la theta de una posición en opciones sea de -0.1 cuando el tiempo se mide en años? Asumiendo que el precio de la acción y su volatilidad implícita se mantienen constantes, ¿Qué tipo de posición en opciones considera apropiada?
- c) Calcule el delta de un Put europeo at-the-money de 3 meses sobre una acción que no paga dividendo sabiendo que la tasa libre de riesgo es 2% anual y la volatilidad de la acción es 20% anual.

Ejercicio 106

- a) Una empresa realiza una cobertura delta (delta-hedging) para cubrir una cartera con posiciones short (ventas) en opciones Call y Put sobre dólar. ¿Cuál de los siguientes dos escenarios generaría el resultado más favorable?
 - a. Un tipo de cambio spot virtualmente constante.
 - b. Grandes movimientos en el tipo de cambio.

- b) Considere un contrato forward sobre un índice de acciones (dividend yield continua = q) y un contrato futuro sobre el mismo índice. ¿Tienen los dos contratos el mismo delta?

Ejercicio 107

- a) Explique porque hacer cobertura delta (delta-hedging) es más fácil para opciones asiáticas para opciones estándar.
- b) Una empresa realiza una cobertura delta (delta-hedging) para cubrir una cartera con posiciones long (compradas) en opciones Call y Put sobre dólar. ¿Cuál de los siguientes dos escenarios generaría el resultado más favorable?
- Un tipo de cambio spot virtualmente constante.
 - Grandes movimientos en el tipo de cambio.

Ejercicio 108

Una compañía tiene el 15/03 un capital de \$500,000 y un beta en cartera igual a 1.2. El valor de los dividendos generados por la cartera es del 3% anual (al igual que el de mercado) y la tasa libre de riesgo es de 6%. En el mercado se negocian contratos derivados sobre el índice S&P 500 (una opción paga 100 veces el valor del índice y un futuro 250 veces el mismo valor). Las opciones tienen vencimiento el 15 de cada mes, los futuros el de cada mes. El valor del índice hoy es de 1,220.

- a) Explicar la cobertura estática a tomar si quiere eliminar el riesgo de su cartera por los próximos tres meses. ¿Cuál es el valor de la cartera si el valor del índice dentro de tres meses es de 1,100? (Suponga que el precio del futuro coincide con el precio teórico. La tasa libre de riesgo no tuvo modificaciones)
- b) Si el objetivo de la compañía es que su capital no sea inferior a \$475,000. Determinar la cobertura a tomar en el mercado de opciones.
- c) Determine la posición a tomar en el mercado de futuros para alcanzar el mismo objetivo que en b)
- d) Explique si esta cobertura es de tipo estática o dinámica. Justifique.

Ejercicio 109

Una cartera con Beta de 1.1 tiene hoy un valor de \$100,000. La tasa de dividendos que paga la cartera es del 5% (superior al 4% que paga el índice de mercado, hoy con valor 1,000). La volatilidad del índice de mercado es del 22% anual.

Para cubrirse frente a una caída de capital del 3% en los próximos 3 meses, la compañía toma una posición en contratos Put sobre el índice S&P 500 con strike 995.91 (un contrato paga 100 veces el valor del índice).

- a) ¿En qué cantidad de contratos opero?
- b) Si en lugar de actuar en contratos Put hubiera optado por tomar una posición libre de riesgo, ¿Cómo debería haber actuado?
- c) Explique por que se pudo haber optado por la opción b) y la principal diferencia en cuanto al modo de continuar la estrategia entre esta opción y la planteada en a).
- d) En el mercado existen contratos de futuros sobre el índice a 4 meses que pagan 250 veces su valor. ¿Puede tomarse la misma cobertura utilizando estos instrumentos?

Ejercicio 110

Responda las siguientes preguntas relacionadas con la administración de carteras de derivados utilizando “las griegas”. Tenga en cuenta que no necesita utilizar las formulas de calculo del modelo de Black-Scholes.

- Considere una cartera delta neutral, con gamma -500 y vega -800. Interprete conceptualmente el significado de cada griega de esta cartera (delta, gamma y vega).
- Considere la cartera del punto a). Si en el mercado se negocia un derivado con gamma 0.5, vega 2 y delta 0.6, ¿Cuántas unidades de este derivado y cuantas unidades de subyacente debería operar para lograr una cartera delta-vega neutral? (especifique claramente si debe comprar o vender cada instrumento).
- Utilizando el mismo derivado del punto anterior, ¿Qué cantidad de derivado y que cantidad de subyacente debería operar para que su cartera sea delta-gamma neutral? (especifique claramente si debe comprar o vender cada instrumento).
- Operando el derivado del punto b) y el subyacente de la cartera. ¿podría construir una cartera delta-gamma-vega neutral? Explique brevemente.

Ejercicio 111

- En el mercado se negocia un Put Europeo con vencimiento a 9 meses sobre acciones que no pagan dividendos. El inversor asume una volatilidad de 20%. La tasa libre de riesgo es del 5%. El instrumento da el derecho a vender una acción a \$45 siendo ese también el precio de la acción hoy. Determinar el valor de la prima.
- El lanzador de este contrato quiere eliminar el riesgo respecto a cambios en el precio de la acción. ¿Cómo debería operar para lograr una cobertura optima? ¿Qué consideraciones debería tener a futuro?

Ejercicio 112

La cartera de la compañía tiene hoy un valor de \$100,000. Quiere tomarse cobertura operando en el mercado de opciones de manera que la cartera no se encuentre por debajo de los \$95,000 dentro de seis meses. El valor del índice S&P 500 hoy es de 1,000 (cada contrato es por \$100 el valor del índice) y el Beta de la cartera es de 1.2. Sabiendo que la volatilidad del indice es del 30% y que la tasa de dividendos de la cartera de mercado es de un 3% mientras que la de la cartera de la compañía es de 4%, se pide:

- Especificar sobre que contratos y cantidad se debe operar.
- Mostrar como opera la cobertura si el rendimiento total de mercado luego de los seis meses fue -4%.

Ejercicio 113

Un agente es emisor de diez Puts sobre el S&P 500 y busca cubrir el riesgo originado por dicha emisión. Cada instrumento es un Put sobre el índice S&P 500 que paga 100 veces la diferencia entre 970 y el valor del índice al vencimiento (en 2 meses). Si la volatilidad anual del índice es de 20%, la tasa libre de riesgo es 5%, el valor del índice es 960 y la tasa de dividendos del 2% se pide:

- ¿Qué posición en futuros a seis meses debe tomar para tener la cobertura deseada? El futuro paga 250 veces el valor del índice.

- b) En el mercado se negocia otro derivado sobre el índice S&P 500 que tiene delta igual a 50, gamma igual a 20 y vega de 10. ¿Cómo debería actuar la compañía si quisiera tomar la misma cobertura que la planteada en a) pero con este nuevo instrumento?
- c) Determine si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Justifique.
 - a. El costo de la cobertura planteada en a) es independiente de la trayectoria seguida por el valor del índice.
 - b. La estrategia planteada en a) es una estrategia dinámica de cobertura.

Práctica: Ejercitación – Resolución de Ejercicios

EJERCICIO 2

RESOLUCIÓN

PARTE a)**ECUACIÓN CALL-PUT PARITY PARA OPCIONES SOBRE FUTUROS****CARTERA A**

Posición LONG en una opción de compra europea SOBRE FUTUROS CALL con precio de ejercicio igual a K con fecha de vencimiento T y monto de DINERO igual a Ke^{-rT}

EN EL MOMENTO $t = T$

CARTERA A

ESCENARIO	K	Payoffs del CALL SOBRE FUTUROS	DEPOSITO	TOTAL CARTERA A
NO EJERCE	$F_T \leq K$	0	K	K
EJERCE	$F_T > K$	$F_T - K$	K	F_T

Por lo cual podemos deducir que el valor de la cartera A en el momento $t = T$ es igual a

$$\max[F_T; K]$$

CARTERA B

Posición LONG en una opción de venta europea SOBRE FUTUROS PUT con precio de ejercicio igual a K con fecha de vencimiento T más posición LONG en un contrato de futuros y un monto de DINERO igual a F_0e^{-rT} , donde F_0 es el precios sobre futuros.

EN EL MOMENTO $t = T$

ESCENARIO	K	Payoffs del PUT SOBRE FUTUROS	VALOR DEL CONTRATO A FUTURO EN POSICIÓN LONG	DEPOSITO	TOTAL CARTERA A
EJERCE	$F_T < K$	$K - F_T$	$F_T - F_0$	F_0	K
NO EJERCE	$F_T \geq K$	0	$F_T - F_0$	F_0	F_T

Por lo cual podemos deducir que el valor de la cartera A en el momento $t = T$ es igual a

$$\max[F_T; K]$$

Tomamos la cartera A y la cartera B

CARTERA	COMPOSICIÓN	VALUACIÓN EN T	VALUACIÓN EN $t = 0$
CARTERA A	$CALL\ SOBRE\ FUTUROS + Ke^{-rT}$	$\max[F_T; K]$	$poc + Ke^{-rT}$
CARTERA B	$PUT\ SOBRE\ FUTUROS + LONG\ EN\ FUTURO + F_0e^{-rT}$	$\max[F_T; K]$	$pov + F_0e^{-rT}$

En el momento T tanto la cartera A como la cartera B valen lo mismo

$$\mathbf{CARTERA\ A} = \mathbf{CARTERA\ B}$$

$$\max[F_T; X] = \max[F_T; X]$$

Luego se puede deducir que en $t = 0$ deben valer también lo mismo, esto ocurre si no hay oportunidades de obtener una ganancia por arbitraje.

En el momento $t = 0$

$$\text{CARTERA A} = \text{CARTERA B}$$

$$poc + Ke^{-rT} = pov + F_0e^{-rT}$$

ECUACIÓN CALL-PUT PARITY

$$poc + Ke^{-rT} = pov + F_0e^{-rT}$$

Muestra que el valor de una opción de compra europea SOBRE FUTUROS poc con un vencimiento T y un precio de ejercicio K puede deducirse del valor de una opción de venta europea SOBRE FUTUROS con igual vencimiento T y precio de ejercicio K y viceversa.

Si la CALL-PUT PARITY no se cumple, luego, hay oportunidades de obtener una ganancia por arbitraje.

PARTE b)

ECUACIÓN CALL-PUT PARITY PARA UNA ACCIÓN QUE NO PAGA DIVIDENDOS

Tomamos la cartera A y la cartera C

CARTERA	COMPOSICIÓN	VALUACIÓN EN T	VALUACIÓN EN $t = 0$
CARTERA A	$CALL + Xe^{-rT}$	$\max[S_T; X]$	$poc + Xe^{-rT}$
CARTERA C	$PUT + ACCIÓN$	$\max[S_T; X]$	$pov + S_0$

En el momento T tanto la cartera A como la cartera C valen lo mismo

$$\text{CARTERA C} = \text{CARTERA D}$$

$$\max[S_T; X] = \max[S_T; X]$$

Luego se puede deducir que en $t = 0$ deben valer también lo mismo, esto ocurre si no hay oportunidades de obtener una ganancia por arbitraje.

En el momento $t = 0$

$$\text{CARTERA C} = \text{CARTERA D}$$

$$poc + Xe^{-rT} = pov + S_0$$

ECUACIÓN CALL-PUT PARITY

$$poc + Xe^{-rT} = pov + S_0$$

Muestra que el valor de una opción de compra europea poc con un vencimiento T y un precio de ejercicio X puede deducirse del valor de una opción de venta europea con igual vencimiento T y precio de ejercicio X y viceversa.

Si la CALL-PUT PARITY no se cumple, luego, hay oportunidades de obtener una ganancia por arbitraje.

EJERCICIO 9

RESOLUCIÓN**CARTERA A**

Posición LONG en una opción de venta europea un activo PUT con precio de ejercicio igual a K con fecha de vencimiento T y una posición LONG en un CONTRATO A PLAZO con igual precio de ejercicio y fecha de vencimiento

EN EL MOMENTO $t = T$

CARTERA A

ESCENARIO	K	Payoffs del PUT	CONTRATO A PLAZO	TOTAL CARTERA A
NO EJERCE	$S_T \geq K$	0	$S_T - K$	$S_T - K$
EJERCE	$S_T < K$	$K - S_T$	$S_T - K$	0

Por lo cual podemos deducir que el valor de la cartera A en el momento $t = T$ es igual a

$$\max[S_T - K; 0]$$

CARTERA B

Posición LONG en una opción de compra CALL sobre el mismo activo con STRIKE K y fecha de vencimiento T

EN EL MOMENTO $t = T$

$$\max[S_T - K; 0]$$

Tomamos la cartera A y la cartera B

CARTERA	COMPOSICIÓN	VALUACIÓN EN T	VALUACIÓN EN $t = 0$
CARTERA A	<i>LONG EN CALL SOBRE ACTIVO</i>	$\max[S_T - K; 0]$	<i>poc</i>
CARTERA B	<i>LONG EN PUT SOBRE ACTIVO + LONG EN FUTURO SOBRE ACTIVO</i>	$\max[S_T - K; 0]$	<i>pov</i>

En el momento T tanto la cartera A como la cartera B valen lo mismo

$$\mathbf{CARTERA A} = \mathbf{CARTERA B}$$

$$\max[S_T - K; 0] = \max[S_T - K; 0]$$

Luego se puede deducir que en $t = 0$ deben valer también lo mismo, esto ocurre si no hay oportunidades de obtener una ganancia por arbitraje.

En el momento $t = 0$

$$\mathbf{CARTERA A} = \mathbf{CARTERA B}$$

$$poc = pov$$

La igualdad se da porque el CONTRATO A PLAZO tiene un valor de cero en el momento $t = 0$

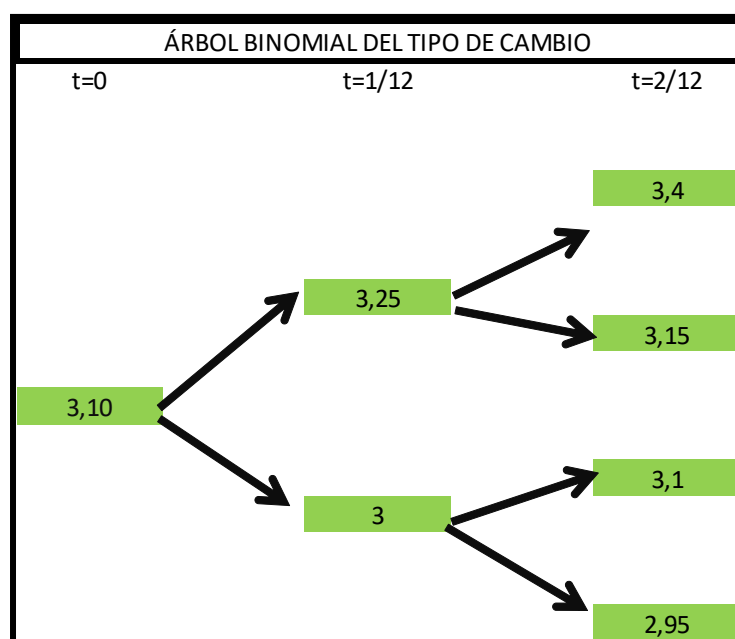
EJERCICIO 52**RESOLUCIÓN****PARTE a)****DATOS DEL TIPO DE CAMBIO**

TASA DE INTERÉS CONTINUAMENTE COMPUESTA LOCAL

$$r = 0,02$$

TASA DE INTERÉS CONTINUAMENTE COMPUESTA INTERNACIONAL

$$r_f = 0,01$$

ÁRBOL DE DOS PASOS DEL TIPO DE CAMBIO**OPCIÓN DE COMPRA EUROPEA SOBRE DIVISAS**

PRECIO DE EJERCICIO

$$K = 3,12\$$$

VENCIMIENTO

$$\text{En un año } T = \frac{2}{12} \text{ por lo tanto } \Delta t = \frac{1}{12}$$

La construcción un árbol de TIPO DE CAMBIO es semejante a una acción que paga rendimiento a una tasa continua q y en donde la tasa es igual a

$$q = r_f$$

PROBABILIDADES RIESGO NEUTRO

$$P = \frac{a - d}{u - d}$$

Donde para el caso de una acción que paga rendimiento a una tasa continua q

$$a = e^{(r-q) \times \Delta t}$$

Para el caso de divisas

$$a = e^{(r-r_f) \times \Delta t}$$

Por lo tanto la probabilidad riesgo neutro para cada nodo es igual a

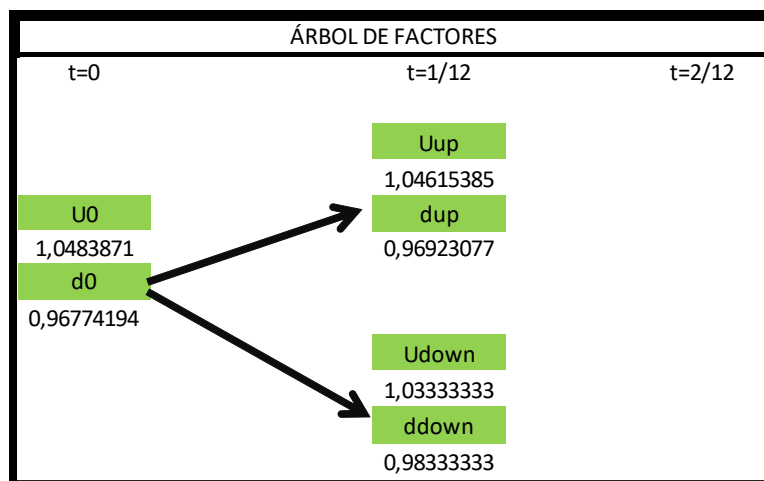
$$P = \frac{e^{(r-r_f) \times \Delta t} - d}{u - d}$$

CALCULO DE LOS FACTORES u y d

$$u_0 = \frac{TC_{UP}}{TC_0} \quad y \quad d_0 = \frac{TC_{DOWN}}{TC_0}$$

$$u_u = \frac{TC_{UP-UP}}{TC_{UP}} \quad y \quad d_u = \frac{TC_{UP-DOWN}}{TC_{UP}}$$

$$u_d = \frac{TC_{DOWN-UP}}{TC_{DOWN}} \quad y \quad d_d = \frac{TC_{DOWN-DOWN}}{TC_{DOWN}}$$



Con estos valores calculamos las probabilidades riesgo neutro de cada nodo para lo cual utilizamos las siguientes formulas

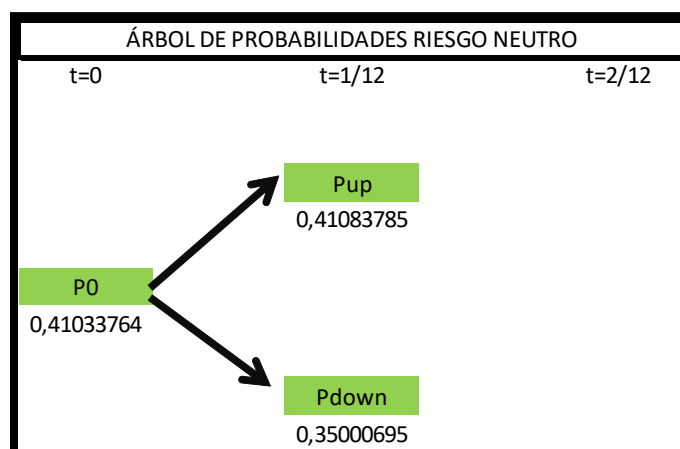
$$p_0 = \frac{a - d_0}{u_0 - d_0}$$

$$p_u = \frac{a - d_u}{u_u - d_u}$$

$$p_d = \frac{a - d_d}{u_d - d_d}$$

Donde

$$a = e^{(r-r_f) \times \Delta t}$$

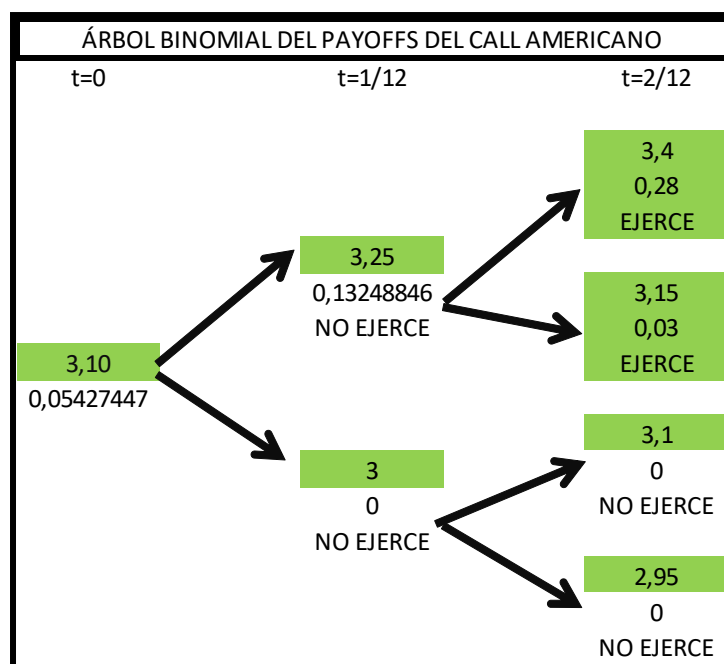
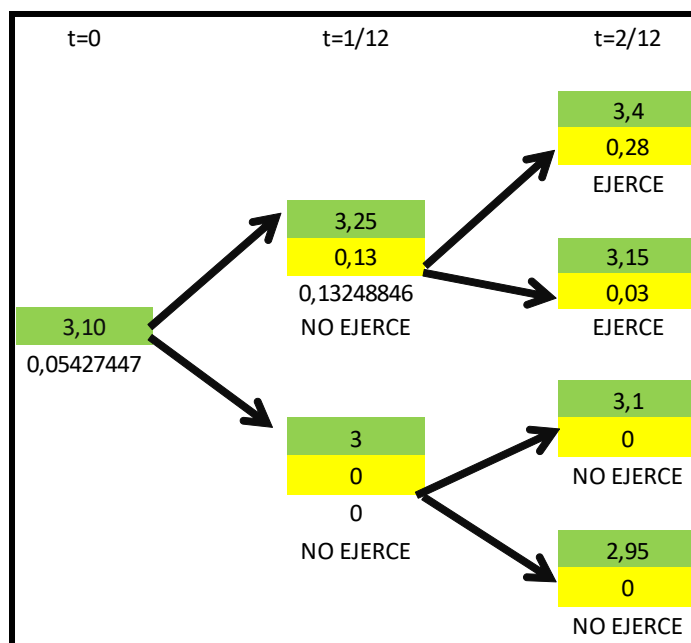


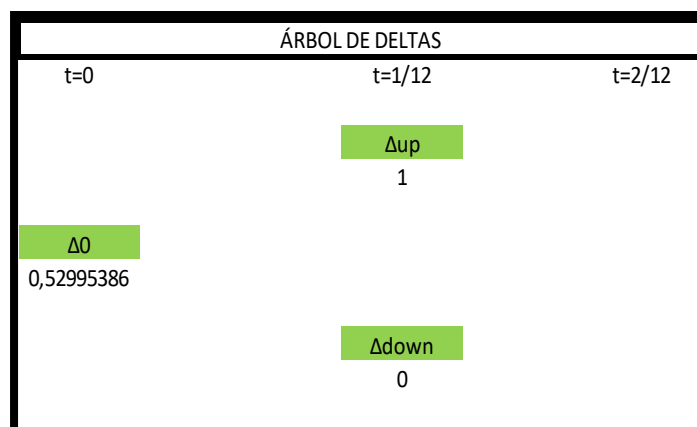
Los cálculos se resumen en la siguiente tabla

DATOS	DATOS DEL CALL EUROPEO SOBRE DIVISAS
VALOR DE a	STRIKE
1,000833681	$K = 3,12\$$
TASA DE INTERÉS LOCAL	VENCIMIENTO
$r = 0,02$	$T = \frac{2}{12} = 0,1666667$
TASA DE INTERÉS INTERNACIONAL	$FD = 0,9983347$
$q = r_f = 0,01$	$\Delta t = \frac{1}{12} = 0,083333$

RESULTADOS

Los resultados del árbol de dos pasos fueron realizados con el EXCEL



**PARTE b)****ESTRATEGIAS DE ARBITRAJE EN UNA OPCIÓN DE COMPRA EUROPEA CALL SOBRE DIVISAS**

La prima del CALL SOBRE DIVISAS es igual a

$$c = 0,05427447\$$$

Pero qué ocurriría si la prima de mercado c^M es distinta, en este caso un arbitrajista podría obtener una ganancia segura y sin colocar capital alguno.

SI LA PRIMA DE MERCADO $c^M > c$

Tenemos que

$$c^M = 1\$$$

Como el CALL está sobrevaluado, es decir, vale más de lo que debería valer, tomamos una posición SHORT en el mismo

Tomaremos posiciones opuestas en dos carteras compuestas en el momento $t = 0$ de la siguiente manera

CARTERA 1

POSICIÓN SHORT EN UN CALL EUROPEO SOBRE DIVISAS

CARTERA 2

POSICIÓN LONG EN DIVISAS Y TOMAREMOS UN PRESTAMO

Es decir que tomamos una posición SHORT en la cartera 1 y posición LONG en la cartera 2.

EN EL MOMENTO $t = 0$

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0$	
Tomar un préstamo para financiar la compra de divisas a pagar en $t = 0,5$	0,643\$
Comprar la cantidad de $\alpha_0 = 0,53$ unidades de DIVISAS al precio $S_0 = 3,10\$$	-1,643\$

Tomar una posición SHORT en un CALL SOBRE DIVISAS	1\$
BENEFICIO EN $t = 0$	0\$

EN EL MOMENTO $t = 0,25$

SI OCURRE ESCENARIO UP

PARA SIMULAR EL CALL DEBEMOS TENER EN CARTERA

Hay que tener en cartera $\alpha_u = 1$ UNIDADES DE MONEDA EXTRANJERA

HAY EN CARTERA QUE SE TRAE DE $t = 0$

Se tiene en cartera $\alpha_0 = 0,53$ UNIDADES DE MONEDA EXTRANJERA

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0,25$ SI OCURRE EL ESCENARIO UP	
Tomar un préstamo para financiar la compra de divisas a pagar en $t = 0,5$	1,5275\$
Comprar la cantidad de $\bar{\alpha}_u - \bar{\alpha}_0 = 0,47$ de MONEDA EXTRANJERA al precio $S_u = 3,25$ \$ que hacen falta para tener α_u UNIDADES DE DIVISAS en cartera	-1,5275\$
BENEFICIO EN $t = 0,25$	0\$

SI OCURRE ESCENARIO DOWN

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0,25$ SI OCURRE EL ESCENARIO DOWN	
Deposito de la ganancia por la venta de divisas para cobrar en $t = 0,5$	-1,59\$
Vender la cantidad de $\bar{\alpha}_0 - \bar{\alpha}_d = 0,53$ de UNIDADES DE MONEDA EXTRANJERA al precio $S_d = 3$ \$ que sobran para tener α_d DIVISAS en cartera	1,59\$
BENEFICIO EN $t = 0,25$	0\$

EN EL MOMENTO $t = 0,5$

SI OCURRE ESCENARIO UP EN $t = 0,25$

SI OCURRE ESCENARIO UP-UP

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0,5$ SI OCURRE EL ESCENARIO UP-UP	
Pagar deuda	$-0,643\$e^{0,02 \cdot \frac{2}{12}} - 1,5275\$e^{0,02 \cdot \frac{1}{12}} = -2,177747072\$$
VENDER la cantidad de 1 DIVISA al precio $S_{uu} = 3,40$ \$	3,40\$
RESULTADO DEL CALL	-0,28\$
BENEFICIO EN $t = 0,5$	0,942252928\$

SI OCURRE ESCENARIO UP-DOWN

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0,5$ SI OCURRE EL ESCENARIO UP-DOWN	
Pagar deuda	-2,177747072\$
VENDER la cantidad de 1 DIVISA al precio $S_{ud} = 3,15\$$	3,15\$
RESULTADO DEL CALL	-0,03\$
BENEFICIO EN $t = 0,5$	0,942252928\$

SI OCURRE ESCENARIO DOWN EN $t = 0,25$ **SI OCURRE ESCENARIO DOWN-UP**

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0,5$ SI OCURRE EL ESCENARIO DOWN-UP	
Pagar deuda	$-0,643\$e^{0,02 \cdot \frac{2}{12}} = -0,645146909\$$
Cobrar deposito	$1,59\$e^{0,02 \cdot \frac{1}{12}} = 1,59265221\$$
Vender la cantidad de 0 DE DIVISA al precio $S_{du} = 3,10\$$	0\$
RESULTADO DEL CALL	0\$
BENEFICIO EN $t = 0,5$	0,9475053\$

SI OCURRE ESCENARIO DOWN-DOWN

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0,5$ SI OCURRE EL ESCENARIO DOWN-DOWN	
Pagar deuda	$-0,643\$e^{0,02 \cdot \frac{2}{12}} = -0,645146909\$$
Cobrar deposito	$1,59\$e^{0,02 \cdot \frac{1}{12}} = 1,59265221\$$
Vender la cantidad de 0 DE DIVISA al precio $S_{uu} = 2,95\$$	0\$
RESULTADO DEL CALL	0\$
BENEFICIO EN $t = 0,5$	0,9475053\$

Como vemos la ganancia por arbitraje es igual a 0,948883208\$

GANANCIA POR ARBITAJE EN T

$$[c^M - c] \cdot e^{rT}$$

Tenemos que

$$1\$ - 0,05427447\$ = 0,94572553\$$$

$$0,94572553\$e^{0,02 \cdot \frac{2}{12}} = 0,948883208\$$$

SI LA PRIMA DE MERCADO $c^M < c$

Tenemos que

$$c^M = 0,02\$$$

Como el CALL está subvaluado, es decir, vale menos de lo que debería valer, tomamos una posición LONG en el mismo.

Tomaremos posiciones opuestas en dos carteras compuestas en el momento $t = 0$ de la siguiente manera

CARTERA 1

POSICIÓN LONG EN UN CALL EUROPEO SOBRE DIVISAS

CARTERA 2

POSICIÓN SHORT EN DIVISAS Y HAREMOS UN DEPOSITO

Es decir que tomamos una posición LONG en la cartera 1 y posición SHORT en la cartera 2.

EN EL MOMENTO $t = 0$

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0$	
Hacer un deposito para cobrar en $t = 0,5$	-1,623\$
Vender en corto la cantidad de $\alpha_0 = 0,53$ de DIVISAS al precio $S_0 = 3,10$ \$	1,643\$
Tomar una posición LONG en un CALL	-0,02\$
BENEFICIO EN $t = 0$	0\$

EN EL MOMENTO $t = 0,25$

SI OCURRE ESCENARIO UP

PARA SIMULAR EL CALL DEBEMOS TENER EN CARTERA

Hay que tener en cartera $-\alpha_u = -1$ DIVISAS

HAY EN CARTERA QUE SE TRAE DE $t = 0$

Se tiene en cartera $-\alpha_0 = -0,53$ DIVISAS

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0,25$ SI OCURRE EL ESCENARIO UP	
Hacer un deposito para cobrar en $t = 0,5$	-1,5275\$
Vender en corto la cantidad de $\overline{\alpha_u - \alpha_0} = 0,47$ DIVISAS al precio $S_u = 3,25$ \$	1,5275\$
BENEFICIO EN $t = 0,25$	0\$

SI OCURRE ESCENARIO DOWN

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0,25$ SI OCURRE EL ESCENARIO DOWN	
Tomar un préstamo a pagar en $t = 0,5$	1,59\$
Comprar la cantidad de $\overline{\alpha_0 - \alpha_d} = 0,53$ DIVISAS al precio $S_d = 3$ \$	-1,59\$
BENEFICIO EN $t = 0,25$	0\$

EN EL MOMENTO $t = 0,5$

SI OCURRE ESCENARIO UP EN $t = 0,25$ **SI OCURRE ESCENARIO UP-UP**

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0,5$ SI OCURRE EL ESCENARIO UP-UP	
Cobrar depósitos	$1,623\$ e^{0,02 \cdot \frac{2}{12}} + 1,5275\$ e^{0,02 \cdot \frac{1}{12}} = 3,158466983\$$
Comprar la cantidad de 1 DIVISAS al precio $S_{uu} = 3,40\$$ para devolver	$-3,40\$$
RESULTADO DEL CALL	$0,28\$$
BENEFICIO EN $t = 0,5$	$0,038466982\$$

SI OCURRE ESCENARIO UP-DOWN

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0,5$ SI OCURRE EL ESCENARIO UP-DOWN	
Cobrar depósitos	$3,158466983\$$
Comprar la cantidad de 1 DIVISAS al precio $S_{ud} = 3,15\$$ para devolver	$-3,15\$$
RESULTADO DEL CALL	$0,03\$$
BENEFICIO EN $t = 0,5$	$0,038466982\$$

SI OCURRE ESCENARIO DOWN EN $t = 0,25$ **SI OCURRE ESCENARIO DOWN-UP**

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0,5$ SI OCURRE EL ESCENARIO DOWN-UP	
Pagar deuda	$-1,59\$ \times e^{0,02 \cdot \frac{1}{12}} = -1,59265221\$$
Cobrar deposito	$1,623\$ e^{0,02 \cdot \frac{2}{12}} = 1,628419027\$$
Comprar la cantidad de 0 DIVISAS al precio $S_{du} = 3,15\$$ para devolver	$0\$$
RESULTADO DEL CALL	$0\$$
BENEFICIO EN $t = 0,5$	$0,035766816\$$

SI OCURRE ESCENARIO DOWN-DOWN

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0,5$ SI OCURRE EL ESCENARIO DOWN-DOWN	
Pagar deuda	$-1,59\$ \times e^{0,02 \cdot \frac{1}{12}} = -1,59265221\$$
Cobrar deposito	$1,623\$ e^{0,02 \cdot \frac{2}{12}} = 1,628419027\$$
Comprar la cantidad de 0 DIVISAS al precio $S_{dd} = 2,90\$$ para devolver	$0\$$
RESULTADO DEL CALL	$0\$$
BENEFICIO EN $t = 0,5$	$0,035766816\$$

Como vemos la ganancia por arbitraje es igual a $0,034388908\$$

GANANCIA POR ARBITRAJE EN T

$$[c - c^M] \cdot e^{rT}$$

Tenemos que

$$0,05427447\$ - 0,02\$ = 0,03427447\$$$

$$0,03427447\$ e^{0,02 \cdot \frac{2}{12}} = 0,034388908\$$$

Hay diferencias porque se trabajó con números redondeados.

EJERCICIO 50

RESOLUCIÓN

PARTE a)

DATOS DEL TIPO DE CAMBIO

PRECIO DEL TIPO DE CAMBIO ACTUAL

$$TC_0 = 3,04\$$$

VOLATILIDAD DEL TIPO DE CAMBIO

$$\sigma = 0,10$$

TASA DE INTERÉS CONTINUAMENTE COMPUESTA LOCAL

$$r = 0,14$$

TASA DE INTERÉS CONTINUAMENTE COMPUESTA INTERNACIONAL

$$r_f = 0,03$$

OPCIÓN DE VENTA AMERICANA SOBRE DÓLARES

PRECIO DE EJERCICIO

$$K = 3,10\$$$

VENCIMIENTO

$$\text{En un año } T = \frac{4}{12} \text{ por lo tanto } \Delta t = \frac{2}{12}$$

La construcción un árbol de TIPO DE CAMBIO es semejante a una acción que paga rendimiento a una tasa continúa q y en donde la tasa es igual a

$$q = r_f$$

PROBABILIDADES RIESGO NEUTRO

$$P = \frac{a - d}{u - d}$$

Donde para el caso de una acción que paga rendimiento a una tasa continúa q

$$a = e^{(r-q) \times \Delta t}$$

Para el caso de divisas

$$a = e^{(r-r_f) \times \Delta t}$$

Por lo tanto

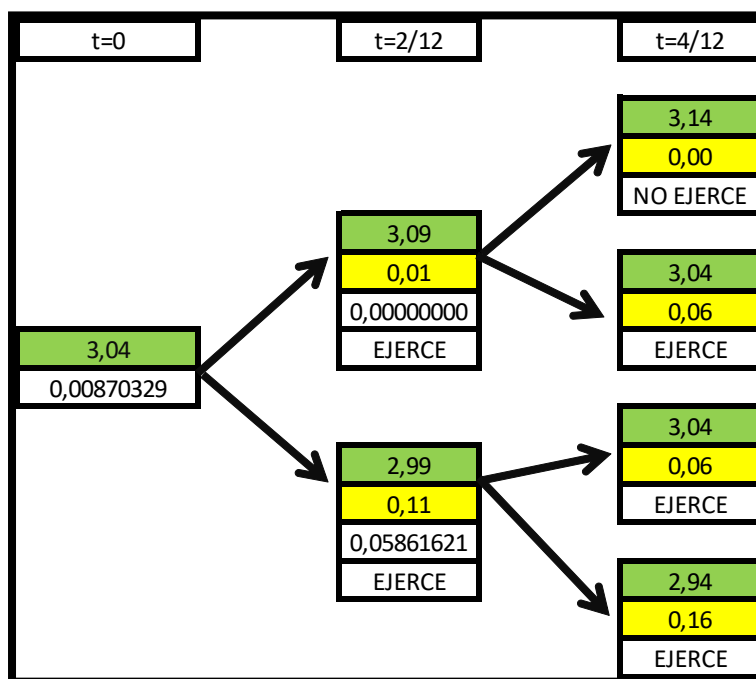
$$P = \frac{e^{(r-r_f) \times \Delta t} - d}{u - d}$$

Los cálculos se resumen en la siguiente tabla

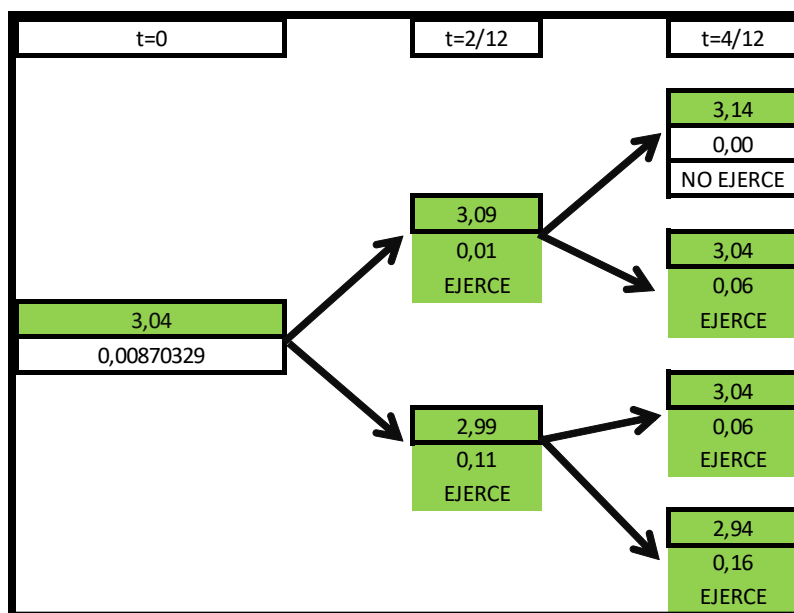
TIPO DE CAMBIO		DATOS	DATOS DEL PUT AMERICANO SOBRE DÓLARES
u	1,01680633	VOLATILIDAD DEL TIPO DE CAMBIO	STRIKE
d	0,98347145	$\sigma = 0,10$	$K = 3,10\$$
a	1,00166806	TASA DE INTERÉS LOCAL	VENCIMIENTO
p	1	$r = 0,14$	$T = 0,3333333$
$(1 - p)$	0	TASA DE INTERÉS INTERNACIONAL	$FD = 0,976936783$
TC_0	3,04\$	$q = r_f = 0,03$	$\Delta t = \frac{2}{12} = 0,166667$

RESULTADOS

Los resultados del árbol de DOS pasos fueron realizados con el EXCEL



PAYOFFS DEL PUT AMERICANO SOBRE DÓLARES



PRIMA A PAGAR

$$P \times 10.000 = 87,0329107\$$$

PARTE b)

FORMULA DE BLACK AND SHOLES PARA VALUAR UN PUT EUROPEO SOBRE DIVISAS

$$p = Ke^{-rT}N(-d_2) - S_0e^{-r_fT}N(-d_1)$$

Donde

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r - r_f + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Tenemos que

$$d_1 = 0,325430475$$

$$d_2 = 0,267695449$$

También

$$N(-d_1) = 0,372427647$$

$$N(-d_2) = 0,394466877$$

Por lo tanto

$$p = 3,10 \times e^{-0,14 \times \frac{4}{12}} \times (0,394466877) - 3,04 \times e^{-0,03 \times \frac{4}{12}} \times (0,372427647)$$

$$p = 0,137707383\$$$

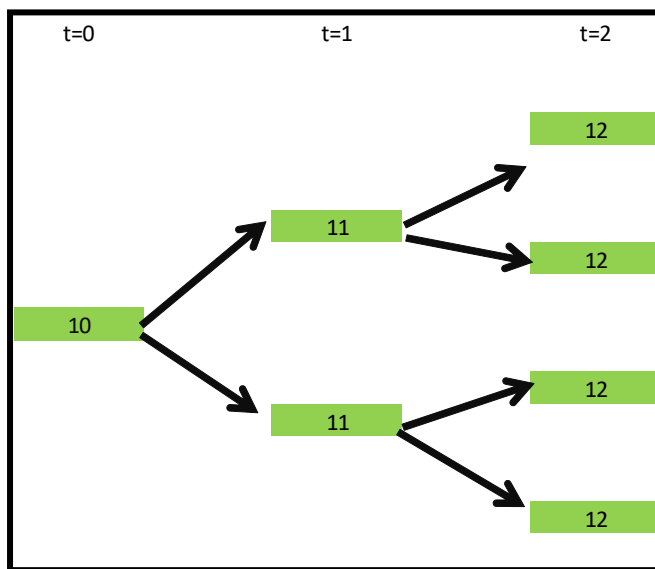
Donde

$$p \times 10.000 = 1377,07383\$$$

EJERCICIO 49

RESOLUCIÓN

Lo primero que debemos hacer es hallar la tasa libre de riesgo efectiva anual en este caso para lo cual utilizamos el BONO LIBRE DE RIESGO que nos el enunciado



Utilizando la formula

$$\frac{CAPITAL\ FINAL}{CAPITAL\ INICIAL} - 1 = i$$

TASA DE INTERÉS EFECTIVA QUE RIGE ENTRE $t = 0$ y $t = 1$

$$i_{365}(0; 1) = \frac{11}{10} - 1 = 0,1$$

TASA DE INTERÉS EFECTIVA QUE RIGE ENTRE $t = 1$ y $t = 2$

$$i_{365}(1; 2) = \frac{12}{11} - 1 = 0,090909091$$

DE TASAS EFECTIVAS A TASAS EN COMPOSICIÓN CONTINÚA

Debemos llevar las tasas efectivas anuales a tasas de composición continua para lo cual utilizamos la siguiente relación

$$1 + i_{365} = e^{\delta}$$

Si aplicamos logaritmo natural

$$\boxed{\delta = \ln [1 + i_{365}]}$$

Por lo tanto

$$\delta_1 = \ln[1 + i_{365}(0; 1)] = 0,09531018$$

$$\delta_2 = \ln[1 + i_{365}(1; 2)] = 0,087011377$$

FACTORES DE DESCUENTO ANUALES

$$FD(0; 1) = FD_1 = e^{-\delta_1} = 0,909090909$$

$$FD(1; 2) = FD_2 = e^{-\delta_2} = 0,916666667$$

El siguiente cuadro resume lo que hemos venido realizando

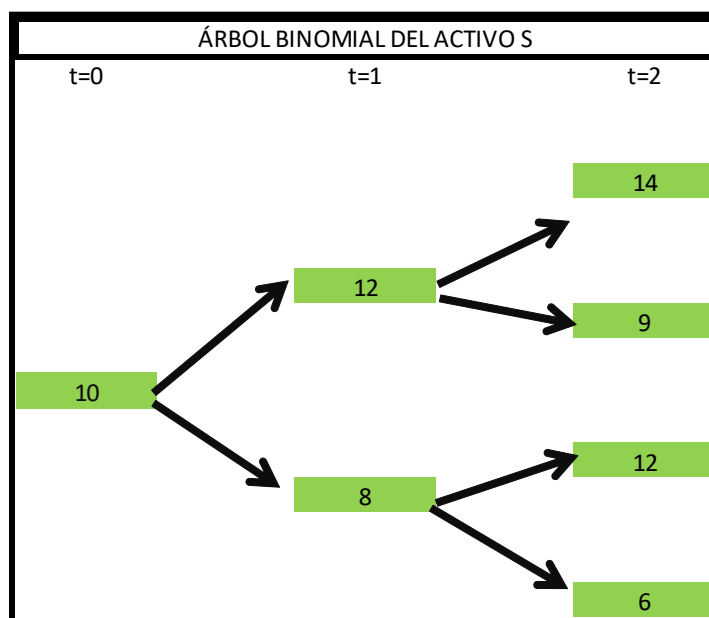
TIPO	PARA EL PERIODO ENTRE $t = 0$ y $t = 1$	PARA EL PERIODO ENTRE $t = 1$ y $t = 2$
TASAS DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO EFECTIVAS ANUALES	$i_{365}(0; 1) = 0,1$	$i_{365}(1; 2) = 0,090909091$
TASAS DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO EN COMPOSICIÓN CONTINUA	$\delta_1 = 0,09531018$	$\delta_2 = 0,087011377$
FACTORES DE DESCUENTO	$FD_1 = 0,909090909$	$FD_2 = 0,916666667$

LAS PROBABILIDADES RIESGO NEUTRO DE CADA NODO

La fórmula que utilizamos en cada en este caso es igual a

$$p = \frac{e^{\delta \Delta t} - d}{u - d}$$

Si los factores u y d fueran constantes las probabilidades riesgo neutro serían los mismos en cada nodo, pero como vemos del dato que nos dan no es el caso



Por lo cual debemos calcular un ÁRBOL DE PROBABILIDADES RIESGO NEUTRO

ÁRBOL DE FACTORES u y d

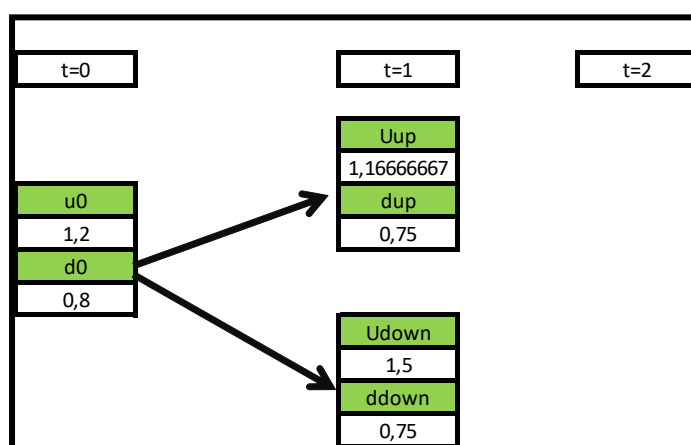
Las formulas a utilizar son las siguientes

$$u_0 = \frac{S_u}{S_0} \quad y \quad d_0 = \frac{S_d}{S_0}$$

$$u_u = \frac{S_{uu}}{S_u} \quad y \quad d_u = \frac{S_{ud}}{S_u}$$

$$u_d = \frac{S_{du}}{S_d} \quad y \quad d_d = \frac{S_{dd}}{S_d}$$

Los resultados son los siguientes



Con estos valores calculamos las probabilidades riesgo neutro de cada nodo para lo cual utilizamos las siguientes formulas

$$p_0 = \frac{e^{\delta_1} - d_0}{u_0 - d_0}$$

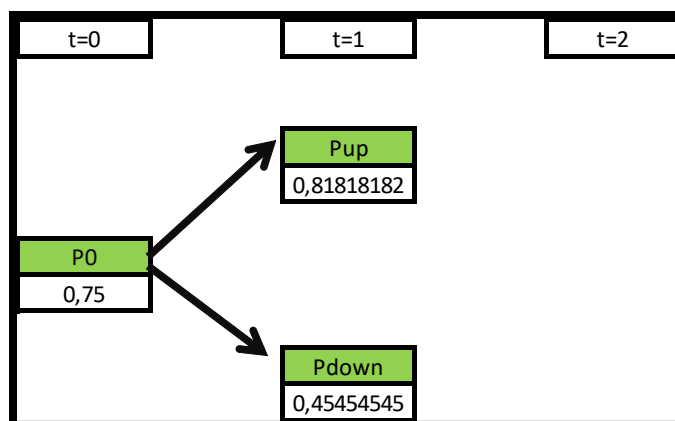
$$p_u = \frac{e^{\delta_2} - d_u}{u_u - d_u}$$

$$p_d = \frac{e^{\delta_2} - d_d}{u_d - d_d}$$

Ya que

$$\Delta t = 1 \quad y \quad hay \quad dos \quad tasas \quad \delta_1 \quad y \quad \delta_2$$

Los resultados son los siguientes



PARTE a)

MÉTODO DE VALUACIÓN DE OPCIONES AMERICANAS

Al final del árbol, el valor de una opción es el VALOR INTRÍNSECO. En NODOS ANTERIORES del árbol el valor de una opción americana debe calcularse como el MONTO MAYOR entre

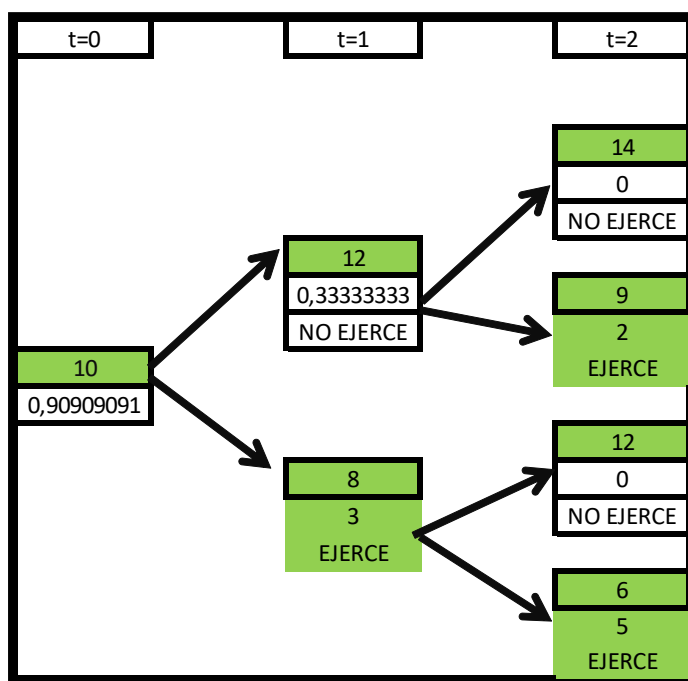
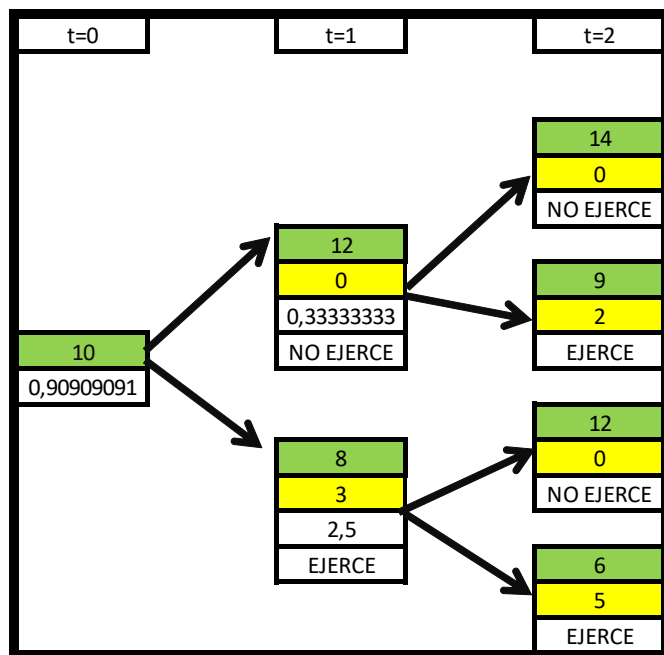
1. El valor que tiene si se EJERCE inmediatamente. Se utiliza el VALOR INTRÍNSECO
2. El valor que tiene si se mantiene durante un periodo adicional con una duración Δt . Se utiliza el VALOR ESPERADO DESCONTADO a la tasa libre de riesgo.

Si se EJERCE inmediatamente el valor de la opción es su VALOR INTRÍNSECO. Si se mantiene durante un periodo adicional con una duración Δt , el valor de la opción es el valor esperado al final del periodo Δt descontado a la tasa de interés libre de riesgo. Continuamos resolviendo el ejercicio para exponer el funcionamiento del método con más claridad.

Por lo tanto para el caso del PUT el VALOR INTRÍNSECO es igual a

$$\max[K - S_T; 0]$$

En nuestro caso el enunciado nos pide valorar un PUT AMERICANO con STRIKE de 11\$

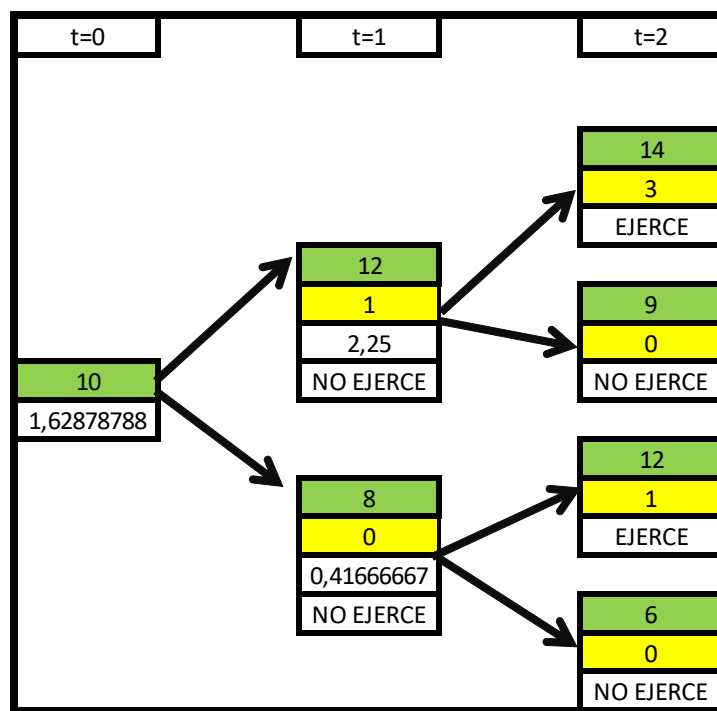


PARTE b)

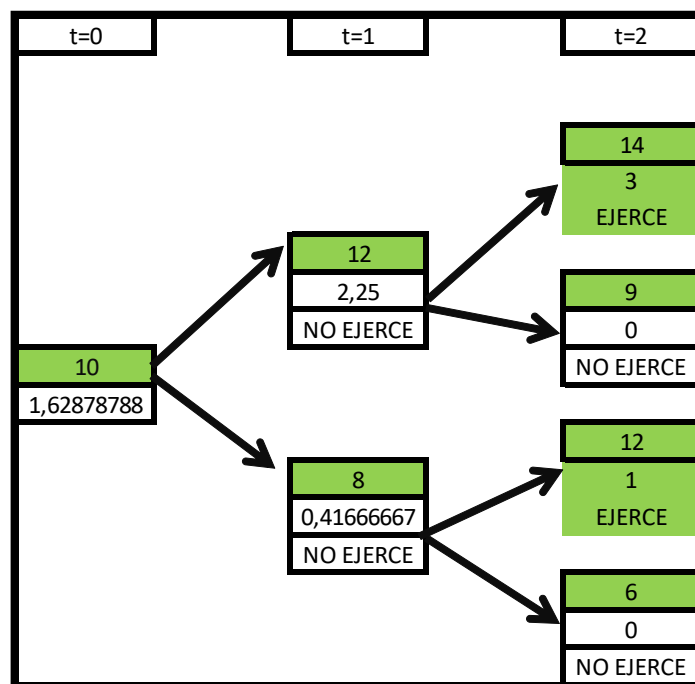
Por lo tanto para el caso del CALL el VALOR INTRÍNSECO es igual a

$$\max[S_T - K; 0]$$

En nuestro caso el enunciado nos pide valorar un CALL AMERICANO con STRIKE de 11\$



ÁRBOL BINOMIAL FINAL DEL PAYOFFS DEL CALL AMERICANO



PARTE c)

El CALL AMERICANO tiene el mismo valor que su contraparte EUROPEA. La equivalencia se debe dar porque al comparar lo montos de ESPERAR y de NO ESPERAR en el momento $t = 1$ en ambos escenarios conviene ESPERAR un año más para ejecutar la opción.

En el momento $t = 1$ hay dos escenarios

ESCENARIO UP

PAYOFF DE NO ESPERAR

$$\max[S_u - K; 0] = 1\$$$

PAYOFF DE ESPERAR

$$[c_{uu} \times p_u + c_{ud} \times (1 - p_u)] \times FD_2 = 2,25\$$$

Por lo tanto

$$[c_{uu} \times p_u + c_{ud} \times (1 - p_u)] \times FD_2 > \max[S_u - K; 0]$$

Es mayor el monto de esperar un periodo Δt en este caso un año para ejecutar la opción

ESCENARIO DOWN

PAYOFF DE NO ESPERAR

$$\max[S_d - K; 0] = 0\$$$

PAYOFF DE ESPERAR

$$[c_{du} \times p_d + c_{dd} \times (1 - p_d)] \times FD_2 = 0,41666667\$$$

Por lo tanto

$$[c_{du} \times p_d + c_{dd} \times (1 - p_d)] \times FD_2 > \max[S_d - K; 0]$$

Es mayor el monto de esperar un periodo Δt en este caso un año para ejecutar la opción

CALCULO DE LA PRIMA DEL CALL AMERICANO

Si observamos el payoffs final que obtuvimos para el CALL observamos que en el momento $t = 1$

$$C_u = 2,25\$ \quad y \quad C_d = 0,41666667$$

Por lo tanto

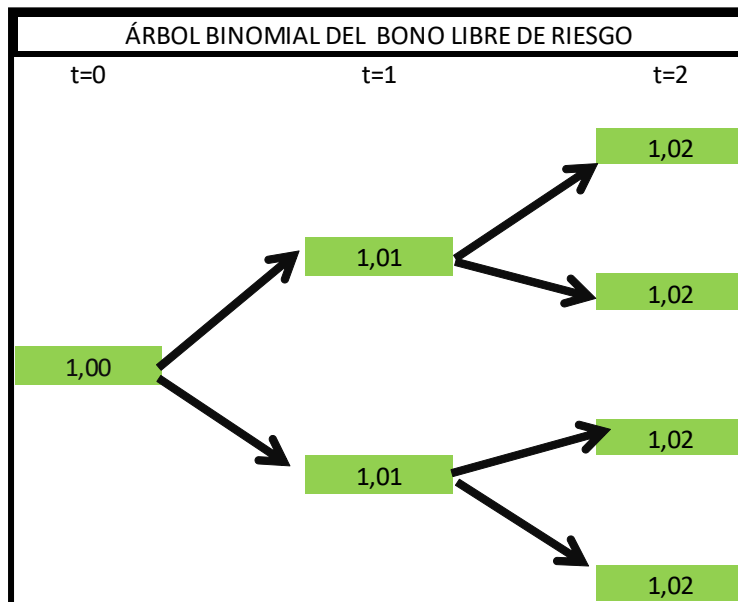
$$C = [C_u \times p_0 + C_d \times (1 - p_0)] \times FD_1 = 1,62878788\$$$

Como el payoffs de ESPERAR es el de un CALL EUROPEO y este es mayor al payoffs de NO ESPERAR en el momento $t = 1$, cuando realicemos el cálculo de la prima del CALL AMERICANO deberíamos llegar al mismo valor de la prima de un CALL EUROPEO.

EJERCICIO 53

RESOLUCIÓN

Sea el BONO LIBRE DE RIESGO



Utilizando la formula

$$\frac{CAPITAL\ FINAL}{CAPITAL\ INICIAL} - 1 = i$$

TASA DE INTERÉS EFECTIVA QUE RIGE ENTRE $t = 0$ y $t = 1$

$$i_c(0; 2; 2) = \frac{1,02}{1} - 1 = 0,02$$

DE TASAS EFECTIVAS A TASAS EN COMPOSICIÓN CONTINÚA

Debemos llevar las tasas efectivas anuales a tasas de composición continua para lo cual utilizamos la siguiente relación

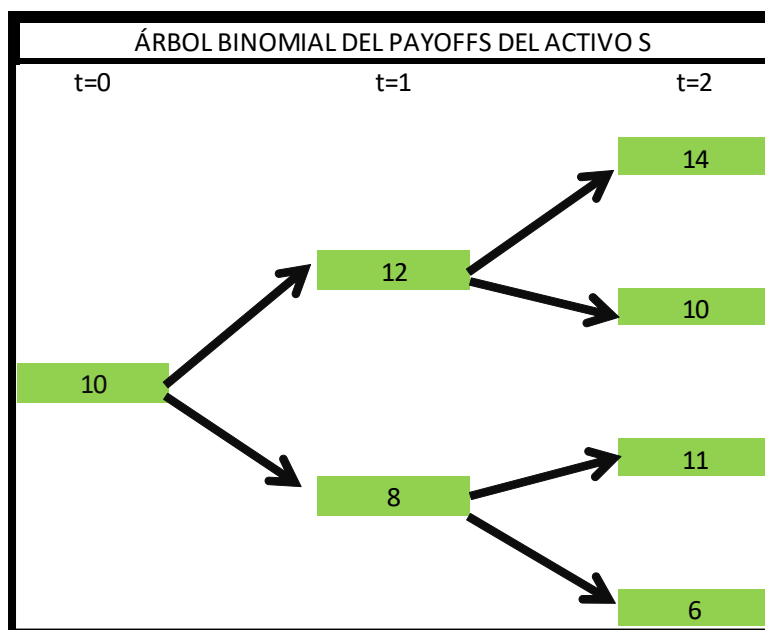
$$1 + i_c(0; 2; 2) = e^{2\delta}$$

Si aplicamos logaritmo natural

$$\delta = \frac{\ln [1 + i_c(0; 2; 2)]}{2}$$

Por lo tanto

$$\delta = \frac{\ln [1 + i_c(0; 2; 2)]}{2} = 0,009901313648$$



VALUACIÓN DEL PUT ASIÁTICO POR MEDIO DE LA SIMULACIÓN DE MONTECARLOS

El tratamiento es el mismo que veníamos haciendo con la única diferencia que el VALOR INTRÍNSECO del PUT ASIÁTICO es igual a

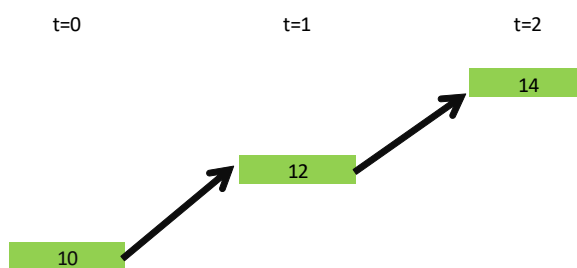
$$\max[K - S_{PROMEDIO}; 0]$$

En este caso el STRIKE es igual a 12\$

Donde la variable $S_{PROMEDIO}$ es el promedio del camino recorrido por el precio del activo S a lo largo de un determinado periodo de tiempo.

CÁLCULO DE LA VARIABLE $S_{PROMEDIO}$

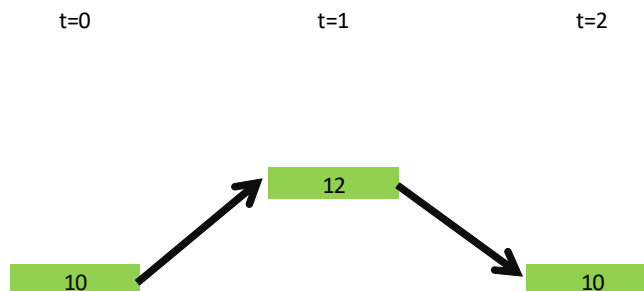
Supongamos que el precio del activo S realizó el siguiente recorrido a lo largo de periodo en análisis.



Debemos obtener el promedio del recorrido por lo cual

$$S_{PROMEDIO}(uu) = \frac{S_0 + S_u + S_{uu}}{3} = \frac{10 + 12 + 14}{3} = 12$$

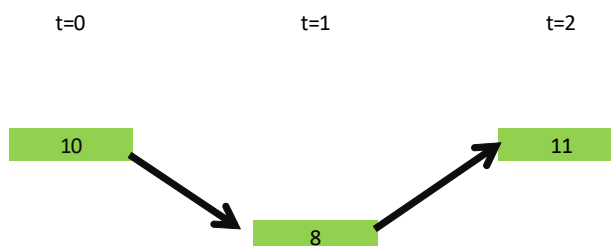
Supongamos que el precio del activo S realizó el siguiente recorrido a lo largo de periodo en análisis.



Debemos obtener el promedio del recorrido por lo cual

$$S_{PROMEDIO}(ud) = \frac{S_0 + S_u + S_{ud}}{3} = \frac{10 + 12 + 10}{3} = 10,666667$$

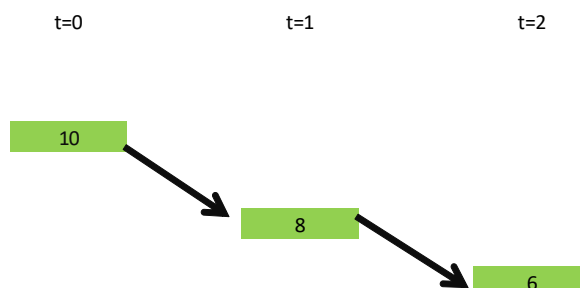
Si el precio del activo S realizó el siguiente recorrido a lo largo de periodo en análisis.



Debemos obtener el promedio del recorrido por lo cual

$$S_{PROMEDIO}(du) = \frac{S_0 + S_d + S_{du}}{3} = \frac{10 + 8 + 11}{3} = 9,666667$$

Supongamos que el precio del activo S realizó el siguiente recorrido a lo largo de periodo en análisis.



Debemos obtener el promedio del recorrido por lo cual

$$S_{PROMEDIO}(dd) = \frac{S_0 + S_d + S_{dd}}{3} = \frac{10 + 8 + 6}{3} = 8$$

$S_{PROMEDIO}(uu)$	$S_{PROMEDIO}(ud)$	$S_{PROMEDIO}(du)$	$S_{PROMEDIO}(dd)$
12	10,6666667	9,6666667	8

Ahora obtenemos el promedio

$$\bar{x} = \frac{12 + 10,6666667 + 9,6666667 + 8}{4} = 10,08333333$$

Luego calculamos el valor actual

$$10,08333333\$ \times e^{-0,009901313648 \times 2} = 9,885620882\$$$

Por lo tanto la prima del PUT ASIATICO es igual a

$$p_{ASIATICO} = 9,885620882\$$$

EJERCICIO 54

RESOLUCIÓN

PARTE a)

DATOS DEL CONTRATO A FUTURO

PRECIO DE FUTURO ACTUAL

$$F_0 = 95\$$$

VOLATILIDAD DEL PRECIO DE FUTUROS

$$\sigma = 0,3$$

TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTA

$$r = 0,08$$

OPCIÓN DE COMPRA AMERICANA SOBRE FUTUROS

PRECIO DE EJERCICIO

$$K = 90\$$$

VENCIMIENTO

$$\text{En un año } T = \frac{2}{12} \text{ por lo tanto } \Delta t = \frac{1}{12}$$

La construcción un árbol de PRECIOS DE FUTUROS es semejante a una acción que paga rendimiento a una tasa continúa q y en donde la tasa es igual a

$$q = r$$

PROBABILIDADES RIESGO NEUTRO

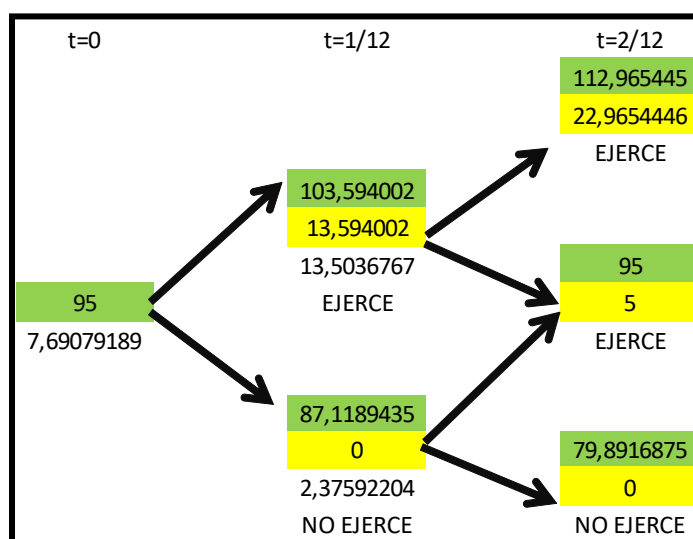
$$P = \frac{1 - d}{u - d}$$

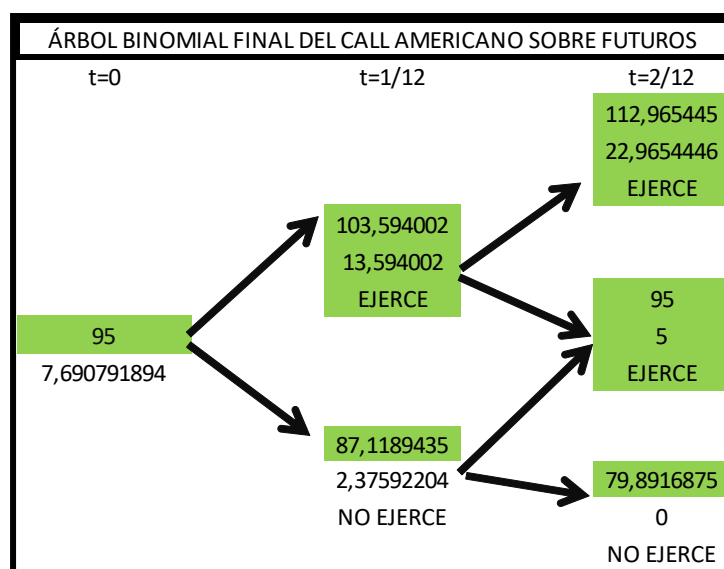
Los cálculos se resumen en la siguiente tabla

TIPO DE CAMBIO		DATOS	DATOS DEL CALL AMERICANO SOBRE FUTUROS
u	1,0904632	VOLATILIDAD DEL PRECIO DE FUTURO	STRIKE
d	0,9170415	$\sigma = 0,08$	$K = 90\$$
a	1	TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTA	VENCIMIENTO
p	0,4783629	$r = 0,08$	$T = 0,16666667$
$(1 - p)$	0,5216371	RENDIMIENTO	$FD = 0,9933555$
F_0	95\$	$q = r = 0,08$	$\Delta t = \frac{1}{12} = 0,08333333$

RESULTADOS

Los resultados del árbol de DOS pasos fueron realizados con el EXCEL





PRIMA A PAGAR

$$C = 7,690791894\$$$

PARTE b)

DATOS DEL TIPO DE CAMBIO

PRECIO DEL TIPO DE CAMBIO ACTUAL

$$TC_0 = 3,10\$$$

VOLATILIDAD DEL TIPO DE CAMBIO

$$\sigma = 0,08$$

TASA DE INTERÉS CONTINUAMENTE COMPUESTA LOCAL

$$r = 0,1$$

TASA DE INTERÉS CONTINUAMENTE COMPUESTA INTERNACIONAL

$$r_f = 0,02$$

OPCIÓN DE COMPRA AMERICANA SOBRE DÓLARES

PRECIO DE EJERCICIO

$$K = 3,12\$$$

VENCIMIENTO

$$\text{En un año } T = \frac{2}{12} \text{ por lo tanto } \Delta t = \frac{1}{12}$$

La construcción un árbol de TIPO DE CAMBIO es semejante a una acción que paga rendimiento a una tasa continua q y en donde la tasa es igual a

$$q = r_f$$

PROBABILIDADES RIESGO NEUTRO

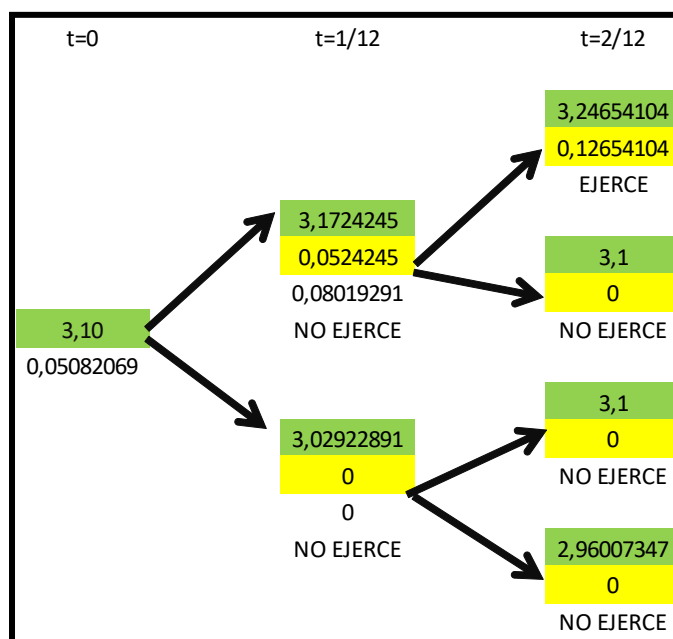
$$P = \frac{e^{(r-r_f) \times \Delta t} - d}{u - d}$$

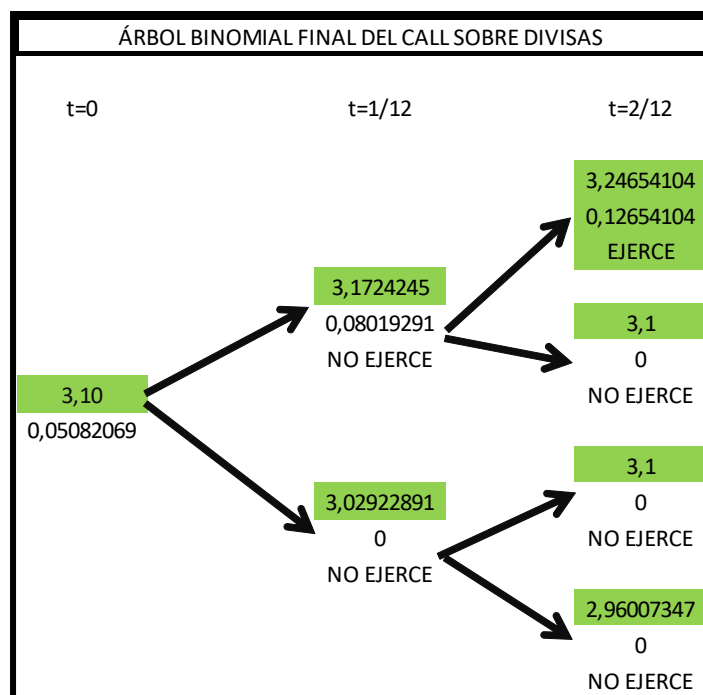
Los cálculos se resumen en la siguiente tabla

TIPO DE CAMBIO		DATOS	DATOS DEL CALL AMERICANO SOBRE DÓLARES
u	1,023362742	VOLATILIDAD DEL TIPO DE CAMBIO	STRIKE
d	0,977170615	$\sigma = 0,08$	$K = 3,12\$$
a	1,006688938	TASA DE INTERÉS LOCAL	VENCIMIENTO
p	0,639033645	$r = 0,10$	$T = 0,16666667$
$(1 - p)$	0,360966355	TASA DE INTERÉS INTERNACIONAL	$FD = 0,99170129$
TC_0	3,10\$	$q = r_f = 0,02$	$\Delta t = \frac{1}{12} = 0,08333333$

RESULTADOS

Los resultados del árbol de DOS pasos fueron realizados con el EXCEL





PRIMA A PAGAR

$$C = 0,05082069\$$$

PARTE c)

FORMULA DE BLACK AND SHOLES PARA VALUAR UN CALL EUROPEO SOBRE DIVISAS

$$c = S_0 e^{-r_f T} N(d_1) - K e^{-r T} N(d_2)$$

Donde

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r - r_f + \frac{\sigma^2}{2}\right) T}{\sigma \sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T}$$

Tenemos que

$$d_1 = 0,227673223$$

$$d_2 = 0,19501336$$

También

$$N(d_1) = 0,590049855$$

$$N(d_2) = 0,57730876$$

Por lo tanto

$$c = 3,10 \times e^{-0,02 \times \frac{2}{12}} \times (0,590049855) - 3,12 \times e^{-0,10 \times \frac{2}{12}} \times (0,57730876)$$

$$c = 0,05163547\$$$

FORMULA DE BLACK AND SHOLES PARA VALUAR UN CALL EUROPEO SOBRE FUTUROS

$$c = e^{-rT} \cdot [F_0 \cdot N(d_1) - K \cdot N(d_2)]$$

Donde

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{F_0}{K}\right) + \frac{\sigma^2}{2}T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Tenemos que

$$d_1 = 0,502694257$$

$$d_2 = 0,38021977$$

También

$$N(d_1) = 0,692410376$$

$$N(d_2) = 0,64810886$$

Por lo tanto

$$c = e^{-0,08 \times \frac{2}{12}} \times [95 \times (0,692410376) - 90 \times (0,64810886)]$$

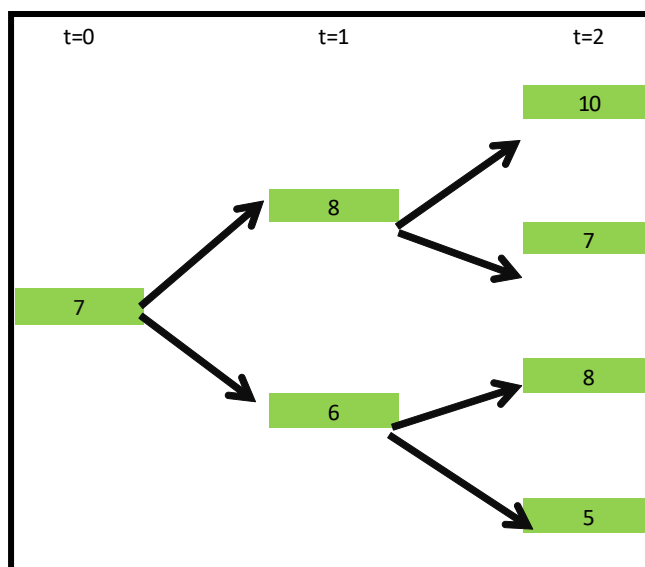
$$c = 7,35052525\$$$

EJERCICIO 55

RESOLUCIÓN

PARTE a)

Nos dan como datos el árbol con los precios del activo S



TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINÚA COMPUESTA

$$\delta = 10\%$$

LAS PROBABILIDADES RIESGO NEUTRO DE CADA NODO

La fórmula que utilizamos en cada en este caso es igual a

$$p = \frac{e^{\delta \Delta t} - d}{u - d}$$

Si los factores u y d fueran constantes las probabilidades riesgo neutro serían los mismos en cada nodo, pero como vemos del dato que nos dan no es el caso

Por lo cual debemos calcular un **ÁRBOL DE PROBABILIDADES RIESGO NEUTRO**

ÁRBOL DE FACTORES u y d

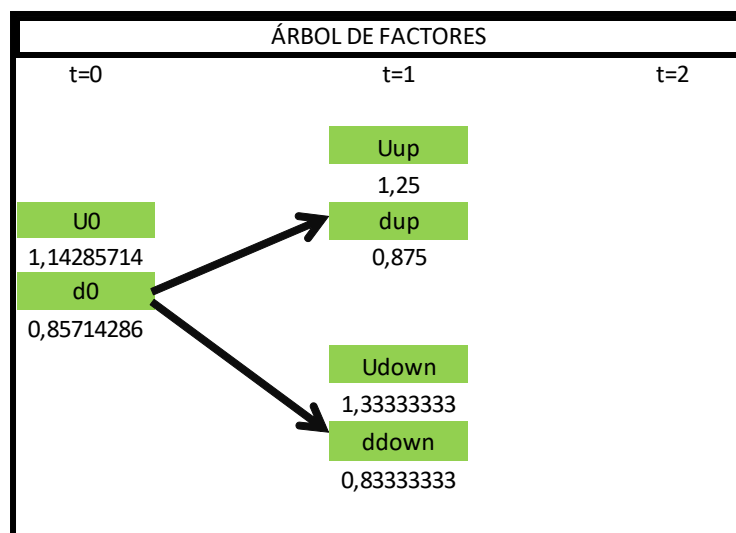
Las formulas a utilizar son las siguientes

$$u_0 = \frac{S_u}{S_0} \quad y \quad d_0 = \frac{S_d}{S_0}$$

$$u_u = \frac{S_{uu}}{S_u} \quad y \quad d_u = \frac{S_{ud}}{S_u}$$

$$u_d = \frac{S_{du}}{S_d} \quad y \quad d_d = \frac{S_{dd}}{S_d}$$

Los resultados son los siguientes



Con estos valores calculamos las probabilidades riesgo neutro de cada nodo para lo cual utilizamos las siguientes formulas

$$p_0 = \frac{e^{\delta} - d_0}{u_0 - d_0}$$

$$p_u = \frac{e^{\delta} - d_u}{u_u - d_u}$$

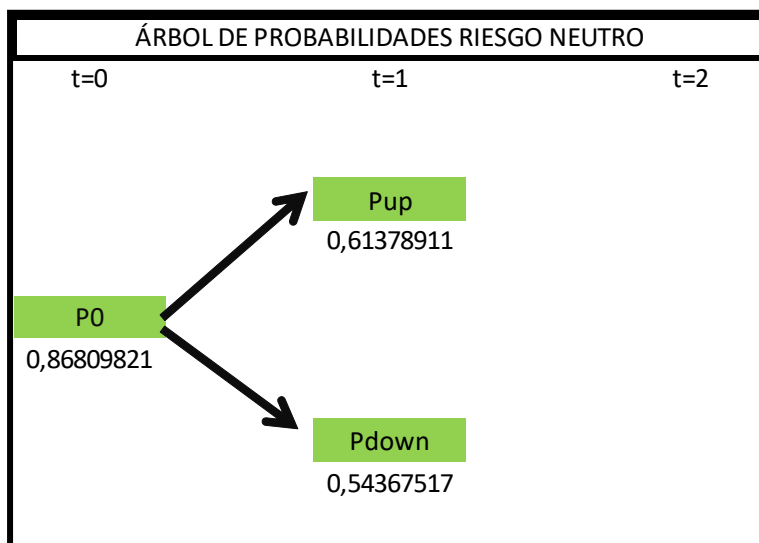
$$p_d = \frac{e^{\delta} - d_d}{u_d - d_d}$$

Ya que

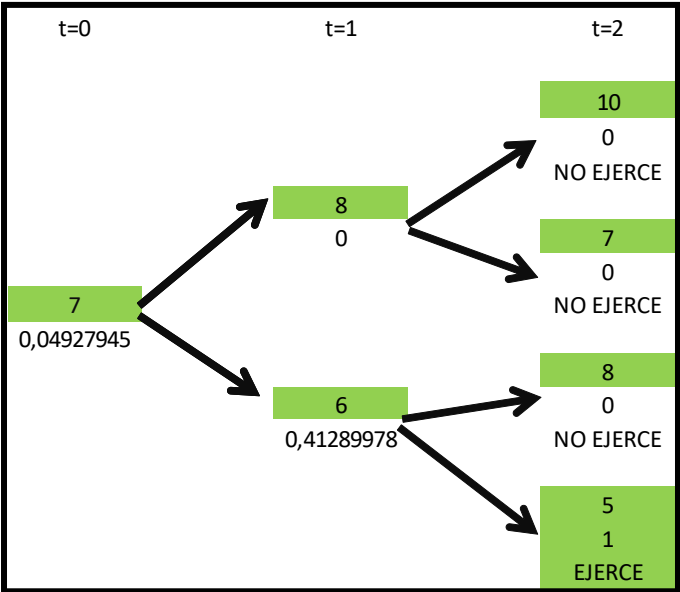
$$\Delta t = 1$$

$$a = e^{\delta} = e^{0,1} = 1,105170918$$

Los resultados son los siguientes



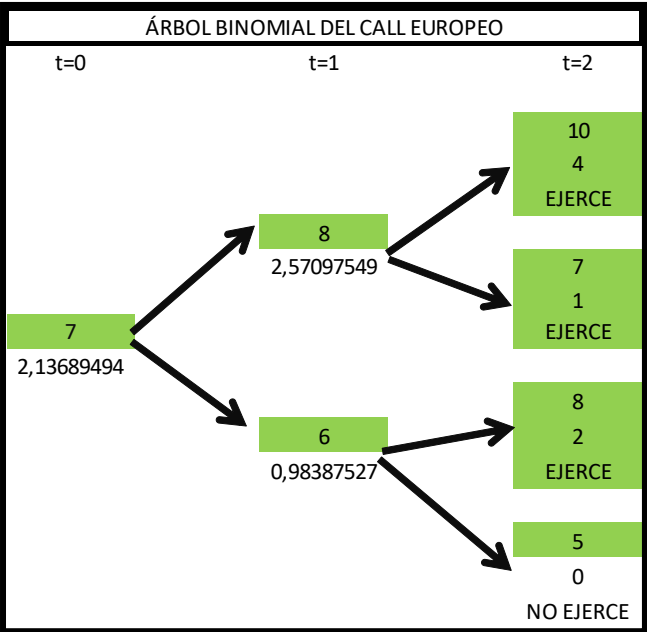
PARTE b)



Donde la siguiente tabla resume los datos

PUT EUROPEO	TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO COMP. CONT.	HORIZONTE DE TIEMPO T	FACTOR DE DESCUENTO
STRIKE	10%	2	
$K = 6\$$	a	PLAZO DE CADA PASO DEL ÁRBOL BINOMIAL	
VENCIMIENTO EN $t = 2$	1,105170918	$\Delta t = 1$	

PARTE c)



Donde la siguiente tabla resume los datos

CALL EUROPEO	TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO COMP. CONT.	HORIZONTE DE TIEMPO T	FACTOR DE DESCUENTO
STRIKE	10%	2	
$K = 6\$$	a	PLAZO DE CADA PASO DEL ÁRBOL BINOMIAL	0,90483742
VENCIMIENTO EN $t = 2$	1,105170918	$\Delta t = 1$	

EJERCICIO 56

RESOLUCIÓN

PARTE a)

DATOS DEL ACTIVO

PRECIO ACTUAL

$$S_0 = 95\$$$

VOLATILIDAD DEL PRECIO

$$\sigma = 0,2$$

TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTA

$$r = 0,10$$

OPCIÓN DE VENTA AMERICANA SOBRE EL ACTIVO

PRECIO DE EJERCICIO

$$K = 96\$$$

VENCIMIENTO

En un año $T = 2$ por lo tanto $\Delta t = 1$

PROBABILIDADES RIESGO NEUTRO

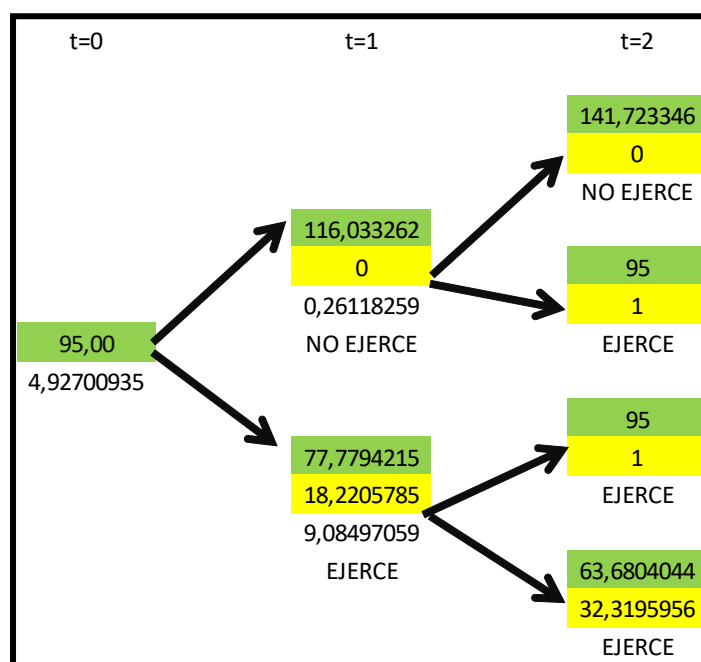
$$P = \frac{e^{r \times \Delta t} - d}{u - d}$$

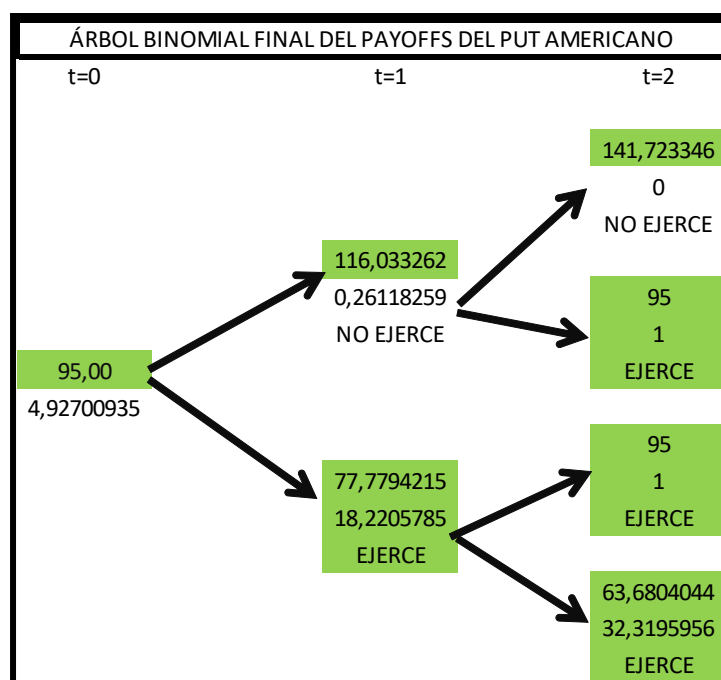
Los cálculos se resumen en la siguiente tabla

ACTIVO		DATOS	DATOS DEL PUT AMERICANO
u	1,221402758	VOLATILIDAD DEL PRECIO	STRIKE
d	0,818730753	$\sigma = 0,20$	$K = 96\$$
a	1,105170918	TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTA	VENCIMIENTO
p	0,711348595	$r = 0,10$	$T = 2$
$(1 - p)$	0,288651405	RENDIMIENTO	$FD = 0,90483742$
S_0	95\$	$q = 0$	$\Delta t = 1$

RESULTADOS

Los resultados del árbol de DOS pasos fueron realizados con el EXCEL





PARTE b)

OPCIÓN DE COMPRA AMERICANA SOBRE EL ACTIVO

PRECIO DE EJERCICIO

$$K = 94\$$$

VENCIMIENTO

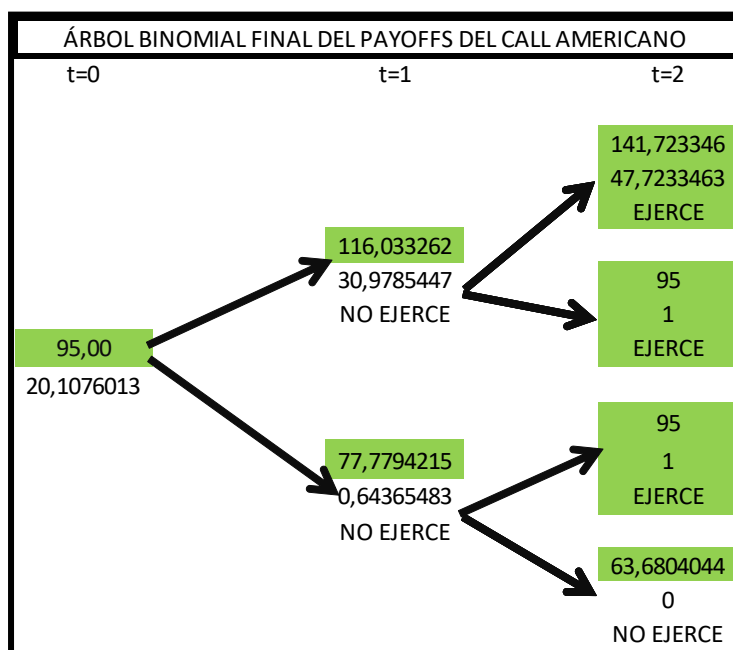
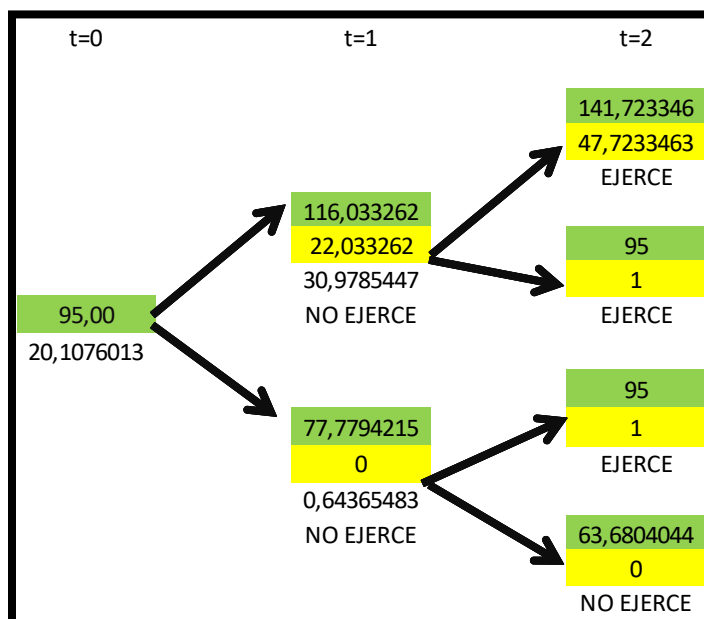
En un año $T = 2$ por lo tanto $\Delta t = 1$

Los cálculos se resumen en la siguiente tabla4

ACTIVO		DATOS	DATOS DEL CALL AMERICANO
u	1,221402758	VOLATILIDAD DEL PRECIO	STRIKE
d	0,818730753	$\sigma = 0,20$	$K = 94\$$
a	1,105170918	TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTA	VENCIMIENTO
p	0,711348595	$r = 0,10$	$T = 2$
$(1 - p)$	0,288651405	RENDIMIENTO	$FD = 0,90483742$
S_0	95\$	$q = 0$	$\Delta t = 1$

RESULTADOS

Los resultados del árbol de DOS pasos fueron realizados con el EXCEL



EJERCICIO 57

RESOLUCIÓN

DATOS DE LA ACCIÓN QUE NO PAGA DIVIDENDO

PRECIO DE LA ACCIÓN ACTUAL

$$S_0 = 3,20\$$$

VOLATILIDAD DEL RETORNO

$$\sigma = 0,15$$

TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTA

$$r = 0,11$$

OPCIÓN DE VENTA AMERICANA SOBRE LA ACCIÓN**PRECIO DE EJERCICIO**

$$K = 3,10\$$$

VENCIMIENTO

$$\text{En un año } T = \frac{4}{12} \text{ por lo tanto } \Delta t = \frac{2}{12}$$

PROBABILIDADES RIESGO NEUTRO

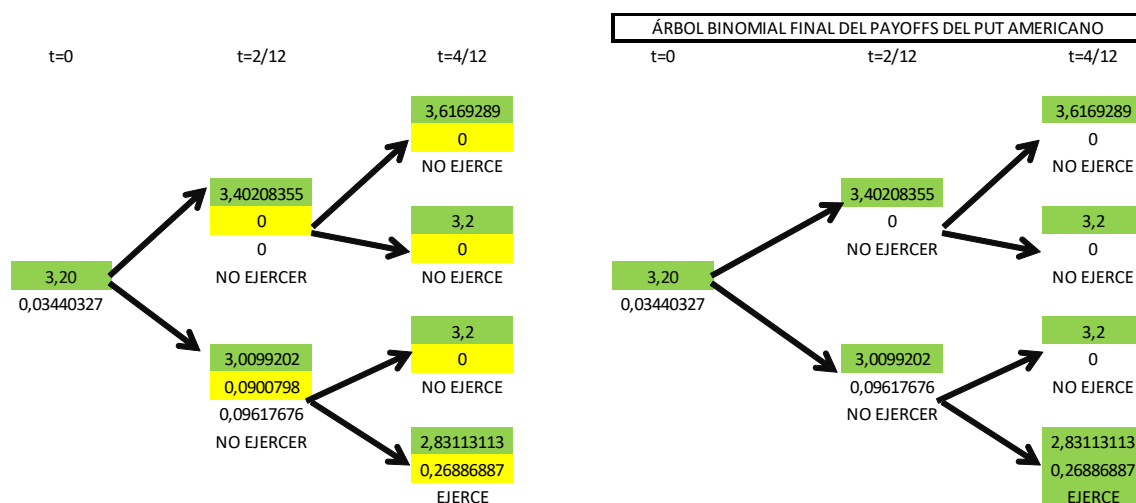
$$P = \frac{e^{r \times \Delta t} - d}{u - d}$$

Los cálculos se resumen en la siguiente tabla

ACCIÓN QUE NO PAGA DIVIDENDOS		DATOS	DATOS DEL PUT AMERICANO
u	1,06315111	VOLATILIDAD DEL PRECIO	STRIKE
d	0,940600062	$\sigma = 0,15$	$K = 3,10\$$
a	1,018502421	TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTA	VENCIMIENTO
p	0,635672725	$r = 0,11$	$T = 0,333333333$
$(1 - p)$	0,364327275	RENDIMIENTO	$FD = 0,98183370$
S_0	3,20\$	$q = 0$	$\Delta t = 0,166666667$

RESULTADOS

Los resultados del árbol de DOS pasos fueron realizados con el EXCEL



EJERCICIO 58

RESOLUCIÓN

DATOS DE LA ACCIÓN QUE NO PAGA DIVIDENDO

PRECIO DE LA ACCIÓN ACTUAL

$$S_0 = 50\$$$

FACTORES

$$u = 1,06 \quad y \quad d = 0,95$$

TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTA

$$r = 0,05$$

PROBABILIDADES RIESGO NEUTRO

$$P = \frac{e^{r \times \Delta t} - d}{u - d}$$

PARTE a)

OPCIÓN DE VENTA AMERICANA SOBRE LA ACCIÓN

PRECIO DE EJERCICIO

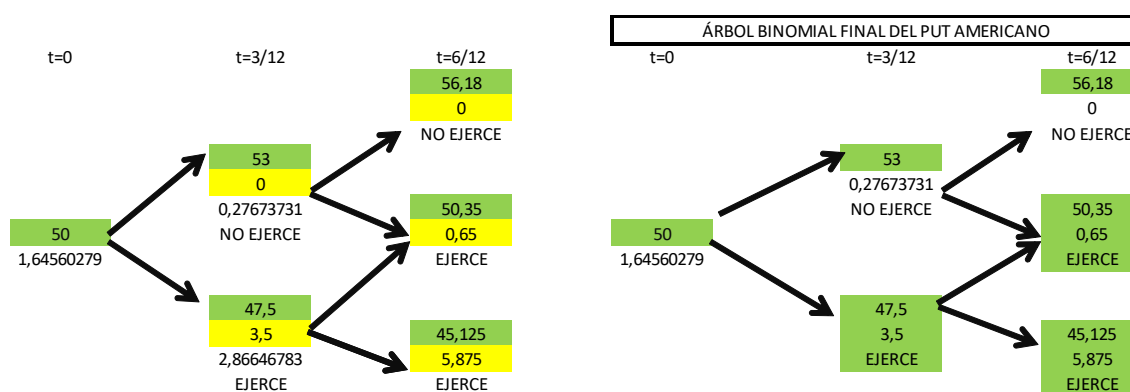
$$K = 51\$$$

VENCIMIENTO

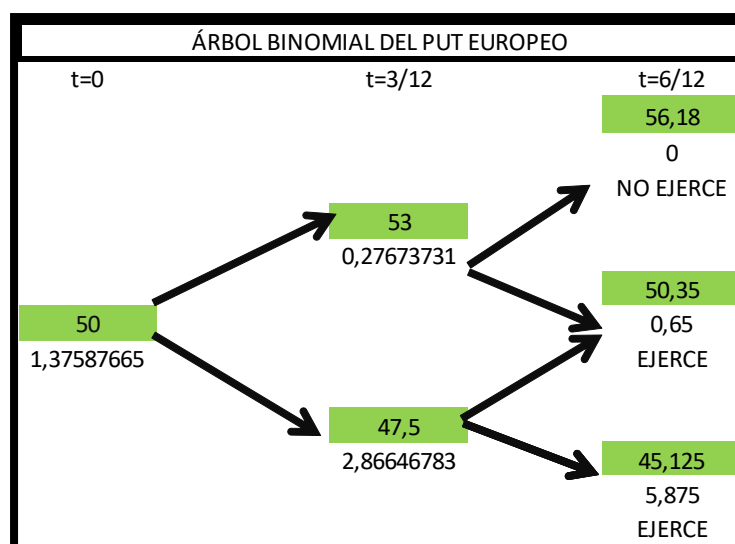
En un año $T = \frac{6}{12}$ por lo tanto $\Delta t = \frac{3}{12}$

Los cálculos se resumen en la siguiente tabla

ACCIÓN QUE NO PAGA DIVIDENDOS		DATOS	DATOS DEL PUT AMERICANO
u	1,06	VOLATILIDAD DEL PRECIO	STRIKE
d	0,95		$K = 51\$$
a	1,012578452	TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTA	VENCIMIENTO
p	0,5688950	$r = 0,05$	$T = 0,5$
$(1 - p)$	0,4311050	RENDIMIENTO	$FD = 0,9875778$
S_0	50\$		$\Delta t = 0,25$



PARTE b)



PARTE c)

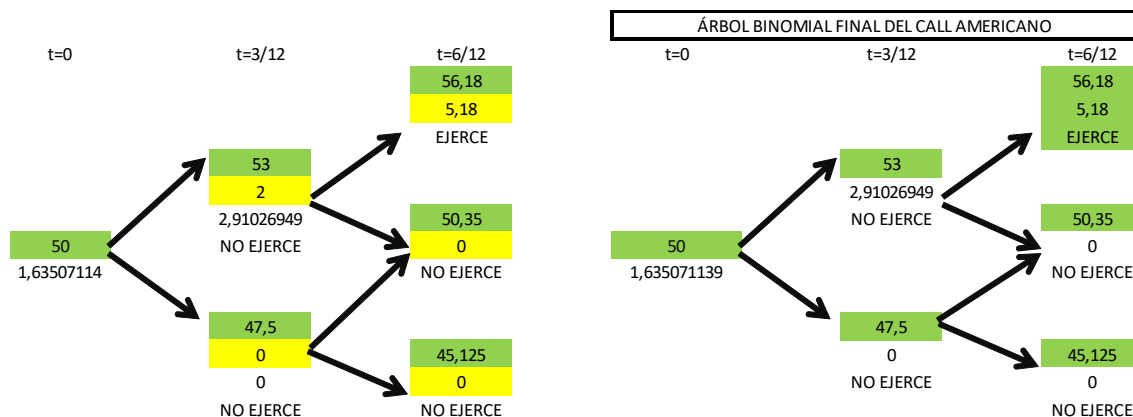
OPCIÓN DE COMPRA AMERICANA SOBRE LA ACCIÓN

PRECIO DE EJERCICIO

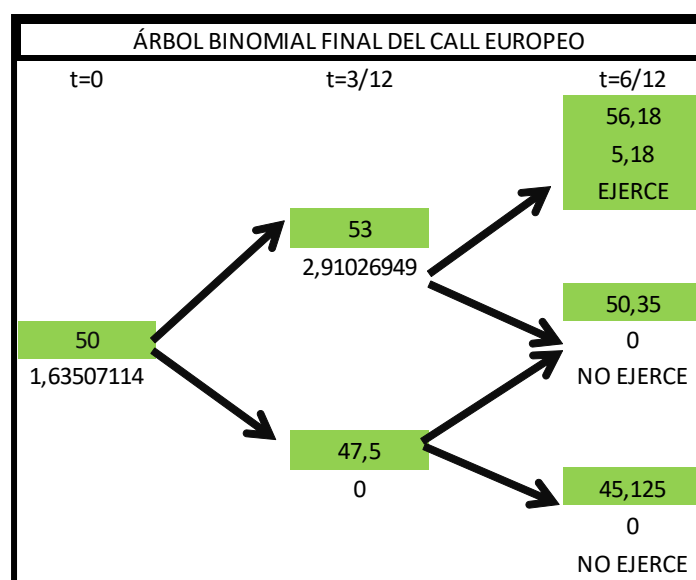
$$K = 51\$$$

VENCIMIENTO

$$\text{En un año } T = \frac{6}{12} \text{ por lo tanto } \Delta t = \frac{3}{12}$$



PARTE d)



EJERCICIO 59**RESOLUCIÓN****DATOS DE LA ACCIÓN QUE NO PAGA DIVIDENDOS****PRECIO ACTUAL**

$$S_0 = 5\$$$

VOLATILIDAD DEL PRECIO

$$\sigma = 0,2$$

TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTA

$$r = 0,25$$

PARTE a)**OPCIÓN DE COMPRA EUROPEO SOBRE LA ACCIÓN****PRECIO DE EJERCICIO**

$$K = 5,1\$$$

VENCIMIENTO

En un año $T = 0,5$ por lo tanto $\Delta t = 0,25$

PROBABILIDADES RIESGO NEUTRO

$$P = \frac{e^{r \times \Delta t} - d}{u - d}$$

Los cálculos se resumen en la siguiente tabla

ACCIÓN QUE NO PAGA DIVIDENDOS		DATOS	DATOS DEL CALL EUROPEO
u	1,11	VOLATILIDAD DEL PRECIO	STRIKE
d	0,90	$\sigma = 0,20$	$K = 5,1\$$
a	1,064494459	TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTA	VENCIMIENTO
p	0,7969563	$r = 0,25$	$T = 0,5$
$(1 - p)$	0,2030437	RENDIMIENTO	$FD = 0,9394131$
S_0	5\$		$\Delta t = 0,25$



PARTE b)

La prima que resultó de la valuación por el método de arboles binomiales, la cual es un precio libre de arbitraje es igual a

$$c = 0,56443976\$$$

Pero qué ocurriría si la prima de mercado c^M es distinta, en este caso un arbitrajista podría obtener una ganancia segura y sin colocar capital alguno.

SI LA PRIMA DE MERCADO $c^M > c$

Tenemos que

$$c^M = 1\$$$

Como el CALL está sobrevaluado, es decir, vale más de lo que debería valer, tomamos una posición SHORT en el mismo

Tomaremos posiciones opuestas en dos carteras compuestas en el momento $t = 0$ de la siguiente manera

CARTERA 1

POSICIÓN SHORT EN UN CALL EUROPEO

CARTERA 2

POSICIÓN LONG EN ACCIONES Y TOMAREMOS UN PRESTAMO

Es decir que tomamos una posición SHORT en la cartera 1 y posición LONG en la cartera 2.

EN EL MOMENTO $t = 0$

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0$	
Tomar un préstamo para financiar la compra de acciones a pagar en $t = 0,5$	2,76333545\$
Comprar la cantidad de $\alpha_0 = 0,75266709$ acciones al precio $S_0 = 5\$$	-3,76333545\$
Tomar una posición SHORT en un CALL	1\$
BENEFICIO EN $t = 0$	0\$

EN EL MOMENTO $t = 0,25$

SI OCURRE ESCENARIO DOWN

PARA SIMULAR EL CALL DEBEMOS TENER EN CARTERA

Hay que tener en cartera $\alpha_d = 0$ ACCIONES

HAY EN CARTERA QUE SE TRAE DE $t = 0$

Se tiene en cartera $\alpha_0 = 0,75266709$ ACCIONES

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0,25$ SI OCURRE EL ESCENARIO DOWN	
Deposito de la ganancia por la venta de acciones para cobrar en $t = 0,5$	-3,405206732\$
Vender la cantidad de $\bar{\alpha}_0 - \alpha_d = 0,75266709$ acciones al precio $S_d = 4,52418709$ \$ que sobran para tener α_d acciones en cartera	3,405206732\$
BENEFICIO EN $t = 0,25$	0\$

EN EL MOMENTO $t = 0,5$

SI OCURRE ESCENARIO DOWN EN $t = 0,25$

SI OCURRE ESCENARIO DOWN-UP

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0,5$ SI OCURRE EL ESCENARIO DOWN-UP	
Pagar deuda	$-2,76333545\$ e^{0,25 \cdot 0,5} = -3,13126929\$$
Cobrar deposito	$3,405206732\$ e^{0,25 \cdot 0,25} = 3,624823698\$$
Vender la cantidad de 0 acciones al precio $S_{du} = 5\$$	0\$
RESULTADO DEL CALL	0\$
BENEFICIO EN $t = 0,5$	0,493554407\$

SI OCURRE ESCENARIO DOWN-DOWN

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0,5$ SI OCURRE EL ESCENARIO DOWN-DOWN	
Pagar deuda	$-2,76333545\$ e^{0,25 \cdot 0,5} = -3,13126929\$$
Cobrar deposito	$3,405206732\$ e^{0,25 \cdot 0,25} = 3,624823698\$$
Vender la cantidad de 0 acciones al precio $S_{dd} = 4,093653\$$	0\$
RESULTADO DEL CALL	0\$
BENEFICIO EN $t = 0,5$	0,493554407\$

Como vemos la ganancia por arbitraje es igual a 0,493554407\$

GANANCIA POR ARBITAJE EN T

$$[c^M - c] \cdot e^{rT}$$

Tenemos que

$$1\$ - 0,56443976\$ = 0,43556024\$$$

$$0,43556024\$ e^{0,25 \cdot 0,5} = 0,493554412\$$$

EJERCICIO 60**RESOLUCIÓN****PARTE a)****OPCIÓN DE VENTA EUROPEO SOBRE LA ACCIÓN****PRECIO DE EJERCICIO**

$$K = 40\$$$

VENCIMIENTO

En un año $T = 0,25$

VALUACIÓN NEUTRAL AL RIESGO

Se trata del método de arboles binomiales

PROBABILIDADES RIESGO NEUTRO

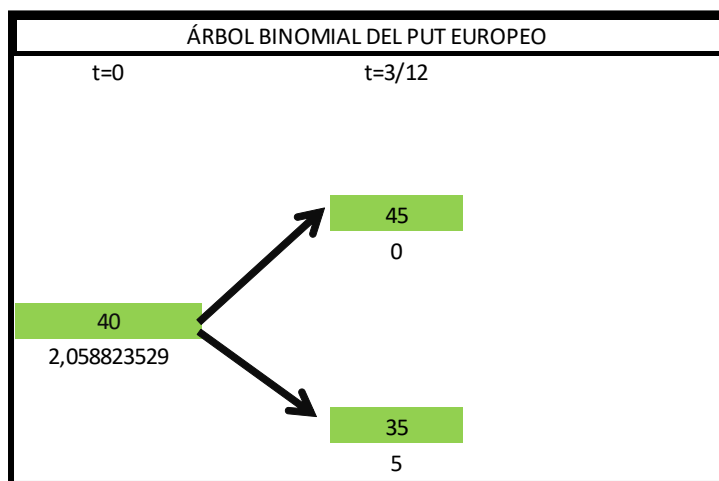
$$P = \frac{R - d}{u - d}$$

Donde

$$R = 1 + r = 1,02$$

Los cálculos se resumen en la siguiente tabla

ACCIÓN QUE NO PAGA DIVIDENDOS		DATOS	DATOS DEL PUT EUROPEO
u	1,125	VOLATILIDAD DEL PRECIO	STRIKE
d	0,895		$K = 40\$$
a	1,02	TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO ANUAL COMPUESTA TRIMESTRAL	VENCIMIENTO
p	0,58	$r = 0,08 \times 0,25 = 0,02$	$T = 0,25$
$(1 - p)$	0,42	RENDIMIENTO	$FD = 0,9803922$
S_0	40\$		



Donde

$$\delta = \frac{p_u - p_d}{S_u - S_d} = \frac{0 - 5}{45 - 35} = -0,5$$

VALUACIÓN POR EL MÉTODO DE NO ARBITRAJE

Se conforma un portafolio libre de riesgo conformado por una posición en la opción y una posición en el subyacente. Luego el retorno del portafolio es igual a la tasa libre de riesgo.

En el momento $t = 0,25$

Tenemos que el valor del PUT es igual a

ESCENARIO UP

$$p_u = 0$$

ESCENARIO DOWN

$$p_d = 5$$

El valor de la ACCIÓN es igual a

ESCENARIO UP

$$S_u = 45$$

ESCENARIO DOWN

$$S_d = 35$$

En el momento $t = 0$

SE TIENE EN CARTERA LA CANTIDAD DE ACCIONES

$$\delta$$

CADA ACCIÓN TIENE UN PRECIO DE

$$S_0$$

Para que la cartera sea libre de riesgo el payoff en ambos escenarios deben ser iguales. La variable que controlamos para lograr que la cartera sea libre de riesgo es la cantidad de acciones a comprar en el momento $t = 0$.

CALCULO DEL DELTA

En el momento $t = 0,25$ los payoffs deben ser iguales en ambos escenarios recordando que se traen del momento $t = 0$ la cantidad de acciones δ . Por lo tanto

$$-45\delta = -35\delta + 5$$

$$\delta = -0,5$$

Hay que vender en corto en el momento $t = 0$ la cantidad de media acción para que la cartera sea libre de riesgo.

CALCULO DE LA PRIMA

Para el cálculo de la prima es necesario comprender que el portafolio tiene un rendimiento igual a la tasa libre de riesgo. Por lo tanto

$$[-S_0 \times \delta + p] \times (1 + 0,08 \times 0,25) = [-40\$ \times (-0,5) + p] \times (1 + 0,08 \times 0,25)$$

Tenemos que el valor del portafolio en el momento $t = 0,25$ en ambos escenarios es igual a 22,5\$

Por lo tanto

$$[40\$ \times (-0,5) - p] \times (1 + 0,08 \times 0,25) = 22,5\$$$

$$-40\$ \times (-0,5) + p = 22,05882353\$$$

$$20 + p = 22,05882353\$$$

$$p = 2,05882353\$$$

Como vemos ambos valores son iguales tanto por el método de VALUACIÓN NEUTRAL AL RIESGO como el de NO ARBITRAJE.

PARTE b)**DATOS DE LA ACCIÓN QUE NO PAGA DIVIDENDO****PRECIO DE LA ACCIÓN ACTUAL**

$$S_0 = 50\$$$

FACTORES

$$u = 1,06 \quad y \quad d = 0,95$$

TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTA

$$r = 0,05$$

PROBABILIDADES RIESGO NEUTRO

$$P = \frac{e^{r \times \Delta t} - d}{u - d}$$

OPCIÓN DE COMPRA EUROPEO SOBRE LA ACCIÓN

PRECIO DE EJERCICIO

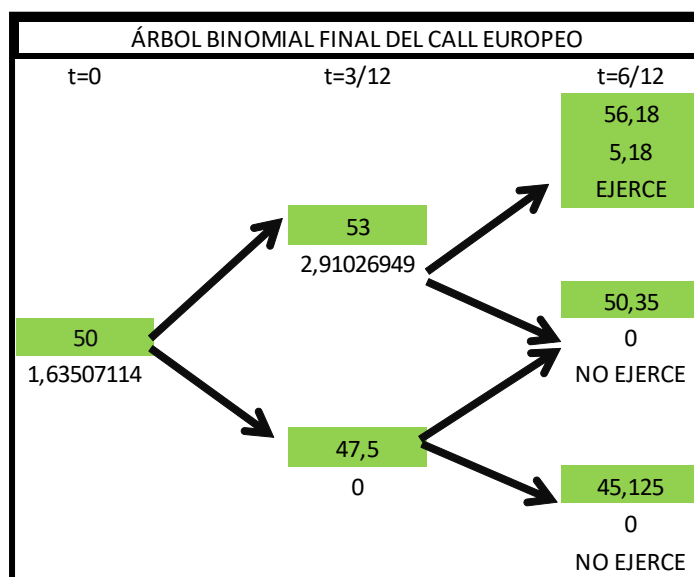
$$K = 51\$$$

VENCIMIENTO

$$\text{En un año } T = \frac{6}{12} \text{ por lo tanto } \Delta t = \frac{3}{12}$$

Los cálculos se resumen en la siguiente tabla

ACCIÓN QUE NO PAGA DIVIDENDOS		DATOS	DATOS DEL CALL EUROPEO
u	1,06	VOLATILIDAD DEL PRECIO	STRIKE
d	0,95		$K = 51\$$
a	1,012578452	TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTA	VENCIMIENTO
p	0,5688950	$r = 0,05$	$T = 0,5$
$(1 - p)$	0,4311050	RENDIMIENTO	$FD = 0,9875778$
S_0	50\$		$\Delta t = 0,25$



EJERCICIO 61**RESOLUCIÓN****DATOS DE LA ACCIÓN QUE NO PAGA DIVIDENDOS****PRECIO ACTUAL**

$$S_0 = 7\$$$

VOLATILIDAD DEL PRECIO

$$\sigma = 0,2$$

TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTA

$$r = 0,25$$

PARTE a)**OPCIÓN DE VENTA EUROPEO SOBRE LA ACCIÓN****PRECIO DE EJERCICIO**

$$K = 7,2\$$$

VENCIMIENTO

$$\text{En un año } T = \frac{4}{12} \text{ por lo tanto } \Delta t = \frac{2}{12}$$

PROBABILIDADES RIESGO NEUTRO

$$P = \frac{e^{r \times \Delta t} - d}{u - d}$$

Los cálculos se resumen en la siguiente tabla

ACCIÓN QUE NO PAGA DIVIDENDOS		DATOS	DATOS DEL PUT EUROPEO
u	1,085	VOLATILIDAD DEL PRECIO	STRIKE
d	0,922	$\sigma = 0,20$	$K = 7,2\$$
a	1,042546905	TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTA	VENCIMIENTO
p	0,7398552	$r = 0,25$	$T = 0,333333$
$(1 - p)$	0,2601448	RENDIMIENTO	$FD = 0,9591895$
S_0	7\$		$\Delta t = 0,16666667$



PARTE b)

La prima que resultó de la valuación por el método de arboles binomiales, la cual es un precio libre de arbitraje es igual a

$$p = 0,14895159\$$$

La prima de mercado es igual a

$$p^M = 1\$$$

Como el PUT está sobrevaluado, es decir, vale más de lo que debería valer, tomamos una posición SHORT en el mismo

Tomaremos posiciones opuestas en dos carteras compuestas en el momento $t = 0$ de la siguiente manera

CARTERA 1

POSICIÓN SHORT EN UN PUT EUROPEO

CARTERA 2

POSICIÓN LONG EN δ_0 ACCIONES Y HACEMOS UN DEPOSITO

Es decir, que tomamos una posición SHORT en la cartera 1 y posición LONG en la cartera 2.

EN EL MOMENTO $t = 0$

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0$	
Hacer un DEPOSITO a cobrar en $t = 0,5$	-3,477936104\$
VENDER EN CORTO la cantidad $-\delta_0 = 0,353990872$ acciones al precio $S_0 = 7\$$	2,477936104\$
Tomar una posición SHORT en un PUT	1\$
BENEFICIO EN $t = 0$	0\$

EN EL MOMENTO $t = \frac{2}{12}$

SI OCURRE ESCENARIO DOWN

SE DEBE TENER EN CARTERA

Se debe tener en cartera $\delta_d = -1$ acciones

SE TIENE EN CARTERA QUE SE TRAE DEL MOMENTO $t = 0$

Se tiene en cartera $\delta_0 = -0,353990872$ acciones

LAS ACCIONES A SEGUIR	
Deposito de la ganancia por la venta de acciones para cobrar en $t = 0,5$	-4,167510462\$
Vender en corto la cantidad de $\delta_0 - \delta_d = 0,646009128$ acciones al precio $S_d = 6,45116343$ \$	4,167510462\$
BENEFICIO	0\$

EN EL MOMENTO $t = \frac{4}{12}$

SI OCURRE ESCENARIO DOWN EN $t = \frac{2}{12}$

SI OCURRE ESCENARIO DOWN-UP

LAS ACCIONES A SEGUIR	
Cobrar depósitos	8,12500797\$
Comprar la cantidad de $-\delta_d = 1$ acciones al precio $S_{du} = 7$ \$	-7\$
RESULTADO DEL PUT	-0,2\$
BENEFICIO	0,925007969\$

SI OCURRE ESCENARIO DOWN-DOWN

LAS ACCIONES A SEGUIR	
Cobrar depósitos	8,12500797\$
Comprar la cantidad de $-\delta_d = 1$ acciones al precio $S_{dd} = 5,94535851$ \$	-5,94535851\$
RESULTADO DEL PUT	-1,25464149\$
BENEFICIO	0,92500797\$

Como vemos la ganancia por arbitraje es igual a 0,92500797\$

GANANCIA POR ARBITRAJE EN T

$$[p^M - p] \cdot e^{rT}$$

Tenemos que

$$1\$ - 0,14895159\$ = 0,85104841\$$$

$$0,85104841\$ e^{0,25 \cdot \frac{4}{12}} = 0,925007963\$$$

EJERCICIO 73

RESOLUCIÓN

PARTE a)

DATOS DE LA ACCIÓN QUE NO PAGA DIVIDENDOS

PRECIO ACTUAL

$$S_0 = 51\$$$

VOLATILIDAD DEL PRECIO

$$\sigma = 0,23$$

TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTA

$$r = 0,01$$

OPCIÓN DE COMPRA EUROPEO SOBRE LA ACCIÓN

PRECIO DE EJERCICIO

$$K = 50\$$$

VENCIMIENTO

$$\text{En un año } T = \frac{2}{12}$$

FORMULA DE BLACK AND SHOLES PARA UNA ACCIÓN QUE NO PAGA DIVIDENDOS

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

$$d_1 = \frac{\ln\left[\frac{S_0}{K}\right] + \left[r + \frac{\sigma^2}{2}\right] \cdot T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Por lo tanto

$$d_1 = 0,275595577$$

$$d_2 = 0,18169847$$

$$N(d_1) = 0,608570646$$

$$N(d_2) = 0,57209032$$

$$c = 51\$ \cdot (0,608570646) - 50\$ \cdot e^{-0,01 \times \frac{2}{12}} \cdot (0,57209032) = 2,480221618\$$$

PARTE b)**LA CALL-PUT-PARITY PARA ACCIONES QUE NO PAGAN DIVIDENDOS**

$$c + Ke^{-rT} = p + S_0$$

Por lo tanto

$$p = c + Ke^{-rT} - S_0$$

Luego

$$p = 2,480221618\$ + 50\$ \cdot e^{-0,01 \times \frac{2}{12}} - 51\$ = 1,396957691\$$$

EJERCICIO 79**RESOLUCIÓN****DATOS DE LA ACCIÓN QUE PAGA DIVIDENDOS****PRECIO ACTUAL**

$$S_0 = 29\$$$

DIVIDENDOS

$$D = 0,50\$ \text{ Se espera dentro de dos meses}$$

TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTA

$$r = 0,10$$

OPCIÓN DE COMPRA EUROPEO SOBRE LA ACCIÓN**PRIMA DEL CALL**

$$c = 3\$$$

PRECIO DE EJERCICIO

$$K = 30\$$$

VENCIMIENTO

$$\text{En un año } T = \frac{3}{12}$$

LA CALL-PUT-PARITY PARA ACCIONES QUE NO PAGAN DIVIDENDOS

$$c + D + Xe^{-rT} = p + S_0$$

Por lo tanto

$$p = c + D + Ke^{-rT} - S_0$$

Luego

$$p = 3\$ + 0,50\$ + 30\$ \cdot e^{-0,1 \times \frac{3}{12}} - 29\$ = 3,759297361\$$$

EJERCICIO 76

RESOLUCIÓN

PARTE a)

DATOS DEL CONTRATO A FUTURO

PRECIO DE FUTURO ACTUAL

$$F_0 = 90\$$$

VOLATILIDAD DEL PRECIO DE FUTUROS

$$\sigma = 0,25$$

TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTA

$$r = 0,07$$

OPCIÓN DE COMPRA AMERICANA SOBRE FUTUROS

PRECIO DE EJERCICIO

$$K = 89\$$$

VENCIMIENTO

$$\text{En un año } T = \frac{2}{12} \text{ por lo tanto } \Delta t = \frac{1}{12}$$

La construcción un árbol de PRECIOS DE FUTUROS es semejante a una acción que paga rendimiento a una tasa continúa q y en donde la tasa es igual a

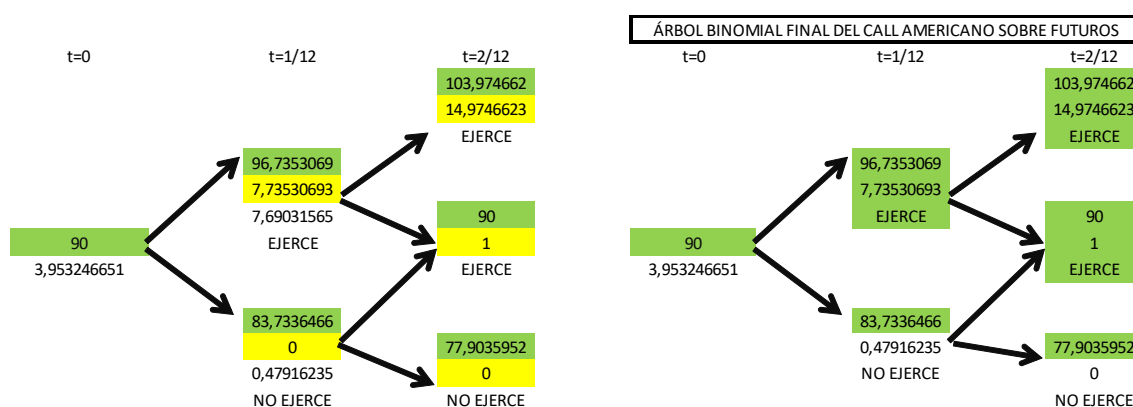
$$q = r$$

PROBABILIDADES RIESGO NEUTRO

$$P = \frac{1 - d}{u - d}$$

Los cálculos se resumen en la siguiente tabla

FUTUROS		DATOS	DATOS DEL CALL AMERICANO SOBRE FUTUROS
u	1,0748367	VOLATILIDAD DEL PRECIO DE FUTURO	STRIKE
d	0,9303739	$\sigma = 0,25$	$K = 89\$$
a	1	TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTA	VENCIMIENTO
p	0,4819656	$r = 0,07$	$T = 0,16666667$
$(1 - p)$	0,5180344	RENDIMIENTO	$FD = 0,9941836$
F_0	90\$	$q = r = 0,07$	$\Delta t = \frac{1}{12} = 0,0833333$



PRIMA A PAGAR

$$C = 3,953246651\$$$

PARTE b)

FORMULA DE BLACK AND SHOLES PARA VALUAR UN CALL EUROPEO SOBRE FUTUROS

$$c = e^{-rT} \cdot [F_0 \cdot N(d_1) - K \cdot N(d_2)]$$

Donde

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{F_0}{K}\right) + \frac{\sigma^2}{2}T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Tenemos que

$$d_1 = 0,160506577$$

$$d_2 = 0,058444505$$

También

$$N(d_1) = 0,56375898$$

$$N(d_2) = 0,52330272$$

Por lo tanto

$$c = e^{-0,07 \times \frac{2}{12}} \times [90 \times (0,56375898) - 89 \times (0,52330272)]$$

$$c = 4,116064371\$$$

EJERCICIO 43

RESOLUCIÓN

En primer lugar, vamos a llevar la tasa de interés efectiva anual a una tasa de interés continua compuesta

DE TASAS EFECTIVAS A TASAS EN COMPOSICIÓN CONTINUA

Debemos llevar las tasas efectivas anuales a tasas de composición continua para lo cual utilizamos la siguiente relación

$$1 + i_{365} = e^{\delta}$$

Si aplicamos logaritmo natural

$$\delta = \ln [1 + i_{365}]$$

Por lo tanto

$$\delta = \ln[1 + i_{365}] = 0,095310179$$

PRECIO LIBRE DE ARBITRAJE

$$F_0 = S_0 \times e^{r \times T} = 10 \times e^{0,095310179 \times \frac{9}{12}} = 10,74099499\$$$

Como vemos el precio de futuros de mercado es igual a 10,40\$ que es menor por cual hay oportunidades de obtener una ganancia por arbitraje.

EN EL MOMENTO $t = 0$

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0$	
Tomar una posición SHORT en una ACCIÓN al precio $S_0 = 10\$$	10\$
Tomar una POSICIÓN LONG en un CONTRATO PARA LA COMPRA DE UNA ACCIÓN con precio de futuro igual a $F_0 = 10,40\$$	0
Deposito a la tasa libre de riesgo	-10\$
BENEFICIO EN $t = 0$	0

EN EL MOMENTO $t = T$

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = T$	
Se cobra el depósito	$10 \times e^{0,095310179 \times \frac{9}{12}} = 10,74099499\$$
Se requiere devolver la ACCIÓN que se tomó a préstamo en el momento $t = 0$, por lo cual, se compran al precio futuro de $F_0 = 10,40\$$	$-10,40\$$
BENEFICIO EN $t = T$	$0,340994986\$$

La ganancia por arbitraje es igual a

$$F_{TEORICO} - F_0 = 0,340994986\$$$

EJERCICIO 47

RESOLUCIÓN

GANANCIA POR ARBITRAJE CUANDO NO SE CUMPLE CON EL LIMITE INFERIOR

OPCIÓN DE COMPRA CALL

$$S_0 = 28\$ \quad X = 25\$ \quad r = 8\% \text{ anual} \quad T = \frac{4}{12} \quad c = 3,20\$$$

LIMITE SUPERIOR

$$c \leq S_0$$

Como vemos se cumple con el límite superior

$$c < 28\$$$

PARTE a)

LIMITE INFERIOR

$$c \geq \max[S_0 - Xe^{-rT}; 0]$$

Donde

$$S_0 - Xe^{-rT} = 28\$ - 25\$e^{-0,08 \times \frac{4}{12}} = 3,657856266\$$$

Por lo tanto

$$c \geq \max[3,657856266\$; 0]$$

$$c \geq 3,657856266\$$$

PARTE c)

Como vemos se produce una violación del límite inferior, por lo cual un arbitrajista puede obtener una ganancia segura y sin colocar capital alguno

Como el CALL está más barato de lo que debería valer, por lo cual para aprovechar la situación se toma una posición LONG o comprada

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0$	
Tomar una posición LONG en una opción de compra CALL	-3,20\$
Venta en corto de una Acción	28\$
Deposito a la tasa libre de riesgo	$-[28\$ - 3,20\$] = -24,8\$$
BENEFICIO EN $t = 0$	0

EN EL MOMENTO $t = 1$ año

ESCENARIO $S_T < K$ por lo tanto el tomador NO EJERCE el CALL

LAS ACCIONES A SEGUIR	
Se cobra el deposito	$24,8\$ \cdot e^{0,08 \times \frac{4}{12}} = 25,47023002\$$
Como NO EJERCE el CALL, se realiza la compra de la acción que se necesita devolver por la venta en corto realizada en $t = 0$ en el mercado al precio S_T y se produce un egreso	$-S_T$
BENEFICIO	$25,47023002\$ - S_T > 0$ ya que $S_T < 25\$$

ESCENARIO $S_T > K$ por lo tanto el tomador EJERCE el CALL

LAS ACCIONES A SEGUIR	
Se cobra el deposito	25,47023002\$
Como el tomador del CALL EJERCE, se realiza la compra de la acción al precio de ejercicio K y se produce un ingreso	-25\$
BENEFICIO	0,470230016\$

PARTE b)

OPCIÓN DE VENTA PUT

$$S_0 = 28\$ \quad K = 29\$ \quad r = 8\% \text{ anual} \quad T = \frac{2}{12}$$

LIMITE INFERIOR

$$pov \geq \max[Xe^{-rT} - S_0; 0]$$

Donde

$$Xe^{-rT} - S_0 = 0,615899692\$$$

Por lo cual

$$p \geq 0,615899692\$$$

PARTE d)

ECUACIÓN CALL-PUT PARITY

$$c + Xe^{-rT} = p + S_0$$

Si la prima del PUT es igual a

$$p = 1\$$$

Por lo cual

$$c = p - Xe^{-rT} + S_0 = 1\$ - 29\$ \times e^{-0,08 \times \frac{2}{12}} + 28\$ = 0,384100307\$$$

EJERCICIO 45

RESOLUCIÓN

PARTE a)

PRECIO LIBRE DE ARBITRAJE

$$F_0 = S_0 \times e^{r \times T} = 19,5 \times e^{0,10 \times \frac{9}{12}} = 21,01874094\$$$

Como vemos el precio de futuros de mercado es igual a 20\$ que es menor por cual hay oportunidades de obtener una ganancia por arbitraje.

EN EL MOMENTO $t = 0$

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0$	
Tomar una posición SHORT en una ACCIÓN al precio $S_0 = 19,50\$$	19,50\$
Tomar una POSICIÓN LONG en un CONTRATO PARA LA COMPRA DE UNA ACCIÓN con precio de futuro igual a $F_0 = 20\$$	0
Deposito a la tasa libre de riesgo	-19,50\$
BENEFICIO EN $t = 0$	0

EN EL MOMENTO $t = T$

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = T$	
Se cobra el depósito	$19,5 \times e^{0,10 \times \frac{9}{12}} = 21,01874094\$$
Se requiere devolver la ACCIÓN que se tomo a préstamo en el momento $t = 0$, por lo cual, se compran al precio futuro de $F_0 = 20\$$	-20\$
BENEFICIO EN $t = T$	1,01874094\$

La ganancia por arbitraje es igual a

$$F_{TEORICO} - F_0 = 1,01874094\$$$

PARTE b)

DATOS DEL CONTRATO A FUTURO

PRECIO DE FUTURO ACTUAL

$$F_0 = 21,01874094\$$$

VOLATILIDAD DEL PRECIO DE FUTUROS

$$\sigma = 0,20$$

TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTA

$$r = 0,10$$

OPCIÓN DE COMPRA EUROPEO SOBRE FUTUROS**PRECIO DE EJERCICIO**

$$K = F_0 = 21,01874094\$$$

VENCIMIENTO

En un año $T = 0,5$ por lo tanto $\Delta t = 0,25$

La construcción un árbol de PRECIOS DE FUTUROS es semejante a una acción que paga rendimiento a una tasa continúa q y en donde la tasa es igual a

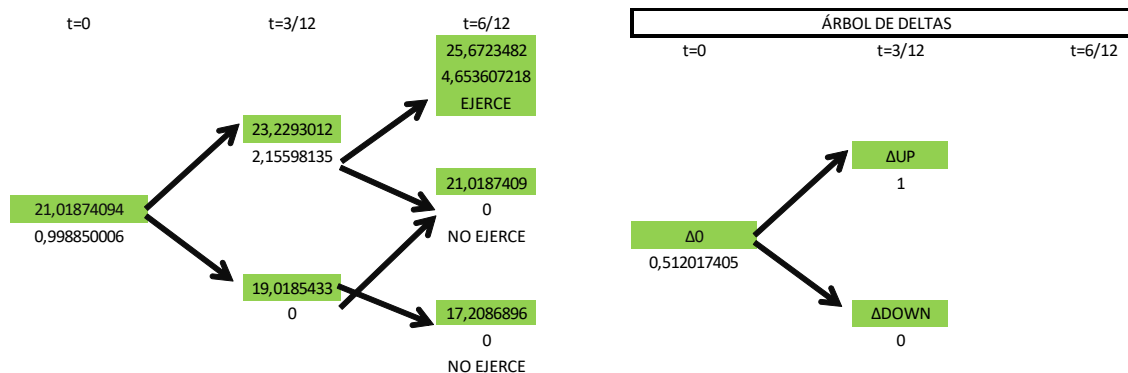
$$q = r$$

PROBABILIDADES RIESGO NEUTRO

$$P = \frac{1 - d}{u - d}$$

Los cálculos se resumen en la siguiente tabla

FUTUROS		DATOS	DATOS DEL CALL EUROPEO SOBRE FUTUROS
u	1,1051709	VOLATILIDAD DEL PRECIO DE FUTURO	STRIKE
d	0,9048374	$\sigma = 0,20$	$K = F_0$
a	1	TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTA	VENCIMIENTO
p	0,4750208	$r = 0,10$	$T = 0,5$
$(1 - p)$	0,5249792	RENDIMIENTO	$FD = 0,9753099$
F_0	21,01874094\$	$q = r = 0,10$	$\Delta t = 0,25$



PARTE c)**SI LA PRIMA DE MERCADO $c^M < c$**

Tenemos que

$$c^M = 0,5\$$$

Como el CALL está subvaluado, es decir, vale menos de lo que debería valer, tomamos una posición LONG en el mismo.

Tomaremos posiciones opuestas en dos carteras compuestas en el momento $t = 0$ de la siguiente manera

CARTERA 1

POSICIÓN LONG EN UN CALL EUROPEO

CARTERA 2

POSICIÓN SHORT EN LA CANTIDAD DE $\Delta_{FUTUROS}$ CONTRATOS A FUTUROS Y HAREMOS UN PRESTAMO

Es decir que tomamos una posición LONG en la cartera 1 y posición SHORT en la cartera 2. La estrategia no es estática porque el precio a futuro no se mueve una sola vez a lo largo del tiempo. por el contrario lo hace a lo largo del árbol binomial por lo tanto la estrategia es dinámica. La posición que se establece sólo está libre de riesgo durante un periodo Δt . Para permanecer libre de riesgo hay que rebalancear la cartera en el momento $t + \Delta t$. A continuación mostraremos como se realiza esto

EN EL MOMENTO $t = 0$

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0$	
Tomar un PRESTAMO A PAGAR EN $t = 0,5$	0,5\$
Tomar una POSICIÓN SHORT en la cantidad de $\alpha_0 = 0,512017405$ CONTRATOS DE FUTUROS al precio de ejercicio $F_0 = 21,019\$$	0\$
Tomar una posición LONG en un CALL	-0,5\$
BENEFICIO EN $t = 0$	0\$

EN EL MOMENTO $t = 0,25$ **SI OCURRE ESCENARIO UP****DEBEMOS TENER EN CARTERA**

Hay que tener en cartera $\alpha_u = 1$ CONTRATOS A FUTUROS EN POSICIÓN SHORT

HAY EN CARTERA QUE SE TRAE DE $t = 0$

Se tiene en cartera $\alpha_0 = 0,512017405$ CONTRATOS A FUTUROS EN POSICIÓN SHORT

LAS ACCIONES A SEGUIR	
VENDER la cantidad de CONTRATOS A FUTUROS $\alpha_0 = 0,512017405$ con precio de ejercicio $F_0 = 21,019\$$ en POSICIÓN SHORT.	$\alpha_0 \times (F_0 - F_u) =$ $0,512017405 \times (21,019\$ - 23,2293\$) =$ $-1,13171207\$$
Tomar una POSICIÓN SHORT en la cantidad de $\alpha_u = 1$ CONTRATOS A FUTUROS al precio de ejercicio $F_u = 23,2293\$$	0\$
PRESTAMO A PAGAR EN EL PROXIMO PERIODO	1,13171207\$
BENEFICIO	0\$

SI OCURRE ESCENARIO DOWN

DEBEMOS TENER EN CARTERA

Hay que tener en cartera $\alpha_d = 0$ CONTRATOS A FUTUROS EN POSICIÓN SHORT

HAY EN CARTERA QUE SE TRAE DE $t = 0$

Se tiene en cartera $\alpha_0 = 0,512017405$ CONTRATOS A FUTUROS EN POSICIÓN SHORT

LAS ACCIONES A SEGUIR	
VENDER la cantidad de CONTRATOS A FUTUROS $\alpha_0 = 0,512017405$ con precio de ejercicio $F_0 = 21,019\$$ en POSICIÓN SHORT.	1,024290819\$
Tomar una POSICIÓN SHORT en la cantidad de $\alpha_d = 0$ CONTRATOS A FUTUROS al precio de ejercicio $F_d = 19,0185\$$	0\$
DEPOSITO A COBRAR EN EL PROXIMO PERIODO	-1,024290819\$
BENEFICIO	0\$

EN EL MOMENTO $t = 0,5$

SI OCURRE ESCENARIO UP EN $t = 0,25$

SI OCURRE ESCENARIO UP-UP

LAS ACCIONES A SEGUIR	
PAGAR PRESTAMO HECHO EN $t = 0$	$-0,5\$ \times e^{0,10 \times 0,5} = -0,525635548\$$
VENDER la cantidad de $\alpha_u = 1$ CONTRATO A FUTURO con precio de ejercicio $F_u = 23,2293\$$ en POSICIÓN SHORT	$\alpha_u \times (F_u - F_{uu}) = 23,2293\$ - 25,6724$ $= -2,4431\$$
PAGAR PRESTAMO HECHO EN $t = 0,25$	$-1,13171207\$ \times e^{0,10 \times 0,25} = -1,160361497\$$
RESULTADO DEL CALL	4,6536\$
BENEFICIO	0,524502954\$

SI OCURRE ESCENARIO UP-DOWN

LAS ACCIONES A SEGUIR	
PAGAR PRESTAMO HECHO EN $t = 0$	$-0,5\$ \times e^{0,10 \times 0,5} = -0,525635548\$$
VENDER la cantidad de $\alpha_u = 1$ CONTRATO A FUTURO con precio de ejercicio $F_u = 23,2293\$$ en POSICIÓN SHORT	$\alpha_u \times (F_u - F_{ud}) = 23,2293\$ - 21,019 = 2,2103\$$
PAGAR PRESTAMO HECHO EN $t = 0,25$	$-1,13171207\$ \times e^{0,10 \times 0,25} = -1,160361497\$$
RESULTADO DEL CALL	0\$
BENEFICIO	0,524302955\$

SI OCURRE ESCENARIO DOWN EN $t = 0,25$ **SI OCURRE ESCENARIO DOWN-UP****HAY EN CARTERA QUE SE TRAE DE $t = 0,25$**

LAS ACCIONES A SEGUIR	
PAGAR PRESTAMO HECHO EN $t = 0$	$-0,5\$ \times e^{0,10 \times 0,5} = -0,525635548\$$
VENDER la cantidad de $\alpha_d = 0$ CONTRATO A FUTURO con precio de ejercicio $F_d = 19,0185\$$ en POSICIÓN SHORT	0\$
DEPOSITO HECHO EN $t = 0,25$	$1,024290819\$ \times e^{0,10 \times 0,25} = 1,050220865\$$
RESULTADO DEL CALL	0\$
BENEFICIO	0,524585317\$

SI OCURRE ESCENARIO DOWN-DOWN

LAS ACCIONES A SEGUIR	
PAGAR PRESTAMO HECHO EN $t = 0$	$-0,5\$ \times e^{0,10 \times 0,5} = -0,525635548\$$
VENDER la cantidad de $\alpha_d = 0$ CONTRATO A FUTURO con precio de ejercicio $F_d = 19,0185\$$ en POSICIÓN SHORT	0\$
DEPOSITO HECHO EN $t = 0,25$	$1,024290819\$ \times e^{0,10 \times 0,25} = 1,050220865\$$
RESULTADO DEL CALL	0\$
BENEFICIO	0,524585317\$

GANANCIA POR ARBITAJE EN T

$$[c - c^M] \times (1 + r)^2$$

Tenemos que

$$0,998850006\$ - 0,50 = 0,498850006\$$$

$$0,498850006\$ \times e^{0,10 \times 0,50} = 0,524426592\$$$

Como vemos la ganancia por arbitraje es igual a 0,524426592\$

PARTE *d*)

ECUACIÓN CALL-PUT PARITY PARA OPCIONES SOBRE FUTUROS

$$c + Ke^{-rT} = p + F_0e^{-rT}$$

Por lo tanto

$$p = c + Ke^{-rT} - F_0e^{-rT} = c = 0,998850006\$$$

Ya que

$$K = F_0$$

EJERCICIO 67**RESOLUCIÓN****PARTE a)****PASOS A REALIZAR****PRIMER PASO**

CALCULAR EL ÁRBOL DE TASAS DE DOS PASO

SEGUNDO PASOVALUAR UN CAPLET CON VENCIMIENTO EN 9 MESES Y STRIKE r_k **TERCER PASO**VALUAR UN CAPLET CON VENCIMIENTO EN 6 MESES Y STRIKE r_k **CUARTO PASO**VALUAR UN CAP CON VENCIMIENTO EN 9 MESES Y STRIKE r_k **ESTRUCTURA TEMPORAL DE TASAS DE INTERÉS ETTI EN EL MOMENTO $t = 0$**

PLAZO DE VENCIMIENTO DEL BONO CERO CUPÓN t	TASA CUPÓN ANUAL COMPUESTO TRIMESTRAL
0,25	8%
0,5	8%
0,75	8%

Como vemos estamos trabajando con una curva FLAT ya que las tasas cupones efectivas anuales son iguales para todos los plazos. Donde

$$p(0; 0,25) = \frac{100\$}{(1 + 0,08 \times 0,25)} = 98,0392157\$$$

$$p(0; 0,5) = \frac{100\$}{(1 + 0,08 \times 0,25)^2} = 96,1168781\$$$

$$p(0; 0,75) = \frac{100\$}{(1 + 0,08 \times 0,25)^3} = 94,2322335$$

PLAZO DE VENCIMIENTO DEL BONO CERO CUPÓN t	PRECIO BONO CERO CUPÓN con VALOR NOMINAL 100\$ $P(0; t)$
0,25	98,0392157\$
0,5	96,1168781\$
0,75	94,2322335\$

CURVA DE VOLATILIDADES

PLAZO DE VENCIMIENTO DEL BONO CERO CUPÓN t	VOLATILIDAD ANUAL
0,25	20%
0,5	20%
0,75	20%

TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO COMPUESTA CONTINÚA

$$\delta = 6,5\%$$

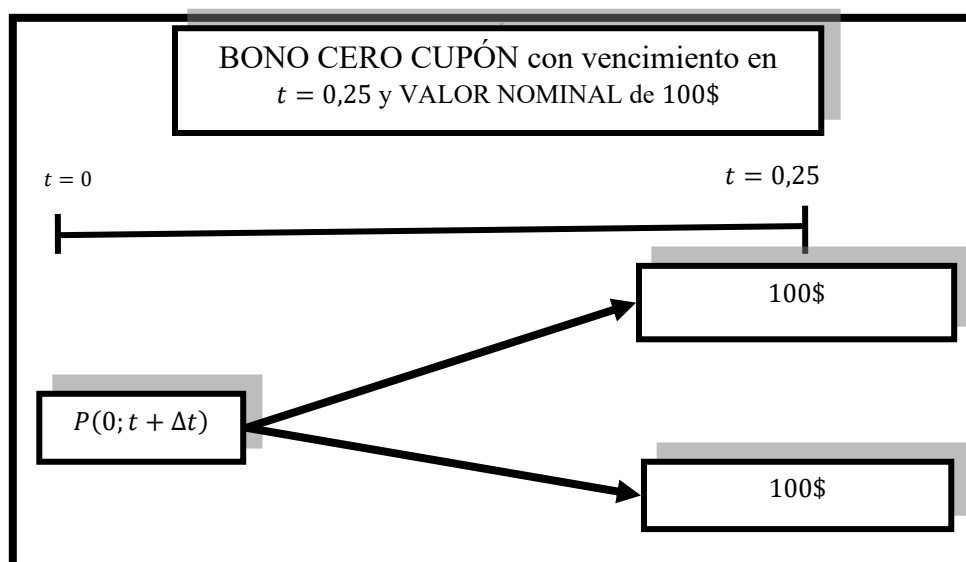
PROBABILIDADES RIESGO NEUTRO

Las probabilidades riesgo neutro son constante e iguales a $\frac{1}{2}$

CALCULO DEL ÁRBOL DE TASAS DE INTERÉS NOMINAL ANUAL UTILIZANDO BDT

CALCULO DE r_0

Tomamos el BONO CERO CUPÓN con vencimiento en 0,25 y un VALOR NOMINAL de 100\$, de manera gráfica



Por lo cual

$$P(0; t + \Delta t) = \frac{100\$}{(1 + \Delta t \times r_0)}$$

De donde despejamos r_0 para obtener su valor.

$$98,0392157\$ = \frac{100\$}{(1 + 0,25 \times r_0)}$$

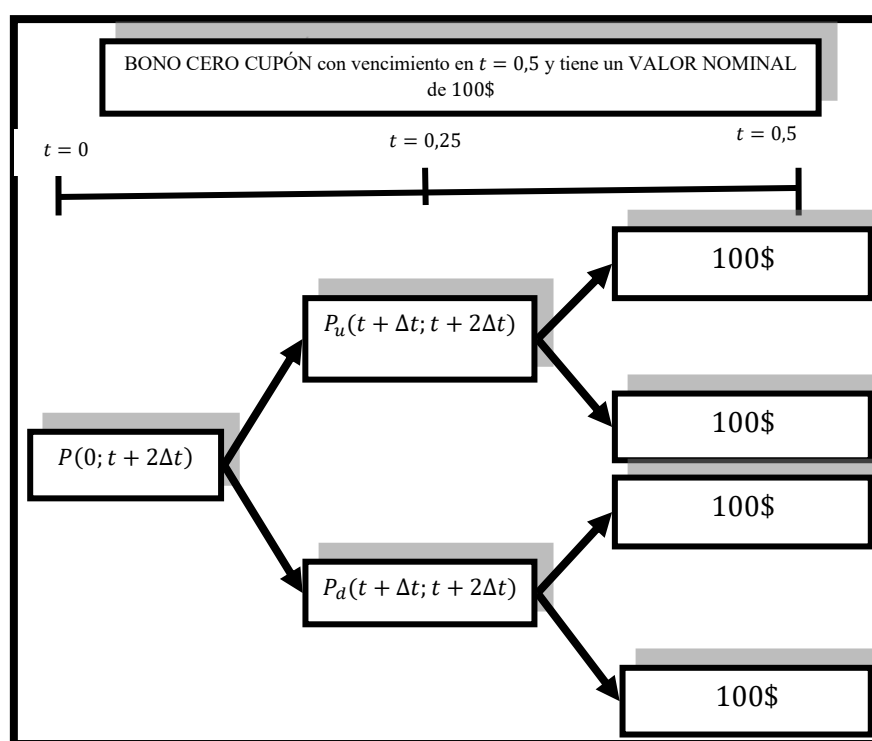
$$r_0 = \left[\frac{100\$}{98,0392157\$} - 1 \right] \times 4 = 0,08$$

En porcentajes

$$r_0 = 8\%$$

CALCULO DE r_d

Tomamos el BONO CERO CUPÓN con vencimiento en 0,5 y un VALOR NOMINAL de 100\$, de manera gráfica



Donde

$$P(0; t+2\Delta t) = \frac{1}{(1 + r_0 \times \Delta t)} \times \frac{1}{2} \times \left[\frac{100\$}{(1 + r_d \cdot e^{2\sigma_1 \sqrt{\Delta t}} \times \Delta t)} + \frac{100\$}{(1 + r_d \times \Delta t)} \right]$$

$$r_u = r_d \cdot e^{2\sigma_1 \sqrt{\Delta t}}$$

Por lo cual

$$96,1168781\$ = \frac{1}{(1 + 0,08 \times 0,25)} \times \frac{1}{2} \times \left[\frac{100\$}{(1 + r_d \cdot e^{2 \times 0,20 \times \sqrt{0,25}} \times 0,25)} + \frac{100\$}{(1 + r_d \times 0,25)} \right]$$

$$\begin{aligned}
196,0784\$ &= \left[\frac{100\$}{\left(1 + r_d \cdot e^{2 \times 0,20 \times \sqrt{0,25}} \times 0,25\right)} + \frac{100\$}{(1 + r_d \times 0,25)} \right] \\
196,0784\$ &= \left[\frac{100\$}{(1 + r_d \times 0,30535)} + \frac{100\$}{(1 + r_d \times 0,25)} \right] \\
\frac{196,0784\$}{100\$} &= \left[\frac{1}{(1 + r_d \times 0,30535)} + \frac{1}{(1 + r_d \times 0,25)} \right] \\
1,960784 &= \left[\frac{1}{(1 + r_d \times 0,30535)} + \frac{1}{(1 + r_d \times 0,25)} \right] \\
\frac{1}{(1 + r_d \times 0,30535)} + \frac{1}{(1 + r_d \times 0,25)} &= \frac{(1 + r_d \times 0,25) + (1 + r_d \times 0,30535)}{(1 + r_d \times 0,30535) \times (1 + r_d \times 0,25)} \\
&= \frac{2 + 0,55535 \times r_d}{1 + r_d \times 0,25 + r_d \times 0,30535 + r_d^2 \times 0,0763375} \\
&= \frac{2 + 0,55535 \times r_d}{1 + r_d \times 0,55535 + r_d^2 \times 0,0763375}
\end{aligned}$$

Por lo tanto

$$\begin{aligned}
1,960784 &= \frac{2 + 0,55535 \times r_d}{1 + r_d \times 0,55535 + r_d^2 \times 0,0763375} \\
1,960784 \times [1 + r_d \times 0,55535 + r_d^2 \times 0,0763375] &= 2 + 0,55535 \times r_d \\
1,960784 + r_d \times 1,0889 + r_d^2 \times 0,14968 &= 2 + 0,55535 \times r_d \\
r_d^2 \times 0,14968 + r_d \times 0,53355 - 0,039216 &= 0
\end{aligned}$$

Por lo cual

$$r_d = 0,072044061$$

La otra raíz es negativa. Si lo llevamos a porcentajes

$$r_d = 7,2\%$$

Por lo tanto

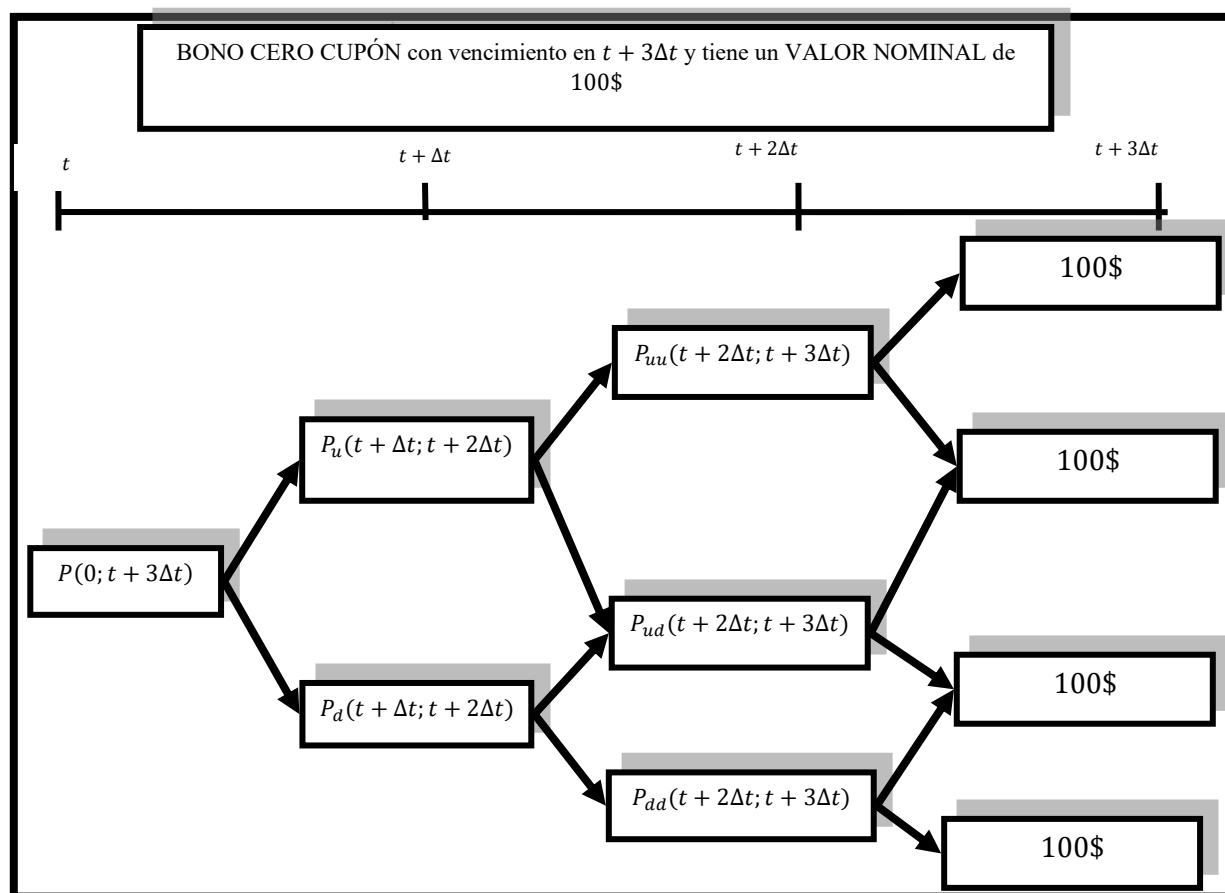
$$r_u = 0,072044061 \times e^{2 \times 0,20 \times \sqrt{0,25}} = 0,087994814$$

Si lo llevamos a porcentajes

$$r_u = 8,8\%$$

CALCULO DE r_{dd}

Tomamos el BONO CERO CUPÓN con vencimiento en 0,75 y un VALOR NOMINAL de 100\$, de manera gráfica



Tenemos que

$$P(0; t + 3\Delta t) = \frac{1}{(1 + r_0 \times \Delta t)} \times \frac{1}{2} \times \left[\frac{1}{(1 + r_d \times \Delta t)} \times \frac{1}{2} \times \left[\frac{100\$}{(1 + r_{dd} \cdot e^{2\sigma_2 \sqrt{\Delta t}} \times \Delta t)} + \frac{100\$}{(1 + r_{dd} \times \Delta t)} \right] + \frac{1}{(1 + r_u \times \Delta t)} \times \frac{1}{2} \times \left[\frac{100\$}{(1 + r_{dd} \cdot e^{4\sigma_2 \sqrt{\Delta t}} \times \Delta t)} + \frac{100\$}{(1 + r_{dd} \cdot e^{2\sigma_2 \sqrt{\Delta t}} \times \Delta t)} \right] \right]$$

$$r_{uu} = r_{dd} \cdot e^{4\sigma_2 \sqrt{\Delta t}}$$

$$r_{du} = r_{dd} \cdot e^{2\sigma_2 \sqrt{\Delta t}}$$

Por lo cual

$$94,2322335\$ = \frac{1}{(1 + 0,08 \times 0,25)} \times \frac{1}{2} \times \left[\frac{1}{(1 + 0,072044061 \times 0,25)} \times \frac{1}{2} \times \left[\frac{100\$}{(1 + r_{dd} \cdot e^{2 \times 0,20 \sqrt{0,25}} \times 0,25)} + \frac{100\$}{(1 + r_{dd} \times 0,25)} \right] + \frac{1}{(1 + 0,087994814 \times 0,25)} \times \frac{1}{2} \times \left[\frac{100\$}{(1 + r_{dd} \cdot e^{4 \times 0,20 \sqrt{0,25}} \times 0,25)} + \frac{100\$}{(1 + r_{dd} \cdot e^{2 \times 0,20 \sqrt{0,25}} \times 0,25)} \right] \right]$$

$$\begin{aligned}
94,2322335\$ &= \frac{25}{102} \\
&\times \left[0,9823 \times \left[\frac{100\$}{(1 + r_{dd} \cdot e^{2 \times 0,20 \sqrt{0,25}} \times 0,25)} + \frac{100\$}{(1 + r_{dd} \times 0,25)} \right] \right. \\
&\quad \left. + 0,9785 \times \left[\frac{100\$}{(1 + r_{dd} \cdot e^{4 \times 0,20 \sqrt{0,25}} \times 0,25)} + \frac{100\$}{(1 + r_{dd} \cdot e^{2 \times 0,20 \sqrt{0,25}} \times 0,25)} \right] \right] \\
3,8447 &= \left[0,9823 \times \left[\frac{1}{(1 + r_{dd} \times 0,30535)} + \frac{1}{(1 + r_{dd} \times 0,25)} \right] + 0,9785 \times \left[\frac{1}{(1 + r_{dd} \times 0,3729)} + \frac{1}{(1 + r_{dd} \times 0,30535)} \right] \right] \\
3,8447 &= \frac{0,9823}{(1 + r_{dd} \times 0,25)} + \frac{0,9823}{(1 + r_{dd} \times 0,30535)} + \frac{0,9785}{(1 + r_{dd} \times 0,3729)} + \frac{0,9785}{(1 + r_{dd} \times 0,30535)} \\
3,8447 &= \frac{0,9823}{(1 + r_{dd} \times 0,25)} + \frac{0,9785}{(1 + r_{dd} \times 0,3729)} + \frac{1,9608}{(1 + r_{dd} \times 0,30535)}
\end{aligned}$$

NUMERADOR

$$\begin{aligned}
&0,9823 \times (1 + r_{dd} \times 0,3729) \times (1 + r_{dd} \times 0,30535) + 0,9785 \times (1 + r_{dd} \times 0,25) \times (1 + r_{dd} \times 0,30535) \\
&+ 1,9608 \times (1 + r_{dd} \times 0,25) \times (1 + r_{dd} \times 0,3729)
\end{aligned}$$

PRIMER TERMINO

$$\begin{aligned}
&(0,9823 + r_{dd} \times 0,3663) \times (1 + r_{dd} \times 0,30535) \\
&0,9823 + r_{dd} \times 0,3663 + r_{dd} \times 0,2999 + r_{dd}^2 \times 0,1118 \\
&0,9823 + r_{dd} \times 0,6662 + r_{dd}^2 \times 0,1118
\end{aligned}$$

SEGUNDO TERMINO

$$\begin{aligned}
&(0,9785 + r_{dd} \times 0,244625) \times (1 + r_{dd} \times 0,30535) \\
&0,9785 + r_{dd} \times 0,244625 + r_{dd} \times 0,2988 + r_{dd}^2 \times 0,07470 \\
&0,9785 + r_{dd} \times 0,543425 + r_{dd}^2 \times 0,07470
\end{aligned}$$

TERCER TERMINO

$$\begin{aligned}
&(1,9608 + r_{dd} \times 0,4902) \times (1 + r_{dd} \times 0,3729) \\
&1,9608 + r_{dd} \times 0,4902 + r_{dd} \times 0,7312 + r_{dd}^2 \times 0,1828 \\
&1,9608 + r_{dd} \times 1,2214 + r_{dd}^2 \times 0,1828
\end{aligned}$$

TOTAL

$$3,9216 + r_{dd} \times 2,431025 + r_{dd}^2 \times 0,3693$$

DENOMINADOR

$$(1 + r_{dd} \times 0,25) \times (1 + r_{dd} \times 0,3729) \times (1 + r_{dd} \times 0,30535)$$

EL PRIMER PRODUCTO

$$(1 + r_{dd} \times 0,25) \times (1 + r_{dd} \times 0,3729)$$

DA COMO RESULTADO

$$= 1 + r_{dd} \times 0,25 + r_{dd} \times 0,3729 + r_{dd}^2 \times 0,093225$$

EL SEGUNDO PRODUCTO

$$(1 + r_{dd} \times 0,6229 + r_{dd}^2 \times 0,093225) \times (1 + r_{dd} \times 0,30535)$$

DA COMO RESULTADO

$$1 + r_{dd} \times 0,6229 + r_{dd}^2 \times 0,093225 + r_{dd} \times 0,30535 + r_{dd}^2 \times 0,1902 + r_{dd}^3 \times 0,0285$$

Por lo cual

$$1 + r_{dd} \times 0,92825 + r_{dd}^2 \times 0,283425 + r_{dd}^3 \times 0,0285$$

Si multiplicamos este resultado por el valor 3,8447 obtenemos

$$3,8447 + r_{dd} \times 3,5688 + r_{dd}^2 \times 1,0897 + r_{dd}^3 \times 0,1096$$

RESULTADO HASTA AHORA

$$3,8447 + r_{dd} \times 3,5688 + r_{dd}^2 \times 1,0897 + r_{dd}^3 \times 0,1096$$

$$= 3,9216 + r_{dd} \times 2,431025 + r_{dd}^2 \times 0,3693$$

Igualando a cero

$$-0,0769 + r_{dd} \times 1,137775 + r_{dd}^2 \times 0,7204 + r_{dd}^3 \times 0,1096 = 0$$

$$r_{dd} = 0,064895221$$

En porcentaje

$$r_{dd} = 6,49\%$$

También

$$r_{uu} = 0,064895221 \cdot e^{4 \cdot 0,20 \sqrt{0,25}} = 0,096812293$$

En porcentaje

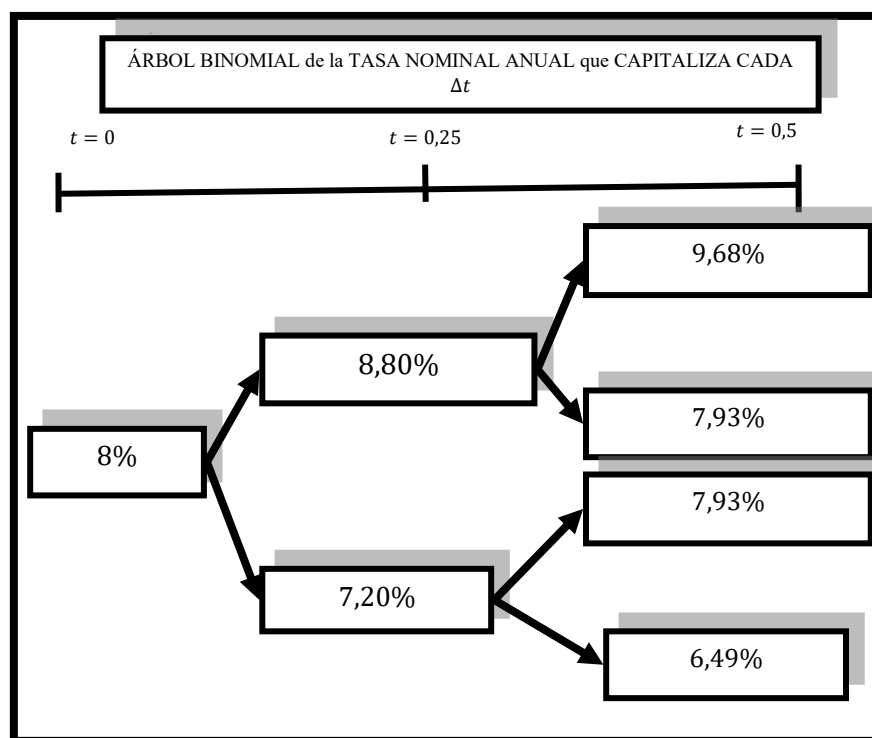
$$r_{uu} = 9,68\%$$

$$r_{du} = 0,064895221 \cdot e^{2 \times 0,20 \sqrt{0,25}} = 0,079263201$$

En porcentaje

$$r_{du} = 7,93\%$$

ÁRBOL DE TASAS DE INTERÉS



CONCEPTO DE CAPLET

El CAPLET es una opción de compra europea CALL de tasa de interés, donde los conceptos son iguales a las del FRA en futuros pero teniendo en cuenta que estamos trabajando con una opción.

El payoffs al vencimiento T es igual a

$$VN \times \Delta t \times \max[r_T - r_K; 0]$$

Donde r_K es la tasa de ejercicio y r_T es la tasa que efectivamente ocurrió en el vencimiento T . Ambas son NOMINALES ANUALES que capitaliza cada Δt periodo. También tenemos VN que es el NOCIONAL que se paga por cada 1% que la tasa de ejercicio efectiva este por encima de la tasa efectiva que ocurrió en el mercado.

CONDICION DE EMISIÓN DEL CAPLET 1

Un NOCIONAL igual a 100\$ y una tasa de ejercicio $r_K = 8\%$ con una fecha de vencimiento de 9 meses.

En base al ÁRBOL DE TASAS DE INRRERÉS que construimos vamos a valuar el CAPLET.

VALUACIÓN DEL CAPLET 1

Es necesario como hacíamos con ÁRBOLES BINOMIALES que obtengamos el ARBOL DEL CAPLET.

CAPLET 1

Para el cálculo del payoffs al vencimiento del CAPLET utilizamos la formula

$$100\$ \times 0,25 \times \max[r_T - 8\%; 0]$$

Por lo cual

$$100\$ \times 0,25 \times \max[9,68\% - 8\%; 0] = 100\$ \times 0,25 \times 0,0168 = 0,42\$$$

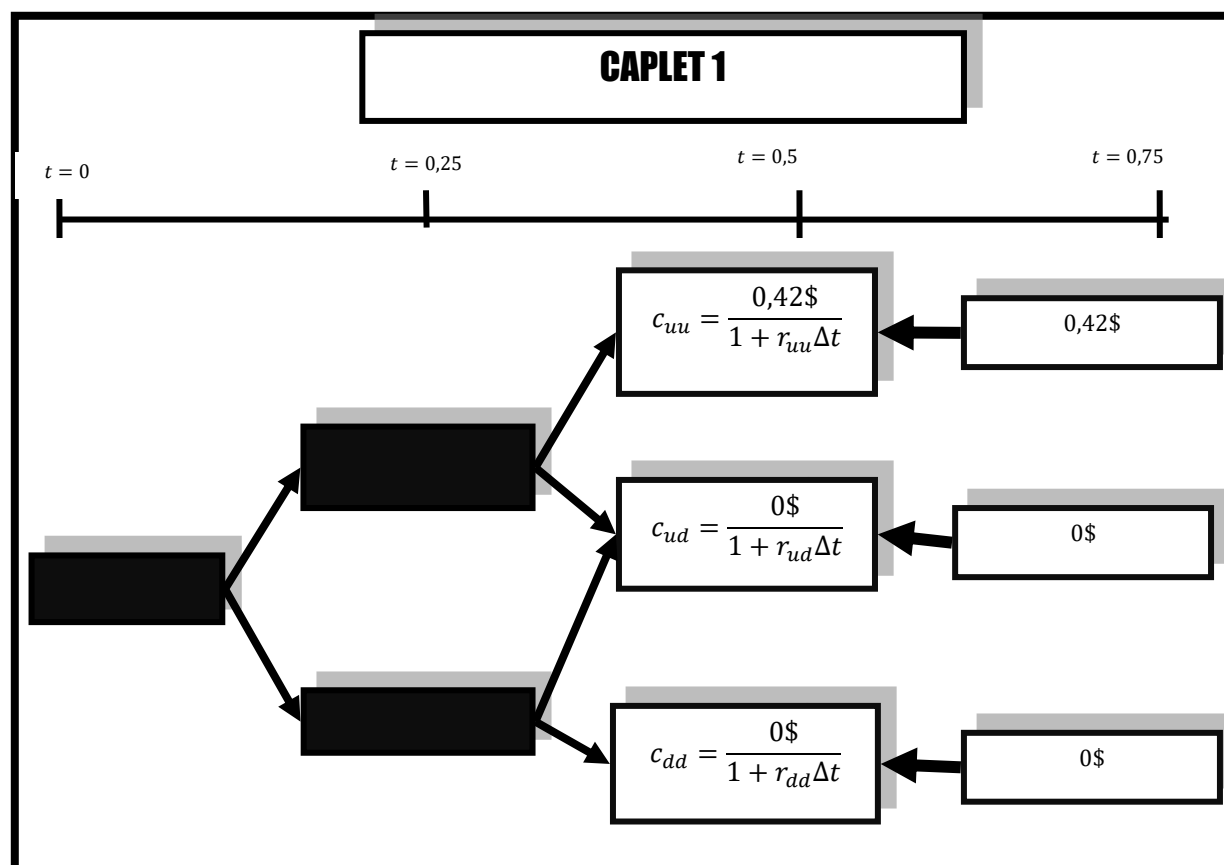
$$100\$ \times 0,25 \times \max[7,93\% - 8\%; 0] = 0\$$$

$$100\$ \times 0,25 \times \max[6,49\% - 8\%; 0] = 0\$$$

Por lo cual

$$\frac{100\$ \times 0,25 \times \max[r_T - 9\%; 0]}{1 + r_t \Delta t}$$

Esto lo hacemos para no esperar hasta el final del periodo de vigencia de la tasa r_T



En el momento $t = 0,5$

Calculo de c_{uu}

$$c_{uu} = \frac{0,42\$}{1 + 0,0968 \times 0,25} = 0,41\$$$

Calculo de c_{ud}

$$c_{ud} = \frac{0\$}{1 + 0,0793 \times 0,25} = 0\$$$

Calculo de c_{dd}

$$c_{dd} = \frac{0\$}{1 + 0,0649 \times 0,25} = 0\$$$

VALOR DEL CAPLET EN CADA NODO

$$\boxed{E_{\pi^{RN}}(c_t) \cdot FD_t}$$

Las probabilidades riesgo neutro π^{RN} como mencionamos nos vienen dadas.

En el momento $t = 0,25$

Calculo de c_u

$$c_u = \frac{\left[0,41\$ \times \frac{1}{2} + 0\$ \times \frac{1}{2}\right]}{1 + 0,088 \times 0,25} = 0,2\$$$

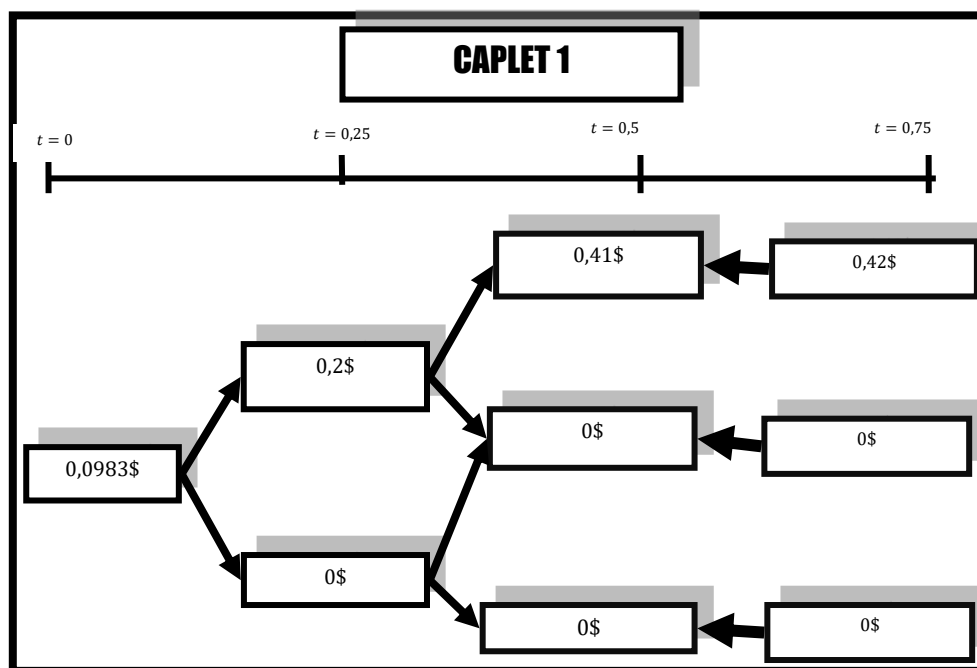
Calculo de c_d

$$c_d = \frac{\left[0\$ \times \frac{1}{2} + 0\$ \times \frac{1}{2}\right]}{1 + 0,072 \times 0,25} = 0\$$$

En el momento $t = 0$

Calculo c_0

$$c_0 = \frac{\left[0,2\$ \times \frac{1}{2} + 0\$ \times \frac{1}{2}\right]}{1 + 0,08 \times 0,25} = 0,0983\$$$



CAPLET 2

CONDICION DE EMISIÓN DEL CAPLET 2

Las condiciones de emisión tienen un NOCIONAL igual a 100\$ y una tasa de ejercicio $r_k = 8\%$ con una fecha de vencimiento de 6 meses.

VALUACIÓN DEL CAPLET 2

Para el cálculo del payoffs al vencimiento del CAPLET utilizamos la formula

$$100\$ \times 0,25 \times \max[r_T - 8\%; 0]$$

Por lo cual

$$100\$ \times 0,25 \times \max[8,8\% - 8\%; 0] = 100\$ \times 0,25 \times 0,008 = 0,2\$$$

$$100\$ \times 0,25 \times \max[7,2\% - 8\%; 0] = 0\$$$

En el momento $t = 0,25$

Calculo de c_u

$$c_u = \frac{0,2\$}{1 + 0,088 \times 0,25} = 0,19569\$$$

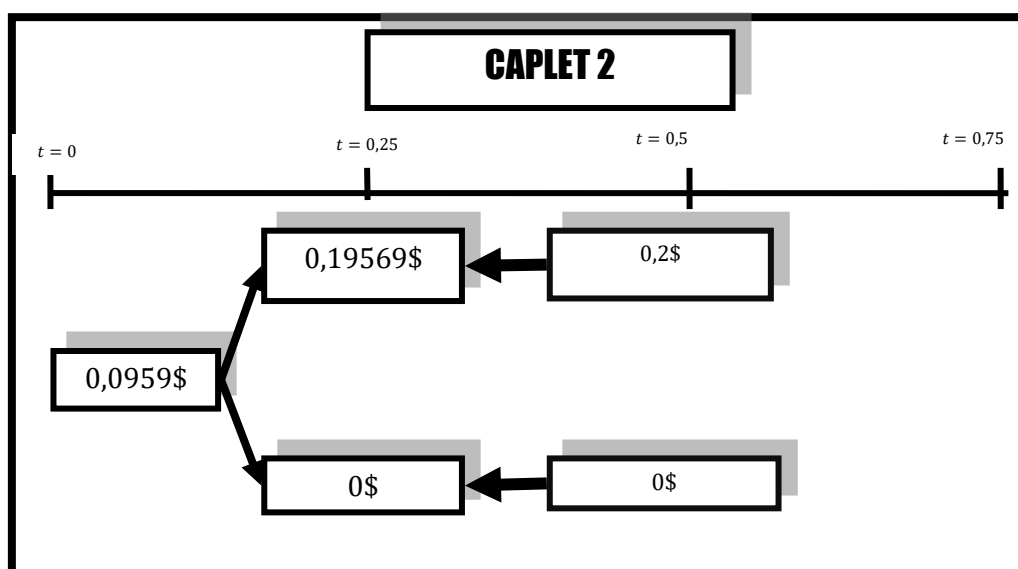
Calculo de c_d

$$c_d = \frac{0}{1 + 0,072 \times 0,25} = 0\$$$

En el momento $t = 0$

Calculo c_0

$$c_0 = \frac{\left[0,19569\$ \times \frac{1}{2} + 0\$ \times \frac{1}{2}\right]}{1 + 0,08 \times 0,25} = 0,0959\$$$

**PARTE b)****EL CAP COMO UN PORTAFOLIO DE CAPLET**

Un CAP provee un payoffs cuando la tasa de interés de mercado es más grande que cierta tasa.

Consideramos un CAP con una vida de T , un principal de L y una TASA CAP de R_K . Supongamos que las fechas en donde actúa el CAP son las siguientes

$$t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$$

También se define

$$T = t_{n+1}$$

Se define R_k como la tasa de interés para el periodo entre t_k y t_{k+1} observada en el momento t_k donde

$$(1 \leq k \leq n)$$

El CAP lleva a un payoffs en el momento t_k y t_{k+1} ($k = 1, 2, 3, \dots, n$) de

$$L \times \max[R_k - R_K; 0] \times (t_{k+1} - t_k)$$

Ambas R_k y R_K son TASAS NOMINALES ANUALES con capitalización en el periodo entre t_k y t_{k+1} .

La última ecuación es un CAPLET sobre la tasa de interés R_k con un payoffs ocurriendo en t_{k+1} . El CAP es un portafolio de n CAPLETS.

Las tasas LIBOR son observadas en los momentos

$$t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$$

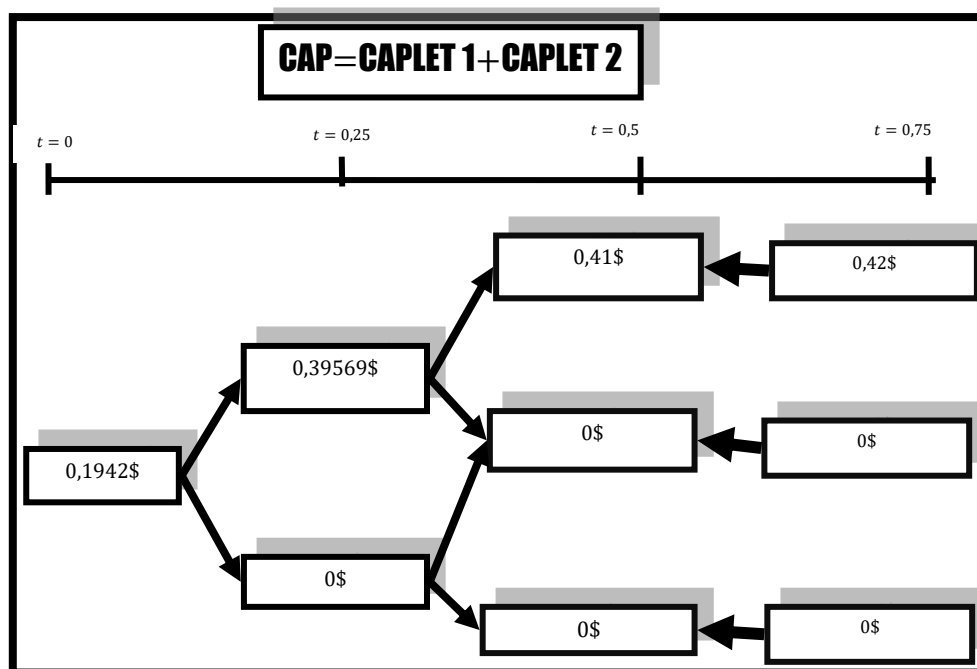
Los correspondientes payoffs ocurren en

$$t_2, t_3, \dots, t_{n+1}$$

Continuamos con el ejercicio

El CAP es un conjunto de CAPLET con diferentes fechas de vencimiento. En este caso vamos a armar un CAP conformado por el CAPLET 1 y el CAPLET 2. Buscamos valorar el CAP.

Para obtener los payoffs debemos sumar de ambos CAPLET



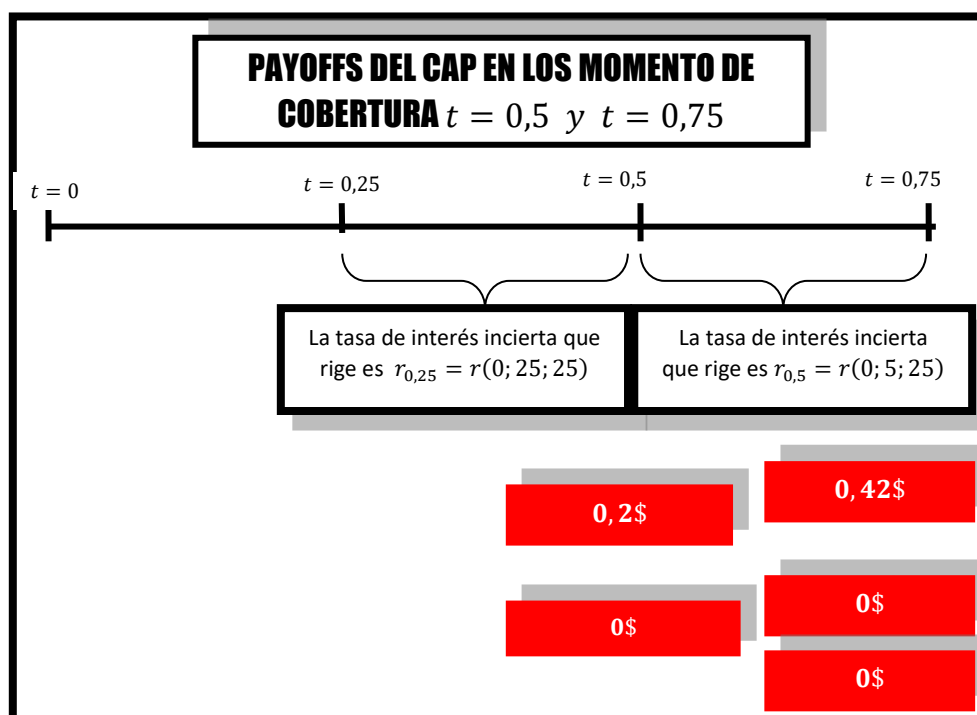
Por lo tanto la prima del CAP es igual a

$$c_{CAP} = c_{CAPLET\ 1} + c_{CAPLET\ 2} = 0,1942\$$$

Con el CAP recibimos una cobertura y por lo tanto recibimos payoffs un periodo después de observar las tasas, en los momentos $t = 0,5$ y $t = 0,75$.

Donde las tasas inciertas son las que serán observadas en los momentos $t = 0,25$ y $t = 0,5$, es decir, las tasas de interés NOMINAL ANUAL $r_{0,25} = r(0; 25; 25)$ y $r_{0,5} = r(0; 0,5; 0,75)$

Como sabemos no es necesario realizar una cobertura en el momento $t = 0,25$ porque la tasa de interés NOMINAL ANUAL $r_0 = r(0; 0; 25)$ es conocida en $t = 0$.

**EJERCICIO 90****RESOLUCIÓN****PARTE a)****ESTRUCTURA TEMPORAL DE TASAS DE INTERÉS ETTI EN EL MOMENTO $t = 0$**

En el momento $t = 0$ nos dan los siguientes datos

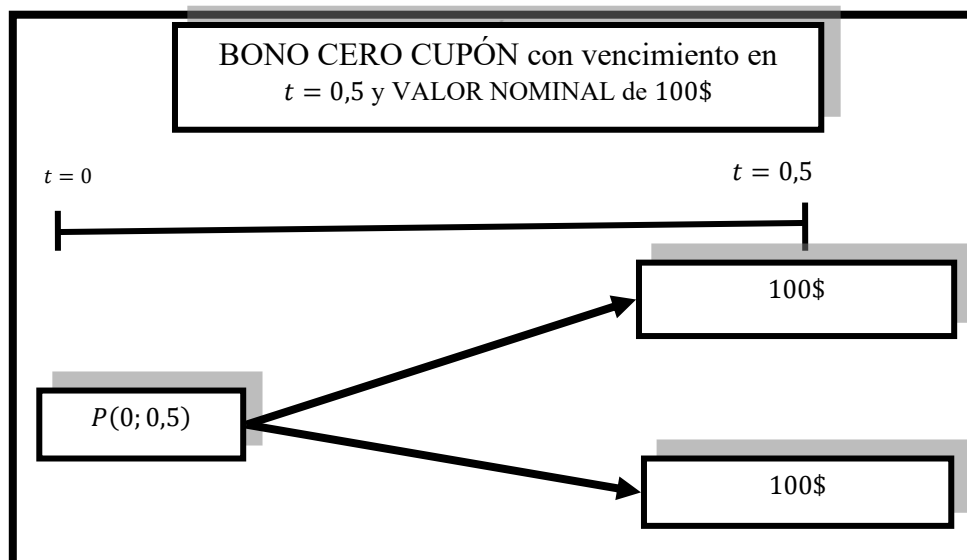
MATURITY O PLAZO DE VENCIMIENTO EN AÑOS t	PRECIO BONO CERO CUPÓN con VALOR NOMINAL 100\$ $P(0; t)$	VOLATILIDAD YIELD ANUAL σ
0,5	98\$	15%
1	96\$	15%

PROBABILIDADES RIESGO NEUTRO

Las probabilidades riesgo neutro son constante e iguales a $\frac{1}{2}$

CALCULO DEL ÁRBOL DE TASAS DE INTERÉS NOMINAL ANUAL**CALCULO DE r_0**

Tomamos el BONO CERO CUPÓN con vencimiento en 0,5 años y un VALOR NOMINAL de 100\$, de manera gráfica



Por lo cual

$$P(0; t + \Delta t) = \frac{100\$}{(1 + \Delta t \times r_0)}$$

Donde

$$\Delta t = 0,5$$

De donde despejamos r_0 para obtener su valor.

$$98\$ = \frac{100\$}{(1 + 0,5 \times r_0)}$$

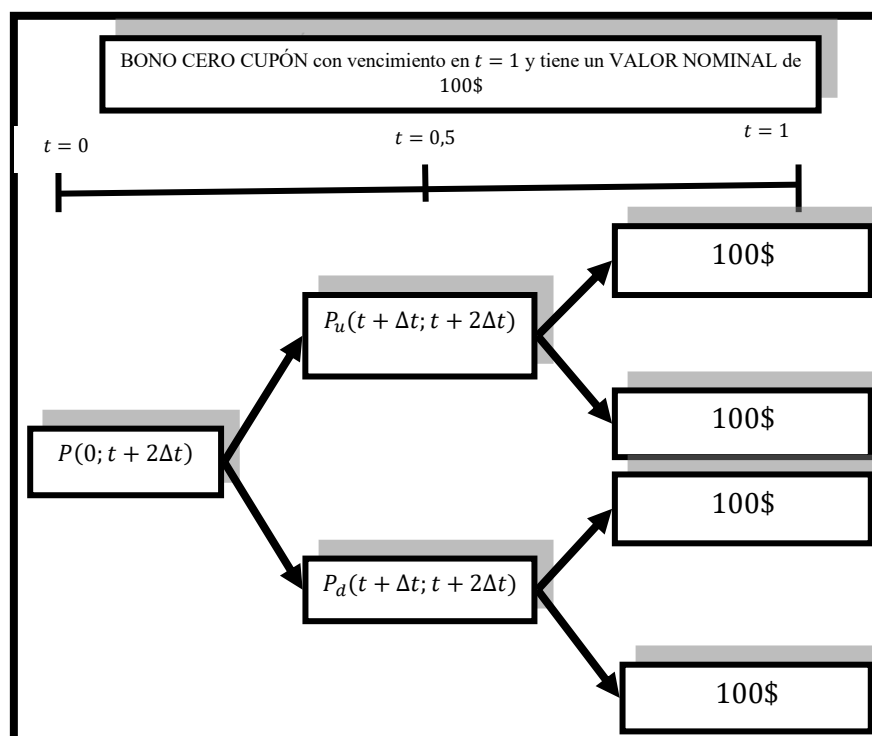
$$r_0 = \left[\frac{100\$}{98\$} - 1 \right] \times 2 = 0,040816326$$

En porcentajes

$$r_0 = 4,08\%$$

CALCULO DE r_d

Tomamos el BONO CERO CUPÓN con vencimiento en 1 año y un VALOR NOMINAL de 100\$, de manera gráfica



Donde

$$P(0; t + 2\Delta t) = \frac{1}{(1 + r_0 \times \Delta t)} \times \frac{1}{2} \times \left[\frac{100\$}{(1 + r_d \cdot e^{2\sigma_1 \sqrt{\Delta t}} \times \Delta t)} + \frac{100\$}{(1 + r_d \times \Delta t)} \right]$$

$$r_u = r_d \cdot e^{2\sigma_1 \sqrt{\Delta t}}$$

Donde

$$\sigma_1 = \sigma(0; 0,5; 1) = 15\%$$

Por lo cual

$$96\$ = \frac{1}{(1 + 0,040816326 \times 0,5)} \times \frac{1}{2} \times \left[\frac{100\$}{(1 + r_d \cdot e^{2 \times 0,15 \sqrt{0,5}} \times 0,5)} + \frac{100\$}{(1 + r_d \times 0,5)} \right]$$

$$\frac{9600}{49} \$ = \left[\frac{100\$}{(1 + r_d \cdot e^{2 \times 0,15 \sqrt{0,5}} \times 0,5)} + \frac{100\$}{(1 + r_d \times 0,5)} \right]$$

$$\frac{9600}{49} \$ = \left[\frac{100\$}{(1 + r_d \times 0,618155554)} + \frac{100\$}{(1 + r_d \times 0,5)} \right]$$

$$\frac{96}{49} = \left[\frac{1}{(1 + r_d \times 0,618155554)} + \frac{1}{(1 + r_d \times 0,5)} \right]$$

$$\frac{1}{(1 + r_d \times 0,618155554)} + \frac{1}{(1 + r_d \times 0,5)} = \frac{(1 + r_d \times 0,5) + (1 + r_d \times 0,618155554)}{(1 + r_d \times 0,618155554) \times (1 + r_d \times 0,5)}$$

Donde

$$= \frac{2 + 1,11815 \times r_d}{1 + r_d \times 0,5 + r_d \times 0,618155554 + r_d^2 \times 0,30907777}$$

$$= \frac{2 + 1,11815 \times r_d}{1 + r_d \times 1,11815 + r_d^2 \times 0,30907777}$$

Por lo tanto

$$\frac{96}{49} = \frac{2 + 1,11815 \times r_d}{1 + r_d \times 1,11815 + r_d^2 \times 0,30907777}$$

$$\left[\frac{96}{49} \right] \times [1 + r_d \times 1,11815 + r_d^2 \times 0,30907777] = 2 + 1,11815 \times r_d$$

$$\frac{96}{49} + r_d \times 2,19066 + r_d^2 \times 0,60554012 = 2 + 1,11815 \times r_d$$

$$r_d^2 \times 0,60554012 + r_d \times 1,07251 - \frac{2}{49} = 0$$

Por lo cual

$$r_d = 0,037272461$$

La otra raíz es negativa. Si lo llevamos a porcentajes

$$r_d = 3,73\%$$

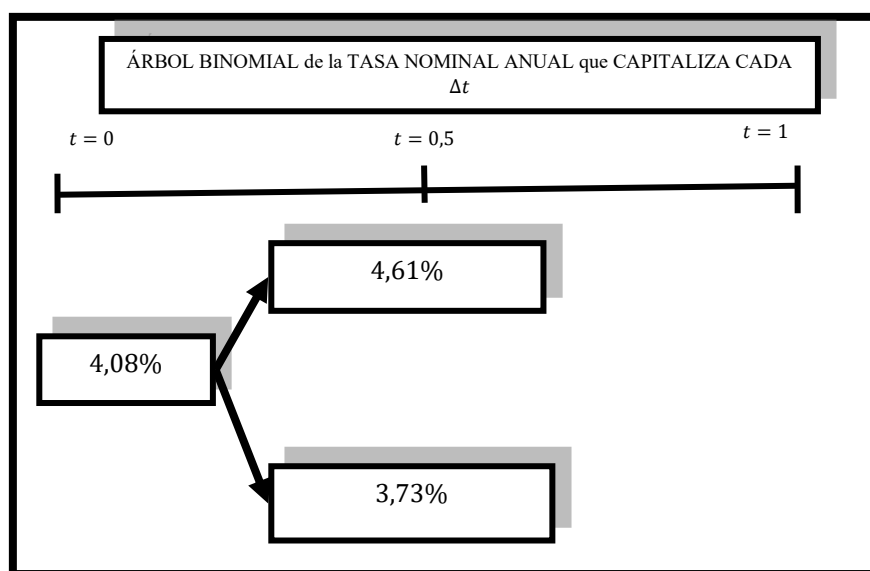
Por lo tanto

$$r_u = 0,037272461 e^{2 \times 0,15 \times \sqrt{0,5}} = 0,046080357$$

Si lo llevamos a porcentajes

$$r_u = 4,61\%$$

ÁRBOL DE TASAS DE INTERÉS



PARTE b)**VALUACIÓN DEL BONO****SEA EL BONO A**

VALOR NOMINAL 100\$ y vencimiento en $\frac{1}{2}$ AÑO

SEA EL BONO B

VALOR NOMINAL 100\$ y vencimiento en UN AÑO

Los precios de estos bonos los calculamos al inicio

PLAZO DE VENCIMIENTO DEL BONO CERO CUPÓN t	PRECIO BONO CERO CUPÓN con VALOR NOMINAL 100\$ $P(0; t)$
0,5	98\$
1	96\$

PRIMER PASO

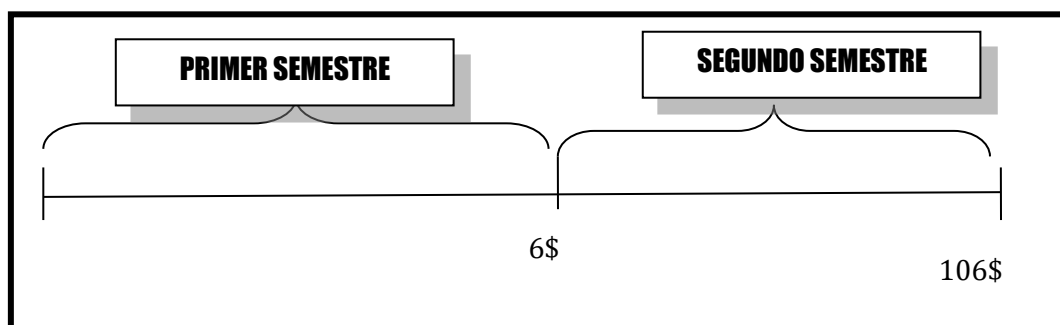
Es necesario replicar dos BONOS CERO CUPÓN, uno con VALOR NOMINAL 6\$ y fecha de vencimiento en $\frac{1}{2}$ AÑO y uno con VALOR NOMINAL 106\$ y vencimiento en UN AÑO. Para replicar el primer bono se compra $\frac{3}{50}$ del BONO A, para el segundo se compra $\frac{53}{50}$ del BONO B.

SEGUNDO PASO

Es necesario replicar un BONO BULLET con una tasa cupón del 12% que paga intereses cada semestre y VALOR NOMINAL de 100\$ y vence dentro de UN AÑO.

La tasa cupón es NOMINAL ANUAL por lo tanto hay que dividirla por 2

$$100\$ \times 0,06 = 6\$$$



Para replicar el payoff del BONO BULLET es necesario armar una cartera compuesta por una posición LONG o comprada en un BONO CERO CUPÓN de VALOR NOMINAL de 6 \$ con vencimiento en $\frac{1}{2}$ AÑO y un BONO CERO CUPÓN de VALOR NOMINAL de 106\$ y vencimiento dentro de UN AÑO. Estos bonos los replicamos en el primer paso.

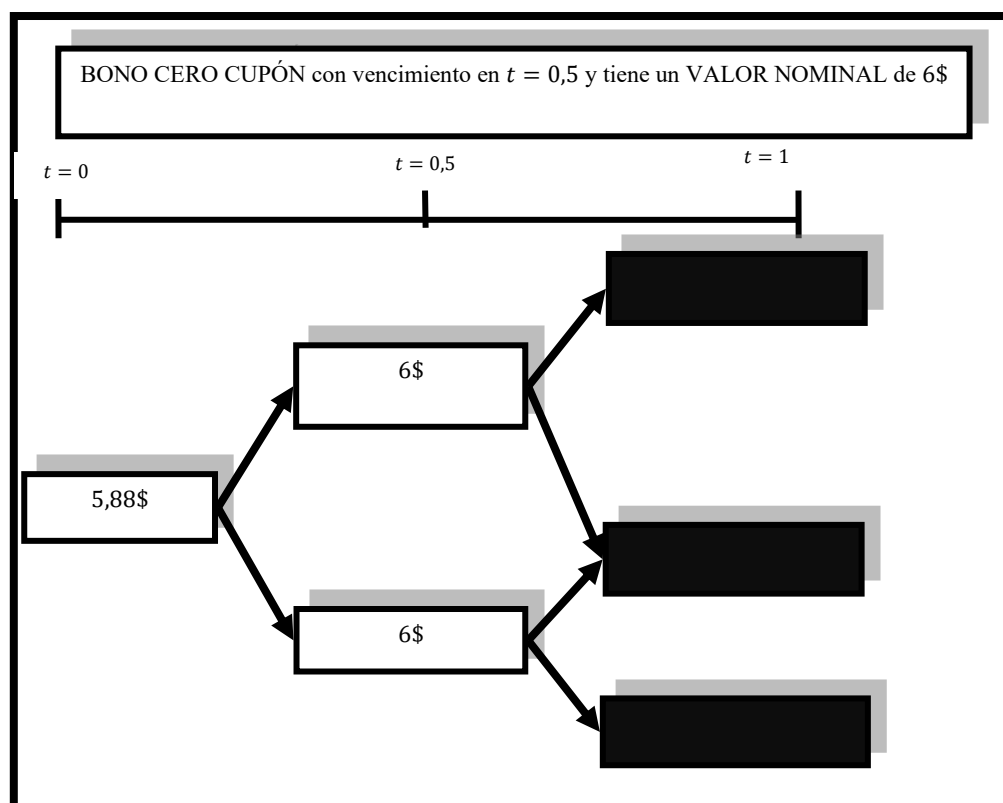
Se hace necesario construir el árbol de los dos bonos para de esta manera construir a partir de ellos el ARBOL DE BONO BULLET.

Hacemos los descuentos utilizando el ÁRBOL DE TASAS DE INTERÉS que construimos.

ÁRBOL DEL BONO CERO CUPÓN DE VALOR NOMINAL DE 6\$ Y VENCIMIENTO EN $\frac{1}{2}$ AÑO

$$\frac{6\$}{1 + r_0 \times \Delta t} = \frac{6\$}{1 + 0,040816326 \times 0,5} = 5,88\$$$

EL PRECIO DEL BONO ES IGUAL A 5,88\$



ÁRBOL DEL BONO CERO CUPÓN DE VALOR NOMINAL DE 106\$ Y VENCIMIENTO EN UN AÑO

En el momento $t = 0,5$

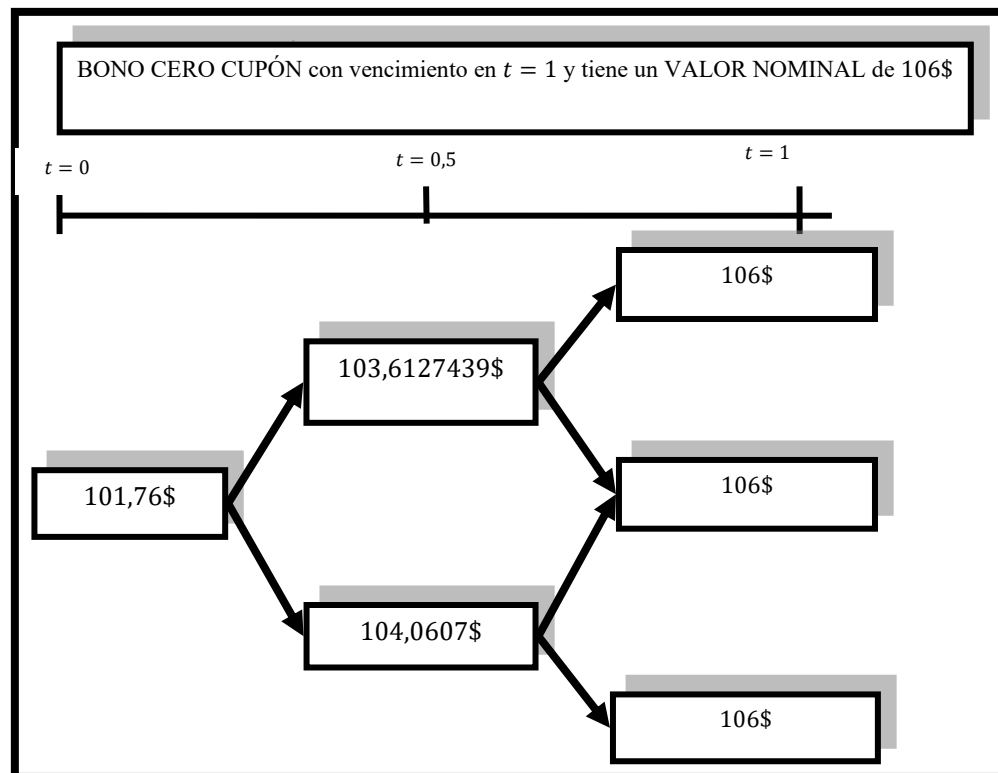
$$\frac{106\$}{1 + r_d \times \Delta t} = \frac{106\$}{1 + 0,037272461 \times 0,5} = 104,0607\$$$

$$\frac{106\$}{1 + r_u \times \Delta t} = \frac{106\$}{1 + 0,046080357 \times 0,5} = 103,6127439\$$$

En el momento $t = 0$

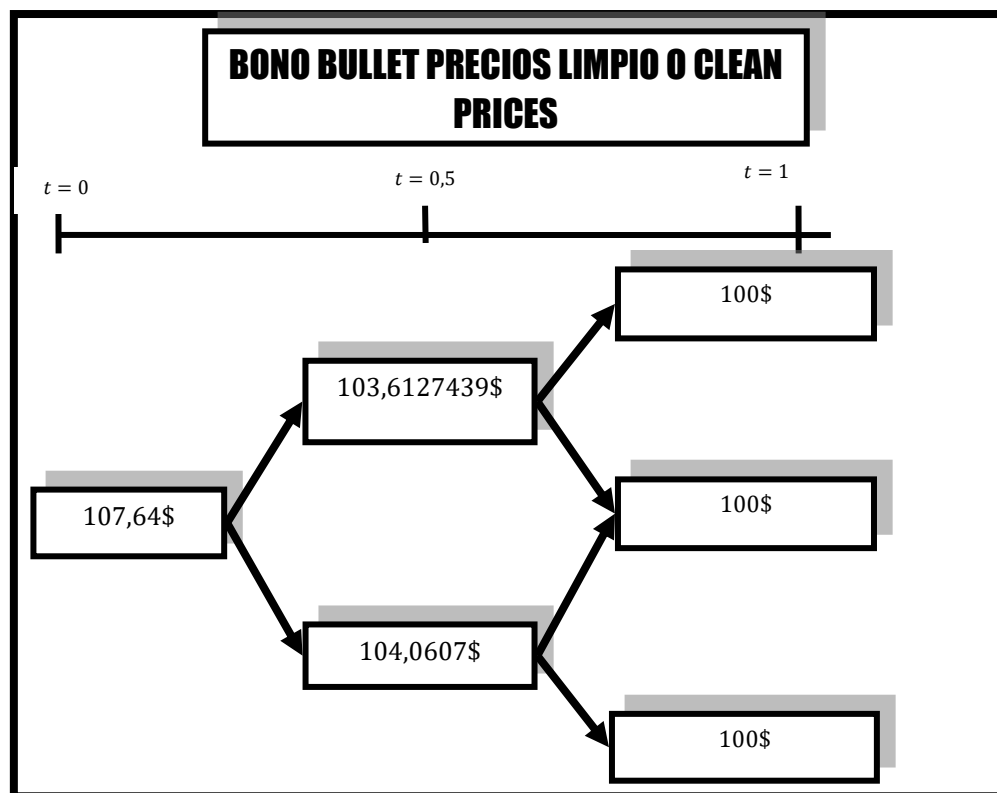
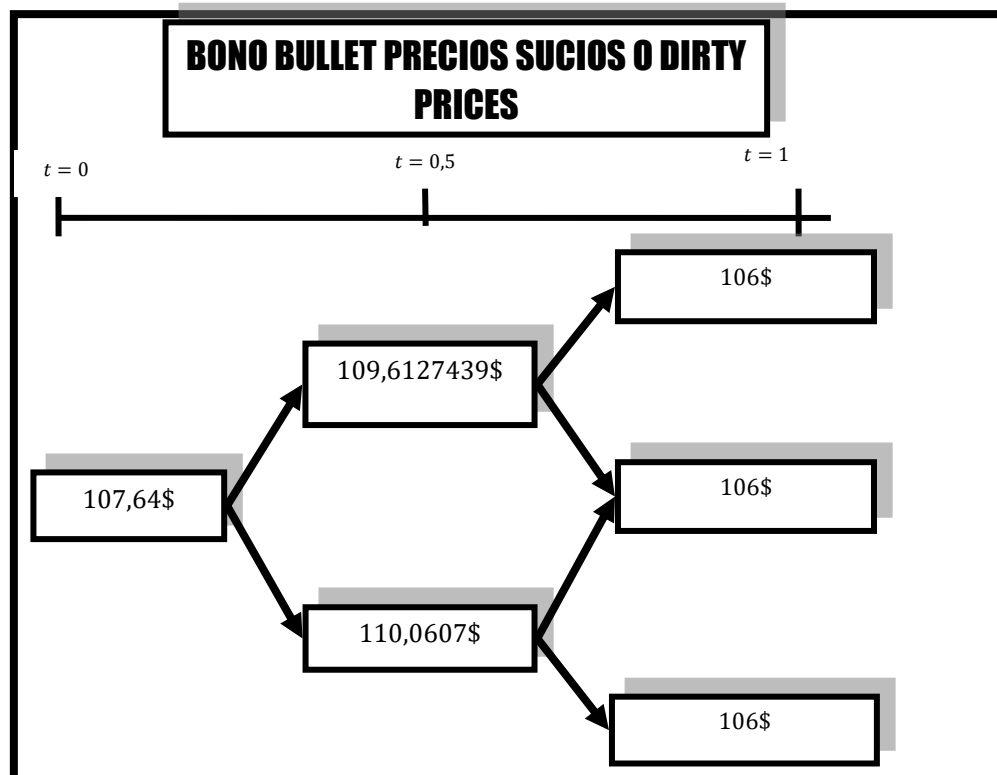
$$\frac{104,0607\$ \times \frac{1}{2} + 103,6127439\$ \times \frac{1}{2}}{1 + r_0 \times \Delta t} = \frac{104,0607\$ \times \frac{1}{2} + 103,6127439\$ \times \frac{1}{2}}{1 + 0,040816326 \times 0,5} = 101,76\$$$

EL PRECIO DEL BONO ES IGUAL A 101,76\$



ÁRBOL DE BONO BULLET

El árbol surge de la suma de los dos árboles que construimos. Por lo tanto el precio del BONO BULLET es igual la suma de los precios de los dos BONOS CERO CUPÓN



EL PRECIO DEL BONO ES IGUAL A 107,64\$

Si quitamos los intereses en cada fecha cupón al BONO BULLET obtenemos los precios limpios o CLEAN PRICES.

Como podemos apreciar el BONO BULLET en el momento $t = 0$ cotiza SOBRE LA PAR porque su precio es de 107,64\$ el cual es mayor al VALOR NOMINAL que es igual a 100\$.

EJERCICIO 92

RESOLUCIÓN

PARTE a)

ESTRUCTURA TEMPORAL DE TASAS DE INTERÉS ETTI EN EL MOMENTO $t = 0$

En el momento $t = 0$ nos dan los siguientes datos

MATURITY O PLAZO DE VENCIMIENTO EN AÑOS t	PRECIO BONO CERO CUPÓN con VALOR NOMINAL 100\$ $P(0; t)$	VOLATILIDAD YIELD ANUAL σ
0,25	97,0874\$	20%
0,5	94,3396\$	20%

PROBABILIDADES RIESGO NEUTRO

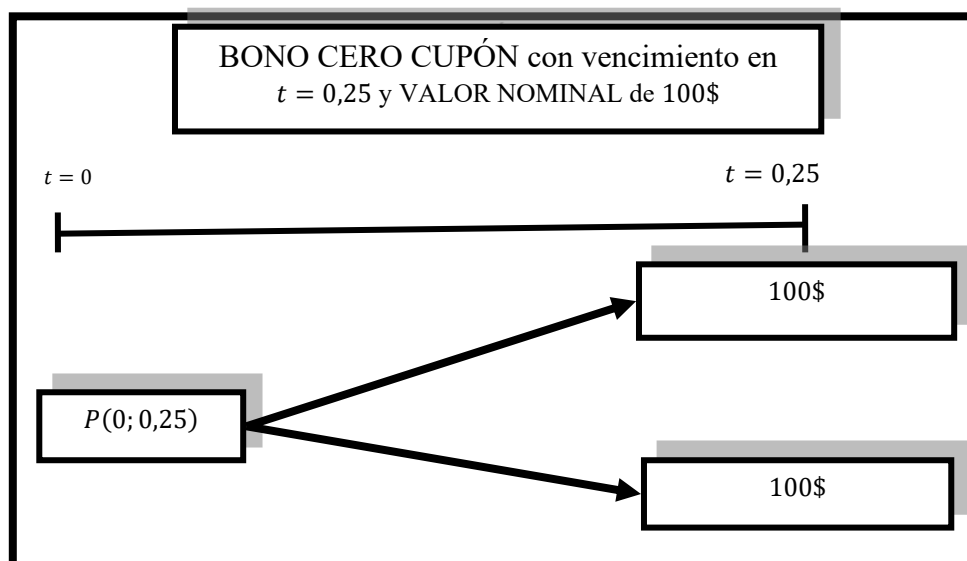
Las probabilidades riesgo neutro son constante e iguales a $\frac{1}{2}$

CALCULO DEL ÁRBOL DE TASAS DE INTERÉS NOMINAL ANUAL UTILIZANDO EL MODELO BDT

PARTE a)

CALCULO DE r_0

Tomamos el BONO CERO CUPÓN con vencimiento en 0,25 años y un VALOR NOMINAL de 100\$, de manera gráfica



Por lo cual

$$P(0; t + \Delta t) = \frac{100\$}{(1 + \Delta t \times r_0)}$$

Donde

$$\Delta t = 0,25$$

De donde despejamos r_0 para obtener su valor.

$$97,0874\$ = \frac{100\$}{(1 + 0,25 \times r_0)}$$

$$r_0 = \left[\frac{100\$}{97,0874\$} - 1 \right] \times 4 = 0,12$$

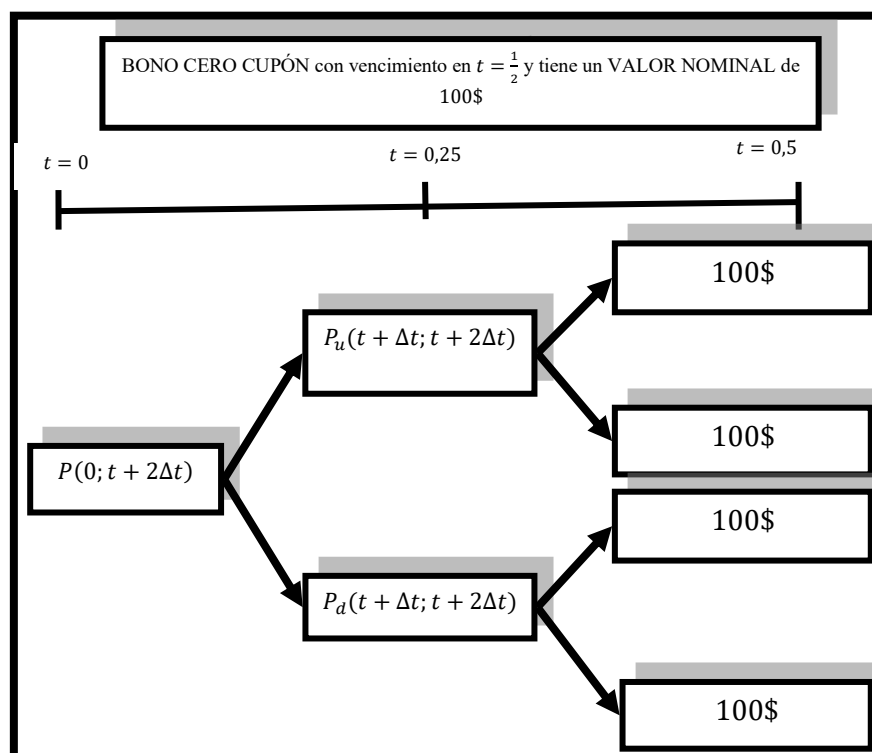
En porcentajes

$$r_0 = 12\%$$

PARTE b)

CALCULO DE r_d

Tomamos el BONO CERO CUPÓN con vencimiento en $\frac{1}{2}$ año y un VALOR NOMINAL de 100\$, de manera gráfica



Donde

$$P(0; t + 2\Delta t) = \frac{1}{(1 + r_0 \times \Delta t)} \times \frac{1}{2} \times \left[\frac{100\$}{(1 + r_d \cdot e^{2\sigma_1 \sqrt{\Delta t}} \times \Delta t)} + \frac{100\$}{(1 + r_d \times \Delta t)} \right]$$

$$r_u = r_d \cdot e^{2\sigma_1 \sqrt{\Delta t}}$$

PARTE c)

Donde

$$\sigma_1 = \sigma(0; 0,5; 1) = 20\%$$

Por lo cual

$$94,3396\$ = \frac{1}{(1 + 0,12 \times 0,25)} \times \frac{1}{2} \times \left[\frac{100\$}{(1 + r_d \cdot e^{2 \times 0,20 \times \sqrt{0,25}} \times 0,25)} + \frac{100\$}{(1 + r_d \times 0,25)} \right]$$

$$1,94339576 = \left[\frac{1}{(1 + r_d \times 0,30535)} + \frac{1}{(1 + r_d \times 0,25)} \right]$$

$$\frac{1}{(1 + r_d \times 0,30535)} + \frac{1}{(1 + r_d \times 0,25)} = \frac{(1 + r_d \times 0,25) + (1 + r_d \times 0,30535)}{(1 + r_d \times 0,30535) \times (1 + r_d \times 0,25)}$$

Donde

$$= \frac{2 + 0,55535 \times r_d}{1 + r_d \times 0,25 + r_d \times 0,30535 + r_d^2 \times 0,0763375}$$

$$= \frac{2 + 0,55535 \times r_d}{1 + r_d \times 0,55535 + r_d^2 \times 0,0763375}$$

Por lo tanto

$$1,94339576 = \frac{2 + 0,55535 \times r_d}{1 + r_d \times 0,55535 + r_d^2 \times 0,0763375}$$

$$1,94339576 \times [1 + r_d \times 0,55535 + r_d^2 \times 0,0763375] = 2 + 0,55535 \times r_d$$

$$1,94339576 + r_d \times 1,079264835 + r_d^2 \times 0,148354 = 2 + 0,55535 \times r_d$$

$$r_d^2 \times 0,148354 + r_d \times 0,523914835 - 0,05660424 = 0$$

Por lo cual

$$r_d = 0,104923574$$

La otra raíz es negativa. Si lo llevamos a porcentajes

$$r_d = 10,4923\%$$

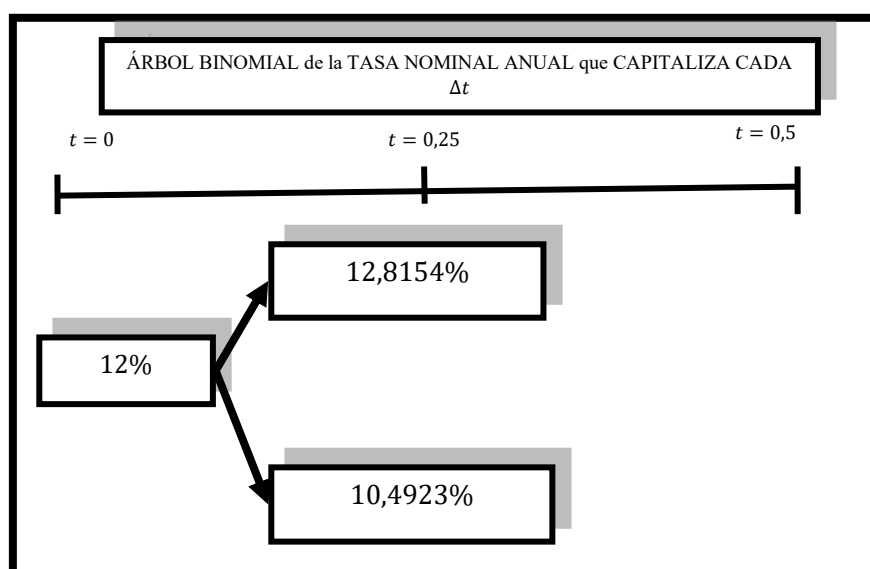
Por lo tanto

$$r_u = 0,104923574 e^{2 \times 0,20 \times \sqrt{0,25}} = 0,128153942$$

Si lo llevamos a porcentajes

$$r_u = 12,8154\%$$

ÁRBOL DE TASAS DE INTERÉS



PARTE d)

VALUACIÓN DEL BONO

SEA EL BONO A

VALOR NOMINAL 100\$ y vencimiento en $\frac{1}{4}$ AÑO

SEA EL BONO B

VALOR NOMINAL 100\$ y vencimiento en $\frac{1}{2}$ AÑO

Los precios de estos bonos los calculamos al inicio

MATURITY O PLAZO DE VENCIMIENTO EN AÑOS t	PRECIO BONO CERO CUPÓN con VALOR NOMINAL 100\$ $P(0; t)$
0,25	97,0874\$
0,5	94,3396\$

PRIMER PASO

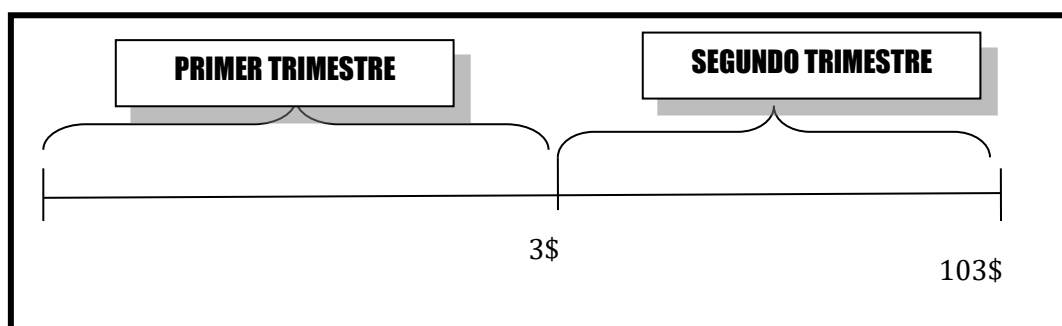
Es necesario replicar dos BONOS CERO CUPÓN, uno con VALOR NOMINAL 3\$ y fecha de vencimiento en $\frac{1}{4}$ AÑO y uno con VALOR NOMINAL 103\$ y vencimiento en MEDIO AÑO. Para replicar el primer bono se compra $\frac{3}{100}$ del BONO A, para el segundo se compra $\frac{103}{100}$ del BONO B.

SEGUNDO PASO

Es necesario replicar un BONO BULLET con una tasa cupón del 12% que paga intereses cada trimestre y VALOR NOMINAL de 100\$ y vence dentro de MEDIO AÑO.

La tasa cupón es NOMINAL ANUAL por lo tanto hay que dividirla por 4

$$100\$ \times 0,03 = 3\$$$



Para replicar el payoffs del BONO BULLET es necesario armar una cartera compuesta por una posición LONG o comprada en un BONO CERO CUPÓN de VALOR NOMINAL de 3 \$ con vencimiento en $\frac{1}{4}$ AÑO y un BONO CERO CUPÓN de VALOR NOMINAL de 103\$ y vencimiento dentro de MEDIO AÑO. Estos bonos los replicamos en el primer paso.

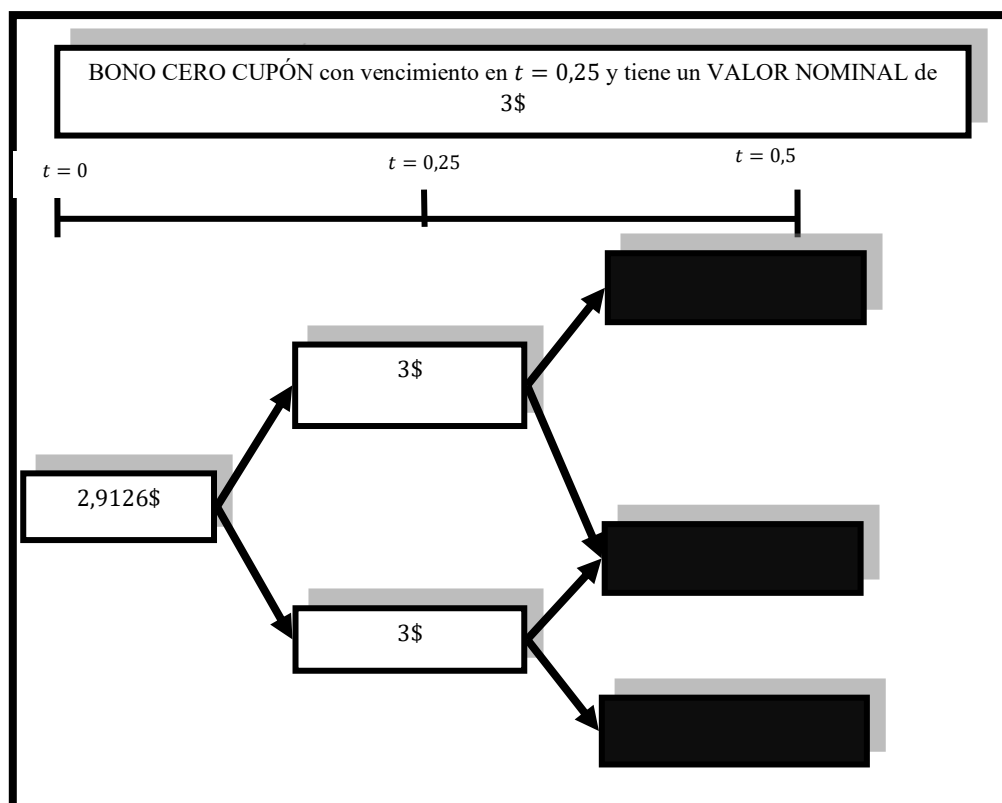
Se hace necesario construir el árbol de los dos bonos para de esta manera construir a partir de ellos el ARBOL DE BONO BULLET.

Hacemos los descuentos utilizando el ÁRBOL DE TASAS DE INTERÉS que construimos.

ÁRBOL DEL BONO CERO CUPÓN DE VALOR NOMINAL DE 3\$ Y VENCIMIENTO EN $\frac{1}{4}$ AÑO

$$\frac{3\$}{1 + r_0 \times \Delta t} = \frac{3\$}{1 + 0,12 \times 0,25} = 2,9126\$$$

EL PRECIO DEL BONO ES IGUAL A 2,9126\$



ÁRBOL DEL BONO CERO CUPÓN DE VALOR NOMINAL DE 103\$ Y VENCIMIENTO EN MEDIO AÑO

En el momento $t = 0,25$

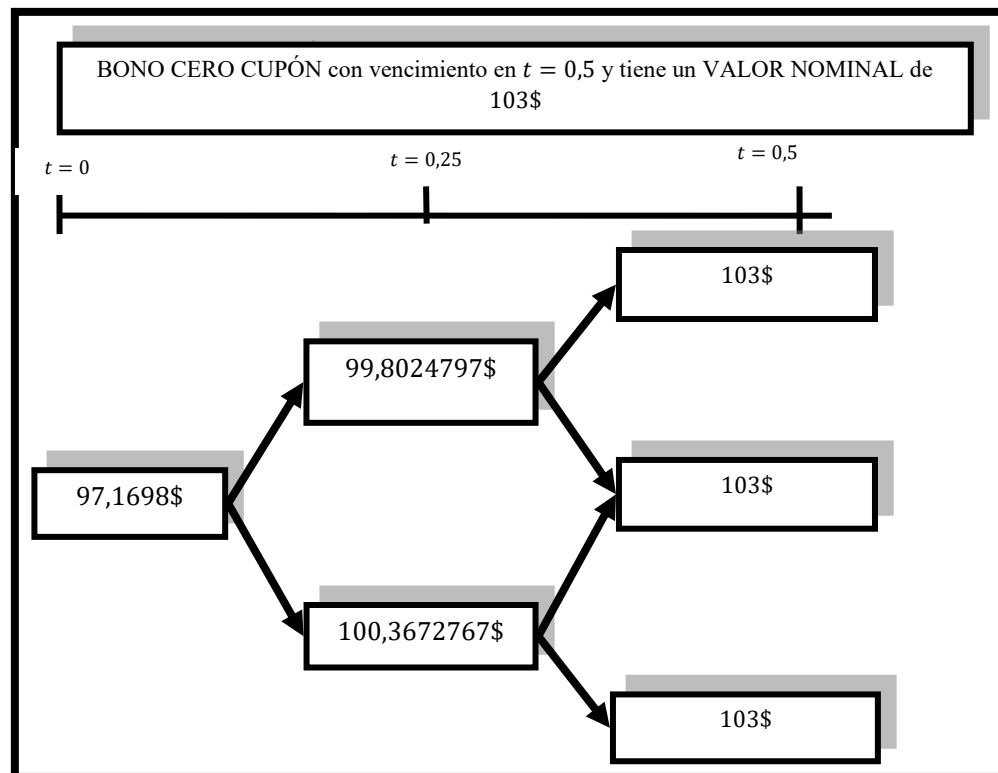
$$\frac{103\$}{1 + r_d \times \Delta t} = \frac{103\$}{1 + 0,104923574 \times 0,25} = 100,3672767\$$$

$$\frac{103\$}{1 + r_u \times \Delta t} = \frac{103\$}{1 + 0,128153942 \times 0,25} = 99,8024797\$$$

En el momento $t = 0$

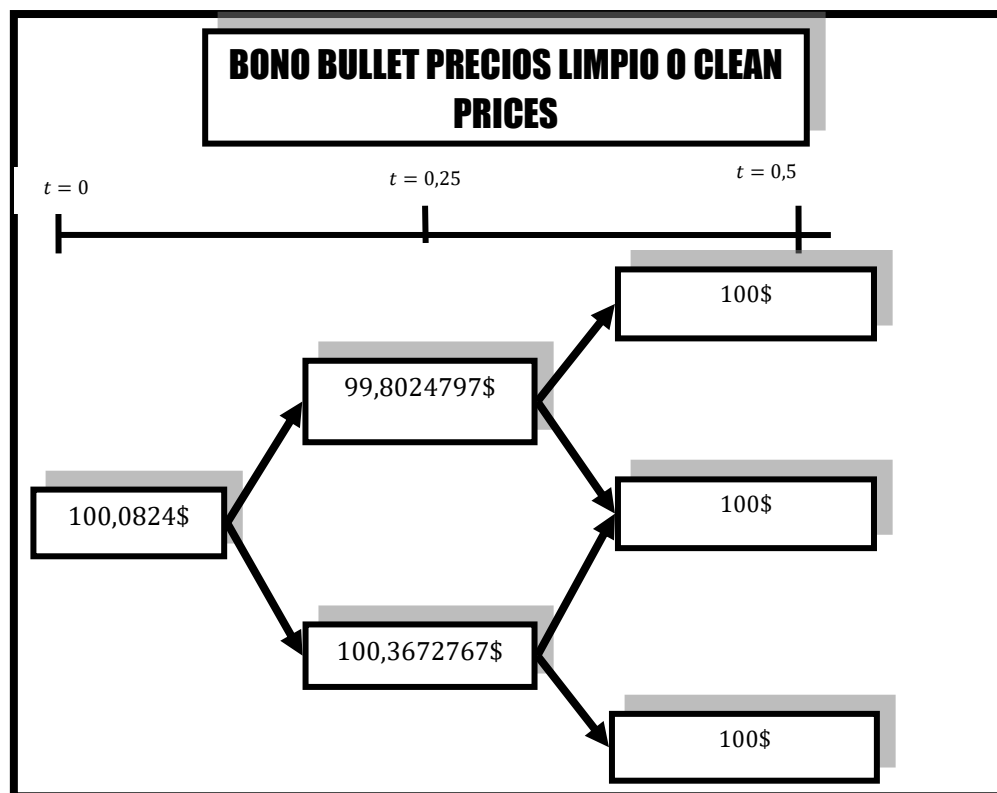
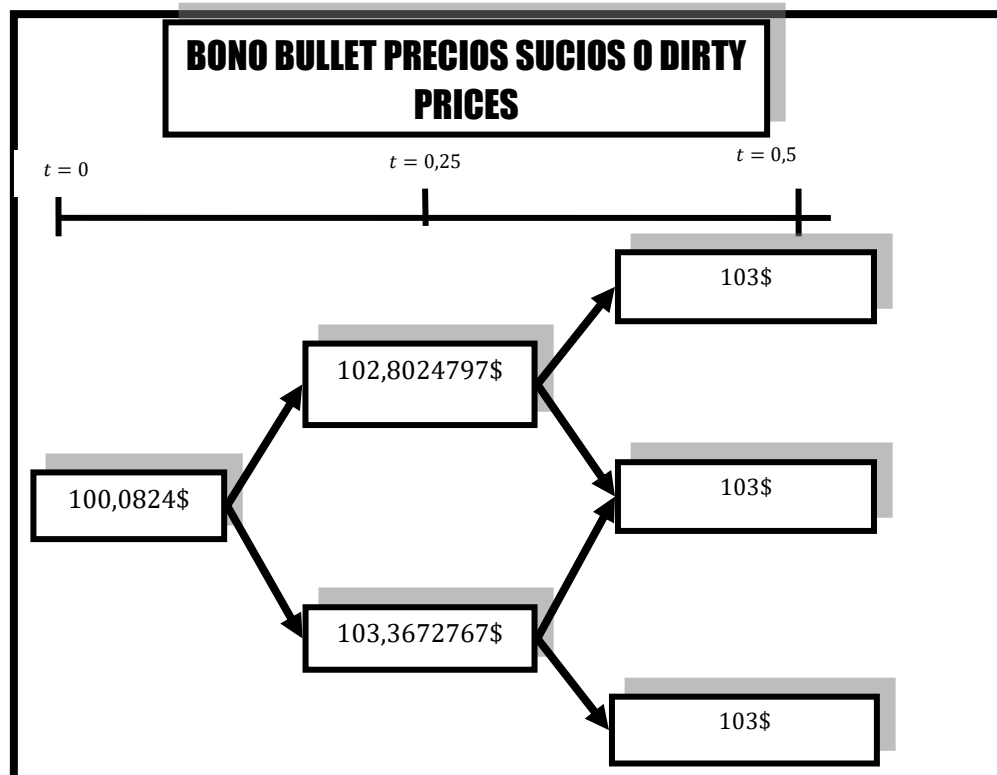
$$\frac{100,3672767\$ \times \frac{1}{2} + 99,8024797\$ \times \frac{1}{2}}{1 + r_0 \times \Delta t} = \frac{100,3672767\$ \times \frac{1}{2} + 99,8024797\$ \times \frac{1}{2}}{1 + 0,12 \times 0,25} = 97,1698\$$$

EL PRECIO DEL BONO ES IGUAL A 97,1698\$



ÁRBOL DE BONO BULLET

El árbol surge de la suma de los dos árboles que construimos. Por lo tanto el precio del BONO BULLET es igual la suma de los precios de los dos BONOS CERO CUPÓN



EL PRECIO DEL BONO ES IGUAL A 100,0824\$

Si quitamos los intereses en cada fecha cupón al BONO BULLET obtenemos los precios limpios o CLEAN PRICES.

Como podemos apreciar el BONO BULLET en el momento $t = 0$ cotiza SOBRE LA PAR porque su precio es de 100,0824\$ el cual es mayor al VALOR NOMINAL que es igual a 100\$.

EJERCICIO 64

RESOLUCIÓN

El enunciado nos habla de un activo, para la valuación de opciones a partir de BLACK AND SHOLES es importante indicar el tipo de activo. En este caso haremos el supuesto de que el activo es una acción que no paga dividendos.

PRECIO ACTUAL DE LA ACCIÓN QUE NO PAGA DIVIDENDOS

$$S_0 = 95\$$$

VOLATILIDAD ANUALIZADA DEL PRECIO

$$\sigma = 0,20$$

TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO ANUAL CON CAPITALIZACIÓN CONTINÚA

$$r = 0,10$$

PARTE a)

OPCIÓN DE VENTA EUROPEA SOBRE ACCIÓN QUE NO PAGA DIVIDENDOS

PRECIO DE EJERCICIO O STRIKE

$$K = 96\$$$

VENCIMIENTO DE LA OPCIÓN

Dos meses

FORMULA DE BLACK AND SHOLES PARA VALUAR UN PUT EUROPEO SOBRE ACCIÓN QUE NO PAGA DIVIDENDOS

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

Donde

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left[r + \frac{\sigma^2}{2}\right]T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Tenemos que

$$d_1 = 0,116702266$$

$$d_2 = 0,035052608$$

También

$$N(-d_1) = 0,453547997$$

$$N(-d_2) = 0,4860189$$

Por lo tanto

$$p = 96 \times e^{-0,10 \times \frac{2}{12}} \times (0,4860189) - 95 \times (0,453547997)$$

$$p = 2,799568422\$$$

PARTE b)

LA AFIRMACIÓN ES INCORRECTA PARA ESTE CASO PARTICULAR

Cuando se aumenta el número de pasos la prima del PUT AMERICANO converge a su valor exacto que es mayor que la prima del PUT EUROPEO. Esto ocurre porque hay momentos en los que es óptimo ejercer de manera anticipada el PUT AMERICANO.

Esto sí es cierto en el caso de la prima de un CALL AMERICANO SOBRE UNA ACCIÓN QUE NO PAGA DIVIDENDOS, la cual converge a la prima que surge de la formula de BLACK AND SHOLES del CALL EUROPEO.

PARTE c)

OPCIÓN DE COMPRA EUROPEA SOBRE ACCIÓN QUE NO PAGA DIVIDENDOS

PRECIO DE EJERCICIO O STRIKE

$$K = 94\$$$

VENCIMIENTO DE LA OPCIÓN

Dos meses

FORMULA DE BLACK AND SHOLES PARA VALUAR UN CALL EUROPEO SOBRE ACCIÓN QUE NO PAGA DIVIDENDOS

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

Donde

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left[r + \frac{\sigma^2}{2}\right]T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Tenemos que

$$d_1 = 0,374552816$$

$$d_2 = 0,292903157$$

También

$$N(d_1) = 0,646003465$$

$$N(d_2) = 0,61520191$$

Por lo tanto

$$c = 95 \times (0,646003465) - 94 \times e^{-0,10 \times \frac{2}{12}} \times (0,61520191)$$
$$c = 4,497178371\$$$

PARTE d)

LA AFIRMACIÓN ES INCORRECTA PARA ESTE CASO EN PARTICULAR

Porque al aumentar la cantidad de pasos la prima del CALL AMERICANO converge a la prima del CALL EUROPEO. Esto ocurre porque nunca es óptimo ejercer de manera anticipada una opción americana en el caso de una ACCIÓN QUE NO PAGA DIVIDENDOS.

EJERCICIO 34**RESOLUCIÓN****PRECIO LIBRE DE ARBITRAJE**

$$F_0 = S_0 \times e^{(r-q) \times T} = 400 \times e^{(0,1-0,04) \times \frac{4}{12}} = 408,080536$$

Como vemos el precio de futuros es menor por cual hay oportunidades de obtener una ganancia por arbitraje.

EN EL MOMENTO $t = 0$

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0$	
Tomar una posición SHORT en la cartera de acciones que subyacen al ÍNDICE al precio $S_0 = 400\$$	400\$
Tomar una POSICIÓN LONG en un CONTRATO SOBRE ÍNDICES con precio de futuro igual a $F_0 = 405\$$	0
Deposito a la tasa libre de riesgo	-400\$
BENEFICIO EN $t = 0$	0

EN EL MOMENTO $t = T$

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = T$	
Se cobra el depósito y teniendo en cuenta que HAY QUE PAGAR LOS RENDIMIENTOS QUE GENERARON LA CARTERA DE ACCIONES	$400\$ \times e^{(0,1-0,04) \times \frac{4}{12}} = 408,080536\$$
Se requiere devolver la cartera de acciones que se tomo a préstamo en el momento $t = 0$, por lo cual, se compran al precio futuro de $F_0 = 405\$$	-405\$
BENEFICIO EN $t = T$	3,080536\$

EJERCICIO 30**RESOLUCIÓN****PARTE a)****ACTIVO SUBYACENTE DEL CONTRATO A PLAZO**

Se trata de una acción que no paga dividendos

PRECIO ACTUAL DE LA ACCIÓN

$$S_0 = 40\$$$

TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO COMPUESTA CONTINUAMENTE

$$r = 0,10$$

PRECIO LIBRE DE ARBITRAJE

$$F_0 = S_0 \times e^{r \times T} = 40\$ \times e^{0,10} = 44,20683672\$$$

VALOR DEL CONTRATO EN EL MOMENTO INICIAL

Al momento inicial el valor del CONTRATO A PLAZO es de cero, por el hecho de que no tiene costo realizar este tipo de acuerdo.

PARTE b)

Pasaron 6 meses.....

PRECIO DE LA ACCIÓN EN EL MOMENTO $t = 0,5$

$$S_0 = 45\$$$

TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO COMPUESTA CONTINUAMENTE

$$r = 0,10$$

PRECIO LIBRE DE ARBITRAJE

$$F_{0,5} = S_{0,5} \times e^{r \times T} = 45\$ \times e^{0,10} = 49,73269131\$$$

VALOR DEL CONTRATO EN EL MOMENTO $t = 0,5$ DEL CONTRATO HECHO EN $t = 0$

La persona que realizó el contrato en el momento $t = 0$ lo conservó en su poder hasta el momento $t = 0,5$, donde realizar el mismo contrato, con todos los términos iguales exceptuando que cambio el precio de ejercicio del contrato el cual pasó a ser $F_{0,5}$.

El precio de ejercicio del contrato que se realiza en $t = 0,5$ es

$$F_{0,5} = 49,73269131\$$$

EN EL CASO DE UNA COMPRA**SE TOMA UNA POSICIÓN LONG EN EL CONTRATO A PLAZO**

Cuando se toma una posición larga o comprada en un contrato a plazo se busca asegurar un precio de compra en la fecha futura T , en este caso dentro de un año

Si el contrato de futuro que se realizó en $t = 0$ fue para comprar un activo, luego, en el momento $t = 0,5$ se tiene un contrato para comprar dentro de 6 meses al precio F_0 cuando realizar el mismo contrato tiene un precio de $F_{0,5}$ por lo cual el tenedor del primer contrato tiene una ganancia porque el pacto comprar el activo a un precio menor al que se puede realizar en $t = 0,5$.

EN LA FECHA DE ENTREGA DEL ACTIVO

CONTRATO DE FUTURO HECHO EN EL MOMENTO $t = 0$

PRECIO DE COMPRA $F_0 = 44,20683672\$$

CONTRATO DE FUTURO HECHO EN EL MOMENTO $t = 0,5$

PRECIO DE COMPRA $F_{0,5} = 49,73269131\$$

GANANCIA

$$F_{0,5} - F_0 = 49,73269131\$ - 44,20683672\$ = 5,52585459\$$$

GANANCIA EN EL MOMENTO $t = 0,5$

$$\frac{[F_{0,5} - F_0]}{e^{r \times \frac{1}{2}}} = \frac{5,52585459\$}{e^{0,10 \times 0,5}} = 5,256355482\$$$

El cual es el valor del contrato en el momento $t = 0,5$

EN EL CASO DE UNA VENTA

SE TOMA UNA POSICIÓN SHORT EN EL CONTRATO A PLAZO

Si el contrato de futuro que se realizó en $t = 0$ fue para vender un activo, luego

EN LA FECHA DE ENTREGA DEL ACTIVO

CONTRATO DE FUTURO HECHO EN EL MOMENTO $t = 0$

PRECIO DE VENTA $F_0 = 44,20683672\$$

CONTRATO DE FUTURO HECHO EN EL MOMENTO $t = 0,5$

PRECIO DE VENTA $F_{0,5} = 49,73269131\$$

PERDIDA

$$F_0 - F_{0,5} = 44,20683672\$ - 49,73269131\$ = -5,52585459\$$$

PERDIDA EN EL MOMENTO $t = 0,5$

$$\frac{[F_0 - F_{0,5}]}{e^{r \times \frac{1}{2}}} = \frac{-5,52585459\$}{e^{0,10 \times 0,5}} = -5,256355482\$$$

El cual es el valor del contrato en el momento $t = 0,5$.

EJERCICIO 25**RESOLUCIÓN****PARTE a)**

Para los pasos que siguen no es necesaria la volatilidad y luego de realizar una breve investigación he llegado a la conclusión de que está presente en el enunciado por error

ACTIVO SUBYACENTE DEL CONTRATO A PLAZO

Supongo que se trata de una acción que no paga dividendos

PRECIO ACTUAL DE LA ACCIÓN

$$S_0 = 70\$$$

TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO COMPUESTA CONTINUAMENTE

$$r = 0,08$$

PRECIO LIBRE DE ARBITRAJE

$$F_0 = S_0 \times e^{r \times T} = 70\$ \times e^{0,08 \times \frac{5}{12}} = 72,37265795\$$$

VALOR DEL CONTRATO EN EL MOMENTO INICIAL

Al momento inicial el valor del CONTRATO A PLAZO es de cero, por el hecho de que no tiene costo realizar este tipo de acuerdo.

PARTE b)

Pasaron 3 meses.....

PRECIO DE LA ACCIÓN EN EL MOMENTO $t = 0,25$

$$S_0 = 60\$$$

TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO COMPUESTA CONTINUAMENTE

$$r = 0,08$$

PRECIO LIBRE DE ARBITRAJE

$$F_{0,25} = S_{0,25} \times e^{r \times T} = 60\$ \times e^{0,08 \times \frac{2}{12}} = 60,80535712\$$$

VALOR DEL CONTRATO EN EL MOMENTO $t = 0,25$ DEL CONTRATO HECHO EN $t = 0$

La persona que realizó el contrato en el momento $t = 0$ lo conservó en su poder hasta el momento $t = 0,25$, donde realizar el mismo contrato, con todos los términos iguales exceptuando que cambio el precio de ejercicio del contrato el cual pasó a ser $F_{0,25}$.

El precio de ejercicio del contrato que se realiza en $t = 0,25$ es

$$F_{0,25} = 60,80535712\$$$

EN EL CASO DE UNA COMPRA

SE TOMA UNA POSICIÓN LONG EN EL CONTRATO A PLAZO

Cuando se toma una posición larga o comprada en un contrato a plazo se busca asegurar un precio de compra en la fecha futura T , en este caso dentro de un año

Si el contrato de futuro que se realizó en $t = 0$ fue para comprar un activo, luego, en el momento $t = 0,25$ se tiene un contrato para comprar dentro de 2 meses al precio F_0 cuando realizar el mismo contrato tiene un precio de $F_{0,25}$ por lo cual el tenedor del primer contrato tiene una ganancia porque el pacto comprar el activo a un precio menor al que se puede realizar en $t = 0,25$.

EN LA FECHA DE ENTREGA DEL ACTIVO**CONTRATO DE FUTURO HECHO EN EL MOMENTO $t = 0$**

$$\text{PRECIO DE COMPRA } F_0 = 72,37265795\$$$

CONTRATO DE FUTURO HECHO EN EL MOMENTO $t = 0,25$

$$\text{PRECIO DE COMPRA } F_{0,25} = 60,80535712\$$$

PERDIDA

$$F_{0,25} - F_0 = 60,80535712\$ - 72,37265795\$ = -11,56730083\$$$

PERDIDA EN EL MOMENTO $t = 0,5$

$$\frac{[F_{0,25} - F_0]}{e^{r \times \frac{1}{6}}} = \frac{-11,56730083\$}{e^{0,08 \times \frac{1}{6}}} = -11,4140938\$$$

Como el contrato hecho en $t = 0,25$ no tiene valor, luego, este es el valor del contrato hecho en $t = 0$ en el momento $t = 0,25$.

EJERCICIO 36**RESOLUCIÓN****ACTIVO SUBYACENTE DEL CONTRATO A PLAZO**

Se trata de una acción que no paga dividendos

PRECIO ACTUAL DE LA ACCIÓN

$$S_0 = 46,39\$$$

TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO COMPUESTA CONTINUAMENTE

$$r = 0,06$$

PRECIO LIBRE DE ARBITRAJE

$$F_0 = S_0 \times e^{r \times T} = 46,39\$ \times e^{0,06 \times \frac{15}{12}} = 50\$$$

PARTE a)

OPCIÓN DE COMPRA EUROPEO SOBRE FUTUROS

PRECIO DE EJERCICIO

$$K = 45\$$$

VENCIMIENTO

En un año $T = 0,5$ por lo tanto $\Delta t = 0,25$

La construcción un árbol de PRECIOS DE FUTUROS es semejante a una acción que paga rendimiento a una tasa continúa q y en donde la tasa es igual a

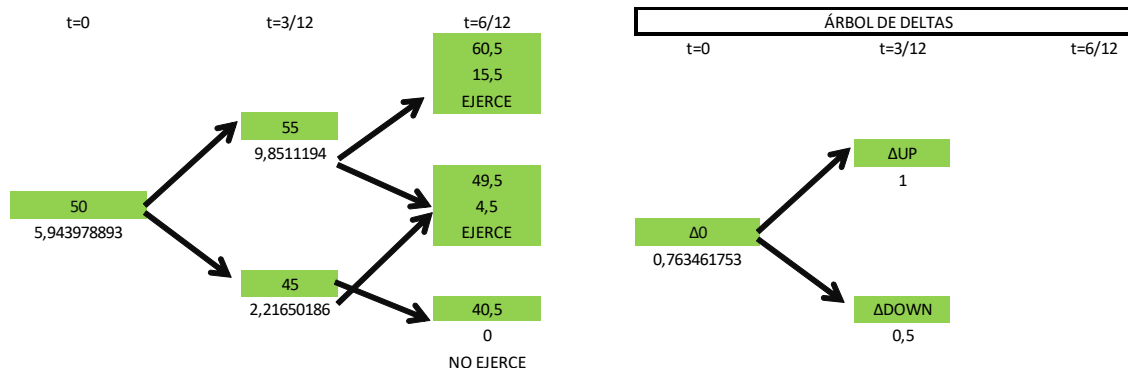
$$q = r$$

PROBABILIDADES RIESGO NEUTRO

$$P = \frac{1 - d}{u - d}$$

Los cálculos se resumen en la siguiente tabla

FUTUROS		DATOS	DATOS DEL CALL EUROPEO SOBRE FUTUROS
u	1,10	VOLATILIDAD DEL PRECIO DE FUTURO	STRIKE
d	0,90		
a	1	TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTA	VENCIMIENTO
p	0,5		
$(1 - p)$	0,5	RENDIMIENTO	$FD = 0,9851119$
F_0	50\$	$q = r = 0,06$	$\Delta t = 0,25$



PARTE b)

CALL-PUT-PARITY PARA OPCIONES SOBRE FUTUROS

$$c + K \times e^{-r \times T} = p + F_0 \times e^{-r \times T}$$

Por lo tanto

$$5,943978893\$ + 45\$ \times e^{-0,06 \times 0,5} = p + 50 \times e^{-0,06 \times 0,5}$$

$$p = 1,091751225\$$$

PARTE c)

PRECIO DE FUTUROS COMO UN ACTIVO QUE PROPORCIONA UN RENDIMIENTO

Hay un resultado general que hace que el análisis de las opciones sobre futuros sea semejante al análisis de las opciones sobre una acción que paga un rendimiento de dividendos conocido. Este resultado es que los precios de futuros se comportan de la misma forma que una acción que paga un rendimiento de dividendos igual a la tasa de interés libre de riesgo doméstica r . Esto último implica que $r = q$

PRIMERA SEÑAL

Una señal de ellos se cuando comparamos las ecuaciones de la probabilidad riesgo neutro de ambas

PROBABILIDAD RIESGO NEUTRO DE UN ACCIÓN QUE PAGA UN RENDIMIENTO DE DIVIDENDOS CONOCIDO

$$p = \frac{e^{r-q} - d}{u - d}$$

PROBABILIDAD RIESGO NEUTRO DE FUTUROS

$$p = \frac{1 - d}{u - d}$$

SEGUNDA SEÑAL

Otra señal es cuando comparamos los límites inferiores de los precios opciones y la CALL-PUT-PARITY tanto de futuros como de acciones que pagan un rendimiento de dividendos. Cuando reemplazamos por los precios de futuros y $q = r$ los límites inferiores de los precios opciones y la CALL-PUT-PARITY de la acción que paga un rendimiento de dividendos es igual a la de futuros.

TERCERA SEÑAL

Un contrato a futuro requiere una inversión inicial para llevarse a cabo de cero. Por lo cual en un mundo neutral al riesgo, el beneficio esperado de una inversión de cero también debe ser de cero. Se deduce que la tasa de crecimiento esperada del precio de futuros en un mundo neutral al riesgo debe de ser de cero.

Una acción que paga un rendimiento de dividendos crece a una tasa de crecimiento esperada de $r - q$ en un mundo neutral al riesgo. Si establecemos que $r = q$ luego la tasa de crecimiento de la acción es de cero, lo que es semejante a un precio de futuros.

PARTE d)

OPORTUNIDADES DE ARBITRAJE CUANDO NO SE CUMPLE LA CALL-PUT PARITY SOBRE FUTUROS

$$F_0 = 50\$ \quad K = 45\$ \quad r = 6\% \text{ anual} \quad T = 6 \text{ meses} \quad p = 1,091751225\$ \quad c = 5\$$$

CARTERA A

Posición LONG en una opción de compra europea SOBRE FUTUROS CALL con precio de ejercicio igual a K con fecha de vencimiento T y monto de DINERO igual a Ke^{-rT}

CARTERA C

Posición LONG en una opción de venta europea SOBRE FUTUROS PUT con precio de ejercicio igual a K con fecha de vencimiento T más posición LONG en un contrato de futuros y un monto de DINERO igual a F_0e^{-rT} , donde F_0 es el precios sobre futuros.

VALOR DE LAS CARTERAS EN EL MOMENTO $t = 0$

CARTERA A

$$c + K \times e^{-r \times T} = 5\$ + 45\$e^{-0,06 \times \frac{6}{12}} = 48,67\$$$

CARTERA C

$$p + F_0 \times e^{-r \times T} = 1,091751225\$ + 50\$e^{-0,06 \times \frac{6}{12}} = 49,6140279\$$$

Para que no existan oportunidades de obtener una ganancia segura y sin colocar capital ambas carteras deberían tener el mismo valor. Pero como vemos

CARTERA A < CARTERA C

Por lo tanto no se cumple la CALL-PUT PARITY y por ende se puede obtener una ganancia por arbitraje

La CARTERA C está sobrevaluada con respecto a la CARTERA A

ESTRATEGIA DE ARBITRAJE

Comprar la CARTERA A (barata) y vender en descubierto la CARTERA C (más cara)

Siempre vendemos en descubierto la cartera sobrevaluada.

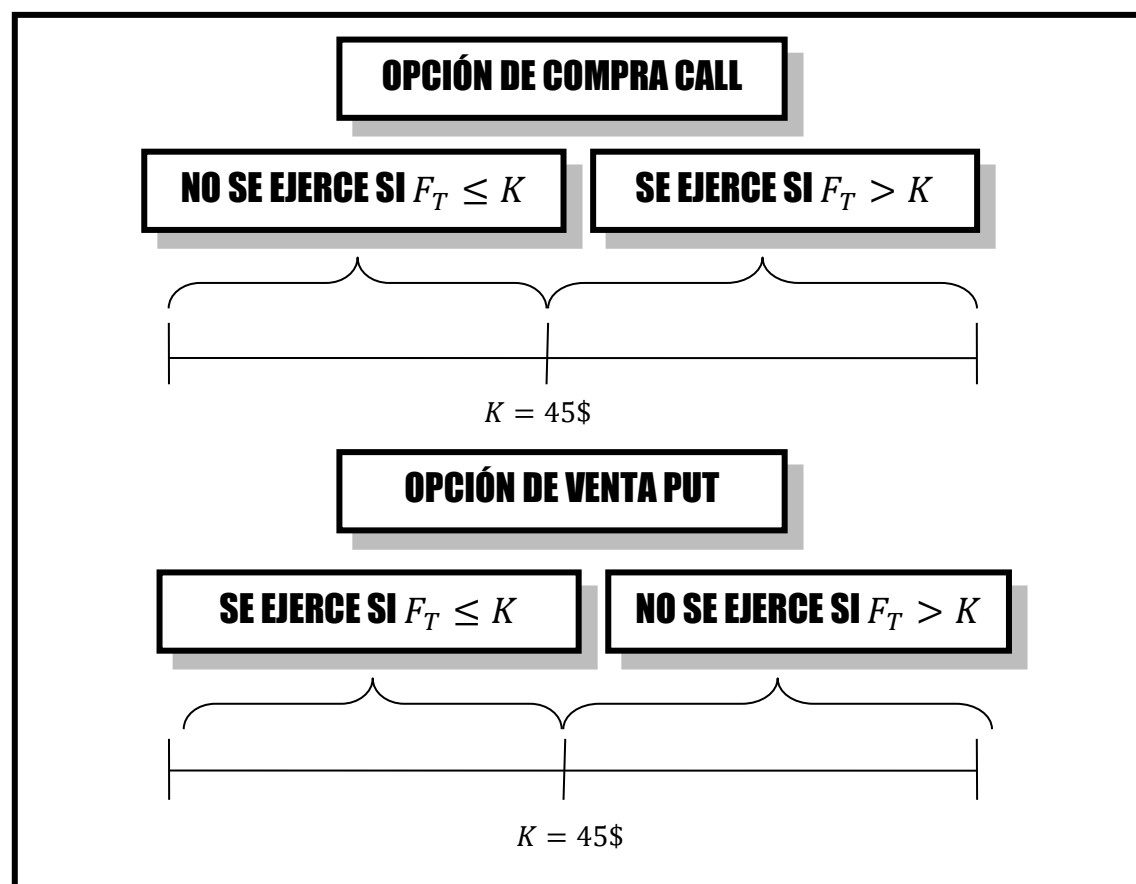
LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0$	
Tomar una posición LONG en una opción de compra CALL SOBRE FUTUROS	-5\$
PRESTAMO A PAGAR EN 6 MESES	50,29824878\$
Tomar una posición SHORT en una opción de compra PUT SOBRE FUTUROS	1,091751225\$
Tomar una POSICIÓN SHORT en un CONTRATO A FUTURO con precio de ejercicio $F_0 = 50\$$	0\$
DEPOSITO A COBRAR EN 6 MESES	$-F_0 \times e^{0,06 \times 0,5} = 46,39\$$
BENEFICIO EN $t = 0$	0

Pasaron 6 meses.....

Hay dos posibles escenarios

ESCENARIO $F_T > 45\$$

ESCENARIO $F_T < 45\$$



POSICIÓN LONG EN CALL

Si se EJERCE el CALL se COMPRA el FUTURO al precio K

POSICIÓN SHORT EN PUT

Si el tomador EJECE el PUT se compra el FUTURO al precio K

Como deducimos de analizar el gráfico en cualquiera de los dos escenarios que son posibles tomamos una POSICIÓN LONG en un CONTRATO A FUTURO al precio de ejercicio K ya que si

ESCENARIO $F_T > 45\$$

Se ejerce el CALL y se compra el CONTRATO A FUTURO

ESCENARIO $F_T < 45\$$

El tomador ejerce el PUT y al ser el lanzador del mismo se está obligado a tomar una POSICIÓN LONG en el CONTRATO A FUTURO

Es importante recordar que tanto el PUT como el CALL tienen misma fecha de vencimiento T y precio de ejercicio K.

ESCENARIO $F_T \geq K$ por lo tanto se EJERCE el CALL

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0,5$	
Se cobra el deposito	$46,39\$ \times e^{0,06 \times 0,5} = 50\$$
PAGAR PRESTAMO	$-50,29824878\$ \times e^{0,06 \times 0,5} = -51,8300585\$$
VALOR DEL CONTRATO A FUTURO EN POSICIÓN SHORT HECHO EN $t = 0$	$50\$ - F_T$
EJERCE el CALL	$F_T - 45\$$
BENEFICIO	3,1699415\$

ESCENARIO $F_T < K$ por lo tanto el tomador EJERCE el PUT

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0,5$	
Se cobra el deposito	$46,39\$ \times e^{0,06 \times 0,5} = 50\$$
PAGAR PRESTAMO	$-50,29824878\$ \times e^{0,06 \times 0,5} = -51,8300585\$$
VALOR DEL CONTRATO A FUTURO EN POSICIÓN SHORT HECHO EN $t = 0$	$50\$ - F_T$
EJERCE el PUT	$F_T - 45\$$
BENEFICIO	3,1699415\$

EJERCICIO 42**RESOLUCIÓN****OPORTUNIDADES DE ARBITRAJE CUANDO NO SE CUMPLE LA CALL-PUT PARITY SOBRE FUTUROS**

$$F_0 = 2,4002\$ \quad K = 2,35\$ \quad r = 12,4224\% \text{ anual} \quad T = 6 \text{ meses} \quad p = 0,20\$ \quad c = 0,20719\$$$

CARTERA A

Posición LONG en una opción de compra europea SOBRE FUTUROS CALL con precio de ejercicio igual a K con fecha de vencimiento T y monto de DINERO igual a Ke^{-rT}

CARTERA C

Posición LONG en una opción de venta europea SOBRE FUTUROS PUT con precio de ejercicio igual a K con fecha de vencimiento T más posición LONG en un contrato de futuros y un monto de DINERO igual a F_0e^{-rT} , donde F_0 es el precios sobre futuros.

VALOR DE LAS CARTERAS EN EL MOMENTO $t = 0$ **CARTERA A**

$$c + K \times e^{-r \times T} = 0,20719\$ + 2,35\$e^{-0,124224 \times 0,50} = 2,415667421\$$$

CARTERA C

$$p + F_0 \times e^{-r \times T} = 0,20\$ + 2,4002\$e^{-0,124224 \times 0,50} = 2,455654257\$$$

Para que no existan oportunidades de obtener una ganancia segura y sin colocar capital ambas carteras deberían tener el mismo valor. Pero como vemos

$$\text{CARTERA A} < \text{CARTERA C}$$

Por lo tanto no se cumple la CALL-PUT PARITY y por ende se puede obtener una ganancia por arbitraje

La CARTERA C está sobrevaluada con respecto a la CARTERA A

ESTRATEGIA DE ARBITRAJE

Comprar la CARTERA A (barata) y vender en descubierto la CARTERA C (más cara)

Siempre vendemos en descubierto la cartera sobrevaluada.

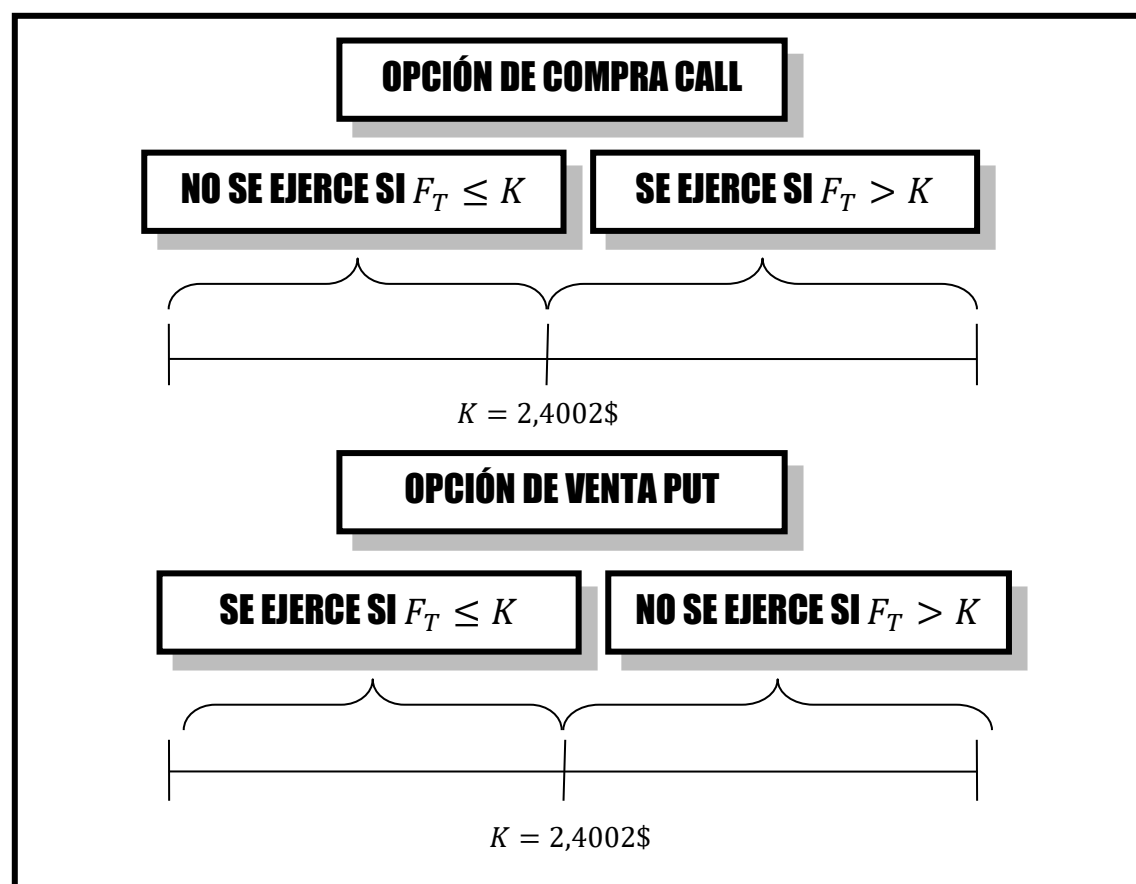
LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0$	
Tomar una posición LONG en una opción de compra CALL SOBRE FUTUROS	-0,20719\$
PRESTAMO A PAGAR EN 6 MESES	2,26284257\$
Tomar una posición SHORT en una opción de venta PUT SOBRE FUTUROS	0,20\$
Tomar una POSICIÓN SHORT en un CONTRATO A FUTURO con precio de ejercicio $F_0 = 2,4002\$$	0\$
DEPOSITO A COBRAR EN 6 MESES	$-F_0 e^{-rT} = 2,4002\$ \times e^{-0,124224 \times 0,5} = -2,25565257\$$
BENEFICIO EN $t = 0$	0

Pasaron 6 meses.....

Hay dos posibles escenarios

ESCENARIO $F_T > 2,4002\$$

ESCENARIO $F_T < 2,4002\$$



POSICIÓN LONG EN CALL

Si se EJERCE el CALL se toma una posición COMPRADA en el FUTURO al precio K

POSICIÓN SHORT EN PUT

Si el tomador EJERCE el PUT se toma una posición COMPRADA el FUTURO al precio K

Como deducimos de analizar el gráfico en cualquiera de los dos escenarios que son posibles tomamos una POSICIÓN LONG en un CONTRATO A FUTURO al precio de ejercicio K ya que si

ESCENARIO $F_T > 45\$$

Se ejerce el CALL y se toma una POSICIÓN LONG en el CONTRATO A FUTURO

ESCENARIO $F_T < 45\$$

El tomador ejerce el PUT y se toma una POSICIÓN LONG en el CONTRATO A FUTURO

Es importante recordar que tanto el PUT como el CALL tienen misma fecha de vencimiento T y precio de ejercicio K.

ESCENARIO $F_T \geq K$ por lo tanto se EJERCE el CALL

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0,5$	
Se cobra el deposito	2,4002\$
PAGAR PRESTAMO	$-2,26284257\$ \times e^{0,124224 \times 0,5} = -2,407848951\$$
VALOR DEL CONTRATO A FUTURO EN POSICIÓN SHORT HECHO EN $t = 0$	$2,4002\$ - F_T$
EJERCE el CALL	$F_T - 2,35\$$
BENEFICIO	0,042551049\$

ESCENARIO $F_T < K$ por lo tanto el tomador EJERCE el PUT

LAS ACCIONES A SEGUIR EN $t = 0,5$	
Se cobra el deposito	2,4002\$
PAGAR PRESTAMO	$-2,26284257\$ \times e^{0,124224 \times 0,5} = -2,407848951\$$
VALOR DEL CONTRATO A FUTURO EN POSICIÓN SHORT HECHO EN $t = 0$	$2,4002\$ - F_T$
EJERCE el PUT	$F_T - 2,35\$$
BENEFICIO	0,042551049\$

EJERCICIO 7

RESOLUCIÓN

PARTE a)

VALOR NOMINAL

Es de 100\$

PLAZO DEL BONO

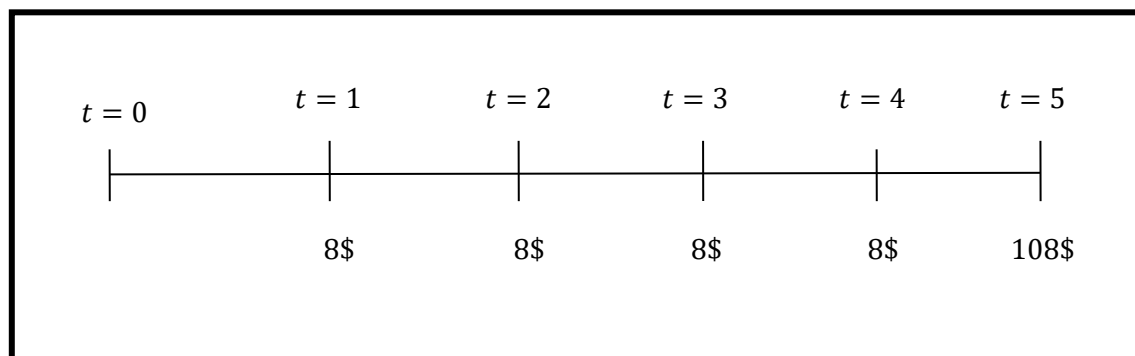
Tiene una vida de 5 años

TASA CUPÓN

Es de 8% efectiva anual

La TIR del BONO compuesta continuamente

$$\delta = 11\%$$

**PRECIO DEL BONO BULLET**

$$PRECIO = 8\$ \times e^{-0,11 \times 1} + 8\$ \times e^{-0,11 \times 2} + 8\$ \times e^{-0,11 \times 3} + 8\$ \times e^{-0,11 \times 4} + 108\$ \times e^{-0,11 \times 5}$$

$$PRECIO = 86,80108422\$$$

PARTE b)

La formula de la DURATION es igual a

$$DUR = \frac{\sum_{t=1}^5 t \times c_t}{PRECO\ DEL\ BONO}$$

Por lo cual

$$DUR = \frac{1 \times 8\$ \times e^{-0,11 \times 1} + 2 \times 8\$ \times e^{-0,11 \times 2} + 3 \times 8\$ \times e^{-0,11 \times 3} + 4 \times 8\$ \times e^{-0,11 \times 4} + 5 \times 108\$ \times e^{-0,11 \times 5}}{86,80108422\$}$$

$$DUR = 4,25597456$$

PARTE c)

Se produce una caída en la YIELD to MATURITY o la TIR del BONO del 0,2%

ANTIGUA TIR

$$\delta_{ANTIGUA} = 11\%$$

NUEVA TIR

$$\delta_{NUEVA} = 10,8\%$$

Tenemos que la formula de la DURATION MODIFICADA es igual a

$$DM = \frac{DUR}{e^{\delta}}$$

Por lo tanto

$$DM = \frac{4,25597456}{e^{0,11}} = 3,81264729$$

DERIVADA PRIMERA DEL PRECIO DEL BONO CON RESPECTO A LA TIR

$$\frac{dp}{dTIR} = -DM \times p$$

Por lo tanto

$$dp = p' \times dTIR$$

CAMBIO ABSOLUTO DEL PRECIO DEL BONO ANTE UN CAMBIO ABSOLUTO INFINITESIMAL DE LA TIR

$$dp = [-DM \times p] \times dTIR$$

CAMBIO RELATIVO DEL PRECIO DEL BONO ANTE UN CAMBIO ABSOLUTO INFINITESIMAL DE LA TIR

$$\frac{dp}{p} = -DM \times dTIR$$

CAMBIO RELATIVO

$$\frac{dp}{p} = -DM \times [\delta_{NUEVA} - \delta_{ANTIGUA}]$$

$$\frac{dp}{p} = -3,81264729 \times [0,108 - 0,11] = 0,00762529458$$

Si la caída de la TIR compuesta continúa es de 0,2%, luego, el precio del bono bullet sube de valor un 0,7625%.

CAMBIO ABSOLUTO

$$dp = 0,00762529458 \times p$$

$$dp = 0,00762529458 \times 86,80108422\$ = 0,661883837\$$$

PRECIO NUEVO

$$PRECIO\ NUEVO = 87,462966806\$$$

PARTE d)

En el punto anterior hicimos una aproximación del cambio relativo y absoluto que se daría en el valor del precio del bono ante un cambio en la TIR del 0,2% y calculamos una aproximación del precio del bono después del cambio en la TIR. Ahora haremos los cálculos exactos de esos valores.

PRECIO NUEVO DEL BONO BULLET

$$PRECIO\ NUEVO = 8\$ \times e^{-0,108 \times 1} + 8\$ \times e^{-0,108 \times 2} + 8\$ \times e^{-0,108 \times 3} + 8\$ \times e^{-0,108 \times 4} + 108\$ \times e^{-0,108 \times 5}$$

$$PRECIO\ NUEVO = 87,5433914\$$$

CAMBIO ABSOLUTO

$$PRECIO\ NUEVO - PRECIO\ ANTIGUO = 0,74230718\$$$

CAMBIO RELATIVO

$$\frac{PRECIO\ NUEVO - PRECIO\ ANTIGUO}{PRECIO\ ANTIGUO} = \frac{0,74230718\$}{86,80108422\$} = 0,008551819216$$

EJERCICIO 8

RESOLUCIÓN

PARTE a)

VALOR NOMINAL

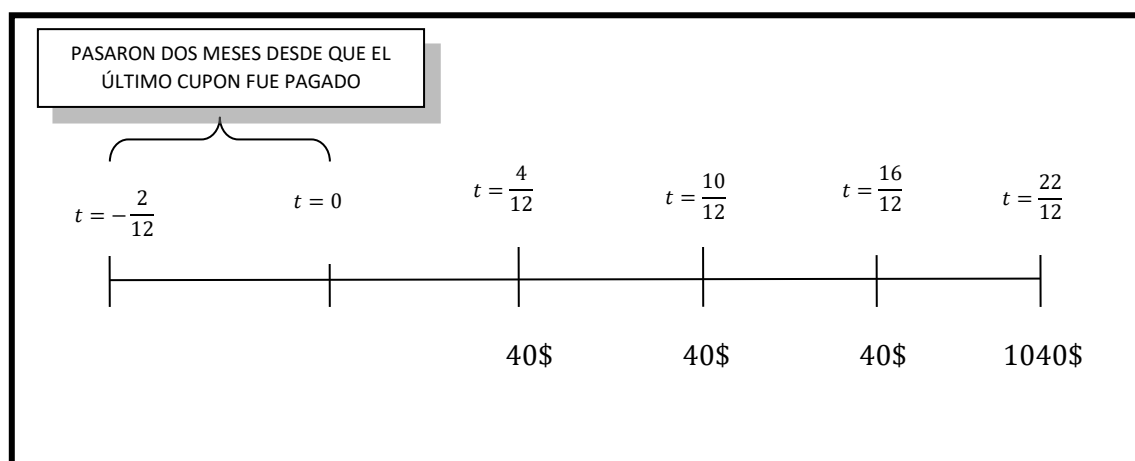
Es de 1000\$

PLAZO DEL BONO

Tiene una vida de 22 meses

CUPÓN

Paga cupones cada seis meses de 40\$



ESTRUCTURA DE TASAS DE INTERÉS COMPUESTA SEMESTRALMENTE ANUALES CONTINÚA

<i>t en meses</i>	LIBOR SPOT CONTINÚA
4	8%
10	8,5%
16	9%
22	9,5%

PRECIO DEL BONO BULLET

$$PRECIO = 40\$ \times e^{-0,08 \times \frac{4}{12}} + 40\$ \times e^{-0,085 \times \frac{10}{12}} + 40\$ \times e^{-0,09 \times \frac{16}{12}} + 1040\$ \times e^{-0,095 \times \frac{22}{12}}$$

$$PRECIO = 985,452068\$$$

CALCULO DE LA TIR DEL BONO

Realizar esto a mano es una tarea poco sencilla por cual utilizaré la función TIR.NO.PER que permite realizar los cálculos cuando como en este caso no todos los intervalos de tiempo son iguales. La función nos devuelve la TIR efectiva anual. Se hace necesario utilizar fechas para los realizar los cálculos

EJERCICIO 8

FECHAS	PAYOFFS
01/01/2013	-985,4520676
01/05/2013	40
01/11/2013	40
01/05/2014	40
01/11/2014	1040

TIR	0,099225181
-----	-------------

FORMULAS

=TIR.NO.PER (MATRIZ DE VALORES; MATRIZ DE FECHAS)

RESULTADO

$$TIR = 0,099225181$$

O también podemos utilizar una calculadora

PARTE b)

La formula de la DURATION es igual a

$$DUR = \frac{\sum_{t=1}^5 t \times c_t}{PRECO\ DEL\ BONO}$$

Por lo cual

$$DUR = \frac{\frac{4}{12} \times 40\$ \times e^{-0,08 \times \frac{4}{12}} + \frac{10}{12} \times 40\$ \times e^{-0,085 \times \frac{10}{12}} + \frac{16}{12} \times 40\$ \times e^{-0,09 \times \frac{16}{12}} + \frac{22}{12} \times 1040\$ \times e^{-0,095 \times \frac{22}{12}}}{985,452068\$}$$

$$DUR = 1,71823465$$

NUEVA ESTRUCTURA DE TASAS DE INTERÉS COMPUESTA SEMESTRALMENTE ANUALES CONTINÚA

<i>t en meses</i>	LIBOR SPOT CONTINÚA
4	8,5%
10	9%
16	9,5%
22	10%

La suba en 50 puntos básicos implica un alza del 0,5% ya que 100 puntos básicos implican el 1%.

Tenemos que la formula de la DURATION MODIFICADA es igual a

$$DM = \frac{DUR}{1 + TIR_0}$$

Por lo tanto

$$DM = \frac{1,71823465}{1 + TIR_0} = 1,56313254$$

DERIVADA PRIMERA DEL PRECIO DEL BONO CON RESPECTO A LA TIR

$$\frac{dp}{dTIR} = -DM \times p$$

Por lo tanto

$$dp = p' \times dTIR$$

CAMBIO ABSOLUTO DEL PRECIO DEL BONO ANTE UN CAMBIO ABSOLUTO INFINITESIMAL DE LA TIR

$$dp = [-DM \times p] \times dTIR$$

CAMBIO RELATIVO DEL PRECIO DEL BONO ANTE UN CAMBIO ABSOLUTO INFINITESIMAL DE LA TIR

$$\frac{dp}{p} = -DM \times dTIR$$

Como vemos debemos calcular la TIR_{NUEVA} y por lo tanto también el PRECIO NUEVO

PRECIO NUAVO DEL BONO BULLET

$$PRECIO\ NUEVO = 40\$ \times e^{-0,085 \times \frac{4}{12}} + 40\$ \times e^{-0,09 \times \frac{10}{12}} + 40\$ \times e^{-0,095 \times \frac{16}{12}} + 1040\$ \times e^{-0,1 \times \frac{22}{12}}$$

$$PRECIO\ NUEVO = 977,02364\$$$

Donde

$$TIR_{NUEVA} = 0,104735404$$

CAMBIO RELATIVO

$$\frac{dp}{p} = -DM \times [TIR_{NUEVA} - TIR_{ANTIGUA}]$$

$$\frac{dp}{p} = -1,56313254 \times [0,104735404 - 0,099225181] = -0,00861321$$

Si la SUBA de la TIR es de 0,5510223%, luego, el precio del bono bullet CAE de valor un 0,861321%.

CAMBIO ABSOLUTO

$$dp = -0,00861321 \times p$$

$$dp = -0,00861321 \times 985,452068\$ = 8,487905607\$$$

PARTE c)

CONTRATO A PLAZO SOBRE EL BONO BULLET

PLAZO

11 meses

TASA LIBRE DE RIESGO COMPUESTA CONTINÚA A 11 MESES

$$r = 8,4\%$$

PRECIO LIBRE DE ARBITRAJE DE UN CONTRATO A PLAZO SOBRE EL BONO BULLET

$$F_0 = (P_0 - I) \times e^{r \times T}$$

Donde P_0 es el precio hoy del BONO BULLET, I es el valor actual de los cupones a pagar antes de la fecha de vencimiento del contrato a plazo

$$F_0 = \left(P_0 - C_1 \times e^{-0,084 \times \frac{4}{12}} - C_2 \times e^{-0,084 \times \frac{10}{12}} \right) \times e^{0,084 \times \frac{11}{12}}$$

Donde

$$I = 40\$ \times e^{-0,084 \times \frac{4}{12}} + 40 \times e^{-0,084 \times \frac{10}{12}} = 76,191287747\$$$

Por lo tanto

$$F_0 = (985,452068\$ - 76,191287747\$) \times e^{0,084 \times \frac{11}{12}} = 982,0399011\$$$

EJERCICIO 13

RESOLUCIÓN

PARTE a)

El RENDIMIENTO AL VENCIMIENTO de un bono es la TIR del mismo.

RELACIÓN FUNDAMENTAL EN BONOS

El PRECIO DEL BONO cambia en relación inversa al cambio unitario de la TASAINTERNA DE RETORNO TIR.

EL PRECIO DEL BONO COTIZA AL VALOR PAR

Tasa Cupón IGUAL Tasa Interna de Retorno

EL PRECIO DEL BONO COTIZA SOBRE EL VALOR PAR

Tasa Cupón MAYOR Tasa Interna de Retorno

EL PRECIO DEL BONO COTIZA MENOR AL VALOR PAR

Tasa Cupón MENOR Tasa Interna de Retorno

CURRENT YIELD o LA TASA DE RENDIMIENTO POR CUPONES

Relación entre el interés anual que paga el título y su precio

Se utiliza esta medida básica de rendimiento en los BONOS BULLET.

$$CURRENT YIELD = \frac{i_{CUPÓN} \times VN}{PRECIO DEL BONO}$$

Si el BONO cotiza a la PAR, luego

$$PRECIO DEL BONO = VN$$

$$TIR = i_{CUPÓN}$$

$$CURRENT YIELD = \frac{i_{CUPÓN} \times VN}{VN} = i_{CUPÓN} = TIR$$

Como vemos el numerador siempre es el mismo pero el denominador varia con el precio del bono.

Por lo tanto si el BONO cotiza BAJO LA PAR, luego

$$PRECIO DEL BONO < VN$$

$$TIR > i_{CUPÓN}$$

Por lo tanto

$$CURRENT YIELD = \frac{i_{CUPÓN} \times VN}{PRECIO DEL BONO < VN} > i_{CUPÓN}$$

Por lo tanto si el BONO cotiza SOBRE LA PAR, luego

$$PRECIO DEL BONO > VN$$

$$TIR < i_{CUPÓN}$$

Por lo tanto

$$CURRENT YIELD = \frac{i_{CUPÓN} \times VN}{PRECIO DEL BONO > VN} < i_{CUPÓN}$$

ESCENARIO I

$$TIR = CURRENT YIELD$$

ENTONCÉS EL BONO BULLET COTIZA A LA PAR

$$P = VN$$

ESCENARIO II

$$TIR < CURRENT YIELD$$

LUEGO EL BONO BULLET COTIZA SOBRE LA PAR

$$P > VN$$

Porque para llegar a una igualdad entre ellas hay que SUBIR el valor de la TIR y de esta manera BAJAR EL PRECIO DEL BONO. Este tiene que bajar de valor para ser igual al VN. Por lo tanto como hay que BAJAR DE VALOR AL PRECIO DEL BONO llegamos a la conclusión de que el BONO cotiza SOBRE LA PAR

ESCENARIO III

$$TIR > CURRENT YIELD$$

$$P < VN$$

Porque para llegar a una igualdad entre ellas hay que bajar el valor de la TIR y de esta manera SUBIR EL PRECIO DEL BONO. Este tiene que subir de valor para ser igual al VN. Por lo tanto como hay que SUBIR DE VALOR AL PRECIO DEL BONO llegamos a la conclusión de que el BONO cotiza BAJO LA PAR

TASA INTERNA DE RETORNO TIR

$$TIR = 10\%$$

CURRENT YIELD

$$CY = 9\%$$

Por lo tanto el BONO BULLET cotiza BAJO LA PAR.

PARTE b)

Si el BONO cotiza BAJO LA PAR, luego

$$PRECIO DEL BONO < VN$$

$$TIR > i_{CUPÓN}$$

Por lo tanto

$$CURRENT YIELD = \frac{i_{CUPÓN} \times VN}{PRECIO DEL BONO < VN} > i_{CUPÓN}$$

Por lo tanto

$$9\% > i_{CUPÓN}$$

Por lo tanto la TASA CUPÓN debe ser menor al 9%.

PARTE c)

TASA CUPON NOMINAL ANUAL QUE CAPITALIZA CADA SEIS MESES

$$8\%$$

Por lo cual hay que llevarla a efectiva

$$i_{CUPÓN} = TNA_{CUPÓN} \times \frac{180}{360} = \frac{8\%}{2} = 4\%$$

VALOR NOMINAL DEL BONO BULLET

Se hace el supuesto que es de 100\$

Con los datos armamos la siguiente tabla

t	TASA CONTINÚA	$V(0; t)$	PAYOFFS
0,5	0,07	0,96560542	4
1	0,075	0,92774349	4
1,5	0,08	0,88692044	4
2	0,085	0,84366482	4
2,5	0,09	0,79851622	4
3	0,095	0,75201425	104

Luego calculamos el precio del BONO BULLET para luego calcular la TIR del bono.

$$p = 4\$ \times V(0; 0,5) + 4\$ \times V(0; 1) + 4\$ \times V(0; 1,5) + 4\$ \times V(0; 2) + 4\$ \times V(0; 2,5) + 104 \times V(0; 3,5)$$

Por lo cual el precio es igual a

$$PRECIO\ DEL\ BONO = 95,8992839\$$$

CALCULO DE TIR SEMESTRAL DEL BONO

t	PAYOFFS
0	-95,89928395
0,5	4
1	4
1,5	4
2	4
2,5	4
3	104

TIR semestral	0,048028254
---------------	-------------

Los cálculos se realizaron con el EXCEL utilizando la función TIR la cual devuelve la tasa periódica, en este caso, semestral

$$=TIR (PAYOFFS\ DEL\ BONO\ BULLET)$$

PARTE d)

Si un BONO BULLET cotiza A LA PAR, luego

$$PRECIO\ DEL\ BONO = VALOR\ NOMINAL$$

Por lo tanto

$$100\$ = i_{CUPÓN} \times 100\$ \times V(0; 0,5) + i_{CUPÓN} \times 100\$ \times V(0; 1) + i_{CUPÓN} \times 100\$ \times V(0; 1,5) + i_{CUPÓN} \times 100\$ \times V(0; 2) + 100\$ \times V(0; 2)$$

$$1 = i_{CUPÓN} \times V(0; 0,5) + i_{CUPÓN} \times V(0; 1) + i_{CUPÓN} \times V(0; 1,5) + i_{CUPÓN} \times V(0; 2) + V(0; 2)$$

$$1 - V(0; 2) = i_{CUPÓN} \times [V(0; 0,5) + V(0; 1) + V(0; 1,5) + V(0; 2)]$$

$$i_{CUPÓN} = \frac{1 - V(0; 2)}{[V(0; 0,5) + V(0; 1) + V(0; 1,5) + V(0; 2)]}$$

$$i_{CUPÓN} = \frac{0,15633518}{3,62393416} = 0,04313963$$

CONDICIONES DE EMISIÓN DEL BONO BULLET

La TASA CUPÓN semestral debe ser 0,04313963 con un valor nominal de 100\$

EJERCICIO 3**RESOLUCIÓN****PARTE a)**

1.

VALOR NOMINAL

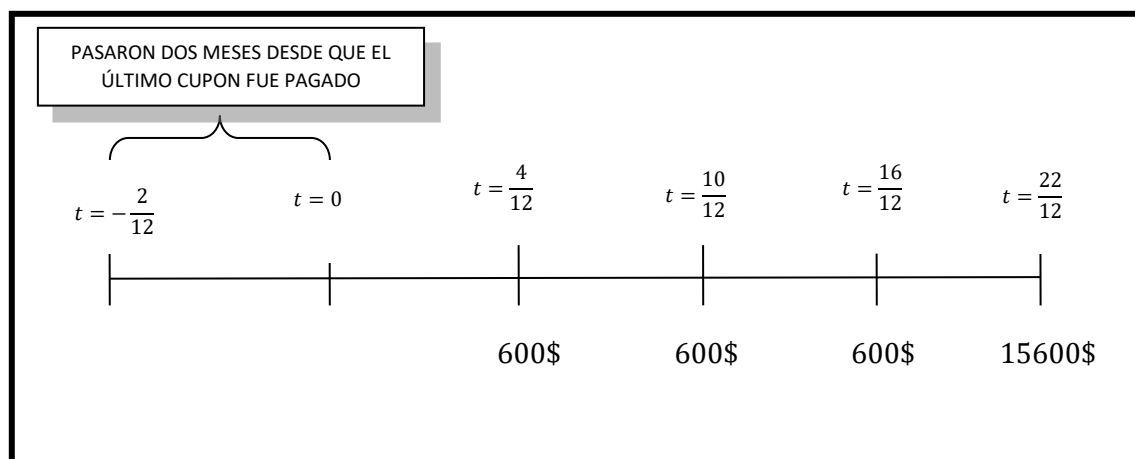
Es de 15.000\$

PLAZO DEL BONO

Tiene una vida de 22 meses

CUPÓN

Paga cupones cada seis meses de 600\$



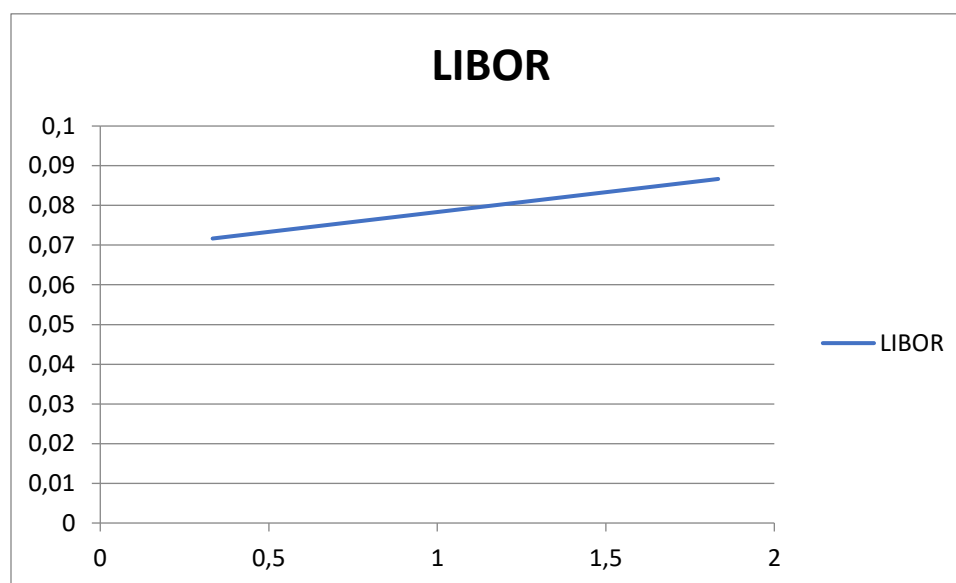
ESTRUCTURA DE TASAS DE INTERÉS COMPUESTA SEMESTRALMENTE ANUALES CONTINÚA

<i>t en meses</i>	LIBOR SPOT CONTINÚA
2	7%
8	7,5%
14	8%
20	8,5%

Para encontrar las tasa vamos a hacer una interpolación lineal. La función lineal que describe la estructura de tasas es igual a

$$\delta = \frac{1}{12} \times t + \frac{41}{6}$$

Donde t esta expresado en meses.



Valores calculados a través de la interpolación

<i>t en meses</i>	LIBOR SPOT CONTINÚA
4	$\frac{43}{6}\%$
10	$\frac{23}{3}\%$
16	$\frac{49}{6}\%$
22	$\frac{26}{3}\%$

PRECIO DEL BONO BULLET

$$PRECIO = 600\$ \times e^{-\frac{1}{100} \times \frac{43}{6} \times \frac{2}{12}} + 600\$ \times e^{-\frac{1}{100} \times \frac{23}{3} \times \frac{10}{12}} + 600\$ \times e^{-\frac{1}{100} \times \frac{49}{6} \times \frac{16}{12}} + 15.600\$ \times e^{-\frac{1}{100} \times \frac{26}{3} \times \frac{22}{12}}$$

$$PRECIO = 14.995,0219\$$$

Ahora calculamos la tasa cupón

$$i_{CUPÓN} \times VALOR\ NOMINAL = 600\$$$

Por lo tanto

$$i_{CUPÓN} = \frac{600\$}{15.000\$} = 0,04$$

2.

CALCULO DE LA TIR DEL BONO

Realizar esto a mano es una tarea poco sencilla por cual utilizaré la función TIR.NO.PER que permite realizar los cálculos cuando como en este caso no todos los intervalos de tiempo son iguales. La función nos devuelve la TIR efectiva anual. Se hace necesario utilizar fechas para los realizar los cálculos

EJERCICIO 3

	FECHAS	PAYOFFS
	01/01/2013	-14995,0219
	01/05/2013	600
	01/11/2013	600
	01/05/2014	600
	01/11/2014	15600

TIR	0,090102503
-----	-------------

FORMULAS

=TIR.NO.PER (MATRIZ DE VALORES; MATRIZ DE FECHAS)

RESULTADO

$$TIR = 0,090102503$$

O también podemos utilizar una calculadora

La formula de la DURATION es igual a

$$DUR = \frac{\sum_{t=1}^5 t \times c_t}{PRECO\ DEL\ BONO}$$

Por lo cual

$$= \frac{\frac{4}{12} \times 600\$ \times e^{-0,071667 \times \frac{4}{12}} + \frac{10}{12} \times 600\$ \times e^{-0,076667 \times \frac{10}{12}} + \frac{16}{12} \times 600\$ \times e^{-0,08167 \times \frac{16}{12}} + \frac{22}{12} \times 15600\$ \times e^{-0,08667 \times \frac{22}{12}}}{14.995,0219}$$

$$DUR = 1,71925085$$

NUEVA ESTRUCTURA DE TASAS DE INTERÉS COMPUESTA SEMESTRALMENTE ANUALES CONTINÚA

<i>t en meses</i>	LIBOR SPOT CONTINÚA
4	0,06866667
10	0,07366667
16	0,07866667
22	0,08366667

La caída en 30 puntos básicos implica una caída del 0,3% ya que 100 puntos básicos implican el 1%.

Tenemos que la formula de la DURATION MODIFICADA es igual a

$$DM = \frac{DUR}{1 + TIR_0}$$

Por lo tanto

$$DM = \frac{1,71925085}{1 + TIR_0} = 1,57714604$$

DERIVADA PRIMERA DEL PRECIO DEL BONO CON RESPECTO A LA TIR

$$\frac{dp}{dTIR} = -DM \times p$$

Por lo tanto

$$dp = p' \times dTIR$$

CAMBIO ABSOLUTO DEL PRECIO DEL BONO ANTE UN CAMBIO ABSOLUTO INFINITESIMAL DE LA TIR

$$dp = [-DM \times p] \times dTIR$$

CAMBIO RELATIVO DEL PRECIO DEL BONO ANTE UN CAMBIO ABSOLUTO INFINITESIMAL DE LA TIR

$$\frac{dp}{p} = -DM \times dTIR$$

Como vemos debemos calcular la TIR_{NUEVA} y por lo tanto también el PRECIO NUEVO

PRECIO NUAVO DEL BONO BULLET

$$PRECIO\ NUEVO = 15.072,5705\$$$

Donde

$$TIR_{NUEVA} = 0,086836907$$

CAMBIO RELATIVO

$$\frac{dp}{p} = -DM \times [TIR_{NUEVA} - TIR_{ANTIGUA}]$$

$$\frac{dp}{p} = -1,57714604 \times [0,086836907 - 0,090102503] = 0,0051503218$$

Si la CAE de la TIR es de 0,3265596%, luego, el precio del bono bullet SUBE de valor un 0,51503218%.

CAMBIO ABSOLUTO

$$dp = 0,0051503218 \times p$$

$$dp = 0,0051503218 \times 14.995,0219\$ = 77,22918818\$$$

3.

CONTRATO A PLAZO SOBRE EL BONO BULLET

PLAZO

10 meses

TASA LIBRE DE RIESGO COMPUESTA CONTINÚA A 11 MESES

$$r = 7,7\%$$

PRECIO LIBRE DE ARBITRAJE DE UN CONTRATO A PLAZO SOBRE EL BONO BULLET

$$F_0 = (P_0 - I) \times e^{r \times T}$$

Donde P_0 es el precio hoy del BONO BULLET, I es el valor actual de los cupones a pagar antes de la fecha de vencimiento del contrato a plazo

$$F_0 = \left(P_0 - C_1 \times e^{-0,077 \times \frac{4}{12}} - C_2 \times e^{-0,077 \times \frac{10}{12}} \right) \times e^{0,077 \times \frac{10}{12}}$$

Donde

$$I = 600\$ \times e^{-0,077 \times \frac{4}{12}} + 600 \times e^{-0,077 \times \frac{10}{12}} = 1.147,50516\$$$

Por lo tanto

$$F_0 = (14.995,0219\$ - 1.147,50516\$) \times e^{0,077 \times \frac{10}{12}} = 14.765,193\$$$

PARTE b)**CONDICIONES DEL SWAP DE TASAS**

La compañía X acordó:

RECIBIR

La TASA VARIABLE LIBOR a seis meses

PAGAR

La TASA FIJA ANUAL TNA_{SWAP} del 5%

EL NOCIONAL

5 millones

FRECUENCIA DE PAGOS

Los pagos se realizan cada seis meses

VIDA RESTANTE DEL SWAP

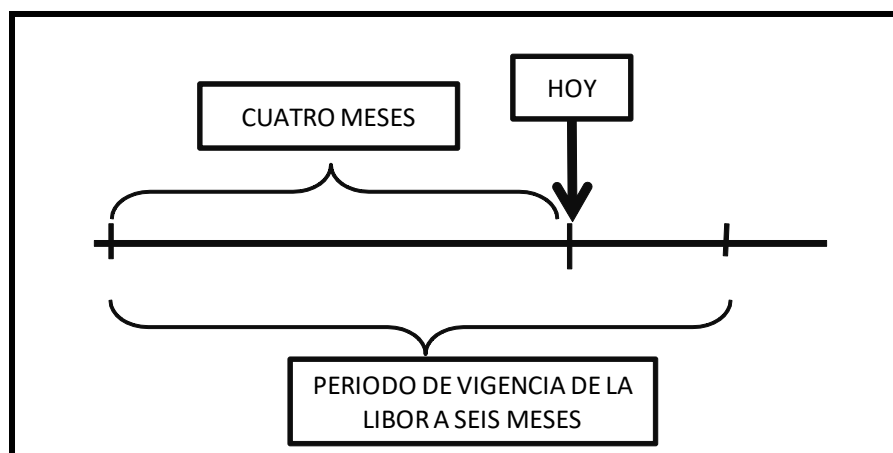
Al SWAP le queda una vida de 20 meses

ESTRUCTURA TEMPORAL DE TASAS DE INTERÉS

La curva LIBOR SPOT es constante en 5,5% anual con composición continua para todos los vencimientos

<i>t en meses</i>	<i>t en años</i>	LIBOR SPOT CONTINUA
2	0,166666667	0,055
8	0,666666667	0,055
14	1,166666667	0,055
20	1,666666667	0,055

El enunciado nos menciona que hace dos meses atrás la TASA LIBOR TNA con capitalización A SEIS MESES fue de 6,5%. Es importante aclarar que hay un error porque se trata de cuatro meses atrás y no de dos meses.



Como podemos apreciar en el gráfico la LIBOR TNA A SEIS MESES que nos dan como dato comenzó a regir hace cuatro meses y lo hará por seis meses. Por lo tanto es posible conocer el pago variable que ocurrirá dentro de dos meses con certeza.

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE BONOS

BONO FIJO

El bono fijo paga semestralmente cupones. El cálculo de cada cupón es igual a

$$TNA_{SWAP} \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL = 0,05 \times \frac{1}{2} \times 5 = 0,125$$

Al vencimiento el bono fijo paga intereses más PRINCIPAL. Por lo tanto

$$TNA_{SWAP} \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL + NOCIONAL = 5,125$$

BONO VARIABLE

Como nos dan como dato la TASA LIBOR TNA con composición semestral podemos deducir el valor del bono variable dentro de dos meses a partir de hoy.

$$NOCIONAL + k^* = NOCIONAL + LIBOR\ TNA_{SEMESTRAL} \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL$$

$$5 + 0,065 \times \frac{1}{2} \times 5 = 5,1625$$

FACTORES DE DESCUENTO

$$V\left(0; \frac{2}{12}\right) = e^{-0,055 \times \frac{2}{12}} = 0,990875219$$

$$V\left(0; \frac{8}{12}\right) = e^{-0,055 \times \frac{8}{12}} = 0,963997414$$

$$V\left(0; \frac{14}{12}\right) = e^{-0,055 \times \frac{14}{12}} = 0,93784867 \quad V\left(0; \frac{20}{12}\right) = e^{-0,055 \times \frac{20}{12}} = 0,912409235$$

VALOR DEL SWAP PARA EL CASO EN SE PAGA TASA FIJA Y SE RECIBE TASA VARIABLE

$$VALOR\ DEL\ SWAP = B_{VARIABLE} - B_{FIJO}$$

Donde $B_{VARIABLE}$ es el valor del BONO VARIABLE hoy y B_{FIJO} el del BONO FIJO.

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE FRA'S

SWAP COMO UNA CARTERA EN POSICIÓN LONG EN CONTRATOS FRA'S

Como el SWAP puede ser visto como una cartera de FRA's con distintas fechas de vencimientos e igual TASA FRA la cual coincide con la TASA SWAP. Por lo tanto podemos concebir al SWAP como una cartera de FRA'S que se realizaron un tiempo atrás(no hoy) que deseamos valorar.

NUMERO DE CONTRATO FRA EN POSICIÓN LONG	PLAZO DE VENCIMIENTO DEL CONTRATO FRA (en años)
Se tiene en cartera una POSICIÓN LONG en CONTRATO FRA 1	$\frac{8}{12}$
Se tiene en cartera una POSICIÓN LONG en CONTRATO FRA 2	$\frac{14}{12}$
Se tiene en cartera una POSICIÓN LONG en CONTRATO FRA 3	$\frac{20}{12}$

NUMERO DE CONTRATO FRA EN POSICIÓN LONG	TASA FRA
Se tiene en cartera una POSICIÓN LONG en CONTRATO FRA 1	$i_{FRA1} = i_{SWAP}$
Se tiene en cartera una POSICIÓN LONG en CONTRATO FRA 2	$i_{FRA2} = i_{SWAP}$
Se tiene en cartera una POSICIÓN LONG en CONTRATO FRA 3	$i_{FRA3} = i_{SWAP}$

RECORDANDO

CONTRATO FRA	ASEGURA
POSICIÓN SHORT	SE ASEGURA COBRAR LA TASA FRA
POSICIÓN LONG	SE ASEGURA PAGAR LA TASA FRA

$$TNA_{SWAP} \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL = 0,05 \times \frac{1}{2} \times 5 = 0,125$$

Como la POSICIÓN ES LONG en cada contrato FRA pagamos esta cantidad de dinero

REALIZAR LA CARTERA DEL SWAP EN POSICIÓN LONG EN CONTRATOS FRA'S EN EL MOMENTO PRESENTE

Es importante recordar que para que no haya oportunidades de arbitraje luego

$$i_{FRA} = i_{FORWARD}$$

NUMERO DE CONTRATO FRA EN POSICIÓN SHORT	PLAZO DE VENCIMIENTO DEL CONTRATO FRA (en años)
Se toma una POSICIÓN SHORT en CONTRATO FRA 1	$\frac{8}{12}$
Se toma una POSICIÓN SHORT en CONTRATO FRA 2	$\frac{14}{12}$
Se toma una POSICIÓN SHORT en CONTRATO FRA 3	$\frac{20}{12}$

NUMERO DE CONTRATO FRA EN POSICIÓN SHORT	TASA FRA
Se toma una POSICIÓN SHORT en CONTRATO FRA 1	$i_{FRA1} = i_{FORWARD}[\frac{8}{12}; \frac{2}{12}]$
Se toma una POSICIÓN SHORT en CONTRATO FRA 2	$i_{FRA2} = i_{FORWARD}[\frac{14}{12}; \frac{8}{12}]$
Se toma una POSICIÓN SHORT en CONTRATO FRA 3	$i_{FRA3} = i_{FORWARD}[\frac{20}{12}; \frac{14}{12}]$

TASAS FORWARD

DEDUCCIÓN DE LA TASA FORWARD EN TIEMPO CONTINUO

$$e^{R_1 \times T_1} \times e^{R_f \times (T_2 - T_1)} = e^{R_2 \times T_2}$$

Por lo tanto

$$e^{R_f \times (T_2 - T_1)} = \frac{e^{R_2 \times T_2}}{e^{R_1 \times T_1}}$$

$$e^{R_f \times (T_2 - T_1)} = e^{R_2 \times T_2 - R_1 \times T_1}$$

Si aplicamos logaritmo natural

$$R_f \times (T_2 - T_1) = R_2 \times T_2 - R_1 \times T_1$$

$$R_f = \frac{R_2 \times T_2 - R_1 \times T_1}{(T_2 - T_1)}$$

EQUIVALENCIA ENTRE TASAS CONTINUAS Y TNA con composición semestral

$$e^{R_f \times (T_2 - T_1)} = [1 + TNA_f \times (T_2 - T_1)]$$

$$TNA_f = \frac{e^{R_f \times (T_2 - T_1)} - 1}{(T_2 - T_1)}$$

CALCULOS DE LAS TASAS FORWARDS

Vamos a comenzar por la tasas forward del periodo entre en años $\left[\frac{8}{12}; \frac{2}{12}\right]$

$$R_f = \frac{0,055 \times \frac{8}{12} - 0,055 \times \frac{2}{12}}{\left[\frac{8}{12} - \frac{2}{12}\right]} = 0,055$$

Encontramos la TASA FORWARD CONTUNÚA ahora haremos el pasaje por equivalencia a la TNA_f con capitalización semestral.

$$TNA_f = \frac{e^{0,055 \times \frac{1}{2}} - 1}{\frac{1}{2}} = 0,05576323$$

Este procedimiento lo repetimos mecánicamente y obtenemos la siguiente tabla

		CONTINUA	TNA
t	LIBOR CERO CONTINUA	TASA A PLAZO PARA EL N AÑO	TASA A PLAZO PARA EL N AÑO
0,166666667	0,055	0,055	
0,666666667	0,055	0,055	0,05576323
1,166666667	0,055	0,055	0,05576323
1,666666667	0,055	0,055	0,05576323

VALOR DE LA CARTERA DE CONTRATOS FRA'S EN POSICIÓN LONG

Se realiza un primer CONTRATO FRA en el momento t porque las necesidades de financiamiento de la empresa demandan tomar un préstamo en la fecha futura en años H. El CONTRATO FRA tiene una TNA_{FRA_0} , un NOCIONAL y un vencimiento en años de H.

VALOR DEL CONTRATO FRA EN EL MOMENTO t

En el momento en que se firmó el contrato su valor es de cero.

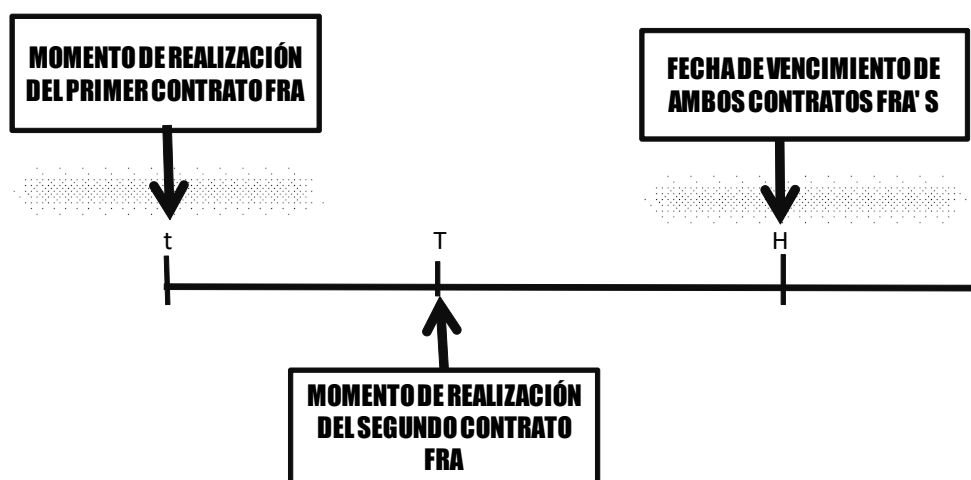
VALOR DEL CONTRATO FRA EN EL MOMENTO T

La persona que realizó el contrato en el momento t lo conservó en su poder hasta el momento T , donde realizar el mismo contrato, con todos los términos iguales exceptuando que cambio la tasa de ejercicio del contrato el cual pasó a ser $TNA FRA_T$.

EN EL CASO DE UNA COMPRA O POSICIÓN LONG

Si el contrato FRA que se realizó en t fue para TOMAR UN PRESTAMO, luego, en el momento T se tiene un contrato para TOMAR UN PRESTAMO en la fecha H a la tasa $TNA FRA_0$, cuando realizar el mismo contrato tiene una tasa de $TNA FRA_T = TNA_{FORWARD}$ por lo cual el tenedor del primer contrato obtiene una ganancia (o una pérdida dependiendo del caso) porque el pacto TOMAR UN PRESTAMO a una TASA FRA menor a la que se puede realizar en T .

AMBOS CONTRATOS FRA'S SON IGUALES EN TODO EXCEPTO EN LAS TASAS DE INTERÉS PACTADAS.



EN LA FECHA H

CONTRATO FRA HECHO EN EL MOMENTO t

TASA DE INTERÉS A PAGAR EN EL PRIMER CONTRATO CONTRATO $TNA FRA_0$

CONTRATO FRA HECHO EN EL MOMENTO T

TASA DE INTERÉS DEL SEGUNDO CONTRATO $TNA FRA_T$

GANANCIA EN EL MOMENTO H

$$[TNA FRA_T - TNA FRA_0] \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL$$

Donde

$$TNA FORWARD_T = TNA FRA_T$$

Donde $TNA FORWARD_T$ surge de la ETTI que rige en el momento T . Todas las tasas son con composición semestral.

GANANCIA EN EL MOMENTO T

$$\frac{[TNA_{FORWARD_T} - TNA_{FRA_0}] \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL}{e^{rT}}$$

El cual es el valor del contrato en el momento T

VALOR DE CADA UNO DE LOS CONTRATO FRA'S DE LA CARTERA SWAP HOY

$$NOCIONAL \times (TNA_f - TNA_{SWAP}) \times \frac{1}{2} \times e^{rT}$$

Donde la suma del valor de cada contrato es igual al VALOR DEL SWAP o también de la cartera de CONTRATOS FRA'S EN POSICIÓN LONG

PAGOS VARIABLES RECIBIDOS

$$NOCIONAL \times TNA_f \times \frac{1}{2} \times e^{rT}$$

PAGOS FIJOS REALIZADOS

$$-NOCIONAL \times TNA_{SWAP} \times \frac{1}{2} \times e^{rT}$$

PAGOS VARIABLES RECIBIDOS

El pago del momento en años $\frac{2}{12}$ es igual a

$$LIBOR \ TNA_{SEMESTRAL} \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL = 0,1625$$

Este pago de intereses ya los habíamos calculado

El pago del momento en años $\frac{8}{12}$ es igual a

$$TNA_{FRA} \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL = TNA_f \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL$$

$$0,05576323 \times \frac{1}{2} \times 5 = 0,139408076$$

El pago del momento en años $\frac{14}{12}$ es igual a

$$TNA_{FRA} \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL = TNA_f \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL$$

$$0,05576323 \times \frac{1}{2} \times 5 = 0,139408076$$

El pago del momento en años $\frac{20}{12}$ es igual a

$$TNA_{FRA} \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL = TNA_f \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL$$

$$0,05576323 \times \frac{1}{2} \times 5 = 0,139408076$$

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE BONOS						PAGA	RECIBE
t	FLUJO DE EFECTIVO BONO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO BONO VARIABLE	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE DEL BONO FIJO	VALOR PRESENTE DEL BONO VARIABLE		
0,1666666667	0,125	5,1625	0,990875219	0,123859402	5,115393319		
0,6666666667	0,125		0,963997414	0,120499677			
1,1666666667	0,125		0,937848678	0,117231085			
1,6666666667	5,125		0,912409235	4,676097331			
				PRECIO DEL BONO FIJO 5,037687495	PRECIO DEL BONO VARIABLE 5,115393319		

VALOR DEL SWAP	0,077705824	\$ 77.705,82
----------------	-------------	--------------

1.7

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE FRA'S					VALOR PRESENTE DEL FLUJO DE EFECTIVO NETO
t	FLUJO DE EFECTIVO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO VARIABLE	FLUJO DE EFECTIVO NETO	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE DEL FLUJO DE EFECTIVO NETO
0,1666666667	-0,125	0,1625	0,0375	0,990875219	0,037157821
0,6666666667	-0,125	0,139408076	0,014408076	0,963997414	0,013889348
1,1666666667	-0,125	0,139408076	0,014408076	0,937848678	0,013512595
1,6666666667	-0,125	0,139408076	0,014408076	0,912409235	0,013146061

VALOR DEL SWAP	0,077705824	\$ 77.705,82
----------------	-------------	--------------

EJERCICIO 4

RESOLUCIÓN

PARTE a)

CONDICIONES DEL SWAP DE TASAS

La compañía X acordó:

RECIBIR

La TASA VARIABLE LIBOR a seis meses

PAGAR

La TASA FIJA ANUAL TNA_{SWAP} del 10%

EL NOCIONAL

10 millones

FRECUENCIA DE PAGOS

Los pagos se realizan cada seis meses

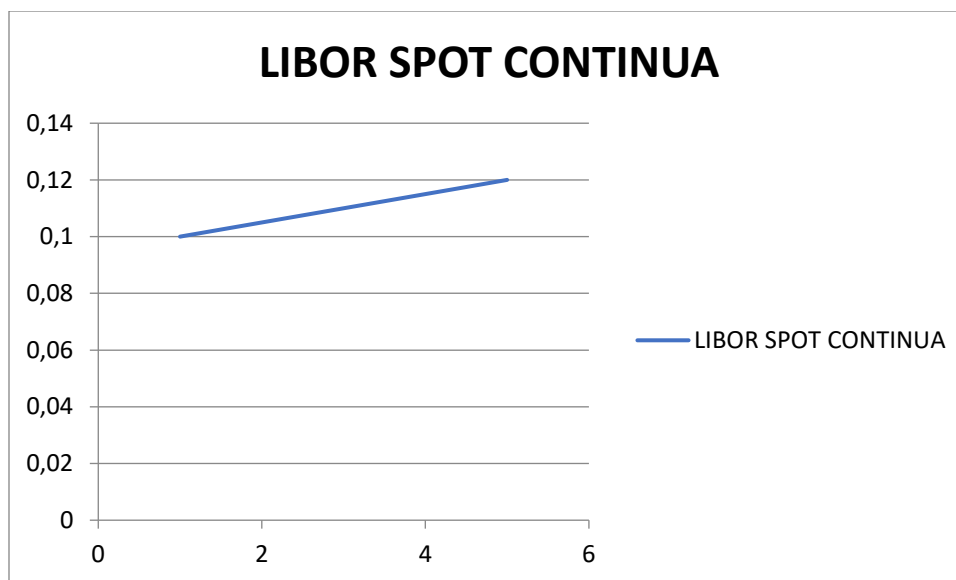
VIDA DEL SWAP

El SWAP tiene una vida de 24 meses

ESTRUCTURA TEMPORAL DE TASAS DE INTERÉS

La curva LIBOR SPOT con composición continua es la siguiente

t	LIBOR SPOT CONTINUA
1	0,1
2	0,105
3	0,11
4	0,115
5	0,12



Como podemos apreciar las tasas cero tienen vencimientos en años enteros, pero el SWAP tiene pagos semestrales. Por lo cual debemos encontrar las tasas cero semestrales de los dos primeros años a través de interpolación lineal. La conducta de la ETTI se explica bien con una única recta de pendiente positiva y no un conjunto de rectas diferentes. Ver capítulo 4 del “Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones”

INTERPOLACIÓN LINEAL

$$LIBOR_{CONTINUA} = a \cdot t + b$$

PENDIENTE

$$a = \frac{0,105 - 0,1}{2 - 1} = 0,005$$

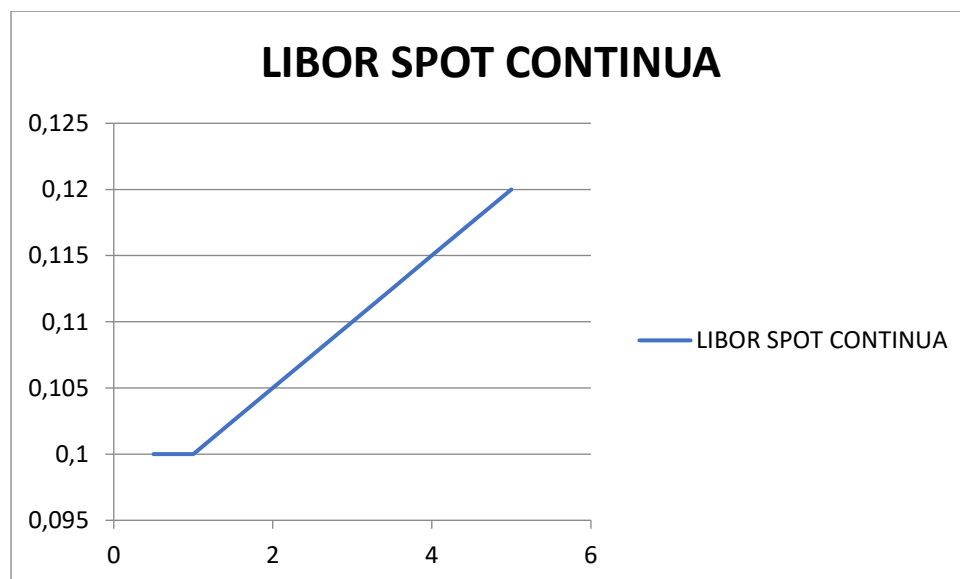
ORDENADA AL ORIGEN

$$b = 0,095$$

Por lo tanto

$$LIBOR_{CONTINUA} = 0,005 \cdot t + 0,095$$

t	LIBOR SPOT CONTINUA
0,5	0,1
1	0,1
1,5	0,1025
2	0,105
2,5	0,1075
3	0,11
3,5	0,1125
4	0,115
4,5	0,1175
5	0,12



Como en general se hace el supuesto de que antes del último punto la curva LIBOR CERO es horizontal nosotros hacemos el mismo supuesto.

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE BONOS

BONO FIJO

El bono fijo paga semestralmente cupones. El cálculo de cada cupón es igual a

$$TNA_{SWAP} \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL = 0,1 \times \frac{1}{2} \times 10 = 0,5$$

Al vencimiento el bono fijo paga intereses más PRINCIPAL. Por lo tanto

$$TNA_{SWAP} \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL + NOCIONAL = 10,5$$

BONO VARIABLE

La TASA LIBOR TNA con composición semestral la obtenemos de la curva LIBOR CERO que se obtuvo de la INTERPOLACIÓN LINEAL. Para lo cual hay que llevarla del continuo a TNA

$$TNA_{semestral} = \frac{[e^{0,1 \times 0,5} - 1]}{0,5} = 0,102542193$$

$$NOCIONAL + k^* = NOCIONAL + LIBOR TNA_{SEMESTRAL} \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL$$

$$10 + 0,102542193 \times \frac{1}{2} \times 10 = 10,51271096$$

FACTORES DE DESCUENTO

$$V\left(0; \frac{6}{12}\right) = e^{-0,055 \times \frac{6}{12}}$$

$$V\left(0; \frac{12}{12}\right) = e^{-0,055 \times \frac{12}{12}}$$

$$V\left(0; \frac{18}{12}\right) = e^{-0,055 \times \frac{18}{12}} \quad V\left(0; \frac{24}{12}\right) = e^{-0,055 \times \frac{24}{12}}$$

VALOR DEL SWAP PARA EL CASO EN SE PAGA TASA FIJA Y SE RECIBE TASA VARIABLE

$$VALOR DEL SWAP = B_{VARIABLE} - B_{FIJO}$$

Donde $B_{VARIABLE}$ es el valor del BONO VARIABLE hoy y B_{FIJO} el del BONO FIJO.

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE FRA'S

TASAS FORWARD

FORMULA

$$R_f = \frac{R_2 \times T_2 - R_1 \times T_1}{(T_2 - T_1)}$$

EQUIVALENCIA ENTRE TASAS CONTINUAS Y TNA con composición semestral

$$TNA_f = \frac{e^{R_f \times (T_2 - T_1)} - 1}{(T_2 - T_1)}$$

CALCULOS DE LAS TASAS FORWARDS

		CONTINUA	TNA
t	LIBOR SPOT CONTINUA	TASA A PLAZO PARA EL N AÑO	TASA A PLAZO PARA EL N AÑO
0,5	0,1	0,1	0,102542193
1	0,1	0,1	0,102542193
1,5	0,1025	0,1075	0,110441528
2	0,105	0,1125	0,115724232

VALOR DE LA CARTERA DE CONTRATOS FRA'S EN POSICIÓN LONG

VALOR DE CADA UNO DE LOS CONTRATO FRA' S DE LA CARTERA SWAP HOY

$$NOCIONAL \times (TNA_f - TNA_{SWAP}) \times \frac{1}{2} \times e^{rT}$$

Donde la suma del valor de cada contrato es igual al VALOR DEL SWAP o también de la cartera de CONTRATOS FRA'S EN POSICIÓN LONG

PAGOS VARIABLES RECIBIDOS

$$NOCIONAL \times TNA_f \times \frac{1}{2} \times e^{rT}$$

PAGOS FIJOS REALIZADOS

$$-NOCIONAL \times TNA_{SWAP} \times \frac{1}{2} \times e^{rT}$$

PAGOS VARIABLES RECIBIDOS

El pago del momento en años $\frac{6}{12}$ es igual a

$$LIBOR \ TNA_{SEMESTRAL} \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL = 0,512710964$$

Este pago de intereses ya los habíamos calculado

El pago del momento en años $\frac{12}{12}$ es igual a

$$TNA_{FRA} \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL = TNA_f \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL$$

$$0,102542193 \times \frac{1}{2} \times 10 = 0,512710964$$

El pago del momento en años $\frac{18}{12}$ es igual a

$$TNA_{FRA} \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL = TNA_f \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL$$

$$0,110441528 \times \frac{1}{2} \times 5 = 0,55220764$$

El pago del momento en años $\frac{24}{12}$ es igual a

$$TNA_{FRA} \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL = TNA_f \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL$$

$$0,115724232 \times \frac{1}{2} \times 5 = 0,578621162$$

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE BONOS					PAGA	RECIBE
t	FLUJO DE EFECTIVO BONO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO BONO VARIABLE	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE DEL BONO FIJO	VALOR PRESENTE DEL BONO VARIABLE	VALOR PRESENTE DEL BONO VARIABLE
0,5	0,5	10,51271096	0,951229425	0,475614712	10	10
1	0,5		0,904837418	0,452418709		
1,5	0,5		0,857486366	0,428743183		
2	10,5		0,810584246	8,511134583		
				9,867911187		10

VALOR DEL SWAP	0,132088813	\$ 132.088,81
----------------	-------------	---------------

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE FRA'S					VALOR PRESENTE DEL FLUJO DE EFECTIVO NETO
t	FLUJO DE EFECTIVO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO VARIABLE	FLUJO DE EFECTIVO NETO	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE DEL FLUJO DE EFECTIVO NETO
0,5	-0,5	0,512710964	0,012710964	0,951229425	0,012091043
1	-0,5	0,512710964	0,012710964	0,904837418	0,011501356
1,5	-0,5	0,55220764	0,05220764	0,857486366	0,044767339
2	-0,5	0,578621162	0,078621162	0,810584246	0,063729075

VALOR DEL SWAP	0,132088813	\$ 132.088,81
----------------	-------------	---------------

PARTE b)

Si consideramos un BONO BULLET con VALOR NOMINAL de 100\$. La TASA SWAP es aquella tasa de rendimiento que hace que el bono cotice a la par, es decir, es la TASA YIELD PAR. Cuando un bono cotiza a la par

$$TIR\ DEL\ BONO = TASA\ CUPÓN$$

Por lo tanto podemos asociar la TASA SWAP a la TASA CUPÓN. Pero no debemos perder de vista el lado de rendimiento que presenta la TASA SWAP. En definitiva es la tasa fija que se paga en el SWAP

BONO FIJO O BONO BULLET

Cada cupón se paga cada año con valor igual a

$$100\$ \times i_{SWAP}$$

Al vencimiento en el cuarto año el bono paga

$$100\$ + 100\$ \times i_{SWAP}$$

BONO VARIABLE

El BONO VARIABLE paga al final de cada año

$$100\$ + k^*$$

Después de pagados los intereses El BONO VARIABLE VUELVE AL VALOR NOMINAL.

Ahora pensemos que no se han pagados los intereses al final del año. Si calculamos el VALOR ACTUAL al inicio del año, al valor del bono al final del año le sacamos los intereses que se le agrego durante todo el año por lo cual este valor actual es igual al VALOR NOMINAL.

$$100\$$$

VALOR DEL SWAP PARA EL CASO EN SE PAGA TASA FIJA Y SE RECIBE TASA VARIABLE

$$VALOR\ DEL\ SWAP = B_{VARIABLE} - B_{FIJO}$$

VALOR DEL SWAP PARA EL CASO EN SE PAGA TASA VARIABLE Y SE RECIBE TASA FIJA

$$VALOR\ DEL\ SWAP = B_{FIJO} - B_{VARIABLE}$$

Donde $B_{VARIABLE}$ es el valor del BONO VARIABLE hoy y B_{FIJO} el del BONO FIJO.

Por lo cual la TASA SWAP es aquella tasa que hace que el VALOR DEL SWAP sea cero al momento de realizarse el contrato SWAP.

$$100\$ = \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{e^{0,1 \times 1}} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{e^{0,105 \times 2}} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{e^{0,11 \times 3}} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{e^{0,115 \times 4}} + \frac{100\$}{e^{0,115 \times 4}}$$
$$1 - \frac{1}{e^{0,115 \times 4}} = \frac{i_{SWAP}}{e^{0,1 \times 1}} + \frac{i_{SWAP}}{e^{0,105 \times 2}} + \frac{i_{SWAP}}{e^{0,11 \times 3}} + \frac{i_{SWAP}}{e^{0,115 \times 4}}$$

$$1 - \frac{1}{e^{0,115 \times 4}} = \left[\frac{1}{e^{0,1 \times 1}} + \frac{1}{e^{0,105 \times 2}} + \frac{1}{e^{0,11 \times 3}} + \frac{1}{e^{0,115 \times 4}} \right] \times i_{SWAP}$$

$$i_{SWAP} = \frac{1 - \frac{1}{e^{0,115 \times 4}}}{\frac{1}{e^{0,1 \times 1}} + \frac{1}{e^{0,105 \times 2}} + \frac{1}{e^{0,11 \times 3}} + \frac{1}{e^{0,115 \times 4}}} = 0,120274289$$

PARTE c)

CONDICIONES DEL SWAP DE TASAS

La compañía X acordó:

PAGAR

La TASA VARIABLE LIBOR a seis meses

RECIBIR

La TASA FIJA ANUAL TNA_{SWAP} del 8%

EL NOCIONAL

1 millón

FRECUENCIA DE PAGOS

Los pagos se realizan de manera anual

VIDA DEL SWAP

El SWAP tiene una vida de 5 años

ESTRUCTURA TEMPORAL DE TASAS DE INTERÉS

La curva LIBOR SPOT con composición continua es la siguiente

t	LIBOR SPOT CONTINUA
1	0,1
2	0,105
3	0,11
4	0,115
5	0,12

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE BONOS

BONO FIJO

El bono fijo paga cada año cupones. El cálculo de cada cupón es igual a

$$TNA_{SWAP} \times NOCIONAL = 0,08 \times 1 = 0,08$$

Al vencimiento el bono fijo paga intereses más PRINCIPAL. Por lo tanto

$$TNA_{SWAP} \times NOCIONAL + NOCIONAL = 1,08$$

BONO VARIABLE

La TASA LIBOR TNA con composición anual la obtenemos de la curva LIBOR CERO. Para lo cual hay que llevarla del continuo a TNA

$$TNA_{anual} = e^{0,1} - 1 = 0,105170918$$

$$NOCIONAL + k^* = NOCIONAL + LIBOR TNA_{ANUAL} \times NOCIONAL$$

$$1 + 0,105170918 \times 1 = 1,105170918$$

FACTORES DE DESCUENTO

$$V(0; 1) = e^{-0,10 \times 1}$$

$$V(0; 2) = e^{-0,105 \times 2}$$

$$V(0; 3) = e^{-0,11 \times 3} \quad V(0; 4) = e^{-0,115 \times 4} \quad V(0; 5) = e^{-0,12 \times 5}$$

VALOR DEL SWAP PARA EL CASO EN SE RECIBE TASA FIJA Y SE PAGA TASA VARIABLE

$$VALOR DEL SWAP = B_{FIJO} - B_{VARIABLE}$$

Donde $B_{VARIABLE}$ es el valor del BONO VARIABLE hoy y B_{FIJO} el del BONO FIJO.

$$B_{FIJO} = 0,83796689$$

$$B_{VARIABLE} = 1$$

Por lo cual

$$VALOR DEL SWAP = -0,16203311$$

Más abajo esta la tabla con los cálculos y los resultados

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE FRA'S

TASAS FORWARD

FORMULA

$$R_f = \frac{R_2 \times T_2 - R_1 \times T_1}{(T_2 - T_1)}$$

EQUIVALENCIA ENTRE TASAS CONTINUAS Y TNA con composición semestral

$$TNA_f = \frac{e^{R_f \times (T_2 - T_1)} - 1}{(T_2 - T_1)}$$

CALCULOS DE LAS TASAS FORWARDS

t	LIBOR SPOT CONTINUA	TASA A PLAZO CONTINÚA	TASA A PLAZO TNA
1	0,1	0,1	0,105170918
2	0,105	0,11	0,11627807
3	0,11	0,12	0,127496852
4	0,115	0,13	0,138828383
5	0,12	0,14	0,150273799

VALOR DE LA CARTERA DE CONTRATOS FRA'S EN POSICIÓN SHORT

VALOR DE CADA UNO DE LOS CONTRATO FRA'S DE LA CARTERA SWAP HOY

$$NOCIONAL \times (TNA_{SWAP} - TNA_f) \times e^{rT}$$

Donde la suma del valor de cada contrato es igual al VALOR DEL SWAP o también de la cartera de CONTRATOS FRA'S EN POSICIÓN SHORT

PAGOS VARIABLES REALIZADOS

$$-NOCIONAL \times TNA_f \times e^{rT}$$

PAGOS FIJOS RECIBIDOS

$$NOCIONAL \times TNA_{SWAP} \times e^{rT}$$

PAGOS VARIABLES REALIZADOS

El pago del PRIMER AÑO es igual a

$$LIBOR TNA_{ANUAL} \times NOCIONAL = 0,105170918$$

Este pago de intereses ya los habíamos calculado

El pago del SEGUNDO AÑO es igual a

$$\begin{aligned}TNA_{FRA} \times NOCIONAL &= TNA_f \times NOCIONAL \\0,11627807 \times 1 &= 0,11627807\end{aligned}$$

El pago del TERCER AÑO es igual a

$$\begin{aligned}TNA_{FRA} \times NOCIONAL &= TNA_f \times NOCIONAL \\0,127496852 \times 1 &= 0,127496852\end{aligned}$$

El pago del CUARTO AÑO es igual a

$$\begin{aligned}TNA_{FRA} \times NOCIONAL &= TNA_f \times NOCIONAL \\0,138828383 \times 1 &= 0,138828383\end{aligned}$$

El pago del QUINTO AÑO es igual a

$$\begin{aligned}TNA_{FRA} \times NOCIONAL &= TNA_f \times NOCIONAL \\0,150273799 \times 1 &= 0,150273799\end{aligned}$$

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE BONOS					
t	FLUJO DE EFECTIVO BONO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO BONO VARIABLE	FACTOR DE DESCUENTO	RECIBE VALOR PRESENTE DEL BONO FIJO	PAGA VALOR PRESENTE DEL BONO VARIABLE
1	0,08	1,105170918	0,904837418	0,072386993	1
2	0,08		0,810584246	0,06484674	
3	0,08		0,718923733	0,057513899	
4	0,08		0,631283646	0,050502692	
5	1,08		0,548811636	0,592716567	
				0,83796689	1

VALOR DEL SWAP	-0,16203311	-\$ 162.033,11
----------------	-------------	----------------

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE FRA'S					
t	FLUJO DE EFECTIVO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO VARIABLE	FLUJO DE EFECTIVO NETO	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE DEL FLUJO DE EFECTIVO NETO
1	0,08	-0,105170918	-0,025170918	0,904837418	-0,022775589
2	0,08	-0,11627807	-0,03627807	0,810584246	-0,029406432
3	0,08	-0,127496852	-0,047496852	0,718923733	-0,034146614
4	0,08	-0,138828383	-0,058828383	0,631283646	-0,037137396
5	0,08	-0,150273799	-0,070273799	0,548811636	-0,038567079

VALOR DEL SWAP	-0,16203311	-\$ 162.033,11
----------------	-------------	----------------

PARTE d)

$$100\$ = \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{e^{0,1 \times 1}} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{e^{0,105 \times 2}} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{e^{0,11 \times 3}} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{e^{0,115 \times 4}} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{e^{0,12 \times 5}} + \frac{100\$}{e^{0,12 \times 5}}$$

$$1 - \frac{1}{e^{0,12 \times 5}} = \frac{i_{SWAP}}{e^{0,1 \times 1}} + \frac{i_{SWAP}}{e^{0,105 \times 2}} + \frac{i_{SWAP}}{e^{0,11 \times 3}} + \frac{i_{SWAP}}{e^{0,115 \times 4}} + \frac{i_{SWAP}}{e^{0,12 \times 5}}$$

$$1 - \frac{1}{e^{0,12 \times 5}} = \left[\frac{1}{e^{0,1 \times 1}} + \frac{1}{e^{0,105 \times 2}} + \frac{1}{e^{0,11 \times 3}} + \frac{1}{e^{0,115 \times 4}} + \frac{1}{e^{0,12 \times 5}} \right] \times i_{SWAP}$$

$$i_{SWAP} = \frac{1 - \frac{1}{e^{0,12 \times 5}}}{\frac{1}{e^{0,1 \times 1}} + \frac{1}{e^{0,105 \times 2}} + \frac{1}{e^{0,11 \times 3}} + \frac{1}{e^{0,115 \times 4}} + \frac{1}{e^{0,12 \times 5}}} = 0,124829373$$

EJERCICIO 10

RESOLUCIÓN

PARTE a)

CONDICIONES DEL SWAP DE TASAS

La compañía X acordó:

RECIBE

La TASA VARIABLE LIBOR a seis meses

PAGA

La TASA FIJA ANUAL TNA_{SWAP} del 4,5%

EL NOCIONAL

100\$

FRECUENCIA DE PAGOS

Los pagos se realizan bimestralmente

VIDA DEL SWAP

El SWAP tiene una vida de un año

ESTRUCTURA TEMPORAL DE TASAS DE INTERÉS

La curva LIBOR SPOT con composición continua es la siguiente

t en años	LIBOR CERO BIMESTRALES CONTINÚA
0,166666667	0,04
0,333333333	0,041
0,5	0,041
0,666666667	0,042
0,833333333	0,043
1	0,045

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE BONOS

BONO FIJO

El bono fijo paga bimestralmente cupones. El cálculo de cada cupón es igual a

$$TNA_{SWAP} \times \frac{2}{12} \times NOCIONAL = 0,045 \times \frac{2}{12} \times 100\$ = 0,75$$

Al vencimiento el bono fijo paga intereses más PRINCIPAL. Por lo tanto

$$TNA_{SWAP} \times \frac{2}{12} \times NOCIONAL + NOCIONAL = 100,75\$$$

BONO VARIABLE

La TASA LIBOR TNA con composición anual la obtenemos de la curva LIBOR CERO. Para lo cual hay que llevarla del continuo a TNA

$$TNA_{BIMESTRAL} = \frac{[e^{0,04 \times \frac{2}{12}} - 1]}{\frac{2}{12}} = 0,04013363$$

$$NOCIONAL + k^* = NOCIONAL + LIBOR TNA_{ANUAL} \times \frac{2}{12} \times NOCIONAL$$

$$100 + 0,04013363 \times \frac{2}{12} \times 100 = 100,6688938$$

FACTORES DE DESCUENTO

$$V\left(0; \frac{2}{12}\right) = e^{-0,04 \times \frac{2}{12}} \quad V\left(0; \frac{4}{12}\right) = e^{-0,041 \times \frac{4}{12}} \quad V\left(0; \frac{6}{12}\right) = e^{-0,041 \times \frac{6}{12}}$$

$$V\left(0; \frac{8}{12}\right) = e^{-0,042 \times \frac{8}{12}} \quad V\left(0; \frac{10}{12}\right) = e^{-0,043 \times \frac{10}{12}} \quad V\left(0; \frac{12}{12}\right) = e^{-0,045 \times \frac{12}{12}}$$

VALOR DEL SWAP PARA EL CASO EN SE RECIBE TASA VARIABLE Y SE PAGA TASA FIJA

$$VALOR DEL SWAP = B_{VARIABLE} - B_{FIJO}$$

Donde $B_{VARIABLE}$ es el valor del BONO VARIABLE hoy y B_{FIJO} el del BONO FIJO.

$$B_{FIJO} = 99,98925626$$

$$B_{VARIABLE} = 100$$

Por lo cual

$$VALOR\ DEL\ SWAP = 0,010743744$$

Más abajo esta la tabla con los cálculos y los resultados

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE FRA'S

TASAS FORWARD

FORMULA

$$R_f = \frac{R_2 \times T_2 - R_1 \times T_1}{(T_2 - T_1)}$$

EQUIVALENCIA ENTRE TASAS CONTINUAS Y TNA con composición semestral

$$TNA_f = \frac{e^{R_f \times (T_2 - T_1)} - 1}{(T_2 - T_1)}$$

CALCULOS DE LAS TASAS FORWARDS

t en años	LIBOR CERO BIMESTRALES CONTINÚA	TASA FORWARD CONTINÚA	TASA FORWARD TNA
0,166666667	0,04	0,04	0,04013363
0,333333333	0,041	0,042	0,042147344
0,5	0,041	0,041	0,041140403
0,666666667	0,042	0,045	0,045169173
0,833333333	0,043	0,047	0,047184565
1	0,045	0,055	0,055252855

VALOR DE LA CARTERA DE CONTRATOS FRA'S EN POSICIÓN LONG

VALOR DE CADA UNO DE LOS CONTRATO FRA'S DE LA CARTERA SWAP HOY

$$NOCIONAL \times (TNA_f - TNA_{SWAP}) \times e^{rT}$$

Donde la suma del valor de cada contrato es igual al VALOR DEL SWAP o también de la cartera de CONTRATOS FRA'S EN POSICIÓN LONG

PAGOS VARIABLES RECIBIDOS

$$NOCIONAL \times TNA_f \times e^{rT}$$

PAGOS FIJOS REALIZADOS

$$-NOCIONAL \times TNA_{SWAP} \times e^{rT}$$

PAGOS VARIABLES RECIBIDOS

El pago del PRIMER BIMESTRE es igual a

$$LIBOR TNA_{BIMESTRAL} \times \frac{2}{12} \times NOCIONAL$$

$$0,04013363 \times \frac{2}{12} \times 100 = 0,668893835$$

El pago del SEGUNDO BIMESTRE es igual a

$$LIBOR TNA_{BIMESTRAL} \times \frac{2}{12} \times NOCIONAL = TNA_f \times \frac{2}{12} \times NOCIONAL$$

$$0,042147344 \times \frac{2}{12} \times 100 = 0,702455727$$

El pago del TERCER BIMESTRE es igual a

$$LIBOR TNA_{BIMESTRAL} \times \frac{2}{12} \times NOCIONAL = TNA_f \times \frac{2}{12} \times NOCIONAL$$

$$0,041140403 \times \frac{2}{12} \times 100 = 0,685673383$$

El pago del CUARTO BIMESTRE es igual a

$$LIBOR TNA_{BIMESTRAL} \times \frac{2}{12} \times NOCIONAL = TNA_f \times \frac{2}{12} \times NOCIONAL$$

$$0,045169173 \times \frac{2}{12} \times 100 = 0,752819544$$

El pago del QUINTO BIMESTRE es igual a

$$LIBOR TNA_{BIMESTRAL} \times \frac{2}{12} \times NOCIONAL = TNA_f \times \frac{2}{12} \times NOCIONAL$$

$$0,047184565 \times \frac{2}{12} \times 100 = 0,786409416$$

El pago del SEXTO BIMESTRE es igual a

$$LIBOR TNA_{BIMESTRAL} \times \frac{2}{12} \times NOCIONAL = TNA_f \times \frac{2}{12} \times NOCIONAL$$

$$0,055252855 \times \frac{2}{12} \times 100 = 0,920880923$$

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE BONOS					
t	FLUJO DE EFECTIVO BONO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO BONO VARIABLE	FACTOR DE DESCUENTO	PAGA	RECIBE
				VALOR PRESENTE DEL BONO FIJO	VALOR PRESENTE DEL BONO VARIABLE
0,166666667	0,75	100,6688938	0,993355506	0,74501663	100
0,333333333	0,75		0,986426298	0,739819724	
0,5	0,75		0,979708696	0,734781522	
0,666666667	0,75		0,972388367	0,729291275	
0,833333333	0,75		0,96480108	0,72360081	
1	100,75		0,955997482	96,31674629	
				99,98925626	100

VALOR DEL SWAP	0,010743744
----------------	-------------

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE FRA'S					VALOR PRESENTE DEL FLUJO DE EFECTIVO NETO
t	FLUJO DE EFECTIVO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO VARIABLE	FLUJO DE EFECTIVO NETO	FACTOR DE DESCUENTO	
0,166666667	-0,75	0,668893835	-0,081106165	0,993355506	-0,080567255
0,333333333	-0,75	0,702455727	-0,047544273	0,986426298	-0,046898922
0,5	-0,75	0,685673383	-0,064326617	0,979708696	-0,063021346
0,666666667	-0,75	0,752819544	0,002819544	0,972388367	0,002741692
0,833333333	-0,75	0,786409416	0,036409416	0,96480108	0,035127844
1	-0,75	0,920880923	0,170880923	0,955997482	0,163361732
				VALOR DEL SWAP	0,010743744

PARTE b)

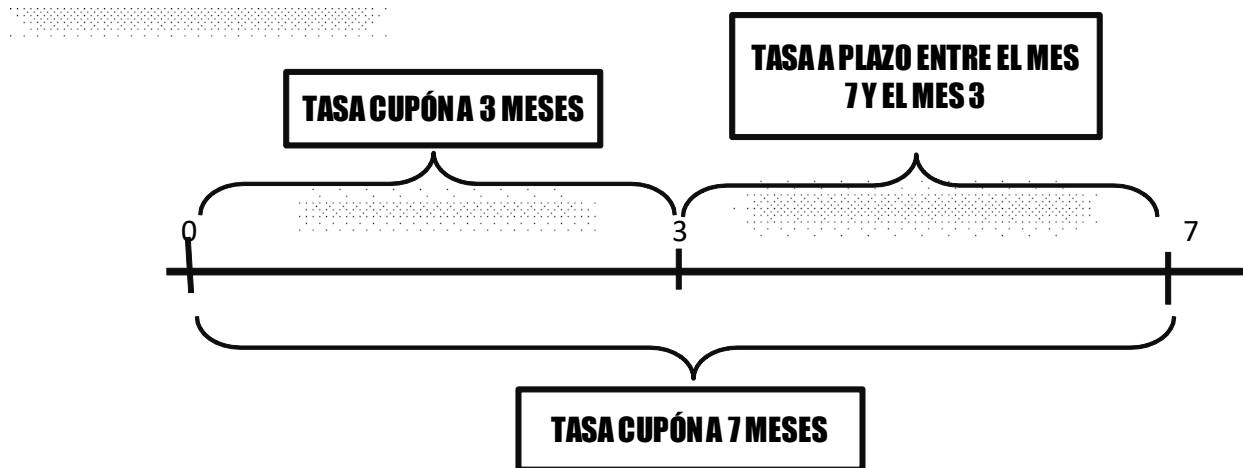
$$100\$ = \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{e^{0,04 \times \frac{2}{12}}} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{e^{0,041 \times \frac{4}{12}}} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{e^{0,041 \times \frac{6}{12}}} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{e^{0,042 \times \frac{8}{12}}} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{e^{0,043 \times \frac{10}{12}}} + \frac{100\$}{e^{0,043 \times \frac{10}{12}}}$$

$$1 - \frac{1}{e^{0,043 \times \frac{10}{12}}} = \frac{i_{SWAP}}{e^{0,04 \times \frac{2}{12}}} + \frac{i_{SWAP}}{e^{0,041 \times \frac{4}{12}}} + \frac{i_{SWAP}}{e^{0,041 \times \frac{6}{12}}} + \frac{i_{SWAP}}{e^{0,042 \times \frac{8}{12}}} + \frac{i_{SWAP}}{e^{0,043 \times \frac{10}{12}}}$$

$$1 - \frac{1}{e^{0,043 \times \frac{10}{12}}} = \left[\frac{1}{e^{0,04 \times \frac{2}{12}}} + \frac{1}{e^{0,041 \times \frac{4}{12}}} + \frac{1}{e^{0,041 \times \frac{6}{12}}} + \frac{1}{e^{0,042 \times \frac{8}{12}}} + \frac{1}{e^{0,043 \times \frac{10}{12}}} \right] \times i_{SWAP}$$

$$i_{SWAP} = \frac{1 - \frac{1}{e^{0,043 \times \frac{10}{12}}}}{\frac{1}{e^{0,04 \times \frac{2}{12}}} + \frac{1}{e^{0,041 \times \frac{4}{12}}} + \frac{1}{e^{0,041 \times \frac{6}{12}}} + \frac{1}{e^{0,042 \times \frac{8}{12}}} + \frac{1}{e^{0,043 \times \frac{10}{12}}}} = 0,007188324$$

PARTE c)



LIBOR CERO EFECTIVA PARA 7 MESES	LIBOR CERO EFECTIVA PARA 3 MESES	TASA A PLAZO ENTRE EL MES 3 Y EL MES 7 CONTINUÓ	TASA A PLAZO TNA
0,042	0,04	0,0435	0,043816905

FORMULA

$$R_f = \frac{R_2 \times T_2 - R_1 \times T_1}{(T_2 - T_1)}$$

EQUIVALENCIA ENTRE TASAS CONTINUÁS Y TNA con composición semestral

$$TNA_f = \frac{e^{R_f \times (T_2 - T_1)} - 1}{(T_2 - T_1)}$$

FACTOR DE CAPITALIZACIÓN A TRES MESES

$$e^{R_1 \times \frac{3}{12}}$$

FACTOR DE CAPITALIZACIÓN A 7 MESES

$$e^{R_2 \times \frac{7}{12}}$$

FACTOR DE CAPITALIZACIÓN IMPLICITA FORWARD

$$e^{R_F \times (\frac{7}{12} - \frac{3}{12})}$$

Por lo tanto

$$e^{R_1 \times \frac{3}{12}} \times e^{R_F \times (\frac{7}{12} - \frac{3}{12})} = e^{R_2 \times \frac{7}{12}}$$

Llegamos al mismo resultado que habíamos obtenidos

$$R_f = \frac{R_2 \times T_2 - R_1 \times T_1}{(T_2 - T_1)}$$

PARTE d)

CONTRATO FRA

PLAZO

PAGADERO EN 7 meses

TASA FRA PARA EL PERIODO ENTRE EL MES 3 Y EL MES 7

$$TNA_{FRA} = 4,1\%$$

VALOR DEL CONTRATO FRA

POSICIÓN LONG

$$NOCIONAL \times \frac{4}{12} \times [TNA_{FORWARD} - TNA_{FRA}]$$

POSICIÓN SHORT

$$NOCIONAL \times \frac{4}{12} \times [TNA_{FRA} - TNA_{FORWARD}]$$

TASA FORWARD ENTRE EL MES 3 Y EL MES 7

$$TNA_{FORWARD} = 0,043816905$$

VALOR DEL CONTRATO A PLAZO	POSICIÓN LONG	POSICIÓN SHORT
	0,093896828	-0,093896828

EJERCICIO 12

PARTE a)

CONDICIONES DEL SWAP DE TASAS

Hace tres años atrás la compañía X acordó:

RECIBIR

La TASA VARIABLE LIBOR a seis meses

PAGAR

La TASA FIJA ANUAL TNA_{SWAP} del 7%

EL NOCIONAL

100\$

FRECUENCIA DE PAGOS

Los pagos se realizan cada seis meses

VIDA RESTANTE DEL SWAP

El SWAP le resta una vida de 24 meses

ESTRUCTURA TEMPORAL DE TASAS DE INTERÉS

TASA SWAP DEL MOMENTO DE VALUACIÓN

$$TNA_{SWAP_{SEMESTRAL-DOS\ AÑOS}} = 6,5\%$$

En este caso debemos utilizar el concepto de TASA SWAP como la TASA DE RENDIMIENTO que hace que un BONO BULLET cotice a la par o YIELD PAR.

La TASA SWAP es a un vencimiento de DOS AÑOS.

PRECIO DEL BONO BULLET OBTENIDO A PARTIR DE LAS TASAS CERO CUPÓN

$$100\$ = \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{\left(1 + i_c\left(0; \frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right)\right)} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{\left(1 + i_c(0; 1; 1)\right)} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{\left(1 + i_c\left(0; \frac{3}{2}; \frac{3}{2}\right)\right)} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{\left(1 + i_c(0; 2; 2)\right)} + \frac{100\$}{\left(1 + i_c(0; 2; 2)\right)}$$

PRECIO DEL BONO BULLET OBTENIDO A PARTIR DE LA TIR

$$100\$ = \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{(1 + TIR_{SEMESTRAL})} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{(1 + TIR_{SEMESTRAL})^2} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{(1 + TIR_{SEMESTRAL})^3} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{(1 + TIR_{SEMESTRAL})^4} + \frac{100\$}{(1 + TIR_{SEMESTRAL})^4}$$

Cuando un bono COTIZA A LA PAR

$$TASA\ CUPÓN = TIR$$

Por lo tanto

$$i_{SWAP} = TIR_{SEMESTRAL}$$

VALOR DEL SWAP PARA EL CASO EN SE RECIBE TASA VARIABLE Y SE PAGA TASA FIJA

$$VALOR\ DEL\ SWAP = B_{VARIABLE} - B_{FIJO}$$

VALOR DEL SWAP PARA EL CASO EN SE PAGA TASA VARIABLE Y SE RECIBE TASA FIJA

$$VALOR\ DEL\ SWAP = B_{FIJO} - B_{VARIABLE}$$

Donde $B_{VARIABLE}$ es el valor del BONO VARIABLE hoy y B_{FIJO} el del BONO FIJO.

La TASA SWAP es aquella que hace que el valor del SWAP en el momento de su realización sea de cero.

RELACIÓN ENTRE LA TASA SWAP Y LAS TASAS CERO CUPÓN**PRECIO DEL BONO BULLET OBTENIDO A PARTIR DE LAS TASAS CERO CUPÓN**

$$100\$ = \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{\left(1 + i_c\left(0; \frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right)\right)} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{\left(1 + i_c(0; 1; 1)\right)} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{\left(1 + i_c\left(0; \frac{3}{2}; \frac{3}{2}\right)\right)} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{\left(1 + i_c(0; 2; 2)\right)} + \frac{100\$}{\left(1 + i_c(0; 2; 2)\right)}$$

PRECIO DEL BONO BULLET OBTENIDO A PARTIR DE LA TIR

$$100\$ = \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{(1 + TIR_{SEMESTRAL})} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{(1 + TIR_{SEMESTRAL})^2} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{(1 + TIR_{SEMESTRAL})^3} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{(1 + TIR_{SEMESTRAL})^4} + \frac{100\$}{(1 + TIR_{SEMESTRAL})^4}$$

Si pensamos a la primera ecuación como una cartera de BONOS CERO CUPÓN que replica al BONO BULLET que COTIZA A LA PAR

PRECIO DEL BONO CERO CUPÓN 1 QUE REPLICA EL PRIMER PAGO DEL BONO BULLET

$$\frac{100\$ \times i_{SWAP}}{\left(1 + i_c\left(0; \frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right)\right)} = \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{(1 + TIR_{SEMESTRAL})}$$

$$(1 + TIR_{SEMESTRAL}) = \left(1 + i_c\left(0; \frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right)\right)$$

PRECIO DEL BONO CERO CUPÓN 2 QUE REPLICA EL SEGUNDO PAGO

$$\frac{100\$ \times i_{SWAP}}{(1 + i_c(0; 1; 1))} = \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{(1 + TIR_{SEMESTRAL})^2}$$

Por lo tanto

$$(1 + i_c(0; 1; 1)) = (1 + TIR_{SEMESTRAL})^2$$

PRECIO DEL BONO CERO CUPÓN 3 QUE REPLICA EL TERCER PAGO

$$\frac{100\$ \times i_{SWAP}}{\left(1 + i_c\left(0; \frac{3}{2}; \frac{3}{2}\right)\right)} = \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{(1 + TIR_{SEMESTRAL})^3}$$

Por lo tanto

$$\left(1 + i_c\left(0; \frac{3}{2}; \frac{3}{2}\right)\right) = (1 + TIR_{SEMESTRAL})^3$$

PRECIO DEL BONO CERO CUPÓN 4 QUE REPLICA EL SEGUNDO PAGO

$$\frac{100\$ \times i_{SWAP}}{(1 + i_c(0; 2; 2))} = \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{(1 + TIR_{SEMESTRAL})^4}$$

Por lo tanto

$$(1 + i_c(0; 2; 2)) = (1 + TIR_{SEMESTRAL})^4$$

PRECIO DEL BONO CERO CUPÓN 5 QUE REPLICA EL SEGUNDO PAGO

$$\frac{100\$}{(1 + i_c(0; 2; 2))} = \frac{100\$}{(1 + TIR_{SEMESTRAL})^4}$$

Por lo tanto

$$(1 + i_c(0; 2; 2)) = (1 + TIR_{SEMESTRAL})^4$$

Donde

$$i_{SWAP} = TIR_{SEMESTRAL}$$

La curva de FACTORES DE CAPITALIZACIÓN CERO la podemos replicar con los FACTORES DE CAPITALIZACIÓN SWAP

t en años	FACTOR DE CAPITALIZACIÓN CERO	FACTOR DE CAPITALIZACIÓN SWAP
0,5	$\left(1 + i_c\left(0; \frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right)\right)$	$(1 + i_{SWAP})$
1	$(1 + i_c(0; 1; 1))$	$(1 + i_{SWAP})^2$
1,5	$\left(1 + i_c\left(0; \frac{3}{2}; \frac{3}{2}\right)\right)$	$(1 + i_{SWAP})^3$
2	$(1 + i_c(0; 2; 2))$	$(1 + i_{SWAP})^4$

DIFERENCIA ENTRE LA TASA SWAP PACTA HACE 3 AÑOS Y LA TASA SWAP DEL MOMENTO DE VALUACIÓN DEL SWAP

Hace tres años atrás se pacto una tasa fija o TASA SWAP que eventualmente podría ser distinta o no a la TASA SWAP del momento de valuación, pero son dos tasas que rigen en lugares del tiempo diferentes

TASA SWAP PACTADA

Es aquella tasa que hace que el VALOR DEL SWAP HIZÓ QUE TRES AÑOS ATRAS TENGA UN VALOR DE CERO. Es una tasa semestral y es para el vencimiento de 5 años

TASA SWAP DEL MOMENTO DE VALUACIÓN

Es aquella tasa que hace que el VALOR DEL SWAP TENGA UN VALOR DE CERO. Es una tasa semestral y es para el vencimiento de 2 años.

Lo importante es que el SWAP que queremos valorar tiene la TASA SWAP de hace tres años por lo tanto el BONO BULLET no va a COTIZAR A LA PAR. Por lo cual

$$TASA\ CUPÓN \neq YIELD\ PAR$$

Para lo cual utilizaremos la TASA SWAP que nos dan simplemente para obtener los factores de descuento que necesitamos para la valuación.

IMPORTANTE

$$100\$ \neq \frac{100\$ \times i_{SWAP}^*}{(1 + i_{SWAP})} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}^*}{(1 + i_{SWAP})^2} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}^*}{(1 + i_{SWAP})^3} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}^*}{(1 + i_{SWAP})^4} + \frac{100\$}{(1 + i_{SWAP})^4}$$

Donde

$$i_{SWAP}^*$$

Es la TASA SWAP que se pacto hace tres años. También

$$i_{SWAP}$$

Es la TASA SWAP del momento de valuación y es para un vencimiento de DOS AÑOS.

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE BONOS

BONO FIJO

El bono fijo paga semestralmente cupones. El cálculo de cada cupón es igual a

$$TNA_{SWAP} \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL = 0,1 \times \frac{1}{2} \times 10 = 0,5$$

Al vencimiento el bono fijo paga intereses más PRINCIPAL. Por lo tanto

$$TNA_{SWAP} \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL + NOCIONAL = 10,5$$

BONO VARIABLE

La TASA CUPÓN semestral la obtenemos de

$$(1 + i_{SWAP}) = \left(1 + i_c \left(0; \frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right)\right)$$

Por lo tanto

$$i_{SWAP} = i_c \left(0; \frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right) = TNASWAP_{SEMESTRAL-DOS AÑOS} \times \frac{1}{2}$$

Luego

$$NOCIONAL + k^* = NOCIONAL + TNASWAP_{SEMESTRAL-DOS AÑOS} \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL$$

$$100 + 0,0325 \times \frac{1}{2} \times 100 = 103,25$$

FACTORES DE DESCUENTO

$$V\left(0; \frac{6}{12}\right) = \frac{1}{(1 + i_{SWAP})}$$

$$V\left(0; \frac{12}{12}\right) = \frac{1}{(1 + i_{SWAP})^2}$$

$$V\left(0; \frac{18}{12}\right) = \frac{1}{(1 + i_{SWAP})^3} \quad V\left(0; \frac{24}{12}\right) = \frac{1}{(1 + i_{SWAP})^4}$$

t	FACTOR DE DESCUENTO
0,5	0,968523002
1	0,938036806
1,5	0,908510224
1	0,87991305

VALOR DEL SWAP PARA EL CASO EN SE PAGA TASA FIJA Y SE RECIBE TASA VARIABLE

$$VALOR DEL SWAP = B_{VARIABLE} - B_{FIJO}$$

Donde $B_{VARIABLE}$ es el valor del BONO VARIABLE hoy y B_{FIJO} el del BONO FIJO.

$$B_{VARIABLE} = 100\$$$

$$B_{FIJO} = 100,9237458\$$$

$$VALOR DEL SWAP = -0,923745771$$

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE FRA'S

TASAS FORWARD

En este caso para obtener las TASAS FORWARD SÓLO DEBEMOS TENER PRESENTE LA FORMULA DE LAS TASAS FORWARD EN TIEMPO DISCRETO

$$i_f\left(0; \frac{1}{2}; 1\right) = \frac{(1 + i_c(0; 1; 1))}{\left(1 + i_c\left(0; \frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right)\right)} - 1$$

Donde las tasas son efectivas. También

$$i_f\left(0; \frac{1}{2}; 1\right)$$

Es la tasa FORWARD para el periodo entre un año y seis meses calculada hoy. Reemplazando por las equivalencias SWAP.

$$1 + i_f\left(0; \frac{1}{2}; 1\right) = \frac{(1 + i_{SWAP})^2}{(1 + i_{SWAP})} = (1 + i_{SWAP})$$

Por lo tanto

$$i_f\left(0; \frac{1}{2}; 1\right) = i_{SWAP}$$

Si seguimos con el proceso

$$1 + i_f\left(0; 1; \frac{3}{2}\right) = \frac{(1 + i_{SWAP})^3}{(1 + i_{SWAP})^2} = (1 + i_{SWAP})$$

$$i_f\left(0; 1; \frac{3}{2}\right) = i_{SWAP}$$

En definitiva llegamos a la conclusión de que la TASA FORWARD en este caso es igual a la TASA SWAP.

VALOR DE LA CARTERA DE CONTRATOS FRA'S EN POSICIÓN LONG

VALOR DE CADA UNO DE LOS CONTRATO FRA'S DE LA CARTERA SWAP HOY

$$NOCIONAL \times (TNA_f - TNA_{SWAP}) \times \frac{1}{2} \times e^{rT}$$

Donde la suma del valor de cada contrato es igual al VALOR DEL SWAP o también de la cartera de CONTRATOS FRA'S EN POSICIÓN LONG

PAGOS VARIABLES RECIBIDOS

$$NOCIONAL \times TNA_f \times \frac{1}{2} \times e^{rT}$$

PAGOS FIJOS REALIZADOS

$$-NOCIONAL \times TNA_{SWAP} \times \frac{1}{2} \times e^{rT}$$

PAGOS VARIABLES RECIBIDOS

El pago del momento en años $\frac{6}{12}$ es igual a

$$TNA_{SWAP_{SEMESTRAL-DOS AÑOS}} \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL = 3,25$$

Este pago de intereses ya los habíamos calculado

El pago del momento en años $\frac{12}{12}$ es igual a

$$TNA_{FRA} \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL = TNA_f \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL$$

$$0,0325 \times \frac{1}{2} \times 100 = 3,25$$

El pago del momento en años $\frac{18}{12}$ es igual a

$$TNA_{FRA} \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL = TNA_f \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL$$

$$0,0325 \times \frac{1}{2} \times 100 = 3,25$$

El pago del momento en años $\frac{24}{12}$ es igual a

$$TNA_{FRA} \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL = TNA_f \times \frac{1}{2} \times NOCIONAL$$

$$0,0325 \times \frac{1}{2} \times 100 = 3,25$$

Abajo esta la tabla con los resultados.

$$VALOR DEL SWAP = -0,923745771$$

¿ESTARÍA TENIENDO UNA PERDIDA ECONOMICA CON ESTA PERDIDA?

Como el valor del CONTRATO SWAP DE TASAS es negativo no se incurre en una pérdida económica. Sólo se incurre en una pérdida económica cuando el valor del SWAP es positivo para la empresa X y la contraparte entra en quiebra.

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE BONOS					
t	FLUJO DE EFECTIVO BONO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO BONO VARIABLE	FACTOR DE DESCUENTO	PAGA	RECIBE
0,5	3,5	103,25	0,968523002	3,389830508	100
1	3,5		0,938036806	3,283128822	
1,5	3,5		0,908510224	3,179785784	
1	103,5		0,87991305	91,07100066	
				100,9237458	100
VALOR DEL SWAP		-0,923745771			

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE FRA'S					
t	FLUJO DE EFECTIVO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO VARIABLE	FLUJO DE EFECTIVO NETO	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE DEL FLUJO DE EFECTIVO NETO
0,5	-3,5	3,25	-0,25	0,968523002	-0,242130751
1	-3,5	3,25	-0,25	0,938036806	-0,234509202
1,5	-3,5	3,25	-0,25	0,908510224	-0,227127556
1	-3,5	3,25	-0,25	0,87991305	-0,219978262
				VALOR DEL SWAP	-0,923745771

PARTE b)

TRANSFORMACIÓN DE UN PASIVO NO HAY INTERMEDIARIO FINANCIERO

TIPO DE CAMBIO EN DÓLARES

1,62\$ dólares por cada libra

NOCIONAL EN DÓLARES

20.000.000\$

NOCIONAL EN LIBRAS

\$ 12.345.679

Donde

$$\$ 12.345.679 = \frac{20.000.000\$}{1,62}$$

EMPRESA	TASA DÓLARES	TASA LIBRAS ESTERLINAS
A	8%	14%
B	6%	9%

Donde la empresa B tiene mayor solvencia que la empresa A por que se le otorga menores tasas en ambos mercados.

CALCULO DE a

$$8\% - 6\% = 2\%$$

CALCULO DE b

$$14\% - 9\% = 5\%$$

DIFERENCIA $b - a$

$$5\% - 2\% = 3\%$$

GANANCIA PARA CADA EMPRESA

$$\frac{3\%}{2} = 1,5\%$$

Por lo tanto la empresa A tiene ventaja comparativa en el mercado en dólares mientras que la empresa B la tiene en el mercado en libras. Pero las expectativas de ambas empresas sobre la evolución futura en el tipo de cambio generan que ambas empresas deseen tomar prestado en el mercado en donde no tienen la ventaja comparativa.

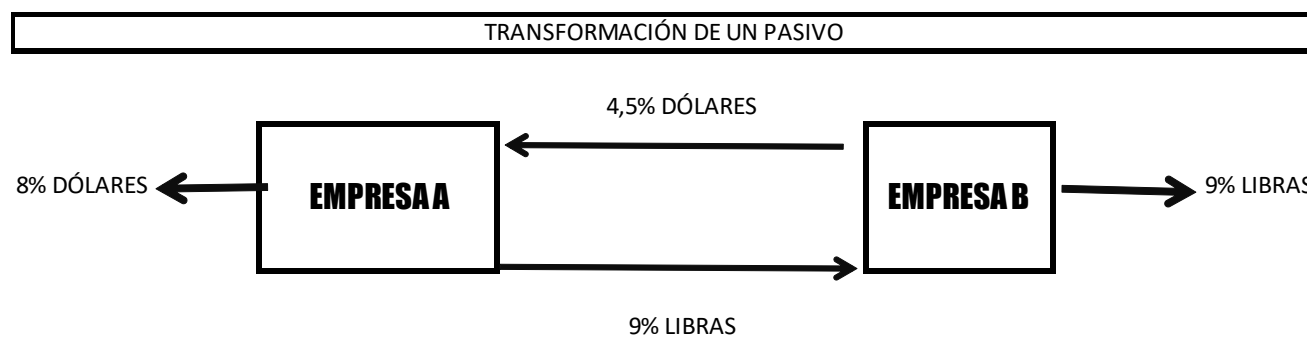
Hay tres diferentes escenarios

1. La empresa A asume todo el RIESGO CAMBIARIO
2. La empresa B asume todo el RIESGO CAMBIARIO
3. Ambas empresas comparten el RIESGO CAMBIARIO

Si fuera posible que ambas empresas no asumieran riesgo cambiario, lo cual puede ocurrir si hay un intermediario financiero, luego, cada empresa pagaría

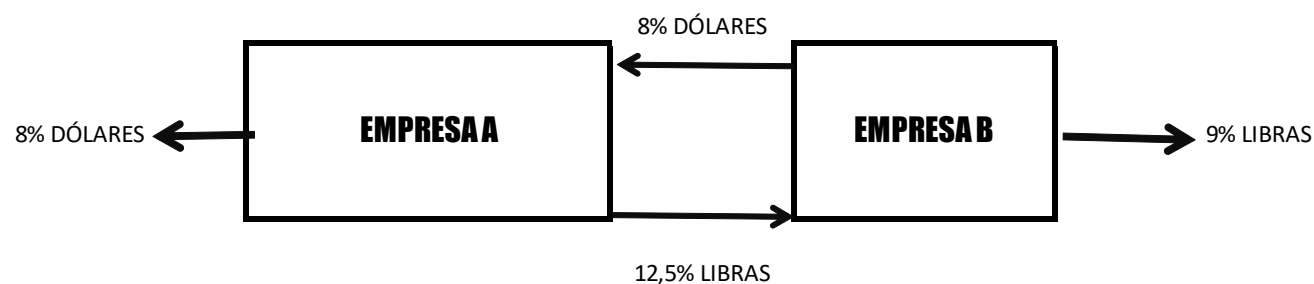
EMPRESA	RESULTADOS
EMPRESA B (DÓLARES)	4,5% DÓLARES
EMPRESA A (LIBRAS)	12,5% LIBRAS

ESCENARIO I



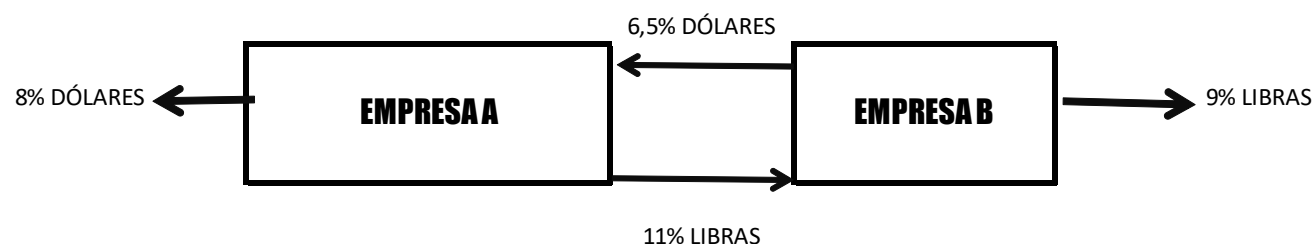
EMPRESA	RESULTADOS	RIESGO CAMBIARIO	CONTRATO A PLAZO	MONTOS
EMPRESA B (DÓLARES)	4,5% DÓLARES	NO ASUME RIESGO CAMBIARIO		
EMPRESA A (LIBRAS)	9% LIBRAS+3,5% DÓLARES	ASUME RIESGO CAMBIARIO	COMPRAR DÓLARES CADA AÑO PARA PAGAR	\$ 700.000

ESCENARIO II



EMPRESA	RESULTADOS	RIESGO CAMBIARIO	CONTRATO A PLAZO	MONTO
EMPRESA B (DÓLARES)	8% DÓLARES-3,5%LIBRAS	ASUME RIESGO CAMBIARIO	VENDER LIBRAS CADA AÑO	\$432.099
EMPRESA A (LIBRAS)	12,5% LIBRAS	NO ASUME RIESGO CAMBIARIO		

ESCENARIO III



EMPRESA	RESULTADOS	RIESGO CAMBIARIO	CONTRATO A PLAZO	MONTO
EMPRESA B (DÓLARES)	6,5% DÓLARES-2%LIBRAS	ASUME RIESGO CAMBIARIO	VENDER LIBRAS CADA AÑO	\$246.914
EMPRESA A (LIBRAS)	11% LIBRAS+1,5% DÓLARES	ASUME RIESGO CAMBIARIO	COMPRAR DÓLARES CADA AÑO	\$ 300.000

PARTES)

La compañía A realizó un SWAP DE DIVISAS con las siguientes condiciones:

LADO PASIVO DEL SWAP DE DIVISAS

NOCIONAL EN DÓLARES

25 millones de dólares

TASA DE INTERÉS EN DÓLARES

3%

LADO ACTIVO DEL SWAP DIVISAS**NOCIONAL EN LIBRAS**

20 millones de libras

TASA DE INTERÉS EN LIBRAS

7,5%

PERIODO DE INTERCAMBIO

Semestral

VIDA RESTANTE DEL SWAP DE DIVISAS

Le restan 18 meses de vida

TIPO DE CAMBIO EN LIBRAS

1,3 libras por cada dólar.

ESTRUCTURA DE TASAS INTERÉS EN AMBAS MONEDAS

Se supone que es FLAT en ambas monedas

TNA EN DÓLARES CON CAPITALIZACIÓN CONTINÚA	TNA EN LIBRAS CON CAPITALIZACIÓN CONTINÚA
0,033	0,0775

VALUACIÓN DEL SWAP DE DIVISAS EN TÉRMINOS DE BONOS**PAGA EN MONEDA LOCAL Y RECIBE EN MONEDA EXTRANJERA**

$$VALOR DE SWAP DE DIVISAS = TC_0 \times B_{EXTRANJERO} - B_{LOCAL}$$

RECIBE EN MONEDA LOCAL Y PAGA EN MONEDA EXTRANJERA

$$VALOR DE SWAP DE DIVISAS = B_{LOCAL} - TC_0 \times B_{EXTRANJERO}$$

En este caso utilizaremos la primera formula.

VALUACIÓN DEL SWAP DE DIVISAS EN TÉRMINOS DE CONTRATOS A PLAZO

En este caso debemos realizar contrato a plazo sobre el tipo de cambio

PRECIO DEL TIPO DE CAMBIO FUTURO LIBRE DE ARBITRAJE

$$F = TC_0 \times e^{(r-r_f) \times T}$$

VALUACIÓN DE SWAP DE DIVISAS EN TÉRMINOS DE BONOS						
t	FLUJO DE FONDOS DEL BONO EN DÓLARES	FLUJO DE FONDOS DEL BONO EN LIBRAS	FACTOR DE DESCUENTO EN DÓLARES	FACTOR DE DESCUENTO EN LIBRAS	RECIBE	PAGA
0,5	0,375	0,75	0,983635379	0,961991177	0,368863267	0,721493383
1	0,375	0,75	0,96753856	0,925427024	0,36282696	0,694070268
1,5	25,375	20,75	0,951705158	0,890252632	24,14951839	18,47274212
					24,88120861	19,88830577
			PAGA DÓLARES-RECIBE LIBRAS	PAGA LIBRAS-RECIBE DÓLARES		
VALOR DE SWAP EN LIBRAS				12,45726543		

VALUACIÓN DE SWAP DE DIVISAS EN TÉRMINOS DE CONTRATOS APLAZO						
t	FLUJO DE FONDOS DEL BONO EN DÓLARES	FLUJO DE FONDOS DEL BONO EN LIBRAS	TIPO DE CAMBIO FUTURO	VALOR EN LIBRAS DEL FLUJO DE FONDOS EN DÓLARES	FACTOR DE DESCUENTO EN LIBRAS	VALOR ACTUAL DEL VALOR NETO
0,5	0,375	-0,75	1,329249191	0,498468446	0,961991177	-0,241971135
1	0,375	-0,75	1,35915647	0,509683676	0,925427024	-0,22239522
1,5	25,375	-20,75	1,389736644	35,26456734	0,890252632	12,92163178
						12,45726543
			PAGA DÓLARES-RECIBE LIBRAS	PAGA LIBRAS-RECIBE DÓLARES		
VALOR DE SWAP EN LIBRAS				12,45726543		

PARTE d)

Hay dos tipos de riesgo:

1. RIESGO DE CRÉDITO
2. RIESGO DE MERCADO

El RIESGO DE CRÉDITO surge debido a la posibilidad de un incumplimiento de la contraparte en el pago o bancarrota cuando el valor del contrato para la institución financiera es positivo.

Las pérdidas potenciales por incumplimiento sobre un SWAP son mucho menores que por incumplimiento sobre un PRÉSTAMO con el mismo principal. La razón es que el valor del SWAP suele ser sólo una pequeña fracción del valor del préstamo.

Las pérdidas potenciales por incumplimiento sobre un SWAP DE DIVISAS son mayores que por incumplimiento sobre un SWAP DE TASAS DE INTERÉS. La razón es que, como se intercambian montos de principal en dos monedas diferentes al final de la vida de un SWAP DE DIVISAS, éste es susceptible de tener un valor mayor al momento de un incumplimiento que un SWAP DE TASAS DE INTERÉS.

El riesgo de mercado surge debido a la posibilidad de que las variables de mercado, como las tasas de interés y los tipos de cambios, cambien de tal manera que el valor del contrato para la institución financiera se vuelva negativo.

La cobertura para los RIESGOS DE MERCADO es a través de contratos a plazo, los RIESGO DE CRÉDITOS son más difíciles de cubrir.

EJERCICIO 17

RESOLUCIÓN

PARTE a)

t	TASA CUPÓN TNA	TASA CUPÓN EFECTIVAS	TASA A PLAZO EFECTIVA DE 30 DÍAS	TASA A PLAZO TNA
30	0,1	0,008333333		
60	0,11	0,018333333	0,009917355	0,119008264
90	0,12	0,03	0,011456628	0,137479542
120	0,13	0,043333333	0,012944984	0,155339806
150	0,14	0,058333333	0,014376997	0,172523962
180	0,15	0,075	0,015748031	0,188976378

En primer lugar calculamos las tasas efectivas de las TASAS CUPÓN TNA con capitalización del periodo t

$$i_c(0; 30; 30) = TNA \text{ CUPÓN}_{30} \times \frac{30}{360} = 0,10 \times \frac{30}{360} = 0,008333333$$

$$i_c(0; 60; 60) = TNA \text{ CUPÓN}_{60} \times \frac{60}{360} = 0,11 \times \frac{60}{360} = 0,018333333$$

$$i_c(0; 90; 90) = TNA \text{ CUPÓN}_{90} \times \frac{90}{360} = 0,12 \times \frac{90}{360} = 0,03$$

$$i_c(0; 120; 120) = TNA \text{ CUPÓN}_{120} \times \frac{120}{360} = 0,13 \times \frac{120}{360} = 0,043333333$$

Luego calculamos las tasas forward efectivas de 30 días

$$i_f(0; 30; 60) = \frac{1 + i_c(0; 60; 60)}{1 + i_c(0; 30; 30)} - 1 = 0,09917355$$

$$i_f(0; 60; 90) = \frac{1 + i_c(0; 90; 90)}{1 + i_c(0; 60; 60)} - 1 = 0,011456628$$

$$i_f(0; 90; 120) = \frac{1 + i_c(0; 120; 120)}{1 + i_c(0; 90; 90)} - 1 = 0,012944984$$

Para finalizar calculamos las tasas nominales anuales

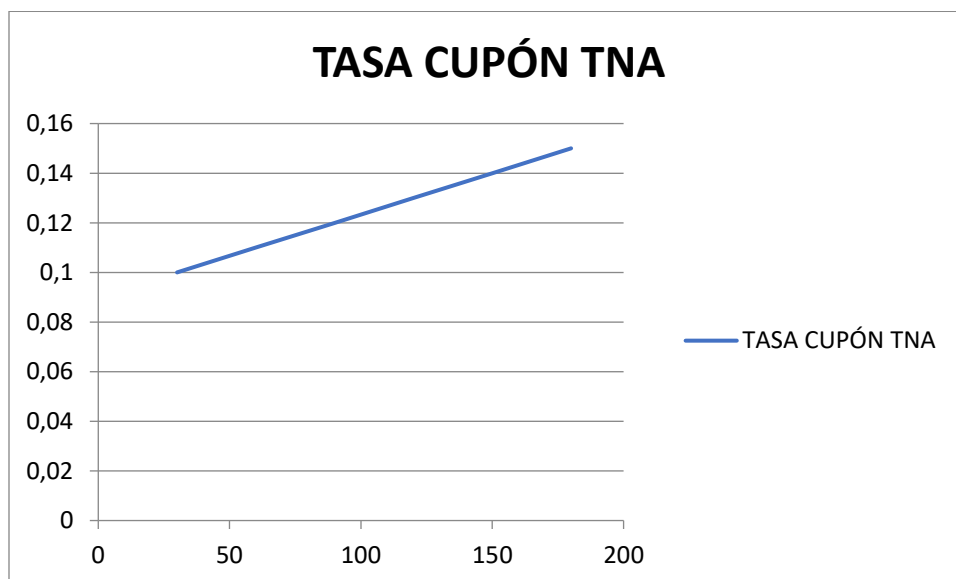
$$TNA\ FORWARD_{MENSUAL}(0; 30; 60) = i_f(0; 30; 60) \times \frac{360}{30} = 0,118008264$$

$$TNA\ FORWARD_{MENSUAL}(0; 60; 90) = i_f(0; 60; 90) \times \frac{360}{30} = 0,137479542$$

$$TNA\ FORWARD_{MENSUAL}(0; 90; 120) = i_f(0; 90; 120) \times \frac{360}{30} = 0,155339806$$

PARTE b)

El procedimiento es el mismo que el que realizamos en el punto anterior, pero con la diferencia que en este punto debemos obtener las tasas a través de interpolación.



Como vemos una única recta se puede utilizar para realizar la interpolación en la estructura de tasas.

INTERPOLACIÓN LINEAL	
PENDIENTE	ORDENADA AL ORIGEN
0,000333333	0,09

Si utilizamos la recta de interpolación

t	TASA CUPÓN TNA	TASA CUPÓN EFECTIVAS	TASA A PLAZO EFECTIVA DE 10 DÍAS	TASA A PLAZO TNA
30	0,1	0,008333333		
40	0,103333333	0,011481481		
50	0,106666667	0,014814815	0,003295496	0,118637862
60	0,11	0,018333333	0,003467153	0,124817518
70	0,113333333	0,022037037	0,003637025	0,130932897
80	0,116666667	0,025925926	0,003805037	0,136981337
90	0,12	0,03	0,003971119	0,142960289
100	0,123333333	0,034259259	0,004135203	0,148867314
110	0,126666667	0,038703704	0,004297225	0,154700009
120	0,13	0,043333333	0,004457122	0,160456409
130	0,133333333	0,048148148	0,004614838	0,166134185
140	0,136666667	0,053148148		
150	0,14	0,058333333		
160	0,143333333	0,063703704		
170	0,146666667	0,069259259		
180	0,15	0,075		

Haremos los primeros tres como ejemplo pero el procedimiento es mecánico

En primer lugar calculamos las tasas efectivas de las TASAS CUPÓN TNA con capitalización del periodo t

$$i_c(0; 40; 40) = TNA \text{ CUPÓN}_{40} \times \frac{40}{360} = 0,103333333 \times \frac{40}{360} = 0,011481481$$

$$i_c(0; 50; 50) = TNA \text{ CUPÓN}_{50} \times \frac{50}{360} = 0,106666667 \times \frac{50}{360} = 0,014814815$$

$$i_c(0; 60; 60) = TNA \text{ CUPÓN}_{60} \times \frac{60}{360} = 0,11 \times \frac{60}{360} = 0,018333333$$

$$i_c(0; 70; 70) = TNA \text{ CUPÓN}_{70} \times \frac{70}{360} = 0,113333333 \times \frac{70}{360} = 0,022037037$$

Luego calculamos las tasas forward efectivas de 10 días

$$i_f(0; 40; 50) = \frac{1 + i_c(0; 50; 50)}{1 + i_c(0; 40; 40)} - 1 = 0,003295496$$

$$i_f(0; 50; 60) = \frac{1 + i_c(0; 60; 60)}{1 + i_c(0; 50; 50)} - 1 = 0,003467153$$

$$i_f(0; 60; 70) = \frac{1 + i_c(0; 70; 70)}{1 + i_c(0; 60; 60)} - 1 = 0,003637025$$

Para finalizar calculamos las tasas nominales anuales

$$TNA \text{ FORWARD}_{10 \text{ DÍAS}}(0; 40; 50) = i_f(0; 40; 50) \times \frac{360}{10} = 0,118637862$$

$$TNA \text{ FORWARD}_{10 \text{ DÍAS}}(0; 50; 60) = i_f(0; 50; 60) \times \frac{360}{10} = 0,124817518$$

$$TNA FORWARD_{10 \text{ DÍAS}}(0; 60; 70) = i_f(0; 60; 70) \times \frac{360}{10} = 0,130932897$$

PARTE c)

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE BONOS				RECIBE	PAGA
t en meses	FLUJO DE EFECTIVO BONO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO BONO VARIABLE	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE DEL BONO FIJO	VALOR PRESENTE DEL BONO VARIABLE
30	\$ 1.166,6667	\$ 100.833,3333	0,991735537	\$ 1.157,0248	\$ 100.000,0000
60	\$ 1.166,6667		0,981996727	\$ 1.145,6628	
90	\$ 1.166,6667		0,970873786	\$ 1.132,6861	
120	\$ 1.166,6667		0,958466454	\$ 1.118,2109	
150	\$ 1.166,6667		0,94488189	\$ 1.102,3622	
180	\$ 101.166,6667		0,930232558	\$ 94.108,5271	
				\$ 99.764,4739	\$ 100.000,0000
				VALOR DEL SWAP	-\$ 235,5261

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE FRA'S					
t	FLUJO DE EFECTIVO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO VARIABLE	FLUJO DE EFECTIVO NETO	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE DEL FLUJO DE EFECTIVO NETO
30	\$ 1.166,6667	-\$ 833,3333	\$ 333,3333	0,991735537	\$ 330,5785
60	\$ 1.166,6667	-\$ 991,7355	\$ 174,9311	0,981996727	\$ 171,7818
90	\$ 1.166,6667	-\$ 1.145,6628	\$ 21,0038	0,970873786	\$ 20,3921
120	\$ 1.166,6667	-\$ 1.294,4984	-\$ 127,8317	0,958466454	-\$ 122,5224
150	\$ 1.166,6667	-\$ 1.437,6997	-\$ 271,0330	0,94488189	-\$ 256,0942
180	\$ 1.166,6667	-\$ 1.574,8031	-\$ 408,1365	0,930232558	-\$ 379,6618
				VALOR DEL SWAP	-\$ 235,5261

DATOS	
i_{SWAP}	0,14
NOCIONAL	100.000\$
TASA CERO TNA con composición mensual	0,008333333
k^*	833,3333333\$

PARTE d)

$$100\$ = \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{(1 + i_c(0; 30; 30))} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{(1 + i_c(0; 60; 60))} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{(1 + i_c(0; 90; 90))} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{(1 + i_c(0; 120; 120))} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{(1 + i_c(0; 150; 150))} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{(1 + i_c(0; 180; 180))} + \frac{100\$}{(1 + i_c(0; 180; 180))}$$

Donde

t en meses	FACTOR DE DESCUENTO
30	0,991735537
60	0,981996727
90	0,970873786
120	0,958466454
150	0,94488189
180	0,930232558

Por lo tanto

$$i_{SWAP} = \frac{1 - 0,930232558}{[0,991735537 + 0,981996727 + 0,970873786 + 0,958466454 + 0,94488189 + 0,930232558]}$$

$$i_{SWAP} = 0,012074279$$

EJERCICIO 19

RESOLUCIÓN

PARTE a)

NOCIONAL

4 Millones

PAGA TASA FIJA

10% ANUAL

RECIBE TASA VARIABLE

LIBOR a tres meses

VIDA RESTANTE DEL SWAP

Al contrato SWAP DE TASAS DE INTERÉS le resta una vida de 14 meses.

FRECUENCIA DE LOS PAGOS

La frecuencia de pagos es de 3 meses

UN MES ATRÁS...

La tasa LIBOR a tres meses fue 11,08% anual

ESTRUCTURA DE TASAS SWAP

t en años	TASA SWAP TNA TRIMESTRAL	TASA SWAP EFECTIVA TRIMESTRAL
0,166666667	0,11	0,0275
0,416666667	0,11	0,0275
0,666666667	0,11	0,0275
0,916666667	0,11	0,0275
1,166666667	0,11	0,0275

CUADRO RESUMEN

TASA FIJA O SWAP DEL CONTRATO	0,1
NOCIONAL	4 MILLONES
TASA LIBOR TNA con composición trimestral	0,118
k^*	0,118

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE BONOS				PAGA	RECIBE
t en años	FLUJO DE EFECTIVO BONO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO BONO VARIABLE	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE DEL BONO FIJO	VALOR PRESENTE DEL BONO VARIABLE
0,166666667	0,1	4,118	0,982076788	0,098207679	4,044192213
0,416666667	0,1		0,955792494	0,095579249	
0,666666667	0,1		0,930211673	0,093021167	
0,916666667	0,1		0,905315497	0,09053155	
1,166666667	4,1		0,881085642	3,612451132	
				3,989790777	4,044192213
				VALOR DEL SWAP	0,054401435

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE FRA'S					
t	FLUJO DE EFECTIVO	FLUJO DE EFECTIVO	FLUJO DE EFECTIVO	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR
0,166666667	-0,1	0,118	0,018	0,982076788	0,017677382
0,416666667	-0,1	0,11	0,01	0,955792494	0,009557925
0,666666667	-0,1	0,11	0,01	0,930211673	0,009302117
0,916666667	-0,1	0,11	0,01	0,905315497	0,009053155
1,166666667	-0,1	0,11	0,01	0,881085642	0,008810856
				VALOR DEL SWAP	0,054401435

PARTE b)



EMPRESA	TASA FLOTANTE	TASA FIJA
A	LIBOR	8%
B	LIBOR	8,80%

a	0
b	0,80%
DIFERENCIA $b - a$	0,80%
GANANCIA DEL INTERMEDIARIO	-0,20%
GANANCIA PARA CADA EMPRESA	0,30%

EMPRESA	RESULTADOS
EMPRESA B	$LIBOR + 0,30\%$
EMPRESA A	8,30%

EJERCICIO 20

RESOLUCIÓN

PARTE a)

NOCIONAL

4 Millones

PAGA TASA FIJA

8% ANUAL

RECIBE TASA VARIABLE

LIBOR a seis meses

VIDA RESTANTE DEL SWAP

Al contrato SWAP DE TASAS DE INTERÉS le resta una vida de 16 meses.

FRECUENCIA DE LOS PAGOS

La frecuencia de pagos es de 6 meses

DOS MESES ATRÁS...

La tasa LIBOR a seis meses fue 10,5% anual

ESTRUCTURA DE TASAS SWAP

t	TASA SWAP TNA SEMESTRAL	TASA SWAP EFECTIVA SEMESTRAL
0,5	0,1	0,05
1	0,1	0,05
1,5	0,1	0,05

CUADRO RESUMEN

TASA FIJA O SWAP DEL CONTRATO	0,08
NOCIONAL	4 MILLONES
TASA LIBOR TNA con composición trimestral	0,105
k^*	0,21

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE BONOS				PAGA	RECIBE
t en años	FLUJO DE EFECTIVO BONO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO BONO VARIABLE	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE DEL BONO FIJO	VALOR PRESENTE DEL BONO VARIABLE
0,33333333	0,16	4,21	0,96799653	0,154879445	4,075265393
0,83333333	0,16		0,921901457	0,147504233	
1,33333333	4,16		0,878001388	3,652485774	
				3,954869452	4,075265393
				VALOR DEL SWAP	\$ 0,1204

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE FRA'S					
t	FLUJO DE EFECTIVO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO VARIABLE	FLUJO DE EFECTIVO NETO	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE DEL FLUJO DE EFECTIVO NETO
0,33333333	-0,16	0,21	0,05	0,96799653	\$ 0,0484
0,83333333	-0,16	0,2	0,04	0,921901457	\$ 0,0369
1,33333333	-0,16	0,2	0,04	0,878001388	\$ 0,0351
				VALOR DEL SWAP	\$ 0,1204

PARTE b)



EMPRESA	TASA FLOTANTE	TASA FIJA
A	LIBOR+0,3%	7,00%
B	LIBOR+0,5%	8,00%

a	0,20%
b	1,00%
DIFERENCIA $b - a$	0,80%
GANANCIA DEL INTERMEDIARIO	-0,40%
GANANCIA PARA CADA EMPRESA	0,20%

EMPRESA	RESULTADOS
EMPRESA B	7,80%
EMPRESA A	$LIBOR + 0,1\%$

Tiene un NOCIONAL de 10 millones **EJERCICIO 20**

RESOLUCIÓN

PARTE a)



EMPRESA	TASA FLOTANTE	TASA FIJA
A	LIBOR+0,1%	12,00%
B	LIBOR+0,6%	13,40%

a	0,50%
b	1,40%
DIFERENCIA $b - a$	0,90%
GANANCIA DEL INTERMEDIARIO	-0,10%
GANANCIA PARA CADA EMPRESA	0,40%

EMPRESA	RESULTADOS
EMPRESA B	13,00%
EMPRESA A	$LIBOR - 0,3\%$

Tiene un NOCIONAL de 20 millones

PARTE b)

La compañía A realizó un SWAP DE DIVISAS con las siguientes condiciones:

LADO PASIVO DEL SWAP DE DIVISAS

NOCIONAL EN DÓLARES

30 millones de dólares

TASA DE INTERÉS FIJA EN DÓLARES ANUAL

10%

LADO ACTIVO DEL SWAP DIVISAS

NOCIONAL EN LIBRAS

20 millones de libras

TASA DE INTERÉS FIJA EN LIBRAS ANUAL

14%

PERIODO DE INTERCAMBIO

ANUAL

VIDA RESTANTE DEL SWAP DE DIVISAS

Le restan 15 meses de vida

TIPO DE CAMBIO EN DÓLARES

1,65 dólares por libra

ESTRUCTURA DE TASAS SWAP EN AMBAS MONEDAS

TASA SWAP DÓLARES ANUAL	TASA SWAP EN LIBRAS ANUAL
0,08	0,11

VALUACIÓN DEL SWAP DE DIVISAS EN TÉRMINOS DE BONOS

PAGA EN MONEDA LOCAL Y RECIBE EN MONEDA EXTRANJERA

$$VALOR DE SWAP DE DIVISAS = TC_0 \times B_{EXTRANJERO} - B_{LOCAL}$$

VALUACIÓN DEL SWAP DE DIVISAS EN TÉRMINOS DE CONTRATOS A PLAZO

En este caso debemos realizar contrato a plazo sobre el tipo de cambio

PRECIO DEL TIPO DE CAMBIO FUTURO LIBRE DE ARBITRAJE

$$F = TC_0 \times e^{(r-r_f) \times T}$$

CUADRO RESUMEN

NOCIONAL DÓLARES	30 millones
NOCIONAL LIBRAS	20 millones
TASA FIJA ANUAL EN DÓLARES	0,1
TASA FIJA ANUAL EN LIBRAS	0,14
TIPO DE CAMBIO dólares por cada libra	1,65

EJERCICIO 44

RESOLUCIÓN

La compañía A realizó un SWAP DE DIVISAS con las siguientes condiciones:

LADO ACTIVO DEL SWAP DE DIVISAS

NOCIONAL EN DÓLARES

100 millones de dólares

TASA DE INTERÉS FIJA EN DÓLARES ANUAL

3%

LADO PASIVO DEL SWAP DIVISAS

NOCIONAL EN PESOS

400 millones de pesos

TASA DE INTERÉS FIJA EN PESOS ANUAL

10%

PERIODO DE INTERCAMBIO

SEMESTRAL

VIDA RESTANTE DEL SWAP DE DIVISAS

Le restan 18 meses de vida

TIPO DE CAMBIO EN PESOS

4,09 pesos por cada dólar

ESTRUCTURA DE TASAS EN AMBAS MONEDAS

Se supone que son FLAT

TNA EN DÓLARES CON CAPITALIZACIÓN CONTINÚA	TNA EN PESOS CON CAPITALIZACIÓN CONTINÚA
0,033	0,11

VALUACIÓN DEL SWAP DE DIVISAS EN TÉRMINOS DE BONOS

PAGA EN MONEDA LOCAL Y RECIBE EN MONEDA EXTRANJERA

$$VALOR DE SWAP DE DIVISAS = TC_0 \times B_{EXTRANJERO} - B_{LOCAL}$$

VALUACIÓN DEL SWAP DE DIVISAS EN TÉRMINOS DE CONTRATOS A PLAZO

En este caso debemos realizar contrato a plazo sobre el tipo de cambio

PRECIO DEL TIPO DE CAMBIO FUTURO LIBRE DE ARBITRAJE

$$F = TC_0 \times e^{(r-r_f) \times T}$$

CUADRO RESUMEN

NOCIONAL DÓLARES	100 millones
NOCIONAL PESOS	400 millones
TASA FIJA ANUAL EN DÓLARES	0,03
TASA FIJA ANUAL EN PESOS	0,10
TIPO DE CAMBIO pesos por cada dólar	4,09

VALUACIÓN DE SWAP DE DIVISAS EN TÉRMINOS DE BONOS					
t	FLUJO DE FONDOS DEL BONO EN DÓLARES	FLUJO DE FONDOS DEL BONO EN PESOS	FACTOR DE DESCUENTO EN DÓLARES	FACTOR DE DESCUENTO EN PESOS	RECIBE
0,5	1,5	20	0,983635379	0,946485148	1,475453069
1	1,5	20	0,96753856	0,895834135	1,451307839
1,5	101,5	420	0,951705158	0,847893704	96,59807355
				99,52483446	392,9617414

VALOR DE SWAP EN PESOS	PAGA DÓLARES-RECIBE PESOS	PAGA PESOS-RECIBE DÓLARES
		14,09483156

VALUACIÓN DE SWAP DE DIVISAS EN TÉRMINOS DE CONTRATOS APLAZO					
t	FLUJO DE FONDOS DEL BONO EN DÓLARES	FLUJO DE FONDOS DEL BONO EN PESOS	TIPO DE CAMBIO FUTURO	VALOR EN PESOS DEL FLUJO DE FONDOS EN DÓLARES	FACTOR DE DESCUENTO EN PESOS
0,5	1,5	-20	4,250535479	6,375803218	0,946485148
1	1,5	-20	4,417372092	6,626058139	0,895834135
1,5	101,5	-420	4,590757165	465,9618522	0,847893704
				VALOR NETO	VALOR ACTUAL DEL VALOR NETO
				-13,62419678	-12,89509991
				-13,37394186	-11,98083364
				45,9618522	38,97076511
					14,09483156

VALOR DE SWAP EN PESOS	PAGA DÓLARES-RECIBE PESOS	PAGA PESOS-RECIBE DÓLARES
		14,09483156

EJERCICIO 32

RESOLUCIÓN

NOCIONAL

3 Millones

PAGA TASA FIJA

8% ANUAL

RECIBE TASA VARIABLE

LIBOR a tres meses

VIDA RESTANTE DEL SWAP

Al contrato SWAP DE TASAS DE INTERÉS le resta una vida de 12 meses.

FRECUENCIA DE LOS PAGOS

La frecuencia de pagos es de 3 meses

ESTRUCTURA DE TASAS CERO

t	LIBOR CERO TNA CON COMPOSICIÓN TRIMESTRAL
0,25	0,02
0,5	0,03
0,75	0,04
1	0,05

CUADRO RESUMEN

TASA FIJA O SWAP DEL CONTRATO	0,08
NOCIONAL	3 MILLONES
TASA LIBOR TNA con composición trimestral	0,02
k^*	0,015

CALCULO DE LAS TASAS FORWARD

Lo primero que debemos hacer es calcular las tasas efectivas por lo cual

$$i_c(0; 0,25; 0,25) = TNA \text{ CUPÓN}_{TRIMESTRAL}(0; 0,25; 0,25) \times \frac{90}{360}$$

$$i_c(0; 0,25; 0,25) = 0,02 \times \frac{90}{360} = 0,005$$

$$i_c(0; 0,5; 0,25) = TNA \text{ CUPÓN}_{TRIMESTRAL}(0; 0,5; 0,25) \times \frac{90}{360}$$

$$i_c(0; 0,5; 0,25) = 0,03 \times \frac{90}{360} = 0,0075$$

$$i_c(0; 0,1; 0,25) = TNA \text{ CUPÓN}_{TRIMESTRAL}(0; 0,1; 0,25) \times \frac{90}{360}$$

$$i_c(0; 0,1; 0,25) = 0,04 \times \frac{90}{360} = 0,01$$

$$i_c(0; 0,1,5; 0,25) = TNA \text{ CUPÓN}_{TRIMESTRAL}(0; 0,1,5; 0,25) \times \frac{90}{360}$$

$$i_c(0; 0,1,5; 0,25) = 0,05 \times \frac{90}{360} = 0,0125$$

Por lo tanto

t	LIBOR CERO TNA CON COMPOSICIÓN TRIMESTRAL	LIBOR SPOT EFECTIVA TRIMESTRALES
0,25	0,02	0,005
0,5	0,03	0,0075
0,75	0,04	0,01
1	0,05	0,0125

Ahora calculamos las tasas forward

$$i_f(0; 0,25; 0,5) = \frac{1 + i_c(0; 0,5; 0,5)}{1 + i_c(0; 0,25; 0,25)} - 1 = \frac{[1 + i_c(0; 0,5; 0,25)]^2}{[1 + i_c(0; 0,25; 0,25)]^1} - 1$$

$$i_f(0; 0,5; 0,75) = \frac{1 + i_c(0; 0,75; 0,75)}{1 + i_c(0; 0,5; 0,5)} - 1 = \frac{[1 + i_c(0; 0,75; 0,25)]^3}{[1 + i_c(0; 0,5; 0,25)]^2} - 1$$

$$i_f(0; 0,75; 1) = \frac{1 + i_c(0; 1; 1)}{1 + i_c(0; 0,75; 0,75)} - 1 = \frac{[1 + i_c(0; 1; 0,25)]^4}{[1 + i_c(0; 0,75; 0,25)]^3} - 1$$

Para los que no vieron esta notación

$$1 + i_c(0; 1,5; 1,5) = [1 + i_c(0; 1,5; 0,25)]^5$$

Donde $i_c(0; 1,5; 1,5)$ es la TASA CUPÓN para un BONO CERO CUPÓN de VALOR NOMINAL de 100\$ con vencimiento en un año y medio, por lo tanto

$$i_c(0; 1,5; 1,5) = \frac{100\$}{PRECIO\ DEL\ BONO} - 1$$

Los que nos indica los dos primeros valores dentro de los paréntesis el 0 y el 1,5, es que se trata de la tasa cero cupón para el vencimiento de 1,5 años. El último valor nos indica el rendimiento real, en este caso el rendimiento para todo el periodo de un año y medio. Si quisiéramos encontrar el rendimiento trimestral tendríamos que hacer una equivalencia de tasas

$$i_c(0; 1,5; 0,25) = [1 + i_c(0; 1,5; 1,5)]^{\frac{1}{5}} - 1$$

Donde como vemos el valor de 0,25 años indica que es un rendimiento trimestral.

$$i_f(0; 0,25; 0,5) = 0,010006219$$

$$i_f(0; 0,5; 0,75) = 0,015018626$$

$$i_f(0; 0,75; 1) = 0,02003719$$

t	LIBOR CERO TNA CON COMPOSICIÓN TRIMESTRAL	LIBOR SPOT EFECTIVAS TRIMESTRALES	TASAS FORWARD TRIMESTRALES
0,25	0,02	0,005	0,005
0,5	0,03	0,0075	0,010006219
0,75	0,04	0,01	0,015018626
1	0,05	0,0125	0,02003719

RESULTADOS

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE BONOS				PAGA	RECIBE
t	FLUJO DE EFECTIVO BONO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO BONO VARIABLE	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE DEL BONO FIJO	VALOR PRESENTE DEL BONO VARIABLE
0,25	0,06	3,015	0,995024876	0,059701493	3
0,5	0,06		0,985167078	0,059110025	
0,75	0,06		0,970590148	0,058235409	
1	3,06		0,951524275	2,911664282	
				3,088711208	3

VALOR DEL SWAP	-0,088711208	-\$ 88.711,21
----------------	--------------	---------------

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE FRA'S					
t	FLUJO DE EFECTIVO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO VARIABLE	FLUJO DE EFECTIVO NETO	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE DEL FLUJO DE EFECTIVO NETO
0,25	-0,06	0,015	-0,045	0,995024876	-0,044776119
0,5	-0,06	0,030018657	-0,029981343	0,985167078	-0,029536632
0,75	-0,06	0,045055877	-0,014944123	0,970590148	-0,014504618
1	-0,06	0,06011157	0,00011157	0,951524275	0,000106162

VALOR DEL SWAP	-0,088711208	-\$ 88.711,21
----------------	--------------	---------------

EJERCICIO 28

RESOLUCIÓN

PARTE b)

NOCIONAL

2 Millones

RECIBE TASA FIJA

10% ANUAL

PAGA TASA VARIABLE

LIBOR a tres meses

VIDA DEL SWAP DE TASA DE INTERÉS

12 meses.

FRECUENCIA DE LOS PAGOS

La frecuencia de pagos es de 3 meses

ESTRUCTURA DE TASAS CERO

t	LIBOR CERO TNA CON COMPOSICIÓN TRIMESTRAL
0,25	0,028
0,5	0,03
0,75	0,035
1	0,04

CUADRO RESUMEN

TASA FIJA O SWAP DEL CONTRATO	0,10
NOCIONAL	2 MILLONES
TASA LIBOR TNA con composición trimestral	0,028
k^*	0,014

t	LIBOR CERO TNA CON COMPOSICIÓN TRIMESTRAL	LIBOR SPOT EFECTIVAS TRIMESTRALES	TASAS FORWARD TRIMESTRALES
0,25	0,028	0,007	0,007
0,5	0,03	0,0075	0,008000248
0,75	0,035	0,00875	0,011254655
1	0,04	0,01	0,013759301

RESULTADOS

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE BONOS				RECIBE	PAGA
t	FLUJO DE EFECTIVO BONO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO BONO VARIABLE	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE DEL BONO FIJO	VALOR PRESENTE DEL BONO VARIABLE
0,25	0,05	2,014	0,993048659	0,049652433	2
0,5	0,05		0,985167078	0,049258354	
0,75	0,05		0,974202763	0,048710138	
1	2,05		0,960980344	1,970009706	
				2,117630631	2

VALOR DEL SWAP	0,117630631	\$ 117.630,63
----------------	-------------	---------------

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE FRA'S					
t	FLUJO DE EFECTIVO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO VARIABLE	FLUJO DE EFECTIVO NETO	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE DEL FLUJO DE EFECTIVO NETO
0,25	0,05	-0,014	0,036	0,993048659	0,035749752
0,5	0,05	-0,016000497	0,033999503	0,985167078	0,033495191
0,75	0,05	-0,022509309	0,027490691	0,974202763	0,026781507
1	0,05	-0,027518603	0,022481397	0,960980344	0,021604181

VALOR DEL SWAP	0,117630631	\$ 117.630,63
----------------	-------------	---------------

EJERCICIO 40

RESOLUCIÓN

BANCO UNO realiza un SWAP DE TASAS DE INTERÉS con las siguientes condiciones

NOCIONAL

100 Millones

RECIBE TASA FIJA

8% ANUAL

PAGA TASA VARIABLE

BADLAR CON COMPOSICIÓN ANUAL

VIDA RESTANTE DEL SWAP DE TASAS DE INTERÉS

3 AÑOS

FRECUENCIA DE LOS PAGOS

La frecuencia de pagos es ANUAL

La TASA SWAP con vencimiento a TRES años

7%

DESPUES DE DOS AÑOS DE FIRMADO EL CONTRATO

CONTRAPARTE DECLARA LA BANCARROTA

CUADRO RESUMEN

TASA FIJA O SWAP DEL CONTRATO	0,08
NOCIONAL	100 MILLONES
TASA SWAP TNA con composición ANUAL. También es la TASA FORWARD.	0,07
k^*	7 MILLONES

PARTE a)

Si se realizan contratos FRA'S podemos deducir los interés netos.

PAGOS FIJOS RECIBIDOS

$$0,08 \times 100 = 8 \text{ millones}$$

PAGOS VARIABLE REALIZADOS

$$0,07 \times 100 = 7 \text{ millones}$$

Recordando que la TASA FORWARD es igual a la TASA SWAP.

t	FLUJO DE EFECTIVO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO VARIABLE	FLUJO DE EFECTIVO NETO
1	8	-7	1
2	8	-7	1
3	8	-7	1

PARTE b)

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE BONOS				RECIBE	PAGA
t	FLUJO DE EFECTIVO BONO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO BONO VARIABLE	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE DEL BONO FIJO	VALOR PRESENTE DEL BONO VARIABLE
1	8	107	0,934579439	7,476635514	100
2	8		0,873438728	6,987509826	
3	108		0,816297877	88,1601707	
				102,624316	100
VALOR DEL SWAP			2,624316044		

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE FRA'S					
t	FLUJO DE EFECTIVO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO VARIABLE	FLUJO DE EFECTIVO NETO	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE DEL FLUJO DE EFECTIVO NETO
1	8	-7	1	0,934579439	0,934579439
2	8	-7	1	0,873438728	0,873438728
3	8	-7	1	0,816297877	0,816297877
VALOR DEL SWAP					2,624316044

PARTE c)**EJERCICIO 46****RESOLUCIÓN****PARTE a)****CONTRATO FRA****NOCIONAL**

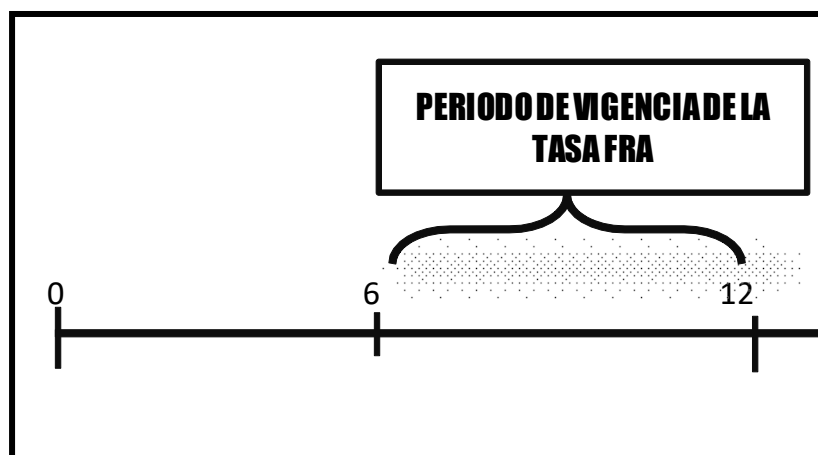
100.000\$

TASA FRA TNA CON COMPOSICIÓN SEMESTRAL

$$TNA_{FRA_{SEMESTRAL}} = 9,3\%$$

VENCIMIENTO DEL CONTRATO FRA

La TASA FRA comienza a regir a principios del segundo semestre pero el pago de la compensación se realiza al final del semestre



POSICIÓN A TOMAR EN EL CONTRATO FRA

La posición a tomar en el contrato FRA es LONG, donde, fijamos la tasa de interés a pagar para el préstamo de 100.000\$, la tasa a la cual fijamos es la TASA FRA. Fijamos el costo de la operación eliminando el RIESGO DE TASA

ESTRUCTURA DE TASAS DE INTERÉS

t en meses	LIBOR CERO CONTINÚA
6	0,08
12	0,085
18	0,09
24	0,09

TASAS FORWARD

t en meses	LIBOR CERO CONTINÚA	TASA FORWARD CONTINUA	TASA FORWARD TNA CON COMPOSICIÓN SEMESTRAL
6	0,08	0,08	0,081621548
12	0,085	0,09	0,09205572
18	0,09	0,1	0,102542193
24	0,09	0,09	0,09205572

FORMULA

$$R_f = \frac{R_2 \times T_2 - R_1 \times T_1}{(T_2 - T_1)}$$

EQUIVALENCIA ENTRE TASAS CONTINUAS Y TNA con composición semestral

$$TNA_f = \frac{e^{R_f \times (T_2 - T_1)} - 1}{(T_2 - T_1)}$$

PRECIO DE NO ARBITRAJE DEL CONTRATO FRA

Para que no existan oportunidades de obtener una ganancia por arbitraje la TASA FRA debe coincidir con la TASA FORWARD del periodo. En este caso

$$TNA_{FRA_{SEMESTRAL}}(0; 6; 12) = TNA_{FORWARD_{SEMESTRAL}}(0; 6; 12)$$

Como podemos apreciar

$$TNA_{FORWARD_{SEMESTRAL}}(0; 6; 12) = 0,09205572$$

Por lo tanto

$$TNA_{FRA_{SEMESTRAL}}(0; 6; 12) > TNA_{FORWARD_{SEMESTRAL}}(0; 6; 12)$$

Luego hay oportunidades de obtener una ganancia por arbitraje. Por lo cual la TASA FRA es alta y vale más de lo que debería valer por lo cual lo conveniente es TOMAR UNA POSICIÓN SHORT en el contrato FRA y NO una POSICIÓN LONG. Porque tomando una posición SHORT se puede obtener una ganancia por arbitraje, lo cual implica que sin colocar capital y con certeza se obtiene una ganancia.

ESTRATEGÍA POR ARBITRAJE

$$i_f(0; 6; 12) = TNA_{FORWARD_{SEMESTRAL}}(0; 6; 12) \times \frac{180}{360}$$

$$0,09205572 \times \frac{180}{360} = 0,04602786$$

$$i_f(0; 6; 12) = 0,04602786$$

También

$$i_c\left(0, \frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right) = e^{0,08 \times \frac{1}{2}} - 1 = 0,040810774$$

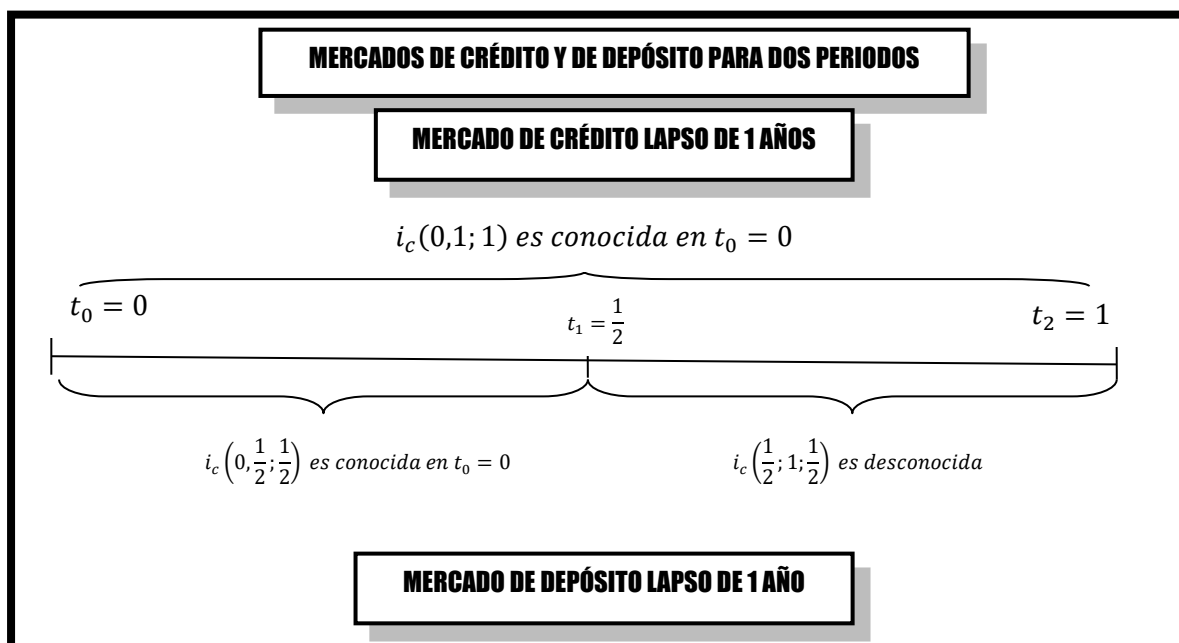
$$i_c(0,1; 1) = e^{0,085 \times 1} - 1 = 0,088717067$$

MERCADO DE COLOCACIÓN DE FONDOS

Se deposita a 6 meses y cobra la tasa $i_c\left(0, \frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right)$ la cual es conocida en $t = 0$ y se puede volver a colocar fondos en entre los meses 6 y 12 pero esta tasa es incierta en $t = 0$ o sea $i_c\left(\frac{1}{2}, 1; \frac{1}{2}\right) = ?$.

MERCADO DE TOMA DE FONDOS O PRÉSTAMOS

Es a un año y la tasa que cobra es la $i_c(0,1; 1)$ la cual es conocida en $t = 0$.

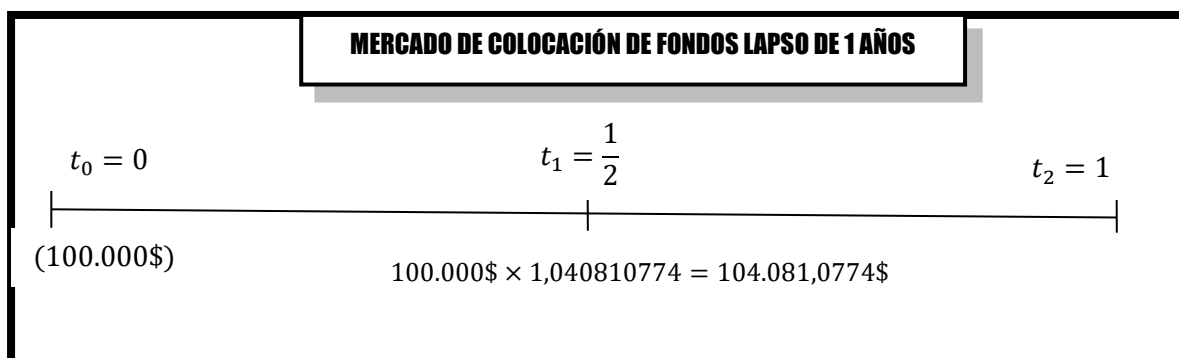
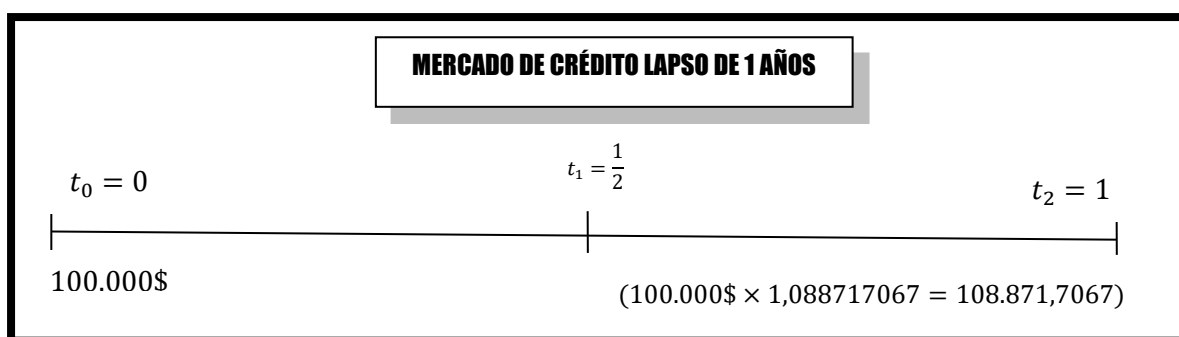


$$(1 + i_c(0,1;1)) = \left(1 + i_f(0;0;\frac{1}{2})\right) \cdot \left(1 + i_f(0;\frac{1}{2};1)\right)$$

$$1,040810774 \times 1,04602786 = 1,088717067$$

Luego

$$1 + i_c(0;1;1) = 1,088717067$$



Los pasos a realizar son estos en $t = 0$

1. Tomar 100.000\$ de préstamo con un costo de $i_c(0,1;1) = 0,088717067$ a 12 meses
2. Depositar los 100.000\$ a 6 meses a una rentabilidad de $i_c\left(0,\frac{1}{2};\frac{1}{2}\right) = 0,040810774$
3. Aseguró la tasa incierta entre $\overline{t_1 t_2}$ con la realización de un FRA que tiene un costo de cero la realización del contrato. Tomando una posición vendedora para compensar la caída de la rentabilidad. Con una TASA FRA $i_{FRA}\left(0;\frac{1}{2};1\right) = 0,093 \times \frac{180}{360} = 0,0465$

EL SALDO EN $t = 0$ ES IGUAL A CERO

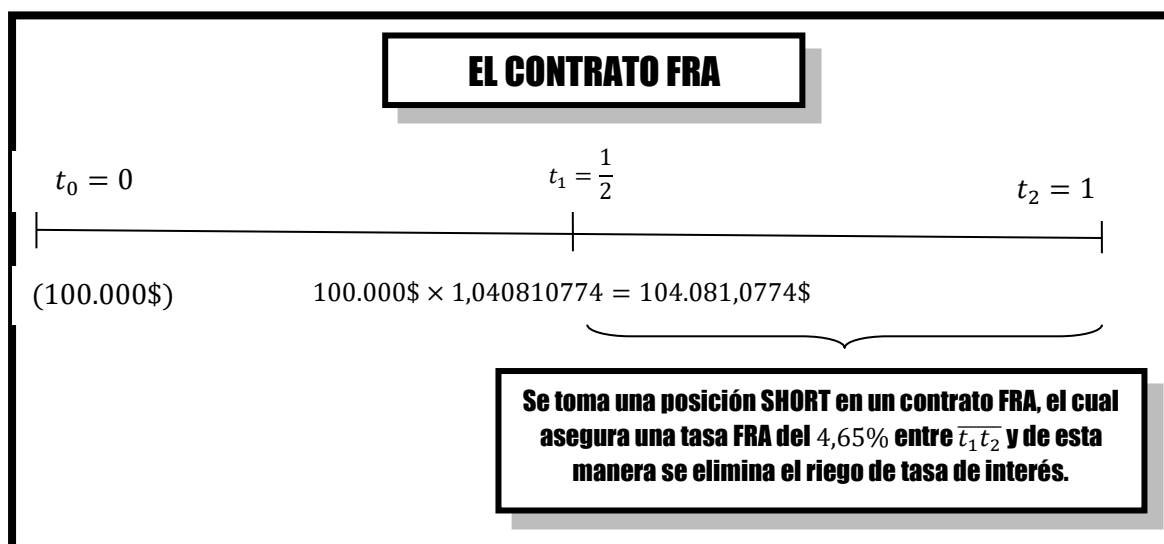
Después de 6 meses....

En $t = \frac{1}{2}$

1. Cobro el depósito de 104.081,0774\$ que se realizó en $t = 0$.
2. Depositar 104.081,0774 \$a la tasa de mercado $i_c\left(\frac{1}{2},1;\frac{1}{2}\right)$ la cual ya es conocida para el periodo $\overline{t_1 t_2}$.

EL SALDO EN $t = \frac{1}{2}$ ES IGUAL A CERO

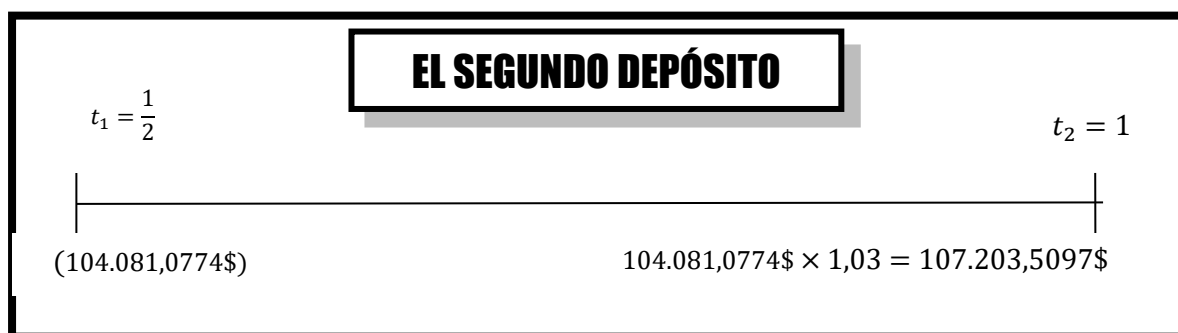
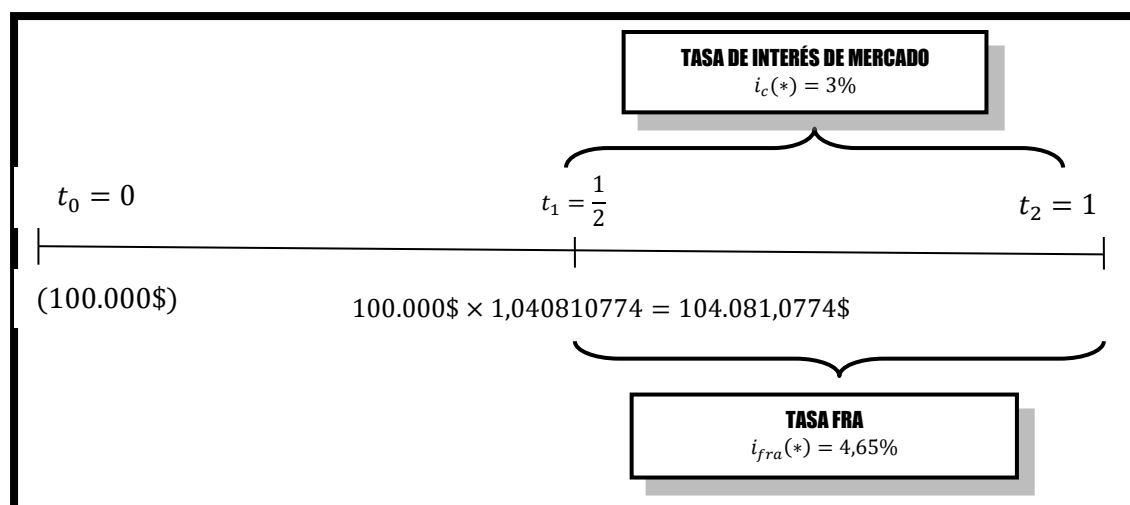
Cabe aclarar que aquí se da a conocer la verdadera tasa de contado $i_c\left(\frac{1}{2},1;\frac{1}{2}\right)$ del periodo $\overline{t_1 t_2}$, pero independientemente del valor que tomé la tasa va a existir una ganancia por arbitraje.



ESCENARIO 1

$$i_c\left(\frac{1}{2},1;\frac{1}{2}\right) < i_{fra}\left(0,\frac{1}{2};1\right)$$

Si $i_c\left(\frac{1}{2},1;\frac{1}{2}\right)$ resulta ser del 3%. El contrato FRA compensa por la diferencia



Después de meses.....

En $t = 1$

1. Cobro deposito 107.203,5097\$
2. Pago préstamo 108.871,7067\$
3. Compensa la pérdida el FRA

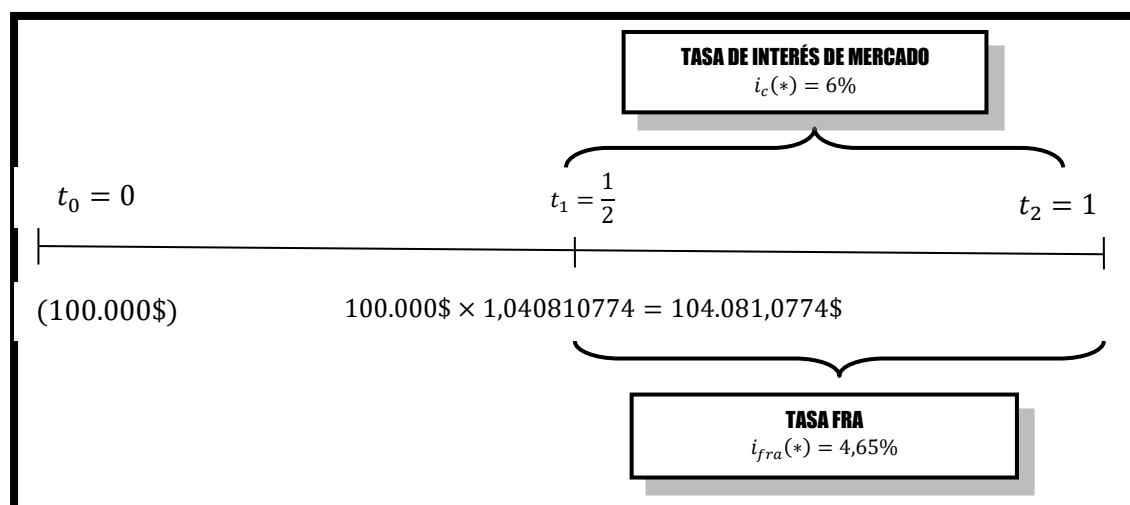
$$104.081,0774\$ \times (4,65\% - 3\%) = 1.717,3377777\$$$

Saldo al final del periodo es de 49,14077777\$ que es la ganancia por arbitraje, que cumple la condición de ser segura y no se coloca capital alguno. Es segura porque es independiente de la tasa real de contado incierta para el periodo $\bar{t}_1 \bar{t}_2$.

ESCENARIO 2

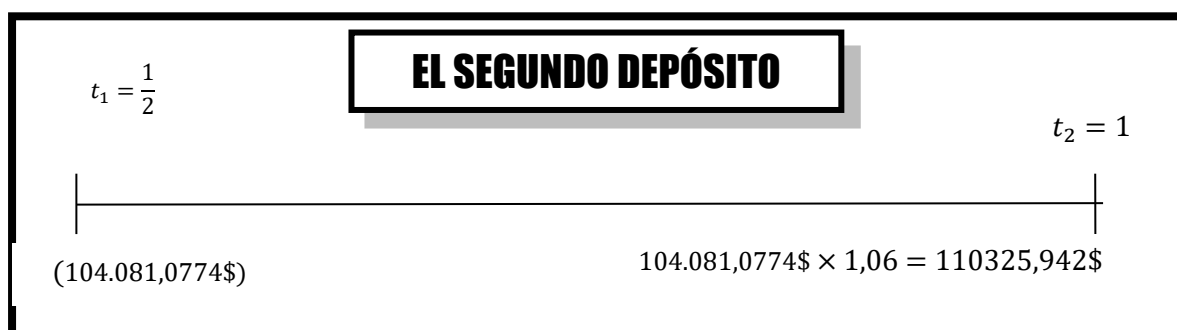
$$i_c\left(\frac{1}{2}, 1; \frac{1}{2}\right) > i_{fra}\left(0, \frac{1}{2}; 1\right)$$

Si la tasa de interés de mercado $i_c(\frac{1}{2}; 1; \frac{1}{2})$ resulta ser del 6%. El contrato FRA nos obliga a pagar la diferencia.



Después de 6 meses.....

En $t = 1$



1. Cobro deposito 110.325,942\$
2. Pago préstamo 108.871,7067\$
3. El pago que se debe realizar por el FRA
 $104.081,0774\$ \times (4,65\% - 6\%) = -1.405,094545\$$

Saldo al final del periodo es de 49,1407551\$ que es la ganancia por arbitraje, que cumple la condición de ser segura y no se coloca capital alguno. Es segura porque es independiente de la tasa real de contado incierta para el periodo $t_1 t_2$.

Con esto se demuestra que sin importar cual valor tome la variable aleatoria $i_c(1,2; 1)$ la ganancia por arbitraje es siempre de 49,1407551\$

Con esto se completa la prueba de que es mejor realizar un CONTRATO FRA en POSICIÓN SHORT.

PARTE b)

$$100\$ = \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{\left(1 + i_c\left(0; \frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right)\right)} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{\left(1 + i_c(0; 1; 1)\right)} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{\left(1 + i_c\left(0; \frac{3}{2}; \frac{3}{2}\right)\right)} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{\left(1 + i_c(0; 2; 2)\right)} + \frac{100\$}{\left(1 + i_c(0; 2; 2)\right)}$$

t en meses	LIBOR CERO CONTINÚA	LIBOR CERO EFECTIVA DEL PERIODO t	FACTORES DE DESCUENTO
6	0,08	0,040810774	0,960789439
12	0,085	0,088717067	0,918512284
18	0,09	0,144536784	0,873715912
24	0,09	0,197217363	0,835270211
SUMA TOTAL			3,588287847

$$i_{SWAP} = \frac{1 - V(0; 2)}{[V(0; \frac{1}{2}) + V(0; 1) + V(0; \frac{3}{2}) + V(0; 2)]} = \frac{1 - 0,835270211}{3,588287847} = 0,045907629$$

PARTE c)

t	TASA LIBOR CONTINÚA	TASA FORWARD CONTINUA	TASA FORWARD EFECTIVAS DE SEIS MESES
0,5	0,09	0,09	0,04602786
1	0,095	0,1	0,051271096
1,5	0,098	0,104	0,053375743
2	0,099	0,102	0,052322893
2,5	0,1	0,104	0,053375743

CUADRO RESUMEN

i swap	0,045907629
NOCIONAL	100.000\$
TASA LIBOR A SEIS MESES EFECTIVAS	0,04602786
K*	4602,785991\$

RESULTADOS

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE BONOS				PAGA	RECIBE
t	FLUJO DE EFECTIVO BONO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO BONO VARIABLE	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE DEL BONO FIJO	VALOR PRESENTE DEL BONO VARIABLE
0,5	4590,7629	104602,786	0,955997482	4388,757772	100000
1	104590,7629		0,909372934	95112,00898	
				99500,76675	100000

VALOR DEL SWAP	499,2332513
----------------	-------------

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE FRA'S					
t	FLUJO DE EFECTIVO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO VARIABLE	FLUJO DE EFECTIVO NETO	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE DEL FLUJO DE EFECTIVO NETO
0,5	-4590,7629	4602,785991	12,02309087	0,955997482	11,4940446
1	-4590,7629	5127,109638	536,3467376	0,909372934	487,7392067
				VALOR DEL SWAP	499,2332513

El valor del contrato SWAP DE TASAS DE INTERÉS es positivo para el que paga tasa fija por lo cual incurre en una pérdida. El monto de la pérdida es igual al valor del SWAP en el momento de la QUIEBRA de la contraparte.

PARTE d)

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE BONOS				RECIBE	PAGA
t	FLUJO DE EFECTIVO BONO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO BONO VARIABLE	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE DEL BONO FIJO	VALOR PRESENTE DEL BONO VARIABLE
0,5	4590,7629	104602,786	0,955997482	4388,757772	100000
1	104590,7629		0,909372934	95112,00898	
				99500,76675	100000

VALOR DEL SWAP	-499,2332513
----------------	--------------

VALUACIÓN DEL SWAP EN TÉRMINOS DE FRA'S					
t	FLUJO DE EFECTIVO FIJO	FLUJO DE EFECTIVO VARIABLE	FLUJO DE EFECTIVO NETO	FACTOR DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE DEL FLUJO DE EFECTIVO NETO
0,5	4590,7629	-4602,785991	-12,02309087	0,955997482	-11,4940446
1	4590,7629	-5127,109638	-536,3467376	0,909372934	-487,7392067
				VALOR DEL SWAP	-499,2332513

Como vemos el valor del contrato SWAP DE TASAS DE INTERÉS es negativo para el que paga variable. Por lo tanto al que paga variable no le cambia la situación ya que ya tenía una pérdida por ser el valor del contrato para el negativo. En definitiva no tendrá ningún efecto.

EJERCICIO 37

RESOLUCIÓN

PARTE a)

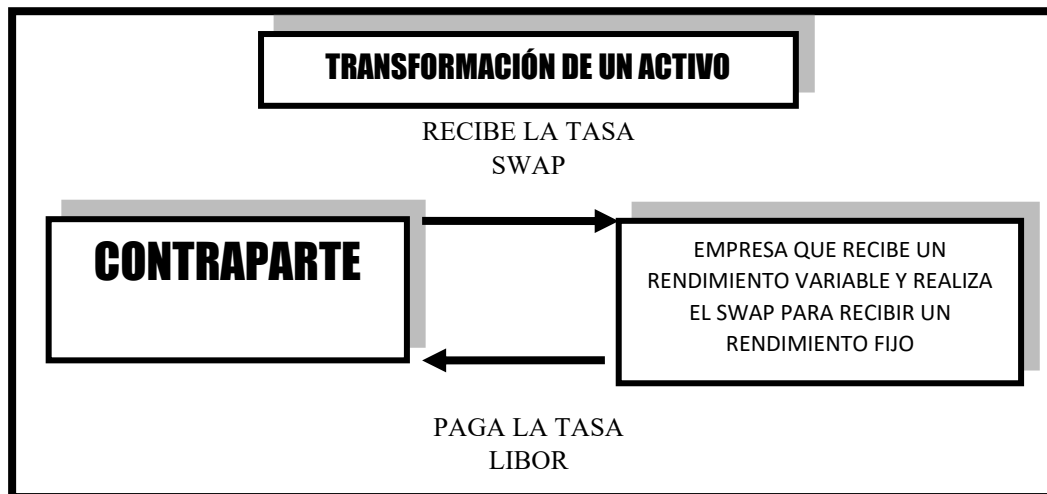
$$100\$ = \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{e^{0,09 \times \frac{9}{12}}} + \frac{100\$ \times i_{SWAP}}{e^{0,10 \times \frac{15}{12}}} + \frac{100\$}{e^{0,10 \times \frac{15}{12}}}$$

$$1 - \frac{1}{e^{0,10 \times \frac{15}{12}}} = \frac{i_{SWAP}}{e^{0,09 \times \frac{9}{12}}} + \frac{i_{SWAP}}{e^{0,10 \times \frac{15}{12}}}$$

$$1 - \frac{1}{e^{0,10 \times \frac{15}{12}}} = \left[\frac{1}{e^{0,09 \times \frac{9}{12}}} + \frac{1}{e^{0,10 \times \frac{15}{12}}} \right] \times i_{SWAP}$$

$$i_{SWAP} = \frac{1 - \frac{1}{e^{0,10 \times \frac{15}{12}}}}{\frac{1}{e^{0,09 \times \frac{9}{12}}} + \frac{1}{e^{0,10 \times \frac{15}{12}}}} = 0,064660744$$

Esta es la tasa fija que recibe con el SWAP la empresa. La situación quedaría resumida de la siguiente manera sin un intermediario financiero y suponiendo que la empresa reciba la tasa LIBOR.



NOCIONAL

100.000\$

PAGA TASA VARIABLE

LIBOR A SEIS MESES

RECIBE TASA FIJA

$i_{SWAP} = 0,064660744$

VIDA DEL SWAP

Un año a partir del próximo trimestre

PARTE b)

PASARON 10 MESES.....

ESTRUCTURA DE TASAS DEL MOMENTO

Las TASA LIBOR es FLAT al 10% anual

Resta realizar un intercambio de fondos dentro de 5 meses.

LA EMPRESA RECIBE FIJO

$$100.000\$ \times 0,064660744 = 6.466,0744\$$$

LA EMPRESA PAGA VARIABLE

$$i_c \left(0; \frac{5}{12}; \frac{5}{12} \right) = e^{0,10 \times \frac{5}{12}} - 1 = 0,042546905$$

$$100.000\$ \times 0,042546905 = 4.254,690519\$$$

GANANCIA NETA

$$6.466,0744\$ - 4.254,690519\$ = 2.211,383881\$$$

Debemos descontar 5 meses.

$$VALOR\ DEL\ SWAP = 2.211,383881\$ \times e^{-0,10 \times \frac{5}{12}}$$

$$VALOR\ DEL\ SWAP = 2.121,136104\$$$

EJERCICIO 21**RESOLUCIÓN****PARTE a)****VALOR NOMINAL**

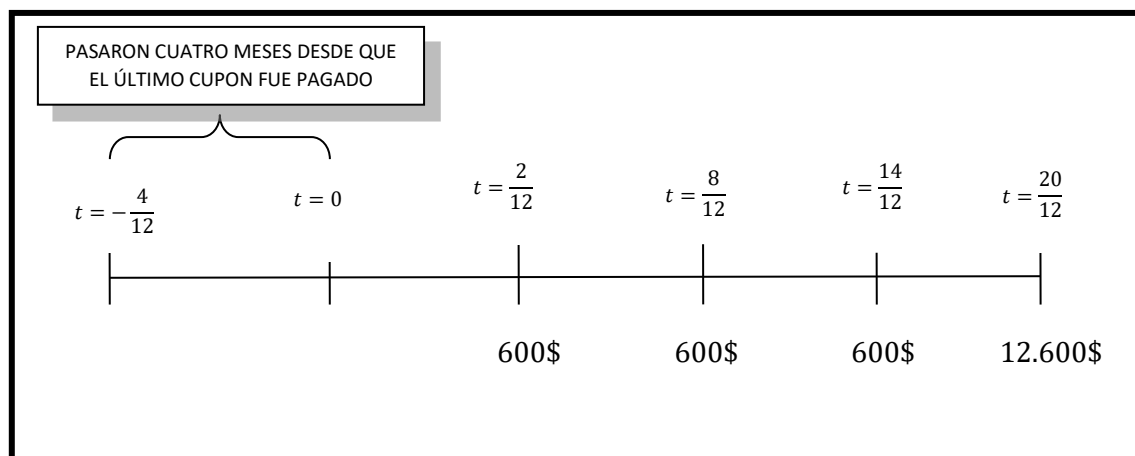
Es de 12.000\$

PLAZO DEL BONO

Tiene una vida de 20 meses

CUPÓN

Paga cupones cada seis meses de 600\$



ESTRUCTURA DE TASAS DE INTERÉS COMPUESTA SEMESTRALMENTE ANUALES CONTINÚA

<i>t en meses</i>	LIBOR SPOT CONTINÚA
2	7%
8	7,5%
14	8%
20	8,5%

PRECIO DEL BONO BULLET

$$PRECIO = 600\$ \times e^{-0,07 \times \frac{2}{12}} + 600\$ \times e^{-0,075 \times \frac{8}{12}} + 600\$ \times e^{-0,08 \times \frac{14}{12}} + 12.600\$ \times e^{-0,085 \times \frac{20}{12}}$$

$$PRECIO = 12.645,9847\$$$

TASA CUPÓN

$$i_{CUPÓN} = \frac{600\$}{12.000\$} = 0,05$$

CALCULO DE LA TIR DEL BONO

Realizar esto a mano es una tarea poco sencilla por cual utilizaré la función TIR.NO.PER que permite realizar los cálculos cuando como en este caso no todos los intervalos de tiempo son iguales. La función nos devuelve la TIR efectiva anual. Se hace necesario utilizar fechas para los realizar los cálculos

EJERCICIO 21

FECHAS	PAYOFFS
01/01/2013	-12645,98467
01/03/2013	600
01/09/2013	600
01/03/2014	600
01/09/2014	12600

TIR antigua	0,088318655
-------------	-------------

FORMULAS

=TIR.NO.PER (MATRIZ DE VALORES; MATRIZ DE FECHAS)

RESULTADO

$$TIR = 0,088318655$$

O también podemos utilizar una calculadora

PARTE b)

La formula de la DURATION es igual a

$$DUR = \frac{\sum_{t=1}^5 t \times c_t}{PRECO\ DEL\ BONO}$$

Por lo cual

$$DUR = \frac{\frac{2}{12} \times 600\$ \times e^{-0,07 \times \frac{2}{12}} + \frac{8}{12} \times 600\$ \times e^{-0,075 \times \frac{8}{12}} + \frac{14}{12} \times 600\$ \times e^{-0,08 \times \frac{14}{12}} + \frac{20}{12} \times 12600\$ \times e^{-0,085 \times \frac{20}{12}}}{12.645,9847\$}$$

$$DUR = 1,52958239$$

NUEVA ESTRUCTURA DE TASAS DE INTERÉS COMPUESTA SEMESTRALMENTE ANUALES CONTINÚA

<i>t en meses</i>	LIBOR SPOT CONTINÚA
2	6,8%
8	7,3%
14	7,8%
20	8,3%

La CAÍDA en 20 puntos básicos implica una caída del 0,2%.

Tenemos que la formula de la DURATION MODIFICADA es igual a

$$DM = \frac{DUR}{1 + TIR_0}$$

Por lo tanto

$$DM = \frac{1,52958239}{1 + TIR_0} = 1,40545454$$

DERIVADA PRIMERA DEL PRECIO DEL BONO CON RESPECTO A LA TIR

$$\frac{dp}{dTIR} = -DM \times p$$

Por lo tanto

$$dp = p' \times dTIR$$

CAMBIO ABSOLUTO DEL PRECIO DEL BONO ANTE UN CAMBIO ABSOLUTO INFINITESIMAL DE LA TIR

$$dp = [-DM \times p] \times dTIR$$

CAMBIO RELATIVO DEL PRECIO DEL BONO ANTE UN CAMBIO ABSOLUTO INFINITESIMAL DE LA TIR

$$\frac{dp}{p} = -DM \times dTIR$$

Como vemos debemos calcular la TIR_{NUEVA} y por lo tanto también el PRECIO NUEVO

PRECIO NUEVO DEL BONO BULLET

$$PRECIO\ NUEVO = 12.684,7337\$$$

Donde

$$TIR_{NUEVA} = 0,086143127$$

CAMBIO RELATIVO

$$\frac{dp}{p} = -DM \times [TIR_{NUEVA} - TIR_{ANTIGUA}]$$

$$\frac{dp}{p} = -1,40545454 \times [0,086143127 - 0,088318655] = 0,003057605705$$

CAMBIO ABSOLUTO

$$dp = 0,003057605705 \times p$$

$$dp = 0,003057605705 \times 12.645,9847\$ = 38,66643496\$$$

PARTE c)

CONTRATO A PLAZO SOBRE EL BONO BULLET

PLAZO

10 meses

TASA LIBRE DE RIESGO COMPUESTA CONTINÚA A 11 MESES

$$r = 8,7\%$$

PRECIO LIBRE DE ARBITRAJE DE UN CONTRATO A PLAZO SOBRE EL BONO BULLET

$$F_0 = (P_0 - I) \times e^{r \times T}$$

Donde P_0 es el precio hoy del BONO BULLET, I es el valor actual de los cupones a pagar antes de la fecha de vencimiento del contrato a plazo

$$F_0 = \left(P_0 - C_1 \times e^{-0,087 \times \frac{2}{12}} - C_2 \times e^{-0,087 \times \frac{8}{12}} \right) \times e^{0,087 \times \frac{10}{12}}$$

Donde

$$I = 600\$ \times e^{-0,087 \times \frac{2}{12}} + 600\$ \times e^{-0,087 \times \frac{8}{12}} = 1.157,55274\$$$

Por lo tanto

$$F_0 = (12.645,9847\$ - 1.157,55274\$) \times e^{0,087 \times \frac{10}{12}} = 12.352,2794\$$$

EJERCICIO 41

RESOLUCIÓN

PARTE a)

El RENDIMIENTO AL VENCIMIENTO de un bono es la TIR del mismo.

RELACIÓN FUNDAMENTAL EN BONOS

El PRECIO DEL BONO cambia en relación inversa al cambio unitario de la TASAINTERNA DE RETORNO TIR.

EL PRECIO DEL BONO COTIZA AL VALOR PAR

Tasa Cupón IGUAL Tasa Interna de Retorno

EL PRECIO DEL BONO COTIZA SOBRE EL VALOR PAR

Tasa Cupón MAYOR Tasa Interna de Retorno

EL PRECIO DEL BONO COTIZA MENOR AL VALOR PAR

Tasa Cupón MENOR Tasa Interna de Retorno

CURRENT YIELD o LA TASA DE RENDIMIENTO POR CUPONES

Relación entre el interés anual que paga el título y su precio

Se utiliza esta medida básica de rendimiento en los BONOS BULLET.

$$CURRENT YIELD = \frac{i_{CUPÓN} \times VN}{PRECIO DEL BONO}$$

Si el BONO cotiza a la PAR, luego

$$PRECIO DEL BONO = VN$$

$$TIR = i_{CUPÓN}$$

$$CURRENT YIELD = \frac{i_{CUPÓN} \times VN}{VN} = i_{CUPÓN} = TIR$$

Como vemos el numerador siempre es el mismo pero el denominador varia con el precio del bono.

Por lo tanto si el BONO cotiza BAJO LA PAR, luego

$$PRECIO\ DEL\ BONO < VN$$

$$TIR > i_{CUPÓN}$$

Por lo tanto

$$CURRENT\ YIELD = \frac{i_{CUPÓN} \times VN}{PRECIO\ DEL\ BONO < VN} > i_{CUPÓN}$$

Por lo tanto si el BONO cotiza SOBRE LA PAR, luego

$$PRECIO\ DEL\ BONO > VN$$

$$TIR < i_{CUPÓN}$$

Por lo tanto

$$CURRENT\ YIELD = \frac{i_{CUPÓN} \times VN}{PRECIO\ DEL\ BONO > VN} < i_{CUPÓN}$$

ESCENARIO I

$$TIR = CURRENT\ YIELD$$

ENTONCÉS EL BONO BULLET COTIZA A LA PAR

$$P = VN$$

ESCENARIO II

$$TIR < CURRENT\ YIELD$$

LUEGO EL BONO BULLET COTIZA A LA PAR

$$P > VN$$

Porque para llegar a una igualdad entre ellas hay que SUBIR el valor de la TIR y de esta manera BAJAR EL PRECIO DEL BONO. Este tiene que bajar de valor para ser igual al VN. Por lo tanto como hay que BAJAR DE VALOR AL PRECIO DEL BONO llegamos a la conclusión de que el BONO cotiza SOBRE LA PAR

ESCENARIO III

$$TIR > CURRENT\ YIELD$$

$$P < VN$$

Porque para llegar a una igualdad entre ellas hay que bajar el valor de la TIR y de esta manera SUBIR EL PRECIO DEL BONO. Este tiene que subir de valor para ser igual al VN. Por lo tanto como hay que SUBIR DE VALOR AL PRECIO DEL BONO llegamos a la conclusión de que el BONO cotiza BAJO LA PAR

TASA INTERNA DE RETORNO TIR

$$TIR = 10\%$$

CURRENT YIELD

$$CY = 9\%$$

Por lo tanto el BONO BULLET cotiza BAJO LA PAR.

PARTE b)

Si el BONO cotiza BAJO LA PAR, luego

$$PRECIO\ DEL\ BONO < VN$$

$$TIR > i_{CUPÓN}$$

Por lo tanto

$$CURRENT\ YIELD = \frac{i_{CUPÓN} \times VN}{PRECIO\ DEL\ BONO < VN} > i_{CUPÓN}$$

Por lo tanto

$$9\% > i_{CUPÓN}$$

Por lo tanto la TASA CUPÓN debe ser menor al 9%.

EJERCICIO 33**RESOLUCIÓN****VALOR NOMINAL DEL BONO BULLET**

Se hace el supuesto de que es de 100\$

PLAZO DEL BONO BULLET

Vence en 18 meses

TASA INTERNA DE RETORNO O YIELD TO MATURITY

$$TNA_{TIR} = 4\%$$

$$TIR = TNA_{TIR} \times \frac{180}{360} = 2\%$$

TASA CUPÓN NOMINAL ANUAL CON COMPOSICIÓN SEMESTRAL

$$TNA_{CUPÓN} = 5\%$$

Por lo tanto

$$i_{CUPÓN} = TNA_{CUPÓN} \times \frac{180}{360} = 2,5\%$$

Se también como las siguientes tasas cupones

$$TNA_c \left(0; \frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right) = 3,5\%$$

$$TNA_c \left(0; 1; \frac{1}{2}\right) = 3,7\%$$

Por lo tanto

$$i_c \left(0; \frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right) = TNA_c \left(0; \frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right) \times \frac{180}{360} = 1,75\%$$

$$i_c \left(0; 1; \frac{1}{2}\right) = TNA_c \left(0; 1; \frac{1}{2}\right) \times \frac{180}{360} = 1,85\%$$

Donde el $\frac{1}{2}$ que tienen en común todas las tasas nos indica que la composición es semestral.

CALCULO DEL PRECIO DEL BONO BULLET

$$PRECIO\ DEL\ BONO = \frac{2,5\$}{(1 + TIR)} + \frac{2,5\$}{(1 + TIR)^2} + \frac{102,5\$}{(1 + TIR)^3}$$

Por lo tanto

$$PRECIO\ DEL\ BONO = \frac{2,5\$}{(1 + 0,02)} + \frac{2,5\$}{(1 + 0,02)^2} + \frac{102,5\$}{(1 + 0,02)^3}$$

$$PRECIO\ DEL\ BONO = 101,4419416\$$$

CALCULO DE LA TASA CUPÓN A 180 DÍAS

Para el cálculo de la tasa cupón a 180 días hay que replicar el BONO BULLET con una cartera de BONOS CERO CUPÓN.

Sea tres BONO CERO CUPÓN con igual valor nominal pero con distintos plazos de vencimientos

BONO A

VALOR NOMINAL

100\$

PLAZO DE VENCIMIENTO

6 meses

BONO B

VALOR NOMINAL

100\$

PLAZO DE VENCIMIENTO

12 meses

BONO C

VALOR NOMINAL

100\$

PLAZO DE VENCIMIENTO

18 meses

Por lo cual para replicar el BONO BULLET debemos conformar una cartera que contenga $\frac{1}{40}$ de BONO A, $\frac{1}{40}$ de BONO B y por último $\frac{41}{40}$ de BONO C.

Por lo cual si no hay oportunidades de obtener una ganancia por arbitraje la cartera con los BONOS CERO CUPÓN deben valer lo mismo que el BONO BULLET. Esto lo vemos cuando pensamos en dos carteras

CARTERA A

Conformada por el BONO BULLET

CARTERA B

Conformada por los BONOS CERO CUPÓN

Ambas tienen el mismo payoffs futuro por lo cual si una vale más que la otra luego un arbitrajista podría realizar una estrategia vendiendo en corto la cartera sobrevaluada y comprando la subvaluada.

Por lo cual

$$101,4419416\$ = \frac{2,5\$}{\left(1 + i_c \left(0; \frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right)\right)} + \frac{2,5\$}{\left(1 + i_c \left(0; 1; \frac{1}{2}\right)\right)^2} + \frac{102,5\$}{\left(1 + i_c \left(0; \frac{3}{2}; \frac{1}{2}\right)\right)^3}$$

Donde

$$i_c \left(0; \frac{1}{2}; \frac{1}{2} \right) = 1,75\%$$

$$i_c \left(0; 1; \frac{1}{2} \right) = 1,85\%$$

Por lo tanto debemos tener una ecuación y una incógnita que es un sistema compatible determinado.

$$101,4419416\$ = \frac{2,5\$}{(1 + 0,0175)} + \frac{2,5\$}{(1 + 0,0185)^2} + \frac{102,5\$}{\left(1 + i_c \left(0; \frac{3}{2}; \frac{1}{2} \right) \right)^3}$$

$$96,57493415\$ = \frac{102,5\$}{\left(1 + i_c \left(0; \frac{3}{2}; \frac{1}{2} \right) \right)^3}$$

$$i_c \left(0; \frac{3}{2}; \frac{1}{2} \right) = \sqrt[3]{\frac{102,5\$}{96,57493415\$}} - 1 = 0,02$$

Por lo tanto

$$TNA_c \left(0; \frac{3}{2}; \frac{1}{2} \right) = i_c \left(0; \frac{3}{2}; \frac{1}{2} \right) \times \frac{360}{180} = 4\%$$

ESTRUCTURA TEMPORAL DE LA TASA DE INTERÉS

<i>t en meses</i>	TASA CUPÓN NOMINAL ANUAL CON COMPOSICIÓN SEMESTRAL
6	3,5%
12	3,7%
18	4%

EJERCICIO 38

RESOLUCIÓN

PARTE a)

VALOR NOMINAL DEL BONO BULLET

100\$

FECHA DE COTIZACIÓN DEL BONO BULLET

10/12/2009

PRECIO DE COTIZACIÓN (QUOTED) O PRECIO LIMPIO

102\$

TASA CUPÓN NOMINAL ANUAL CON COMPOSICIÓN SEMESTRAL

$$TNA_{CUPÓN} = 15\%$$

Por lo cual

$$i_{CUPÓN} = TNA_{CUPÓN} \times \frac{180}{360} = 7,5\%$$

FECHA DE PAGO DEL ÚLTIMO CUPÓN

06/07/2009

FECHA DE PAGO DEL PRÓXIMO CUPÓN

06/01/2010

PRECIO EN EFECTIVO (CASH) O PRECIO SUCIO

$$PRECIO\ SUCIO = PRECIO\ LIMPIO + INTERESES\ ACUMULADOS\ DESDE\ LA\ ÚLTIMA\ FECHA\ CUPÓN$$

La cantidad de días que hay entre la FECHA DE COTIZACIÓN y la FECHA DE PAGO DEL ÚLTIMO CUPÓN es de 157 días.

La cantidad de días que hay entre la FECHA DE PAGO DEL ÚLTIMO CUPÓN y la FECHA DE PAGO DEL PRÓXIMO CUPÓN es de 184 días.

INTERESES ACUMULADOS DESDE LA ÚLTIMA FECHA CUPÓN

$$\frac{157}{184} \times 7,5\$ = 6,39945652\$$$

Por lo tanto

$$PRECIO\ SUCIO = 102\$ + 6,39945652\$ = 108,39945652\$$$

PARTE b)

Supongo que hay un error en el enunciado y el dato que nos dan corresponde a la DURATION MODIFICADA.

$$DM = 5,24$$

DERIVADA PRIMERA DEL PRECIO DEL BONO CON RESPECTO A LA TIR

$$\frac{dp}{dTIR} = -DM \times p$$

Por lo tanto

$$dp = p' \times dTIR$$

CAMBIO ABSOLUTO DEL PRECIO DEL BONO ANTE UN CAMBIO ABSOLUTO INFINITESIMAL DE LA TIR

$$dp = [-DM \times p] \times dTIR$$

CAMBIO RELATIVO DEL PRECIO DEL BONO ANTE UN CAMBIO ABSOLUTO INFINITESIMAL DE LA TIR

$$\frac{dp}{p} = -DM \times dTIR$$

CAMBIO RELATIVO

$$\frac{dp}{p} = -DM \times 0,0001$$

$$\frac{dp}{p} = -5,24 \times 0,0001 = -0,000524$$

CAMBIO ABSOLUTO

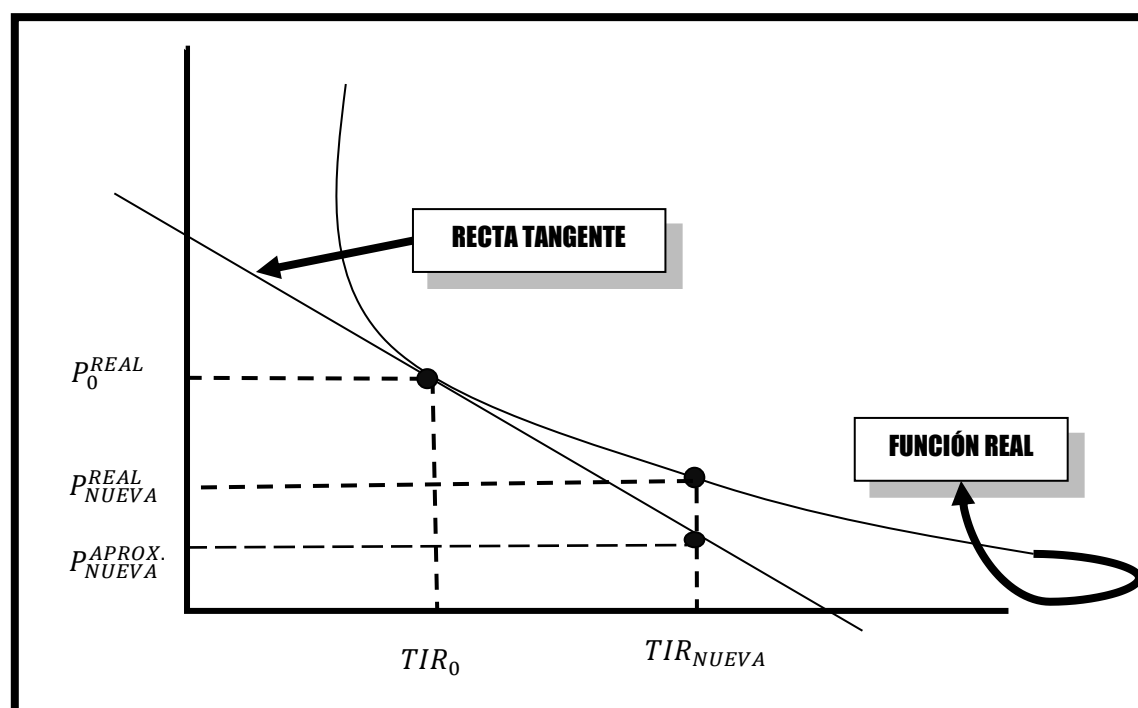
$$dp = -0,000524 \times p$$

$$dp = -0,000524 \times 108,39945652\$ = -0,056801315\$$$

Por lo tanto el PRECIO NUEVO es igual a

$$PRECIO\ NUEVO = 108,3426552\$$$

PARTE c)



$$\Delta_{\text{REAL}} = P_{\text{NUEVA}}^{\text{REAL}} - P_0^{\text{REAL}} = \Delta_{\text{DURATION}} + \text{CONVEXITY}$$

Donde

$$\Delta_{\text{DURATION}} = P_{\text{NUEVA}}^{\text{APROX.}} - P_0^{\text{REAL}}$$

Donde como vemos en la gráfica no es más que una aproximación por lo cual hay un ERROR que se comete

$$\Delta_{\text{REAL}} = \Delta_{\text{DURATION}} + \text{ERROR}$$

El error se explica por la curvatura de la función real. A mayor curvatura mayor el error que se comete y viceversa a más lineal la función real mejor es la aproximación. La curvatura de cualquier función se asocia a la segunda derivada.

También la aproximación es mucho mejor si se hacen cambios unitarios muy pequeños en la variable independiente los cuales producen cambios dependientes también muy pequeños. Con ellos logramos achicar el error hasta hacerlo casi imperceptible.

CONCLUSIÓN

MIENTRAS MÁS PEQUEÑOS SEAN LOS CAMBIOS EN LA TIR, LUEGO, MEJOR SERÁ LA APROXIMACIÓN QUE SE HAGA DEL PRECIO DEL BONO

Por lo cual

CAMBIOS GRANDES EN LA TIR LLEVARÁN A PEORES APROXIMACIONES DEL PRECIO DEL BONO Y SERÁ NECESARIO HACER UNA CORRECCIÓN PARA DISMINUIR EL ERROR COMETIDO

MAGNITUD DEL ERROR COMETIDO

$$ERROR = \Delta_{REAL} - \Delta_{DURATION} = P_{NUEVA}^{REAL} - P_{NUEVA}^{APROX.}$$

DERIVADA DEL PRECIO DEL BONO CON RESPECTO A LA TIR

$$\frac{dp}{dTIR} = -DM \times p$$

DESARROLLO EN SERIE DE TAYLOR

$$f(x) = f(x_0) + \frac{f'(x_0)}{1!}(x - x_0) + \frac{f''(x_0)}{2!}(x - x_0)^2 + \frac{f'''(x_0)}{3!}(x - x_0)^3 + \dots + \frac{f^{n+1}(\varepsilon)}{(n+1)!}(x - x_0)^{n+1}$$

Por lo tanto

$$f(x) - f(x_0) = \frac{f'(x_0)}{1!}(x - x_0) + \frac{f''(x_0)}{2!}(x - x_0)^2 + \frac{f'''(x_0)}{3!}(x - x_0)^3 + \dots + \frac{f^{n+1}(\varepsilon)}{(n+1)!}(x - x_0)^{n+1}$$

Si utilizamos la formula de TAYLOR para el caso del PRECIO DEL BONO BULLET

$$P(x) - P(TIR_0) = \frac{P'(TIR_0)}{1!}(TIR - TIR_0) + \frac{P''(TIR_0)}{2!}(TIR - TIR_0)^2 + \frac{P'''(TIR_0)}{3!}(TIR - TIR_0)^3 + \dots + \frac{P^{n+1}(\varepsilon)}{(n+1)!}(TIR - TIR_0)^{n+1}$$

Si pensamos en cambios muy pequeños de la TIR, luego, los términos a partir de la derivada tercera los podemos considerar ínfimos y los podemos eliminar.

$$P(x) - P(TIR_0) = \frac{P'(TIR_0)}{1!}(TIR - TIR_0) + \frac{P''(TIR_0)}{2!}(TIR - TIR_0)^2$$

Por lo tanto

$$dp = p' \times dTIR + \frac{p''}{2} \times [dTIR]^2$$

$$dp = \frac{dp}{dTIR} \times dTIR + \frac{d^2p}{d^2TIR} \times \frac{1}{2} \times [dTIR]^2$$

Donde

$$\frac{dp}{dTIR} = -DM \times p_0$$

Por lo tanto

$$dp = -DM \times p_0 \times dTIR + \frac{d^2p}{d^2TIR} \times \frac{1}{2} \times [dTIR]^2$$

Donde

$$\frac{d^2p}{d^2TIR} = \frac{CONVEXITY}{(1 + TIR)^2}$$

Por lo tanto

$$dp = -DM \times p_0 \times dTIR + \frac{CONVEXITY}{(1 + TIR)^2} \times \frac{1}{2} \times [dTIR]^2$$

COMO VEMOS LA RESPUESTA DEL PUNTO ANTERIOR NO ES PRECISA. Se puede mejorar aún más si tenemos en cuenta la CONVEXITY.

EJERCICIO 5**RESOLUCIÓN****VALOR NOMINAL DEL BONO**

$$VN = 100\$$$

PLAZO DE VIDA DEL BONO

9 años y 9 meses

PRECIO CASH HOY

$$95\$$$

PAGO DE CUPONES

4\$ en tres meses y en nueve meses

ESTRUCTURA DE TASAS DE INTERÉS

<i>t en meses</i>	TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO NOMINAL ANUAL CON COMPOSICIÓN CONTINÚA
3	8%
9	8,75%
10	9%

PARTE a)

$$VALOR PRESENTE DE CUPONES = 4\$ \times e^{-0,08 \times \frac{3}{12}} + 4\$ \times e^{-0,0875 \times \frac{9}{12}} = 7,66672261\$$$

PARTE b)**PRECIO FORWARD**

$$F_0 = (P_0 - I) \times e^{r \times T}$$

Por lo tanto

$$F_0 = (95\$ - 7,66672261\$) \times e^{0,09 \times \frac{10}{12}} = 94,13515554\$$$

Donde T es el plazo de vencimiento de la opción de compra sobre el BONO

PARTE c)**OPCIÓN DE COMPRA SOBRE BONO BULLET****PRECIO DE EJERCICIO**

$$K = 100\$$$

PLAZO DE VENCIMIENTO

10 meses

VOLATILIDAD DEL PRECIO FORWARD EN 10 MESES

$$\sigma = 8\%$$

FORMULA DE VALUACIÓN DEL MODELO DE BLACK

$$c = e^{-rT} [F_0 \times N(d_1) - K \times N(d_2)]$$

Donde

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{F_0}{K}\right) + \sigma^2 \frac{T}{2}}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{F_0}{K}\right) - \sigma^2 \frac{T}{2}}{\sigma\sqrt{T}}$$

El MODELO DE BLACK es una extensión del MODELO DE BLACK AND SHOLE. El MODELO DE BLACK asume que en la fecha de vencimiento de la opción, el valor del activo subyacente sigue una distribución LOGNORMAL cuyo valor esperado es igual al PRECIO FORWARD.

La característica más importante del MODELO DE BLACK es que el supuesto de que el PRECIO DEL ACTIVO SUBYACENTE sigue un MOVIMIENTO GEOMETRICO BROWNIANO no es necesario, como si ocurre con el MODELO DE BLACK AND SHOLES.

En definitiva, una opción sobre un activo subyacente debe valer lo mismo que una opción sobre futuros, donde el futuro es sobre el mismo subyacente y vence en el mismo momento que la opción. Esto ocurre porque el precio futuro converge al precio spot del activo subyacente al vencimiento del contrato a futuro. Ambas opciones deben tener mismo STRIKE.

PAYOFFS AL VENCIMIENTO DE UNA OPCIÓN DE COMPRA SOBRE FUTURO

$$\max[F_T - K; 0]$$

PAYOFFS AL VENCIMIENTO DE UNA OPCIÓN DE COMPRA SOBRE FUTURO

$$\max[S_T - K; 0]$$

Donde

$$F_T = S_T$$

Donde F_T es el PRECIO DE EJERCICIO de un CONTRATO A FUTURO que rige en el momento T y es para una fecha futura T, es decir, para el mismo día. Por lo cual el PRECIO DE FUTURO debe ser igual al PRECIO SPOT o PRECIO DE MERCADO. Si utilizáramos un ÁRBOL BINOMIAL nos darían el mismo resultado.

En definitiva el MODELO DE BLACK utiliza las ecuaciones del MODELO DE BLACK AND SHOLES para OPCIONES SOBRE CONTRATOS A FUTURO donde las fechas de vencimientos de futuros y opciones son iguales.

$$c = e^{-0,09 \times \frac{10}{12}} [94,13515554\$ \times N(d_1) - 100\$ \times N(d_2)]$$

Donde

$$d_1 = -0,791074934$$

$$d_2 = -0,864104609$$

$$N(d_1) = 0,214450133$$

$$N(d_2) = 0,19376521$$

$$c = e^{-0,09 \times \frac{10}{12}} [94,13515554\$ \times (0,214450133) - 100\$ \times (0,19376521)]$$

$$c = 0,752191419$$

EJERCICIO 24

RESOLUCIÓN

VALOR NOMINAL DEL BONO

$$VN = 100\$$$

FECHA DE VENCIMIENTO

10/07/2009

FECHA DE PAGO DEL ÚLTIMO CUPÓN

10/01/2008

FECHA DE PAGO DEL PRÓXIMO CUPÓN

10/07/2008

TASA CUPÓN NOMINAL ANUAL CON COMPOSICIÓN SEMESTRAL

$$TNA_{CUPÓN} = 11\%$$

Por lo tanto

$$i_{CUPÓN} = TNA_{CUPÓN} \times \frac{180}{360} = \frac{11\%}{2} = 5,5\%$$

PAGO DE CUPONES

$$i_{CUPÓN} \times VN = 5,5\$$$

ESTRUCTURA DE TASAS DE INTERÉS

<i>t en días</i>	TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO NOMINAL ANUAL CON COMPOSICIÓN CONTINÚA
125	5%
305	5%

FECHA DE COTIZACIÓN

05/03/2008

PRECIO QUOTED O LIMPIO EN LA FECHA DE COTIZACIÓN

95,50\$

ESTRUCTURA DEL BONO BULLET

FECHA	FLUJO DE CAJA
05/03/2008	
10/07/2008	5,5
10/01/2009	5,5
10/07/2009	105,5

PARTE a)

La diferencia que existe entre el PRECIO SUCIO O CASH y el PRECIO QUOTED O LIMPIO es que el primero incluye los INTERESES devengados desde la última fecha de pago de cupón hasta la fecha de cotización. Por lo tanto

$$PRECIO\ CASH = PRECIO\ QUOTED + INTERESES\ ACUMULADOS\ DESDE\ LA\ ÚLTIMA\ FECHA\ DE\ PAGO\ DE\ CUPONES$$

CALCULO DE LOS INTERESES ACUMULADOS DESDE LA ÚLTIMA FECHA DE CUPONES

Si utilizamos la convención

$$\frac{30}{360}$$

CANTIDAD DE DÍAS ENTRE LA ÚLTIMA FECHA DE PAGO DE CUPONES Y LA FECHA DE COTIZACIÓN

ENERO	FEBRERO	MARZO	TOTAL DE DÍAS
20 días	30 días	5 días	55 días

Luego

$$INTERESES\ ACUMULADOS = 5,5\$ \times \frac{55\ días}{180\ días} = \frac{121}{72}\$$$

El propietario del BONO BULLET en la fecha 05/03/2008 que toma la decisión de vender en el mercado secundario al PRECIO LIMPIO de 95,50\$, tiene el derecho a los INTERESES DEVENGADOS que se han acumulado desde la última fecha de pago de cupones, pero que él no va a poder cobrar porque el próximo cupón se paga en la fecha 10/07/2008. Este cupón lo va a cobrar el NUEVO PROPIETARIO DEL BONO, en este caso, con un valor de 5,5\$ donde una parte corresponde al anterior propietario. Esta parte es igual a

$$\frac{121}{72}\$$$

Este valor, el NUEVO PROPIETARIO, se lo paga en la fecha de compra del BONO BULLET al poseedor del mismo. Por lo cual

$$PRECIO\ CASH = 95,50\$ + \frac{121}{72}\$ = 97,18055556\$$$

PARTE b)**CANTIDAD DE DÍAS ENTRE LA PRÓXIMA FECHA DE PAGO DE CUPONES Y LA FECHA DE COTIZACIÓN**

MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	TOTAL
25 días	30 días	30 días	30 días	10 días	125 días

$$VALOR PRESENTE DE CUPONES = 5,5\$ \times e^{-0,05 \times \frac{125}{365}} + 5,5\$ \times e^{-0,05 \times \frac{305}{365}} = 10,68156347\$$$

PRECIO FORWARD

$$F_0 = (P_0 - I) \times e^{r \times T}$$

Por lo tanto

$$F_0 = (97,18055556\$ - 10,68156347\$) \times e^{0,05 \times \frac{305}{365}} = 90,18955153\$$$

OPCIÓN DE COMPRA SOBRE BONO BULLET**PRECIO DE EJERCICIO**

$$K = 100\$$$

FECHA DE VENCIMIENTO

$$10/01/2009$$

VOLATILIDAD DEL PRECIO FORWARD

$$\sigma = 10\%$$

FORMULA DE VALUACIÓN DEL MODELO DE BLACK

$$c = e^{-rT} [F_0 \times N(d_1) - K \times N(d_2)]$$

Donde

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{F_0}{K}\right) + \sigma^2 \frac{T}{2}}{\sigma \sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{F_0}{K}\right) - \sigma^2 \frac{T}{2}}{\sigma \sqrt{T}}$$

El MODELO DE BLACK es una extensión del MODELO DE BLACK AND SHOLE. El MODELO DE BLACK asume que en la fecha de vencimiento de la opción, el valor del activo subyacente sigue una distribución LOGNORMAL cuyo valor esperado es igual al PRECIO FORWARD.

La característica más importante del MODELO DE BLACK es que el supuesto de que el PRECIO DEL ACTIVO SUBYACENTE sigue un MOVIMIENTO GEOMETRICO BROWNIANO no es necesario, como si ocurre con el MODELO DE BLACK AND SHOLES.

En definitiva, una opción sobre un activo subyacente debe valer lo mismo que una opción sobre futuros, donde el futuro es sobre el mismo subyacente y vence en el mismo momento que la opción. Esto ocurre porque el precio

futuro converge al precio spot del activo subyacente al vencimiento del contrato a futuro. Ambas opciones deben tener mismo STRIKE.

PAYOFFS AL VENCIMIENTO DE UNA OPCIÓN DE COMPRA SOBRE FUTURO

$$\max[F_T - K; 0]$$

PAYOFFS AL VENCIMIENTO DE UNA OPCIÓN DE COMPRA SOBRE FUTURO

$$\max[S_T - K; 0]$$

Donde

$$F_T = S_T$$

Donde F_T es el PRECIO DE EJERCICIO de un CONTRATO A FUTURO que rige en el momento T y es para una fecha futura T, es decir, para el mismo día. Por lo cual el PRECIO DE FUTURO debe ser igual al PRECIO SPOT o PRECIO DE MERCADO. Si utilizáramos un ÁRBOL BINOMIAL nos darían el mismo resultado.

En definitiva el MODELO DE BLACK utiliza las ecuaciones del MODELO DE BLACK AND SHOLES para OPCIONES SOBRE CONTRATOS A FUTURO donde las fechas de vencimientos de futuros y opciones son iguales.

$$c = e^{-0,05 \times \frac{305}{365}} [90,18955153\$ \times N(d_1) - 100\$ \times N(d_2)]$$

Donde

$$d_1 = -1,083867075$$

$$d_2 = -1,175279133$$

$$N(d_1) = 0,13921187$$

$$N(d_2) = 0,11994153$$

$$c = e^{-0,05 \times \frac{305}{365}} [90,18955153\$ \times (0,13921187) - 100\$ \times (0,11994153)]$$

$$c = 0,538334577$$

EJERCICIO 27

RESOLUCIÓN

VALOR NOMINAL DEL BONO

$$VN = 100\$$$

FECHA DE VENCIMIENTO

10/01/2010

FECHA DE PAGO DEL ÚLTIMO CUPÓN

10/007/2008

FECHA DE PAGO DEL PRÓXIMO CUPÓN

10/01/2009

TASA CUPÓN NOMINAL ANUAL CON COMPOSICIÓN SEMESTRAL

$$TNA_{CUPÓN} = 8\%$$

Por lo tanto

$$i_{CUPÓN} = TNA_{CUPÓN} \times \frac{180}{360} = \frac{8\%}{2} = 4\%$$

PAGO DE CUPONES

$$i_{CUPÓN} \times VN = 4\$$$

ESTRUCTURA DE TASAS DE INTERÉS

<i>t en días</i>	TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO NOMINAL ANUAL CON COMPOSICIÓN CONTINÚA
37	9%
217	9%
397	9%

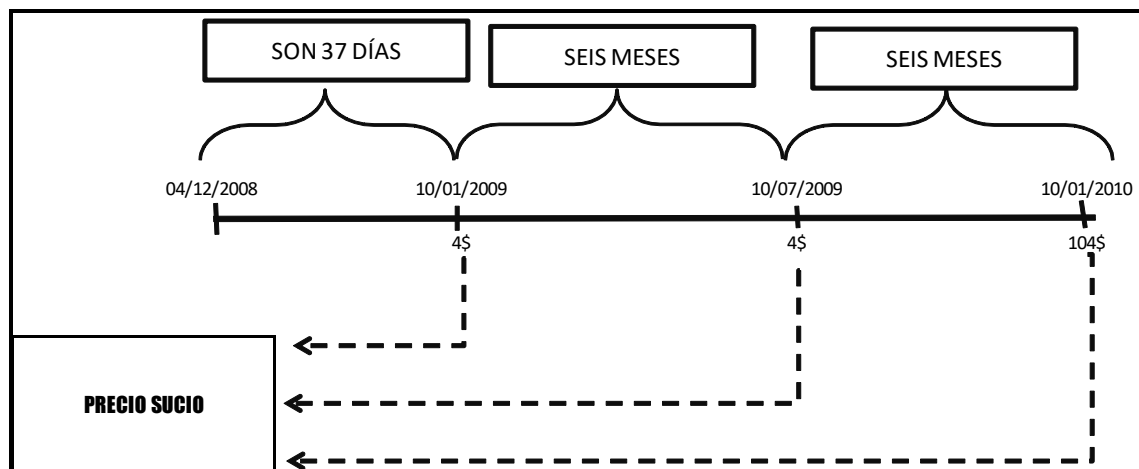
FECHA DE COTIZACIÓN

04/12/2008

ESTRUCTURA DEL BONO BULLET

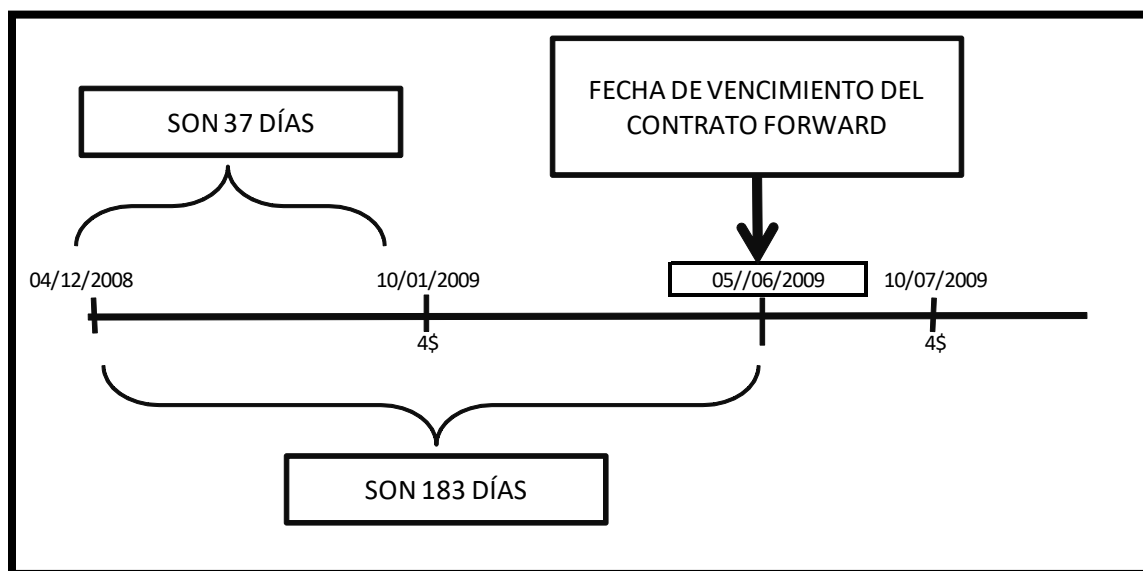
FECHA	FLUJO DE CAJA
04/12/2008	
10/01/2009	4
10/07/2009	4
10/01/2010	104

PARTE a)**GRÁFICO**



$$PRECIO CASH = 4\$ \times e^{-0,09 \times \frac{37}{365}} + 4\$ \times e^{-0,09 \times \frac{217}{365}} + 104\$ \times e^{-0,09 \times \frac{397}{365}} = 102,0570905\$$$

PARTE b)



$$VALOR PRESENTE DE CUPONES = 4\$ \times e^{-0,09 \times \frac{37}{365}} = 3,963672813\$$$

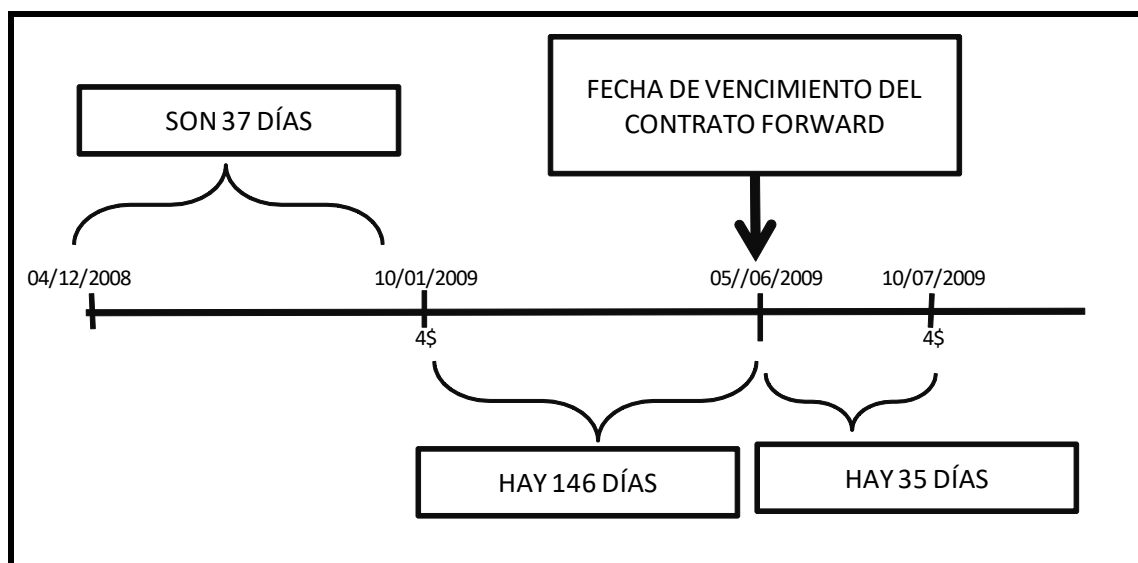
PRECIO FORWARD SUCIO O CASH

$$F_0 = (P_0 - I) \times e^{r \times T}$$

Por lo tanto

$$F_{CASH} = (102,0570905\$ - 3,963672813\$) \times e^{0,09 \times \frac{183}{365}} = 102,6210989\$$$

PRECIO FORWARD LIMPIO O QUOTED



Para el cálculo de los intereses acumulados se utiliza la convención

$$\frac{REAL}{REAL}$$

Por lo cual

$$F_{CLEAN} = 102,6210989\$ - 4\$ \times \frac{146}{146 + 35} = 99,39457955\$$$

En la valuación de la opción se utiliza el PRECIO FORWARD CASH

OPCIÓN DE VENTA SOBRE BONO BULLET

PRECIO DE EJERCICIO

$$K = 100\$$$

FECHA DE VENCIMIENTO

05/006/2009

VOLATILIDAD DEL PRECIO FORWARD

$$\sigma = 8\%$$

FORMULA DE VALUACIÓN DEL MODELO DE BLACK

$$P = e^{-rT} [K \times N(-d_2) - F_0 \times N(-d_1)]$$

Donde

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{F_0}{K}\right) + \sigma^2 \frac{T}{2}}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{F_0}{K}\right) - \sigma^2 \frac{T}{2}}{\sigma\sqrt{T}}$$

El MODELO DE BLACK es una extensión del MODELO DE BLACK AND SHOLE. El MODELO DE BLACK asume que en la fecha de vencimiento de la opción, el valor del activo subyacente sigue una distribución LOGNORMAL cuyo valor esperado es igual al PRECIO FORWARD.

La característica más importante del MODELO DE BLACK es que el supuesto de que el PRECIO DEL ACTIVO SUBYACENTE sigue un MOVIMIENTO GEOMETRICO BROWNIANO no es necesario, como si ocurre con el MODELO DE BLACK AND SHOLES.

En definitiva, una opción sobre un activo subyacente debe valer lo mismo que una opción sobre futuros, donde el futuro es sobre el mismo subyacente y vence en el mismo momento que la opción. Esto ocurre porque el precio futuro converge al precio spot del activo subyacente al vencimiento del contrato a futuro. Ambas opciones deben tener mismo STRIKE.

En definitiva el MODELO DE BLACK utiliza las ecuaciones del MODELO DE BLACK AND SHOLES para OPCIONES SOBRE CONTRATOS A FUTURO donde las fechas de vencimientos de futuros y opciones son iguales.

$$P = e^{-0,09 \times \frac{183}{365}} [100\$ \times N(-d_2) - 102,6210989\$ \times N(-d_1)]$$

Donde

$$d_1 = 0,485078573$$

$$d_2 = 0,428432593$$

$$N(-d_1) = 0,313810305$$

$$N(-d_2) = 0,3341681$$

$$p = e^{-0,09 \times \frac{305}{365}} [100\$ \times (0,33992557) - 102,6210989\$ \times (0,319283154)]$$

$$p = 1,159722505\$$$

EJERCICIO 82

RESOLUCIÓN

VALOR NOMINAL DEL BONO

$$VN = 100\$$$

PAGO DE CUPONES SEMESTRALES

$$i_{CUPÓN} \times VN = 35\$$$

ESTRUCTURA DE TASAS DE INTERÉS

<i>t en días</i>	TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO NOMINAL ANUAL CON COMPOSICIÓN CONTINUA
90	1%
270	1%

$$PRECIO CASH = 910\$$$

$$VALOR PRESENTE DE CUPONES = 35\$ \times e^{-0,01 \times \frac{3}{12}} = 34,91260928\$$$

PRECIO FORWARD SUCIO O CASH

$$F_0 = (P_0 - I) \times e^{r \times T}$$

Por lo tanto

$$F_{CASH} = (910\$ - 34,91260928\$) \times e^{0,01 \times \frac{8}{12}} = 880,9407963\$$$

PRECIO FORWARD LIMPIO O QUOTED

Para el cálculo de los intereses acumulados se utiliza la convención

$$\frac{30}{360}$$

Por lo cual

$$F_{CLEAN} = 880,9407963\$ - 35\$ \times \frac{3}{12} = 872,1907963\$$$

En la valuación de la opción se utiliza el PRECIO FORWARD QUOTED O LIMPIO

OPCIÓN DE VENTA SOBRE BONO BULLET**PRECIO DE EJERCICIO QUOTED O LIMPIO**

$$K = 800\$$$

FECHA DE VENCIMIENTO

8 meses

VOLATILIDAD DEL PRECIO FORWARD

$$\sigma = 10\%$$

FORMULA DE VALUACIÓN DEL MODELO DE BLACK

$$P = e^{-rT} [K \times N(-d_2) - F_0 \times N(-d_1)]$$

Donde

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{F_0}{K}\right) + \sigma^2 \frac{T}{2}}{\sigma \sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{F_0}{K}\right) - \sigma^2 \frac{T}{2}}{\sigma \sqrt{T}}$$

El MODELO DE BLACK es una extensión del MODELO DE BLACK AND SCHOLES. El MODELO DE BLACK asume que en la fecha de vencimiento de la opción, el valor del activo subyacente sigue una distribución LOGNORMAL cuyo valor esperado es igual al PRECIO FORWARD.

La característica más importante del MODELO DE BLACK es que el supuesto de que el PRECIO DEL ACTIVO SUBYACENTE sigue un MOVIMIENTO GEOMETRICO BROWNIANO no es necesario, como si ocurre con el MODELO DE BLACK AND SHOLES.

En definitiva, una opción sobre un activo subyacente debe valer lo mismo que una opción sobre futuros, donde el futuro es sobre el mismo subyacente y vence en el mismo momento que la opción. Esto ocurre porque el precio futuro converge al precio spot del activo subyacente al vencimiento del contrato a futuro. Ambas opciones deben tener mismo STRIKE.

En definitiva el MODELO DE BLACK utiliza las ecuaciones del MODELO DE BLACK AND SHOLES para OPCIONES SOBRE CONTRATOS A FUTURO donde las fechas de vencimientos de futuros y opciones son iguales.

$$P = e^{-0,01 \times \frac{8}{12}} [800\$ \times N(-d_2) - 872,1907963\$ \times N(-d_1)]$$

Donde

$$d_1 = 1,098961231$$

$$d_2 = 1,017311573$$

$$N(-d_1) = 0,135892488$$

$$N(-d_2) = 0,154502617$$

$$p = e^{-0,01 \times \frac{8}{12}} [800\$ \times (0,135892488) - 872,1907963\$ \times (0,154502617)]$$

$$p = 5,044175379\$$$

EJERCICIO 100

RESOLUCIÓN

PARTE a)

ECUACIÓN CALL-PUT PARITY SOBRE ACCIONES QUE NO PAGAN DIVIDENDOS

$$c + Xe^{-rT} = p + S$$

1.

Recordando que

$$\Delta_{CALL} = \frac{dc}{dS} > 0$$

$$\Delta_{PUT} = \frac{dp}{dS} < 0$$

Por lo cual derivamos la CALL-PUT PARITY con respecto a S

$$\frac{dc}{dS} = \frac{dp}{dS} + 1$$

$$\boxed{\Delta_{CALL} = \Delta_{PUT} + 1}$$

2.

Recordando que

$$\Gamma_{CALL} = \frac{d^2c}{d^2S}$$

$$\Gamma_{PUT} = \frac{d^2p}{d^2S}$$

Por lo tanto volvemos a derivar con respecto a S

$$\frac{d^2c}{d^2S} = \frac{d^2p}{d^2S}$$

$$\boxed{\Gamma_{CALL} = \Gamma_{PUT}}$$

3.

Recordando que

$$v_{CALL} = \frac{dc}{d\sigma}$$

$$v_{PUT} = \frac{dp}{d\sigma}$$

Por lo cual derivamos la CALL-PUT PARITY con respecto a σ

$$\frac{dc}{d\sigma} = \frac{dp}{d\sigma}$$

luego

$$\boxed{v_{CALL} = v_{PUT}}$$

4.

Recordando que

$$\theta_{CALL} = \frac{dc}{dt}$$

$$\theta_{PUT} = \frac{dp}{dt}$$

Por lo cual derivamos la CALL-PUT PARITY con respecto a t

$$\frac{dc}{dt} = \frac{dp}{dt}$$

luego

$$\boxed{\theta_{CALL} = \theta_{PUT}}$$

PARTE b)

Lo primero que debemos realizar es obtener las LETRAS GRIEGAS de la cartera

DELTA DE LA CARTERA

$$\Delta_{CARTERA} = (-1.000) \times 0,5 + (-500) \times 0,8 + (-2.000) \times (-0,4) + (-500) \times 0,7 = -450$$

GAMMA DE LA CARTERA

$$\Gamma_{CARTERA} = (-1.000) \times 2,2 + (-500) \times 0,6 + (-2.000) \times 1,3 + (-500) \times 1,8 = -6.000$$

VEGA DE LA CARTERA

$$v_{CARTERA} = (-1.000) \times 1,8 + (-500) \times 0,2 + (-2.000) \times 0,7 + (-500) \times 1,4 = -4.000$$

1.

Para que la cartera sea DELTA NEUTRAL se debe tomar una POSICIÓN LONG en 450 activos subyacentes

2.

En el mercado se está operando actualmente una opción negociable

DELTA DE LA OPCIÓN	GAMMA DE LA OPCIÓN	VEGA DE LA OPCIÓN
$\Delta_{OPCIÓN} = 0,6$	$\Gamma_{OPCIÓN} = 1,5$	$v_{OPCIÓN} = 0,8$

Por lo tanto hay que determinar la cantidad w_T de tal opción que hay que agregar a la cartera de tal manera de hacerla GAMMA NEUTRAL.

$$\Gamma_{CARTERA} + w_T \times \Gamma_{OPCIÓN} = 0$$

Por lo tanto

$$w_T = -\frac{\Gamma_{CARTERA}}{\Gamma_{OPCIÓN}} = -\frac{(-6.000)}{1,5} = 4.000$$

Hay tomar una POSICIÓN LONG en 4.000 OPCIONES. Pero esta cobertura lleva a la pérdida de la neutralidad delta de la cartera por lo cual hay que volver a hacer a la cartera DELTA NEUTRAL

$$\Delta_{CARTERA} + w_T \times \Delta_{OPCIÓN} + h \times \Delta_{SUBYACENTE} = 0$$

Donde

$$\Delta_{CARTERA} = 0$$

Porque la hicimos delta neutral en el paso anterior

$$\Delta_{SUBYACENTE} = 1$$

Por lo tanto

$$w_T \times \Delta_{OPCIÓN} + h = 0$$

Donde h es la cantidad del activo subyacente para hacer la cartera DELTA NEUTRAL

$$w_T \times \Delta_{OPCIÓN} = 4.000 \times 0,6 = 2.400$$

Por lo cual hay que tomar una POSICIÓN SHORT en 2.400 activos subyacentes para hacer la cartera DELTA NEUTRAL-GAMMA NEUTRAL.

3.

Por lo tanto hay que determinar la cantidad w_T de tal opción que hay que agregar a la cartera de tal manera de hacerla VEGA NEUTRAL.

$$v_{CARTERA} + w_T \times v_{OPCIÓN} = 0$$

Por lo tanto

$$w_T = -\frac{v_{CARTERA}}{v_{OPCIÓN}} = -\frac{(-4.000)}{0,8} = 5.000$$

Hay tomar una POSICIÓN LONG en 5.000 OPCIONES. Pero esta cobertura lleva a la pérdida de la neutralidad delta de la cartera por lo cual hay que volver a hacer a la cartera DELTA NEUTRAL

$$w_T \times \Delta_{OPCIÓN} = 5.000 \times 0,6 = 3.000$$

Por lo cual hay que tomar una POSICIÓN SHORT en 3.000 activos subyacentes para hacer la cartera DELTA NEUTRAL-VEGA NEUTRAL.

EJERCICIO 94

RESOLUCIÓN

PARTE a)

RESPUESTA

SÍ, PORQUE CUANDO CAMBIA EL PRECIO CAMBIA DELTA Y SE PIERDE LA NEUTRALIDAD

EXPLICACIÓN

El precio del activo subyacente depende del tiempo, es decir, cambia a lo largo del tiempo.

Si observamos la fórmula del delta en tiempo continuo

$$\Delta_{CALL} = \frac{dc}{dS}$$

El tiempo se mantiene constante, lo cual implica que si cambia el tiempo nos cambia el precio del activo subyacente y por lo tanto nos cambia el delta. Esto genera la necesidad de rebalanceo para tener en cartera la cantidad del activo subyacente necesario para hacerla delta neutral.

La estrategia DELTA NEUTRAL consiste en hoy cubrir el valor de la cartera mañana, es decir, mantener el valor de la cartera invariante ante cambios en el precio del subyacente. Para lo cual es necesario tener un buen modelo que capture con la mayor precisión posible la estructura de comportamiento del precio del activo subyacente.

CONFORMACIÓN DE LA CARTERA

POSICION SHORT en CALL AT THE MONEY

CAMBIO EN EL VALOR DE LA CARTERA MAÑANA

$$d\pi = -\frac{dc}{dS} \times dS$$

Lo que buscamos es hoy incorporar un activo que nos neutralice tanto las caídas en el valor de la cartera como las subas en su valor de manera tal de que

$$d\pi = 0$$

Esto ante cambios muy pequeños en el precio del subyacente. O también por unidad de cambio del precio del subyacente

$$\frac{d\pi}{dS} = -\frac{dc}{dS} + w_T \times \frac{dS}{dS} = 0$$

El activo debe estar correlacionado con el activo subyacente y debe estarlo perfectamente. La mejor opción es el subyacente mismo. Para que cantidad realizamos lo siguiente

$$w_T \times \frac{dS}{dS} = \frac{dc}{dS}$$

Por lo tanto

$$w_T = \frac{dc}{dS}$$

Por lo tanto el precio del subyacente puede tomar cualquier valor y la cartera tendrá el mismo valor que hoy. Esto lo aseguramos con la compra de Δ_{CALL} unidades del subyacente.

Lo que ocurre es que la cantidad que debemos comprar de subyacente es el delta, el cual es la derivada primera, cuando pasa un instante de tiempo el precio del subyacente cambia y por lo tanto nos movemos sobre la curva generando un cambio en la pendiente y en la derivada lo cual nos deja descubierto. Por lo cual debemos realizar un rebalanceo de la cartera que consiste en comprar o vender la cantidad del subyacente que nos falta o sobra para recuperar la neutralidad delta.

En definitiva obtenemos

$$\Delta_{CARTERA} = (-1) \times \Delta_{CALL} + W_T \times \Delta_{SUBYACENTE} = 0$$

Donde

$$W_T = \Delta_{CALL}$$

$$\Delta_{SUBYACENTE} = 1$$

PARTE b)

RESPUESTA

COMPRAR 400 ACCIONES

EXPLICACIÓN

El delta de la cartera es igual a

$$\Delta_{CARTERA} = 5 \times \Delta_{PUT} = -4$$

Cada PUT es sobre 100 acciones por lo tanto hay que tomar un POSICIÓN LONG en 400 subyacentes para hacer la CARTERA DELTA NEUTRAL.

PARTE c)

RESPUESTA

COMPRAR 80 OPCIONES Y VENDER 32 ACCIONES

EXPLICACIÓN

DELTA DE LA CARTERA

$$\Delta_{CARTERA} = 0$$

GAMMA DE LA CARTERA

$$\Gamma_{CARTERA} = -2$$

En el mercado se está operando actualmente una opción negociable

DELTA DE LA OPCIÓN	GAMMA DE LA OPCIÓN
$\Delta_{OPCIÓN} = 0,4$	$\Gamma_{OPCIÓN} = 0,025$

Por lo tanto hay que determinar la cantidad w_T de tal opción que hay que agregar a la cartera de tal manera de hacerla GAMMA NEUTRAL.

$$\Gamma_{CARTERA} + w_T \times \Gamma_{OPCIÓN} = 0$$

Por lo tanto

$$w_T = -\frac{\Gamma_{CARTERA}}{\Gamma_{OPCIÓN}} = -\frac{(-2)}{0,025} = 80$$

Hay tomar una POSICIÓN LONG en 80 OPCIONES. Pero esta cobertura lleva a la pérdida de la neutralidad delta de la cartera por lo cual hay que volver a hacer a la cartera DELTA NEUTRAL

$$\Delta_{CARTERA} + w_T \times \Delta_{OPCIÓN} + h \times \Delta_{SUBYACENTE} = 0$$

Donde

$$\Delta_{CARTERA} = 0$$

Porque la hicimos delta neutral en el paso anterior

$$\Delta_{SUBYACENTE} = 1$$

Por lo tanto

$$w_T \times \Delta_{OPCIÓN} + h = 0$$

Donde h es la cantidad del activo subyacente para hacer la cartera DELTA NEUTRAL

$$w_T \times \Delta_{OPCIÓN} = 80 \times 0,4 = 32$$

Por lo cual hay que tomar una POSICIÓN SHORT en 32 activos subyacentes para hacer la cartera DELTA NEUTRAL-GAMMA NEUTRAL.

PARTE d)**RESPUESTA**

VENDER 160 ACCIONES

EXPLICACIÓN

DELTA DE LA CARTERA

$$\Delta_{CARTERA} = 4 \times 0,4 = 1,6$$

Para que la cartera sea DELTA NEUTRAL se debe tomar una POSICIÓN SHORT en 160 activos subyacentes

PARTE e)

RESPUESTA

COMPRAR 100 OPCIONES Y VENDER 50 ACCIONES

EXPLICACIÓN

DELTA DE LA CARTERA

$$\Delta_{CARTERA} = 0$$

GAMMA DE LA CARTERA

$$\Gamma_{CARTERA} = -2,5$$

En el mercado se está operando actualmente una opción negociable

DELTA DE LA OPCIÓN	GAMMA DE LA OPCIÓN
$\Delta_{OPCIÓN} = 0,5$	$\Gamma_{OPCIÓN} = 0,025$

Por lo tanto hay que determinar la cantidad w_T de tal opción que hay que agregar a la cartera de tal manera de hacerla GAMMA NEUTRAL.

$$\Gamma_{CARTERA} + w_T \times \Gamma_{OPCIÓN} = 0$$

Por lo tanto

$$w_T = -\frac{\Gamma_{CARTERA}}{\Gamma_{OPCIÓN}} = -\frac{(-2,5)}{0,025} = 100$$

Hay tomar una POSICIÓN LONG en 100 OPCIONES. Pero esta cobertura lleva a la pérdida de la neutralidad delta de la cartera por lo cual hay que volver a hacer a la cartera DELTA NEUTRAL

$$\Delta_{CARTERA} + w_T \times \Delta_{OPCIÓN} + h \times \Delta_{SUBYACENTE} = 0$$

Donde

$$\Delta_{CARTERA} = 0$$

Porque la hicimos delta neutral en el paso anterior

$$\Delta_{SUBYACENTE} = 1$$

Por lo tanto

$$w_T \times \Delta_{OPCIÓN} + h = 0$$

Donde h es la cantidad del activo subyacente para hacer la cartera DELTA NEUTRAL

$$w_T \times \Delta_{OPCIÓN} = 100 \times 0,5 = 50$$

Por lo cual hay que tomar una POSICIÓN SHORT en 50 activos subyacentes para hacer la cartera DELTA NEUTRAL-GAMMA NEUTRAL.

EJERCICIO 99**RESOLUCIÓN****RESPUESTA**

Lo perjudica, dado que el vega de calls es positivo y al estar vendido en opciones su cartera tiene vega negativo (pierde valor con incrementos de volatilidad)

EXPLICACIÓN**CONFORMACIÓN DE LA CARTERA**

POSICIÓN SHORT en q_T unidades de CALL y POSICIÓN LONG en h_T unidades de ACTIVO SUBYACENTE.

La cartera es DELTA NEUTRAL. Dos temas a resaltar

- La vega de una opción de compra o venta europea o americana siempre es positiva en posición larga, lo cual implica que en posición corta es negativa
- La vega del activo subyacente es igual a cero

Por lo cual la vega de la cartera es igual a

$$v_{CARTERA} = -q_T \times v_{CALL} < 0$$

Ya que

$$v_{CALL} > 0$$

Cuando nos dan los datos de VEGA no las dan en posición LONG, por lo tanto la VEGA DE UN CALL es siempre positiva en posición LONG.

$$v_{CARTERA} = \frac{d\pi}{d\sigma} < 0$$

Lo cual implica que el incremento de la volatilidad implícita disminuye el valor de la cartera.

EJERCICIO 110**RESOLUCIÓN****PARTE a)****DELTA DE LA CARTERA**

$$\Delta_{CARTERA} = 0$$

GAMMA DE LA CARTERA

$$\Gamma_{CARTERA} = -500$$

VEGA DE LA CARTERA

$$v_{CARTERA} = -800$$

DELTA

Tenemos que

$$\Delta_{CARTERA} = \frac{d\pi}{dS} = 0$$

GAMMA

Lo cual implica que el cambio infinitesimal dependiente del valor de la cartera ante un cambio unitario muy pequeño en el precio del activo subyacente es igual a cero. El valor de la cartera se mantiene invariante ante un pequeño cambio en el precio del subyacente

$$\Gamma_{CARTERA} = \frac{d^2\pi}{d^2S} = -500$$

La GAMMA representa la curvatura de la función de π . Si la cartera como es el caso es DELTA NEUTRAL tendrá una buena cobertura ante cambio muy pequeños del precio del subyacente.

Pero ante cambios muy grandes en el precio del subyacente la cobertura depende del tamaño de la GAMMA.

Cuando la GAMMA es grande y negativa y la cartera es DELTA NEUTRAL se perderá significantes cantidades de dinero si el movimiento en el precio es grande. Mientras más pequeña sea la GAMMA de la cartera mejor será la cobertura.

VEGA**DEFINICIÓN DE VOLATILIDAD**

Medida de la incertidumbre del rendimiento obtenido sobre un activo

$$v_{CARTERA} = \frac{d\pi}{d\sigma} = -800$$

Lo cual implica que el cambio infinitesimal dependiente del valor de la cartera ante un cambio unitario muy pequeño en la volatilidad es de -800 .

El valor de la cartera no sólo depende del cambio en el precio del subyacente, sino también del tamaño de la volatilidad del subyacente.

Si la vega es alta en términos absolutos, el valor de la cartera es muy sensible ante cambios en la volatilidad

Si la vega es baja en términos absolutos, el valor de la cartera es poco sensible ante cambios en la volatilidad.

En este caso la relación es negativa lo cual implica que si aumento la incertidumbre con respecto a los rendimientos que se van a obtener sobre el activo subyacente luego cae el valor de la cartera.

PARTE b)

En el mercado se está operando actualmente una opción negociable

DELTA DE LA OPCIÓN	VEGA DE LA OPCIÓN
$\Delta_{OPCIÓN} = 0,6$	$v_{OPCIÓN} = 2$

Por lo tanto hay que determinar la cantidad w_T de tal opción que hay que agregar a la cartera de tal manera de hacerla VEGA NEUTRAL.

$$v_{CARTERA} + w_T \times v_{OPCIÓN} = 0$$

Por lo tanto

$$w_T = -\frac{v_{CARTERA}}{v_{OPCIÓN}} = -\frac{(-800)}{2} = 400$$

Hay tomar una POSICIÓN LONG en 400 OPCIONES. Pero esta cobertura lleva a la pérdida de la neutralidad delta de la cartera por lo cual hay que volver a hacer a la cartera DELTA NEUTRAL

$$w_T \times \Delta_{OPCIÓN} = 400 \times 0,6 = 240$$

Por lo cual hay que tomar una POSICIÓN SHORT en 240 activos subyacentes para hacer la cartera DELTA NEUTRAL-VEGA NEUTRAL.

PARTE c)

DELTA DE LA CARTERA

$$\Delta_{CARTERA} = 0$$

GAMMA DE LA CARTERA

$$\Gamma_{CARTERA} = -500$$

En el mercado se está operando actualmente una opción negociable

DELTA DE LA OPCIÓN	GAMMA DE LA OPCIÓN
$\Delta_{OPCIÓN} = 0,6$	$\Gamma_{OPCIÓN} = 0,5$

Por lo tanto hay que determinar la cantidad w_T de tal opción que hay que agregar a la cartera de tal manera de hacerla GAMMA NEUTRAL.

$$\Gamma_{CARTERA} + w_T \times \Gamma_{OPCIÓN} = 0$$

Por lo tanto

$$w_T = -\frac{\Gamma_{CARTERA}}{\Gamma_{OPCIÓN}} = -\frac{(-500)}{0,5} = 1.000$$

Hay tomar una POSICIÓN LONG en 1.000 OPCIONES. Pero esta cobertura lleva a la pérdida de la neutralidad delta de la cartera por lo cual hay que volver a hacer a la cartera DELTA NEUTRAL

$$\Delta_{CARTERA} + w_T \times \Delta_{OPCIÓN} + h \times \Delta_{SUBYACENTE} = 0$$

Donde

$$\Delta_{CARTERA} = 0$$

Porque la hicimos delta neutral en el paso anterior

$$\Delta_{SUBYACENTE} = 1$$

Por lo tanto

$$w_T \times \Delta_{OPCIÓN} + h = 0$$

Donde h es la cantidad del activo subyacente para hacer la cartera DELTA NEUTRAL

$$w_T \times \Delta_{OPCIÓN} = 1.000 \times 0,6 = 600$$

Por lo cual hay que tomar una POSICIÓN SHORT en 600 activos subyacentes para hacer la cartera DELTA NEUTRAL-GAMMA NEUTRAL.

PARTE d)

En el mercado se está operando actualmente una opción negociable

DELTA DE LA OPCIÓN	GAMMA DE LA OPCIÓN	VEGA DE LA OPCIÓN
$\Delta_{OPCIÓN} = 0,6$	$\Gamma_{OPCIÓN} = 0,5$	$\nu_{OPCIÓN} = 2$

Para realizar la cobertura DELTA-GAMMA-VEGA NEUTRAL es necesario tener otro derivado linealmente independiente del subyacente que se esté negociando en el mercado.

$$\Gamma_{CARTERA} + W_1 \times \Gamma_{OPCIÓN 1} + W_2 \times \Gamma_{OPCIÓN 2} = 0$$

$$\nu_{CARTERA} + W_1 \times \nu_{OPCIÓN 1} + W_2 \times \nu_{OPCIÓN 2} = 0$$

Para lo cual se obtiene W_1 y W_2 . Como se pierde la NEUTRALIDAD DELTA se la debe obtener tomando una posición en el ACTIVO SUBYACENTE.

$$\Delta_{CARTERA} + W_1 \times \Delta_{OPCIÓN 1} + W_2 \times \Delta_{OPCIÓN 2} = 0$$

Como vemos no es posible hacerlo porque nos hace falta un derivado que se esté negociando en el mercado.

EJERCICIO 111**RESOLUCIÓN****PARTE a)****CONDICIONES DEL PUT EUROPEO****FECHA DE VENCIMIENTO**

Vence en 9 meses

VOLATILIDAD

$$\sigma = 0,20$$

PRECIO DE EJERCICIO

$$S_0 = K = 45\$$$

TASA LIBRE DE RIESGO

$$r = 0,05$$

ACTIVO SUBYACENTE

Acción que no paga dividendos

FORMULA DE BLACK AND SHOLES PARA UNA ACCIÓN QUE NO PAGA DIVIDENDOS

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

$$d_1 = \frac{\ln \left[\frac{S_0}{K} \right] + \left[r + \frac{\sigma^2}{2} \right] \cdot T}{\sigma \sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T}$$

Por lo tanto

$$d_1 = 0,303108891$$

$$d_2 = 0,129903811$$

$$N(-d_1) = 0,380903439$$

$$N(-d_2) = 0,448321265$$

$$p = 45\$ \cdot e^{-0,05 \times \frac{9}{12}} \cdot (0,448321265) - 45\$ \cdot (0,380903439) = 2,291269514$$

PARTE b)

Calculamos la delta del PUT en POSICIÓN LONG

$$\Delta_{PUT} = N(d_1) - 1 = 0,619096561 - 1 = -0,380903439$$

$$\Delta_{CARTERA} = 1 \times \Delta_{PUT} + W_T \times \Delta_{SUBYACENTE} = 0$$

Por lo cual

$$W_T = -\Delta_{PUT}$$

Hay que toma una POSICIÓN LONG en $W_T = -\Delta_{PUT}$ unidades del ACTIVO SUBYACENTE en este caso

$$W_T = 0,380903439$$

Para hacer la CARTERA DELTA NEUTRAL.

En el futuro debe tener en cuenta que el precio del activo subyacente cambia de valor y por lo tanto también el DELTA DEL PUT perdiendo la neutralidad delta y generando la necesidad de hacer un rebalanceo de la cartera para tener en cartera la cantidad necesaria de activos subyacentes que son necesarios para recuperar la neutralidad.

EJERCICIO 105

RESOLUCIÓN

PARTE a)

TASA LIBRE DE RIESGO COMPUESTA CONTINUA

$$r = 10\%$$

VOLATILIDAD

$$\sigma = 25\%$$

$$d_1 = \frac{\ln \left[\frac{S_0}{K} \right] + \left[r + \frac{\sigma^2}{2} \right] \cdot T}{\sigma \sqrt{T}}$$

Como el CALL es AT THE MONEY. Luego

$$d_1 = \frac{\left[r + \frac{\sigma^2}{2}\right] \cdot T}{\sigma\sqrt{T}} = 0,088388348$$

$$\Delta_{CALL} = N(d_1) = 0,535215989$$

PARTE b)

Una THETA de $-0,10$ significa que si Δt unidades de tiempo pasan con ningún cambio en el precio de la acción o en la volatilidad implícita, el valor de la opción declina en

$$0,1 \times \Delta t$$

Un TRADER que piensa que ni el precio de la acción ni la volatilidad implícita cambiaran debería tomar una POSICIÓN SHORT en una opción una alta THETA y negativa como sea posible. Aquellas opciones de corta vida AT THE MONEY tienen las relativamente más negativas THETAS.

PARTE c)

TASA LIBRE DE RIESGO COMPUESTA CONTINUA

$$r = 2\%$$

VOLATILIDAD

$$\sigma = 20\%$$

$$d_1 = \frac{\ln\left[\frac{S_0}{K}\right] + \left[r + \frac{\sigma^2}{2}\right] \cdot T}{\sigma\sqrt{T}}$$

Como el PUT es AT THE MONEY. Luego

$$d_1 = \frac{\left[r + \frac{\sigma^2}{2}\right] \cdot T}{\sigma\sqrt{T}} = 0,05$$

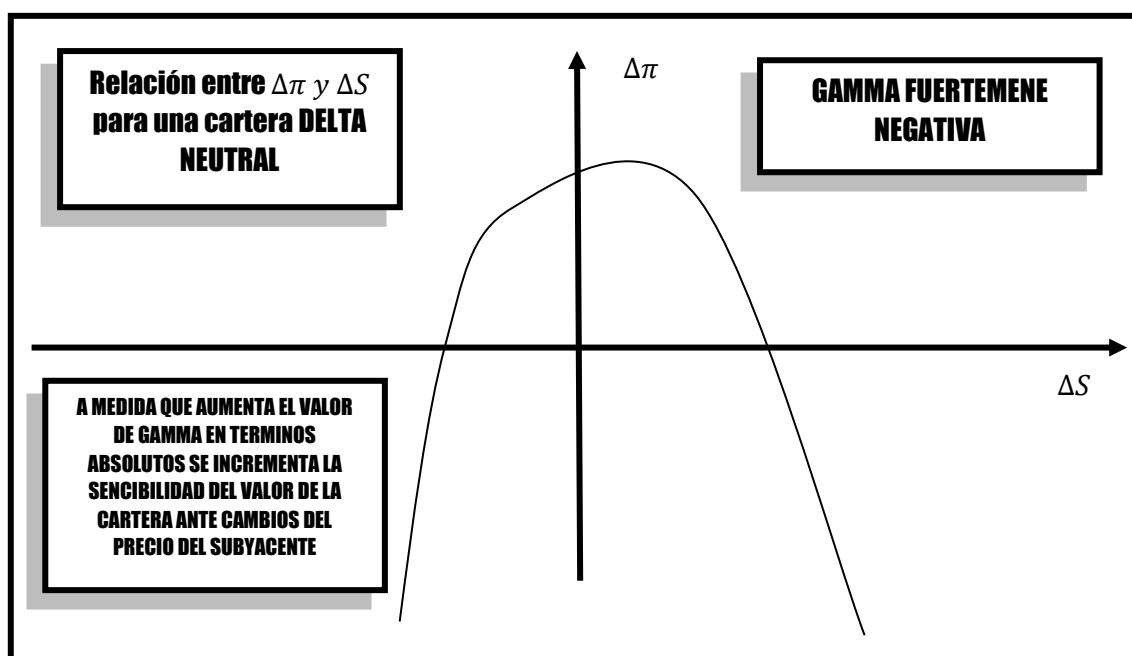
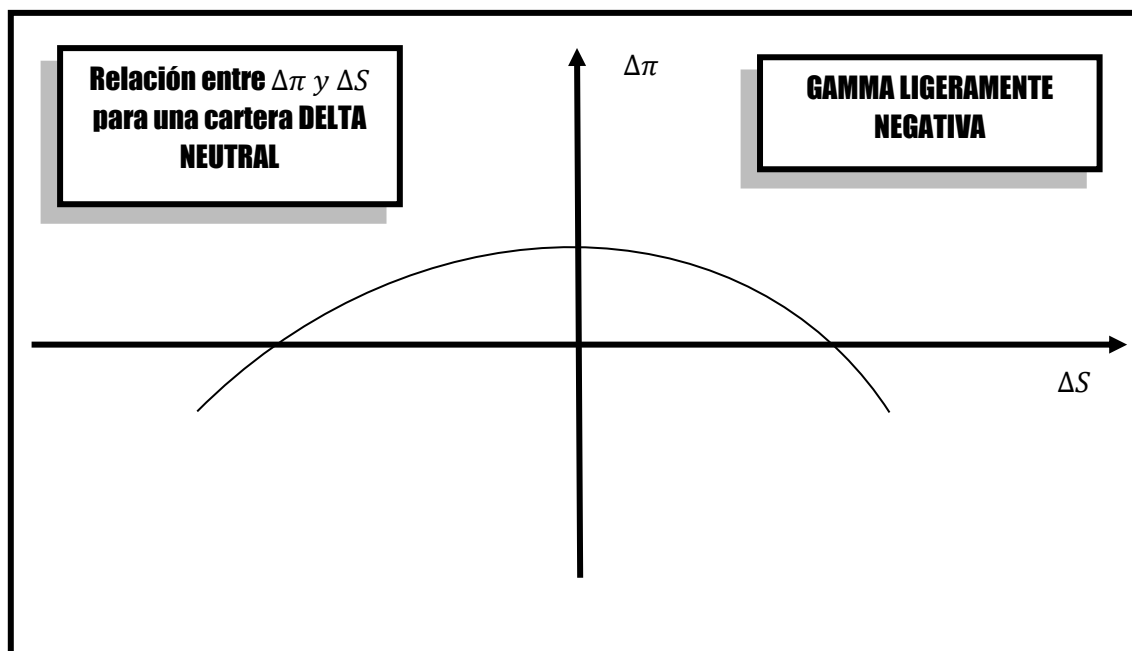
$$\Delta_{PUT} = N(d_1) - 1 = -0,480061194$$

EJERCICIO 106

RESOLUCIÓN

PARTE a)

Una posición SHORT en un PUT o en CALL europeo tiene una GAMMA negativa y por lo tanto la cartera compuesta por posiciones SHORT en ambos tipos de opciones tendrá también una GAMMA negativa. Como vemos de analizar el siguiente gráfico que encontramos en HULL



Como vemos de analizar los gráficos pequeños cambios en el precio del activo subyacente, en este caso el dólar, GENERAN LOS RESULTADOS MÁS FAVORABLES. Si los cambios son muy grandes y la cartera es DELTA NEUTRAL como vemos tendremos resultados negativos.

PARTE b)

DELTA DE UN CONTRATO A PLAZO SOBRE UN ÍNDICE BURSÁTIL

$$e^{-qT}$$

Donde q es la tasa de dividendos continúa del índice bursátil

DELTA DE UN CONTRATO A FUTURO SOBRE UN ÍNDICE BURSÁTIL

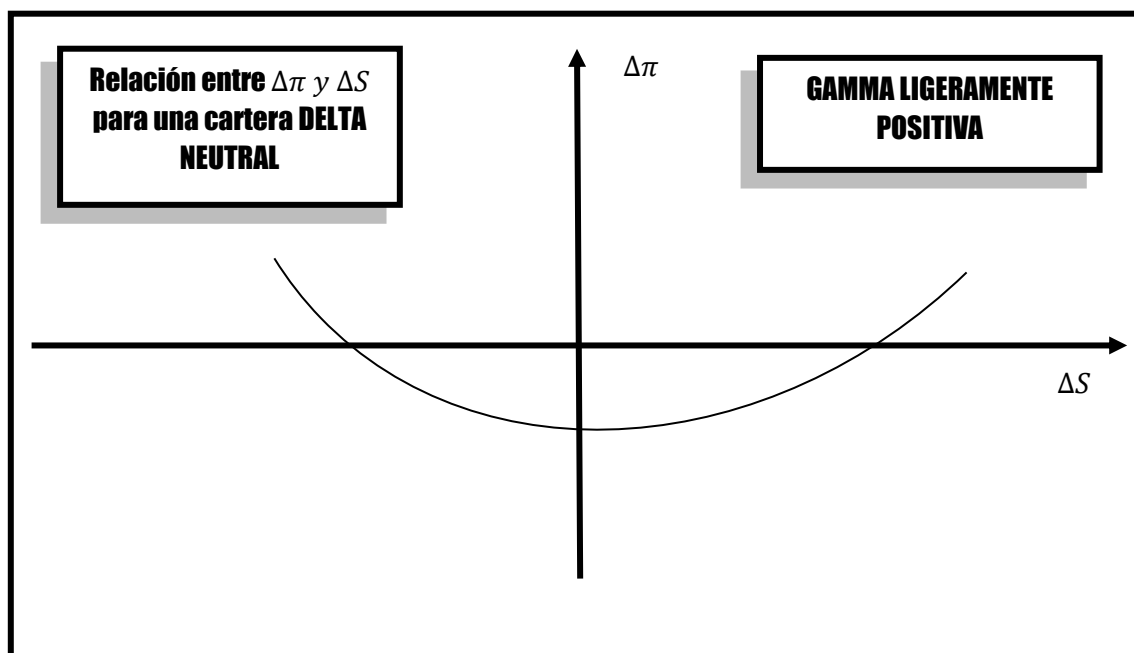
$$e^{(r-q)T}$$

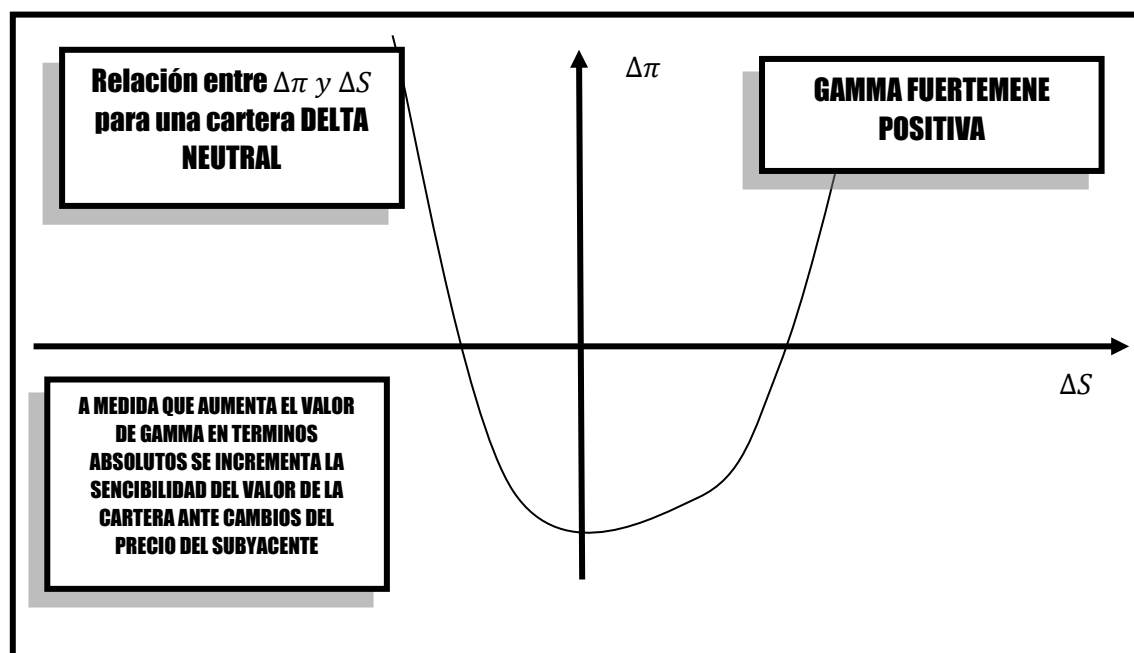
Donde r es la tasa de interés libre de riesgo continúa.

Como vemos las deltas son distintas

EJERCICIO 104**RESOLUCIÓN**

Una posición LONG en un PUT o en CALL europeo tiene una GAMMA positiva y por lo tanto la cartera compuesta por posiciones LONG en ambos tipos de opciones tendrá también una GAMMA positiva. Como vemos de analizar el siguiente gráfico que encontramos en HULL





Como vemos de analizar los gráficos pequeños cambios en el valor del activo subyacente, en este caso un ÍNDICE BURSÁTIL, GENERAN RESULTADOS DESFAVORABLES. Si los cambios son muy grandes y la cartera es DELTA NEUTRAL tendremos RESULTADOS POSITIVOS.

EJERCICIO 103

RESOLUCIÓN

TASA LIBRE DE RIESGO CON COMPOSICIÓN CONTINÚA

$$r = 5\%$$

VALOR DE LA CARTERA HOY

50 MILLONES

VALOR MINIMO QUE SE DESEA EL VALOR DE LA CARTERA NO CAIGA POR DEBAJO DENTRO DE UN AÑO

45 MILLONES

TASA DE DIVIDENDOS DE LA CARTERA

$$3\%$$

TASA DE DIVIDENDOS DEL ÍNDICE BURSÁTIL

$$3\%$$

VALOR DEL ÍNDICE HOY

1.800

VOLATILIDAD DEL ÍNDICE

20%

PARTE a)**PRIMER PASO: QUE TIPO DE OPCIONES SOBRE ÍNDICES UTILIZAR**

Es necesario tomar una posición LONG en una cantidad a determinar de PUT SOBRE ÍNDICES

SEGUNDO PASO: HALLAR LA CANTIDAD DE CONTRATOS DE OPCIONES A REALIZAR

FORMULA

$$\text{NÚMERO DE CONTRATOS DE OPCIONES SOBRE INDICES} = \beta_{\text{CARTERA}} \times \frac{\pi_0}{I_0 \times 100}$$

Donde π_0 es el valor de cartera hoy, I_0 es el valor del índice bursátil hoy y β_{CARTERA} es el beta de la cartera. Por lo tanto

$$1,3 \times \frac{50.000.000}{1.800 \times 100} = 361,11111$$

Hay que realizar 361 contratos PUT en posición LONG

TERCER PASO: HALLAR EL STRIKE I_K DE ESAS OPCIONES DE VENTA

Hay dos enfoques a tener en cuenta

ENFOQUE NO CAPM

$$\text{rendimiento total} = \text{rendimiento de capital} + \text{rendimiento de dividendos}$$

ENFOQUE CAPM

$$\text{rendimiento total} = \text{tasa libre de riesgo} + \beta \times (r_m - \text{tasa libre de riesgo})$$

Donde r_m es la tasa de rendimiento total promedio del mercado que puede ser medido a través de un ÍNDICE BURSÁTIL

Vamos a necesitar encontrar el rendimiento de capital mínimo aceptable de la cartera

$$\text{rendimiento total de la cartera} = \text{rendimiento de capital} + \text{rendimiento de dividendos}$$

Donde tenemos el dato

$$\text{rendimiento de dividendos} = 3\%$$

Para hallar el rendimiento de capital mínimo

$$\text{rendimiento de capital mínimo} = \frac{\text{VALOR DE CARTERA DENTRO DE UN AÑO}}{\text{VALOR DE CARTERA HOY}} - 1$$

$$\text{rendimiento de capital mínimo} = \frac{45.000.000}{50.000.000} - 1 = -0,1$$

$$\text{rendimiento total de la cartera mínimo aceptable} = -0,1 + 0,03 = -0,07$$

Ahora lo reemplazamos en el enfoque CAPM

$$r_{CARTERA} = r_{FREE} + \beta_{CARTERA} \times (r_m - r_{FREE}) = -0,07$$

$$0,05 + 1,3 \times (r_m - 0,05) = -0,07$$

Por lo tanto

$$r_m = -0,042307692$$

Este valor es el rendimiento total del índice bursátil, pero nosotros necesitamos el rendimiento de capital del mismo.
Por lo tanto

$$\text{rendimiento total del ÍNDICE} = \text{rendimiento de capital} + \text{rendimiento de dividendos}$$

Donde tenemos el dato

$$\text{rendimiento de dividendos del ÍNDICE BURSÁTIL} = 3\%$$

$$r_m = -0,042307692 = \text{rendimiento de capital} + 0,03$$

$$\text{rendimiento de capital del ÍNDICE BURSÁTIL} = -0,072307692$$

Por lo tanto

$$I_K = I_0 \times e^{r_{CAPITAL} \times 1} = 1.800 \times e^{-0,072307692} = 1.674,440321$$

CUARTO PASO: CONSTRUIR EL PAYOFFS DE CADA PUT

$$\text{máx}[(I_T - I_K) \times 100; 0]$$

QUINTO PASO: CALCULAR EL COSTO

FORMULA DE BLACK AND SHOLE

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

Donde

$$d_1 = \frac{\ln\left[\frac{S_0}{K}\right] + \left[r - q + \frac{\sigma^2}{2}\right] \cdot T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Bibliografía

- Bessis, J. "Risk Management in Banking" 4th Ed. John Wiley & Sons, 2015
- Black, F., Derman, E., y Toy, W. (1990) "A One-Factor Model of Interest Rates and Its Application to Treasury Bond Options" *Financial Analysts Journal*, 1990, pp. 33-39.
- Bodie, Z., Kane, A. y Marcus, J. "Investments" 5th Ed. McGraw-Hill/Irwin, 2001.
- Brealey, R. A., Myers, S. C. y Allen, F., *PRINCIPIOS DE FINANZAS CORPORATIVAS*, 9a. Edición 2010, Mc-Graw Hill, México.
- Bluhm, C., Overbeck, L. y Wagner, C. "An Introduction to Credit Risk Modelling" Boca Raton, Fla.: Chapman & Hall/CRC, 2003.
- Crouhy, M., Galai, D. y Mark, R. "The Essentials of Risk Management": McGrawHill, 2006
- Chance, D. *Analysis of Derivatives for the CFA Program*, (AIMR, 2003).
- Copeland, Thomas E. y Weston, Fred J. "Financial Theory and Corporate Policy" 3rd Ed. Addison-Wesley, 1992.
- Fabozzi, Frank J. "FIXED INCOME ANALYSIS" 2nd Ed. John Wiley & Sons, Inc., 2007.
- Hull, John C. "Options, Futures & Other Derivatives" 7th Ed. Prentice Hall, 2009.
- Hull, John C. "Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones" 6ta Edición, Pearson Education, México, 2009.
- Hull, John C. "Risk Management and Financial Institutions" 3rd Ed. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 2012.
- Jorion, Philippe "Value at Risk" 3rd Ed. McGraw-Hill, 2007.
- Jorion, Philippe "Financial Risk Manager Handbook" 4th Ed. John Wiley & Sons, Inc. 2007
- Lin, S. *Introductory Stochastic Analysis for Finance and Insurance*. Wiley. Inglaterra. 2006
- Rebonato, R. "Interest Rate Option Models", Wiley, Chichester, 1998.
- JP Morgan (1996) *Risk Metrics - Technical Document*. 4th Edition
- Mina, J. y Xiao, J. "Return to Risk Metrics: The Evolution of a Standard" Risk Metric Group, 2001.
- Saunders, A. y Allen, L. "Credit Risk Measurement", Wiley, 2002
- Vasicek, O. An equilibrium characterization of the term structure. *Journal of financial economics*, 5(2):177-188, 1977.