INGENIERIA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE CHILE

CTP 5 Finanzas I – IN4232
Profesores: Rafael Epstein y Luis Llanos
Profesor Auxiliar: Felipe Vega
Ayudantes: Tomás Diaz, Paula Navarro y Gustavo Iturra.
Puntaje total: 60 puntos

Asegúrese de que su copia de este control contenga **7** páginas (incluida esta).

- Puede utilizar una calculadora no programable. No se puede utilizar celulares, tablets, PDAs u otros equipos con conexión inalámbrica de alguna clase.

- La resolución del control es individual y, a diferencias de otras actividades del curso, no puede comentar las respuestas a este control con nadie.

- El Tiempo estimado de lectura y resolución del Control es de **1,5** horas.

- Los puntajes de cada pregunta son proporcionales a su dificultad y tiempo para responder.

- Es importante que cada hoja de sus respuestas venga contenido su nombre. Además, se deberá indicar claramente a qué número de problema corresponde cada desarrollo.

- Las respuestas numéricas solo le dan crédito parcial. Debe explicitar su procedimiento y las fórmulas que use para llegar a sus cálculos.

Consejo general:

- ¡Muestre su trabajo! Las respuestas solo le dan crédito parcial. Si usa Excel debe explicitar su procedimiento

- Escriba las fórmulas que use y asegúrese de aplicarlas correctamente

¡Que les vaya bien!

Calificaciones:

1.	/ 20
2.	/ 20
3.	/ 20
Total	/ 60

Pregunta 1 (20 puntos):

a) Una opción call con un precio de ejercicio K = \$50 sobre una acción cuyo precio actual (spot) es S = \$55 se vende por \$10. Utilizando una estimación de volatilidad de 0,30, se encuentra que $\Phi(d_1) = 0{,}6$ y $\Phi(d_2) = 0{,}5$.

La tasa de interés libre de riesgo es cero.

Con los datos dados, ¿Es la volatilidad implícita, en que se basa el precio de la opción, más o menos de 0,30? Por favor, explicar con los conceptos vistos en clases.

Para demostrar si la volatilidad implícita es de más o menos 0,30 debemos utilizar la fórmula de Black&Scholes (Merton) y comprobar si es que el precio de la opción es consistente con el calculado (\$10)

La fórmula será:

$$C(S_t, t) = N(d_1) \cdot S_t - N(d_2) \cdot K \cdot e^{-rT}$$

Reemplazando los datos se tendrá:

$$C(S_t, t) = 0{,}6 \cdot 55 - 0{,}5 \cdot 50 \cdot e^{-0T} = 0{,}6 \cdot 55 - 0{,}5 \cdot 50 = 8$$

A partir de que se obtuvo un precio de \$8 para la opción call utilizando un riesgo implícito de 0,30, se concluye que es necesario que el valor de d_1 sea mayor para incrementar la probabilidad acumulada y que, de forma consecuente, el valor de d_2 sea menor. En consecuencia, para lograr esto, el riesgo implícito debe ser superior a 0,30.

Otra forma de resolverlo era mencionando que, dado que el precio de la call teórico es menor y que, mediante análisis de sensibilidad (Por derivadas), el cambio de precio de la call será positivo al variar positivamente (Es decir, aumentar) el parámetro del riesgo σ.

b) Utilice la fórmula de Black-Scholes para encontrar el valor de una opción de venta (Put) sobre acciones con las siguientes características:

Plazo de vencimiento: 6 meses

Desviación estándar ($\boldsymbol{\sigma}$): 34% anual

Precio del ejercicio (K): \$102,5

Precio actual de las acciones (S): \$100

Tasa de interés: 5% (APR, plano para todos los periodos)

Para encontrar el valor de la put utilizando Black&Scholes (Merton) debemos primero calcular el valor de la call y luego utilizar la Put-Call Parity para encontrar el valor de la put.

El valor de la call vendrá dado por:

$$C(S_t, t) = N(d_1) \cdot S_t - N(d_2) \cdot K \cdot e^{-rT}$$

No obstante, recordemos que esta fórmula exige tasas continuas para su consistencia. De esta forma, lo primero que debemos hacer es transformar las tasas.

$$r_{Continua} = \ln(1 + r_f) \Longrightarrow r_{continua} = 4{,}88\%$$

Lo siguiente que debemos hacer es calcular los parámetros d_1 y d_2.

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{PV(K)}\right)}{\sigma\sqrt{T-t}} + \frac{1}{2}\sigma\sqrt{T-t}$$

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

En este caso $T = 0{,}5$ y $t = 0$. Luego, reemplazando los valores se tendrá:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{100}{102{,}5 \cdot e^{-4{,}88\% \cdot \frac{6}{12}}}\right)}{34\%\sqrt{0{,}5}} + \frac{1}{2}34\%\sqrt{0{,}5} = 0{,}1189$$

$$d_2 = 0{,}1189 - 34\%\sqrt{0.5} = -0.12142$$

Dado esto, los respectivos valores para las funciones acumuladas serán:

$$\Phi(d_1) \approx 0{,}55 \text{ y } \Phi(d_2) \approx 0{,}45$$

Reemplazando los valores, el valor de la call será:

$$C(S_t, t) = 0{,}55 \cdot 100 - 0{,}45 \cdot 102{,}5 \cdot e^{-4{,}88\% \cdot \frac{6}{12}} = \$9{,}98$$

No olvidemos que, lo que buscamos es el precio de la Put. Dado que implícitamente la opción es europea, entonces podemos utilizar la Put-Call Parity

$$P_t + S_0 = C_t + K \cdot e^{-r \cdot T} \Rightarrow P_t = 9{,}9868 + 102{,}5 \cdot e^{-4{,}88\% \cdot 0{,}5} - 100 \Rightarrow P_t \approx 10$$

Nota: En caso de que hayan usado 5% en lugar de 4,88%, aplicar un descuento bajo por error de arrastre.

Pregunta 2 (20 puntos):

Meta Platforms, Inc. (META) cuenta con opciones sobre acciones (Que no pagan dividendos) transadas en el mercado estadounidense. Suponga que usted desea valorar la conveniencia de compra de una put europea con vencimiento a $T = 2$ años. Para ello conoce que el precio strike de la opción a dólares es de US$580 y el precio spot de la acción actualmente es de US$ 555.

Conociendo que la tasa libre de riesgo es continua, con un valor del 4% anual a todos los periodos.

1) Asumiendo que la acción de la empresa puede subir un 10% y bajar un 5% cada año. Calcule el precio de la put europea mediante árboles binomiales, asuma 2 periodos.

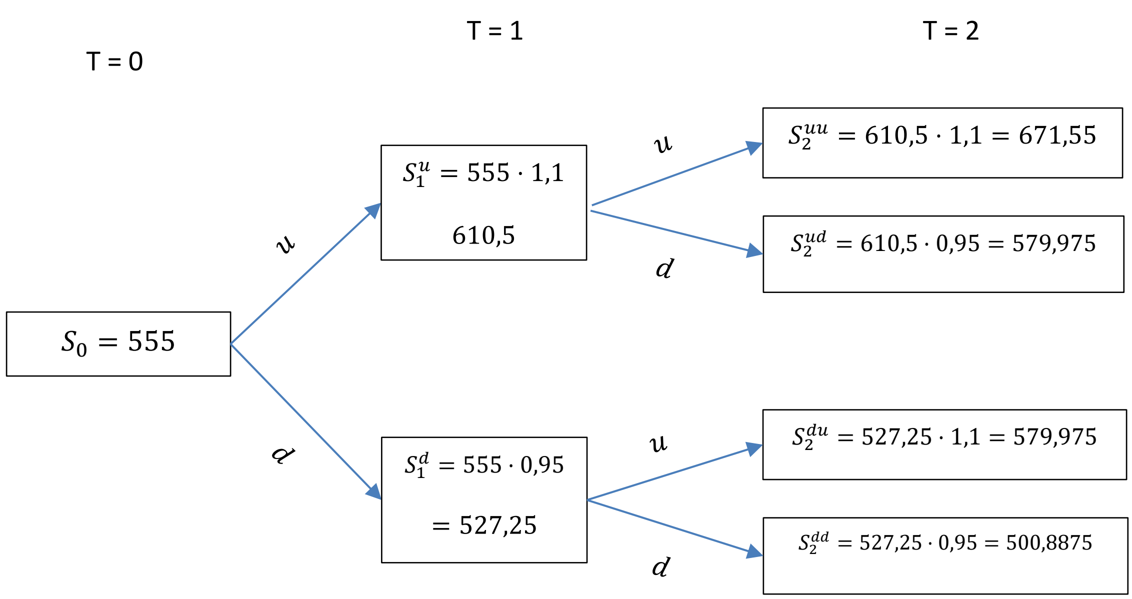
   Previo a la construcción del árbol binomial, debemos encontrar los factores u, d y p.

$$u = 1 + 10\% = 1{,}1$$
$$d = 1 - 5\% = 0{,}95$$

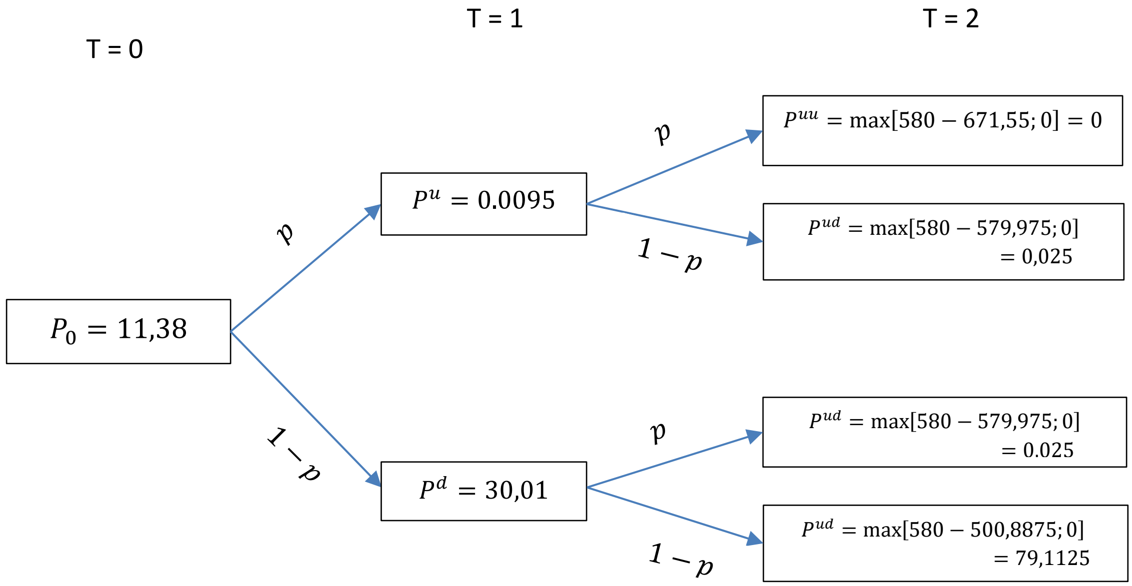
   Luego, para conocer p se tendrá:

$$p = \frac{e^{4\% \cdot 1} - 0{,}95}{1{,}1 - 0{,}95} = 0{,}60 \Rightarrow (1 - p) = 0{,}4$$

   Finalmente, el árbol de precios quedará tal que:



Luego, recordando que $P_t = Max[K - S_t; 0]$ el árbol de la put quedará tal que:



En donde los cálculos de P^d, P^u y S_0 son:

$$P^d = (60\% \cdot 0 + 40\% \cdot 0{,}025) \cdot e^{-4\% \cdot 1} = 0{,}0095$$

$$P^u = (60\% \cdot 0{,}025 + 40\% \cdot 79{,}1125) \cdot e^{-4\% \cdot 1} = 30{,}01$$

$$P_0 = (60\% \cdot 0{,}0095 + 40\% \cdot 30{,}01) \cdot e^{-4\% \cdot 1} = 11{,}38$$

Finalmente, el precio de la Put es de $11,38

2) Usando los datos del precio de la acción, encuentre el precio de una call europea para la misma acción de META a $T = 2$ años mediante árboles binomiales, asuma igualmente 2 periodos.

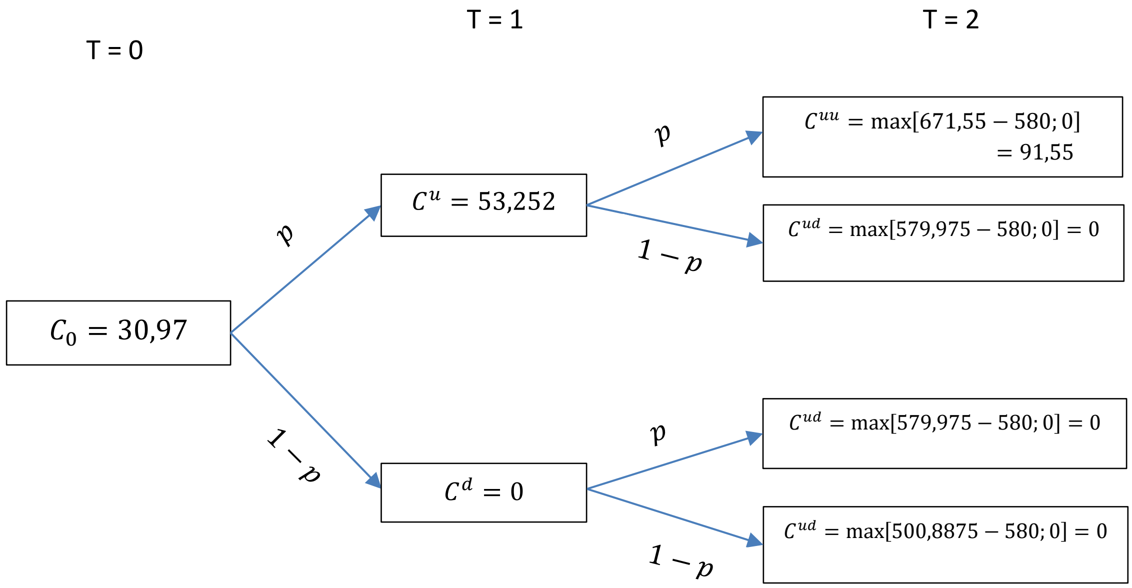
En el caso de la opción call, los parámetros u, d y p se mantendrán constantes, así como también, el árbol de precios.

La única diferencia se dará en el árbol de la call, ya que, el precio de la call se calculará utilizando la siguiente fórmula:

$$C_t = Max[S_t - K; 0]$$

Siendo esto, lo contrario que las put.

Luego, el árbol quedará tal que:



De donde se sabrá que

$$C^u = (60\% \cdot 91{,}55 + 40\% \cdot 0) \cdot e^{-4\% \cdot 1} = 53{,}252$$

$$C^d = (60\% \cdot 0 + 40\% \cdot 0) \cdot e^{-4\% \cdot 1} = 0$$

$$C_0 = (60\% \cdot 53{,}252 + 40\% \cdot 0) \cdot e^{-4\% \cdot 1} = 30{,}97$$

Finalmente, el precio de la call será de 30,97

Nota: No descontar por variaciones sutiles en los precios obtenidos.

Pregunta 3 (20 puntos):

Responda, en no más de 6 líneas, las preguntas: **Una de las preguntas 1) o 2) y la pregunta 3)**:

1) Se considera que una póliza de seguro es análoga a una opción. Desde el punto de vista del asegurado, ¿qué tipo de opción es una póliza de seguro? ¿Por qué?

   Desde el punto de vista del asegurado, una póliza de seguros es análoga a una opción put porque le otorga el derecho a recibir una compensación (similar a vender el activo asegurado a un precio determinado) si ocurre un evento adverso. El asegurado paga una prima, equivalente al costo de la opción, para transferir el riesgo al asegurador. Si el valor del activo disminuye significativamente debido a un siniestro cubierto, el asegurado "ejecuta" su derecho al recibir la indemnización.

2) Se dice que los propietarios de las acciones de capital de una empresa apalancada tienen una opción de compra sobre los activos de la compañía. Explique esta aseveración.

   Los accionistas de una empresa apalancada tienen una opción de compra (call) sobre los activos, ya que, si el valor de los activos supera la deuda, capturan el valor residual después de pagar a los acreedores. Si los activos valen menos que la deuda, pierden su inversión, pero no están obligados a cubrir la diferencia, limitando sus pérdidas. Esto refleja el derecho, pero no la obligación, de "adquirir" los activos al valor de la deuda.

3) Las opciones son un tipo de derivado que se considera muy riesgoso. De hecho, Warren Buffet llamó a los derivados "armas financieras de destrucción masiva". Así, se ha dicho que las opciones sólo promueven una mentalidad especulativa y cortoplacista de las inversiones, en lugar de fomentar una inversión reflexiva basada en los fundamentos de la empresa. Dados los contenidos vistos en el curso ¿Está usted de acuerdo con esta visión?

   Aunque las opciones suelen asociarse con estrategias especulativas o de corto plazo, también cumplen funciones importantes en la cobertura y gestión del riesgo. Si bien su uso con apalancamiento puede aumentar el riesgo y fomentar una mentalidad especulativa, cuando se emplean con prudencia, pueden complementar estrategias de inversión a largo plazo, ofreciendo flexibilidad y protección frente a la volatilidad del mercado. Por lo tanto, no son intrínsecamente especulativas ni de corto plazo.