



## Examen

10 de Julio de 2002  
Sin Apuntes  
Tiempo: 180 minutos

### Pregunta N°1

- a) Suponga que la empresa en que usted trabaja tiene \$100 millones de activos financieros que acaba de contratar a un plazo de 1,4 años a un tasa anual de 5%. Por otro lado Ud. acaba de calcular que el valor presente de los pasivos, descontados a su costo de oportunidad de 7% anual, alcanzan a \$150 millones, y su duración es de 0,8 años. El gerente general le pide a Ud. que estime el impacto que tendría sobre el valor presente de las inversiones financieras netas (i.e. activos menos pasivos) un incremento de las tasas en un 1%. ¿Cuál sería su respuesta?

Sensibilidad =  $-(A \cdot DA / (1 + RA) - P \cdot DP / (1 + RP)) \cdot \Delta TIR = -(100 \cdot 1,4 / (1,05) - 150 \cdot 0,8 / (1,07)) \cdot 0,01 = -0,211838$  millones

- b) Discuta: En un mundo sin impuestos, si la tasa de interés que enfrenta la empresa es 8%, entonces su wacc será necesariamente superior a 8%.

Wacc =  $\alpha \cdot 8\% + (1 - \alpha) \cdot Re$ . Típicamente,  $Re = R_f + \beta \cdot (R_m - R_f)$ . Luego si  $\beta$  es menor que cero podría darse que  $Re$  sea incluso menor a la tasa libre de riesgo, por lo que con mayor razón va a ser menor que la tasa de interés que enfrenta la empresa. En otras palabras la empresa podría tener que la tasa exigida por el patrimonio sea menor que la tasa de interés, con lo cual el costo de capital podría ser menor que 8%.

- c) Comente: Invertir en renta fija (por ejemplo en un depósito a plazo) no tiene riesgo de precio ya que como el monto final es conocido su valor presente no cambiará.

Falso, que el monto final sea conocido no significa que el valor presente sea constante: el valor presente dependerá de la tasa con que se descuenta es flujo conocido por lo que sí hay riesgo de precio, ya que la tasa de descuento (típicamente la tasa de interés al plazo del vencimiento del depósito a plazo) cambiará en forma aleatoria.

- d) Suponga que el beta de la empresa A es 1,2 y el beta de la empresa B es 0,8. Entonces podemos concluir que la empresa A está más endeudada que la empresa B.

Falso, el beta sólo representa cuán correlacionado está el retorno de la empresa con el mercado. Si el beta del negocio fuera el mismo (beta sin deuda) y la tasa tributaria la misma entonces sí sería cierto, pero no es el caso.

- e) Suponga que en una economía donde el CAPM es válido la tasa libre de riesgo es 5%, la volatilidad de la acción de una empresa es 40%, y su retorno esperado es de 10%, el retorno de la cartera de mercado es 15% y su volatilidad es de 20%. Descomponga la volatilidad de la acción en riesgo sistemático y no sistemático.

Volatilidad\_acción<sup>2</sup> =  $\beta^2 \cdot \text{volatilidad\_mercado}^2 + \text{volatilidad\_especifica}^2 + 0$  (Riesgo específico es ortogonal al riesgo sistemático).

Luego riesgo sistemático =  $(\beta \cdot \text{volatilidad\_mercado})$

$\beta = (R_e - R_f) / (R_m - R_f) = 0,5$

Riesgo sistemático = 10%

Riesgo específico (o no sistemático) =  $\text{raiz}(\text{Volatilidad\_acción}^2 - \text{Riesgo sistemático}^2) = 38,7\%$

- f) La empresa PE espera tener utilidades por 2 millones de dólares, y tiene como política retener un 40% de sus utilidades. El rendimiento histórico de su capital ha sido 16%, cifra que se estima se mantendrá en el futuro. La tasa exigida por los accionistas de PE es de 12%, y el precio de la acción en la actualidad es de US\$12,5 y circulan 1 millón de acciones en el mercado. Determine si la acción de la empresa PE está sobre-valorada o sub-valorada y por qué.

Sabemos que:  $DIV1 = 2 * (1 - 0,4) = 1,2$

Patrimonio se incrementa en 0,8 y rinde 16%, luego hace crecer a las utilidades futuras en  $0,16 * 0,8 = 0,128$  luego la tasa de crecimiento de las utilidades es  $0,128 / 2 = 6,4\%$ . Como se distribuye una fracción constante de las utilidades, entonces la tasa de crecimiento de los dividendos es también  $g = 6,4\%$ .

Luego Precio teórico  $P = DIV1 / (r - g) = 1,2 / (0,12 - 0,064) = \$21,43$  por acción, luego empresa está subvalorada por el mercado.

## Pregunta N°2

- a) Suponga que Ud desea vender USD10 millones *en un año más*, y el mercado le ofrece a cambio \$7.039.389.246 pesos chilenos (en un año más). Ud. sabe que el dólar hoy vale \$690 y que la tasa de interés en pesos de 1 año, compuesta continuamente, es 5,0%.

i. Cuál es la tasa de interés implícita en dólares a 1 año más, (compuesta continuamente)?

Si  $F = 7.039.389.246 / 10.000.000$ , y  $S = 690$ , resolver  $F = S * \exp(0,05 - x)$ ,  $x = 3,00\%$

- ii. Usando la información anterior, y si la UF vale \$16,500 pesos, y la tasa en UF a 1 año compuesta continuamente es de 3,5%, cuántas UF debiera recibir a cambio de los USD 10 millones en un año más?

$S \text{ (USD/UF)} = 16.500 / 690 = 23,913$ , luego  $F = S * \exp(0,03 - 0,035) = 23,794 \text{ USD/UF}$

Luego  $USD 10.000.000$  deberán intercambiarse por  $10.000.000 / 23,794 = 420.277,96 \text{ UF}$

- b) Suponga que Ud. enfrenta la siguiente estructura de tasas en \$ (Tasas en convención lineal)

Plazo	Tasa anual Nominal
30 días	5,0%
60 días	5,3%
90 días	5,5%
180 días	6,1%
360 días	7,3%

- i. Calcule las tasas forward de 30 días en 30 y 60 días más.

$(1 + f1 * 30/360) = (1 + 5,3\% * 60/360) / (1 + 5,0\% * 30/360)$  luego  $f1 = 5,58\%$

y  $(1 + f2 * 30/360) = (1 + 5,5\% * 90/360) / (1 + 5,3\% * 60/360)$  luego  $f2 = 5,85\%$

- ii. Suponga que Ud tiene un FRA que asegura una tasa de interés del 6% para un depósito de 30 días en 60 días más sobre un monto de 900 millones de pesos. Calcule el Valor Presente de dicho FRA.

$VP = -900 / (1 + 5\% * 30/360) + 900 * (1 + 6\% * 30/360) / (1 + 5,3\% * 60/360) = 0,315 \text{ millones}$

- c) Suponga que a Ud. le ofrecen fijarle hoy el costo de un crédito de 100 mil UF por 6 meses para 6 meses más, a una tasa de 3% (anual convención lineal). Por otro lado Ud. sabe que su costo de oportunidad para créditos y depósitos a plazo en UF es: a 3 meses, 4%; a 6 meses 5%; a 12 meses, 6%. Explique claramente qué negocio podría Ud. realizar sin colocar capital y generando ganancias. ¿Cuál es el valor presente de estas ganancias (en UF)?.

Solución: OP1. Pido un crédito a 6 meses por  $100.000/(1 + 5\% \cdot 6/12) = 97.560,98$  UF

OP2 Deposito ese monto a 1 año al 6% anual  $M_{final} = 97.560,98 \cdot (1 + 6\%) = 103.414,63$  UF

OP3 Tomo el crédito futuro por 100.000 UF por 6 meses en 6 meses más al 3% y pago al final

$100.000 \cdot (1 + 3\% \cdot 0,5) = 101.500$  UF

Flujos de caja:	OP1	OP2	OP3	Neto
Hoy	+97.560,98	-97.560,98	0	0
6 meses	-100.000	0	100.000	0
12 meses	0	+103.414,63	-101.500	1.914,63

Luego VP des esta operación es  $1.914,63/(1 + 6\%) = 1.806,26$

### Pregunta N°3

Se le ha contratado a Ud. para que estime el costo de capital de Codelco, o equivalentemente la tasa de descuento a utilizar en los proyectos nuevos de Codelco.

Como la empresa de cobre no transa en bolsa, Ud. dispone de un conjunto de información la que se presenta a continuación.

Empresas Similares a Codelco	Símbolo	Beta Acción	D/E mdo.	Impuestos
Freeport McMoran Copper & Gold	FCX	0.910	2.10	30.5%
Phelps Dodge Mining Co.	PD	0.808	1.20	26.7%
Southern Peru	PCU	0.799	0.60	40.9%
WMC Holdings Ltd.	WMC	0.789	0.76	15.4%
Inco	N	0.677	1.40	37.2%
BHP Billiton	BHP	0.830	1.08	35.7%
Mim Holdings Ltd.	MIM.AX	1.145	2.80	36.0%

Se estima que Codelco puede acceder a financiamiento internacional en promedio a tasa libre de riesgo más un spread de 231 puntos base, y la composición de deuda y patrimonio son, a valores de mercado 21,9% y 78,1% respectivamente. Codelco tributa con una tasa del 16%.

Por otra parte, la estimación del retorno del patrimonio se basa exclusivamente en el modelo CAPM, al cual se le debiera agregar una prima por riesgo asociado al riesgo país (equivalente al spread de 231 puntos base). La prima por el riesgo de mercado internacional es de 7,75% nominal anual, y la tasa libre de riesgo en dólares es 5% anual nominal.

Utilizando la información aquí entregada, estime cuál es la tasa de descuento real que debiera usar Codelco en los proyectos que tienen un riesgo similar al de la corporación, estimando que la inflación anual esperada en dólares

(i.e. internacional) es de 2,2%.

Primero Beta U de las empresas usando  $Beta_U = Beta / (1 + D/E * (1-T))$ :

Empresas Similares a Codelco	BetaU
Freeport McMoran Copper & Gold	0.370
Phelps Dodge Mining Co.	0.430
Southern Peru	0.590
WMC Holdings Ltd.	0.480
Inco	0.360
BHP Billiton	0.490
Mim Holdings Ltd.	0.410

Promedio simple :0,447.

Luego podemos estimar Beta de Codelco :  $Beta = Beta_U * (1 + D/E * (1-t)) =$

Como  $D/E = 21,9/78,1$  y  $t = 16\%$ , entonces  $Beta = 0,552$

Luego  $Re = beta * (Rm - Rf) + Rf + Riesgo Pais = 0,552 * 7,75 + 5 + 2,31 = 11,592\%$

Como  $Rd = 5 + 2,31 = 7,31\%$

$Wacc = (1-t) * Rd + Re * E/V = 0,16 * 7,31 * 21,9 + 11,592 * 78,1 = 10,40\%$  nominal (en USD)

Luego  $wacc\ real = 10,4 - 2,20 = 8,20\%$  Esa es la tasa de descuento real para proyectos de riesgo similar al de Codelco.

#### Pregunta N°4

Una opción europea sólo puede ser ejercida en la fecha de expiración o vencimiento de la opción. Sin embargo, quien adquiere una opción americana tiene el derecho de ejercerla en cualquier momento que le convenga, dentro de un plazo predefinido que corresponde al vencimiento de la opción.

Suponga que Ud. es dueño de una opción americana, que vence en dos años más, sobre una acción. El precio de la acción hoy es de \$100, y el precio de ejercicio de la opción es de \$110. (Es decir tiene el derecho a comprar la acción en \$110 en cualquier fecha entre hoy, el año cero, y dos años más).

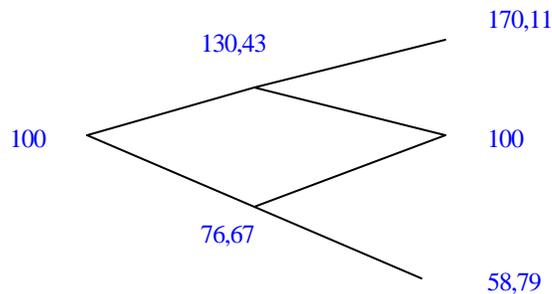
Suponga que el precio de la acción tiene una volatilidad diaria de 1,4%, y la tasa libre de riesgo es de 5% anual.

a) Encuentre los posibles precios que podría tomar a fines del año dos el precio de la acción de acuerdo a un árbol binomial.

Transformemos primero todo a unidades equivalentes: volatilidad anual (base 360)  $vol = 1,4 * \text{raiz}(360) = 26,6\%$   
Luego  $u = \exp(0,266) = 1,30425$  y  $d = 0,76672$   $q = 0,527$ ,  $(1-q) = 0,473$ .  $R = 1,05$

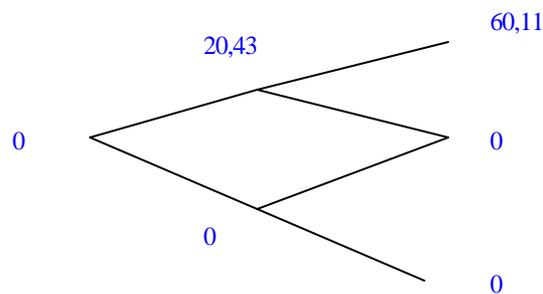
Habrá cinco nodos:

- $P(1,1) = 100 * u = 130,43$
- $P(1,2) = 100 * d = 76,67$
- $P(2,1) = P(1,1) * u = 170,11$
- $P(2,2) = P(1,2) * u = P(1,1) * d = 100$
- $P(2,3) = P(1,2) * d = 58,79$



b) ¿cuánto es el precio mínimo a que estaría dispuesto a vender la opción americana?

Para calcular el precio de la opción Americana determinaremos el valor de la opción en cada nodo terminal, pero también incluiremos el valor de ejercer la opción en nodos intermedios. Los valores siguientes representan entonces el valor de ejercer la opción en cada nodo: es decir  $\text{Max}(P(i,j) - 110; 0)$



Podemos ahora calcular el valor presente esperado de estos flujos:

Así el valor de la call americana en los nodos 1,1 y 1,2 será

$$CA(1,1) = 1/R * (q * 60,11 + (1-q) * 0) + 20,43 = 50,59$$

$$CA(1,2) = 1/R * (q * 0 + (1-q) * 0) + 0 = 0$$

Luego la Call Americana en el nodo 0 valdrá :  $CA = 1/R * (q * 50,59 + (1-q) * 0) + 0 = 25,39$

c) ¿Cómo cambia su respuesta si la opción fuera europea con vencimiento al final del año 2? Hace sentido que una sea mayor que la otra? ¿Cuál? Explique.

Para el caso de una opción europea, el cálculo excluiría la posibilidad de ejercerla en el nodo (1,1)

$$CE(1,1) = 1/R * (q * 60,11 + (1-q) * 0) = 30,17$$

$$CA(1,2) = 1/R * (q * 0 + (1-q) * 0) = 0$$

Luego la Call Europea en el nodo 0 valdrá :  $CE = 1/R * (q * 30,17 + (1-q) * 0) = 15,14$

Es claro que la opción call americana debiera valer más puesto que tenemos más posibilidades de ejercerla en periodos intermedios en vez de solamente esperar hasta el final del periodo.

Nota: Trabaje en términos anuales donde  $u = \exp(s \cdot t^{0.5})$  y  $d = 1/u$ . Recuerde que la probabilidad neutra al riesgo asociada a  $u$  es  $q = (R-d)/(u-d)$  con  $R = 1 + r_f$ .