

RIESGO SISTEMÁTICO EN LA PRÁCTICA

Juan Sergio Cruz

Profesor e investigador de la Universidad del Cesa Bogotá / Colombia

Abstracto

El Objetivo de este artículo es poner en práctica los conceptos y las relaciones que debe manejar un gerente financiero en la toma de decisiones y en la formulación de estrategias. Y esto se desarrollará desde la presentación esquemática de los modelos más representativos de las finanzas,- donde se relaciona las grandes aportaciones de los profesores Linner, Sharpe, Merton y Miller que son la base de la actual banca de inversión-, hasta la puesta en escena con preguntas desafiantes, que todos los días requieren una pronta y ágil respuesta. Con el dominio de la primera parte nuestra gerencia ya domina las relaciones y los determinantes del riesgo sistemático operativo y financiero, y con los ejemplos y la práctica constante en situaciones cambiantes, se busca seguir las principales relaciones y ver la velocidad de alteración de una variable respecto a otra, a fin de desarrollar un pensamiento complejo.

A Los modelos financieros que se explican son:

1. CAPM $E(r) = r_f + \beta_j E(r_p - r_f)$

Ecuación 1

El modelo de Sharpe y de Linner, Capital Asset Price Model, define el rendimiento esperado como el costo mínimo a exigir y define este rendimiento esperado como la compensación adicional a una tasa libre de riesgo, por asumir un riesgo no diversificable β_j . Esta prima se incrementa a medida que aumenta la aversión del inversionista como del nivel del riesgo.

1.1 Para cuantificar el grado de aversión al riesgo de un inversionista¹, suponemos que el inversor elige carteras basadas tanto en la rentabilidad esperada, $E(r_p)$ como en la volatilidad de la rentabilidad evaluado por la desviación estándar, σ_p^2 . Si apreciamos que la rentabilidad sin riesgo de las letras del Tesoro es (r_f), entonces la prima de riesgo de una cartera es $E(r_p) - r_f$. Los inversores con aversión al riesgo demandarán rentabilidades esperadas más altas para colocar sus recursos con carteras con mayor volatilidad; esa prima de riesgo será mayor cuanto mayor es la aversión al riesgo. Por tanto, si cuantificamos el riesgo de aversión con el parámetro A, tiene

¹ Bodie Zvi, Alex Kane, Alan J. Marcus(2004) **PRINCIPIOS DE INVERSIONES**. Quinta Edición. España, Mc. Graw Hill

sentido afirmar que la prima de riesgo que solicita un inversor en una cartera dependerá tanto de la aversión al riesgo A como del riesgo de la cartera σ_p^2 .

Escribiremos la prima de riesgo que solicita un inversor de una cartera como una función de su riesgo:

$$E(r_p) - r_f = \frac{1}{2} A \sigma_p^2$$

Ecuación 1.1

La ecuación anterior describe la forma en que los inversores desean relacionar el riesgo con la rentabilidad esperada. (La ecuación requiere que pongamos tasas de rentabilidad en decimales). Como criterio de referencia, sabemos que la rentabilidad tiene que ser igual solo a la tasa sin riesgo. Es necesaria una prima de riesgo de $\frac{1}{2} A \sigma_p^2$ para inducir a los inversores a establecer una cartera general que tenga una volatilidad positiva. El término $1/2$ es solo un factor de escala escogido por conveniencia y no tiene impacto real en el análisis.

Ocurre que si el inversor considera el riesgo frente a la rentabilidad en la forma especificada en la ecuación anterior, entonces podemos deducir su aversión al riesgo si observamos primas de riesgo y volatilidad de las carteras reales. Solucionamos la ecuación por A como:

$$A = \frac{[E(r_p) - r_f]}{\frac{1}{2} \sigma_p^2}$$

Ecuación 1.2

Las **derivadas parciales de A** respecto a σ y respecto al rendimiento del portafolio

$$\frac{\partial A}{\partial \sigma} = - \frac{[E(r_p) - r_f]}{\frac{1}{4} \sigma_p^3}$$

$$\frac{\partial A}{\partial E(r_p)} = \frac{2}{\sigma_p^2}$$

Por ejemplo, si un inversor cree que la prima de riesgo de la cartera es del 8% y la desviación típica es del 20%, podremos deducir la aversión al riesgo como:

$$A = \frac{0.08}{(0.5 * 0.2^2)} = 4$$

¿Cómo interpreto 4?

En la práctica no podemos observar la prima de riesgo que los inversores esperan obtener. Solo podemos observar la rentabilidad real después del hecho. Además, los diferentes inversores pueden tener distintas expectativas sobre el riesgo y la rentabilidad de varios activos. Para finalizar las ecuaciones solo se aplican a la varianza de la cartera general de la cartera de un inversor, no a los activos individuales mantenidos en esa cartera. No podemos observar la cartera total de activos de un inversor. Mientras que la relación exacta entre riesgo y rentabilidad en los mercados de capitales no se conoce con exactitud, muchos estudios concluyen que la aversión de los inversionistas al riesgo está probablemente en un intervalo de 2-4.

2. Proposición I de MM $V = \frac{NOI}{k}$

Ecuación 2

En la proposición I se afirma que el valor de mercado de cualquier empresa o proyecto está dado por la capitalización de su rendimiento esperado a la tasa apropiada K para su clase. Esto es a lo que MM se refieren cuando afirman que las empresas en una clase dada de riesgo tendrían la misma tasa aplicable de descuento. Recuerde que estamos trabajando con tres condiciones o supuestos: sin impuestos, sin crecimiento adicional y sin impuestos.

Esta ecuación tan solo es el reconocimiento que el valor de una empresa está dado por el flujo operativo perpetuo de la firma o operación descontada a una tasa ajustada al tipo de riesgo. Es lo que después se define con RADR -Risk Adjust Discount Rate-, que recoge el riesgo del flujo que va

descontar como el valor del dinero en el tiempo. Se llega a este valor al sacarle el límite del VPN del flujo perpetuo. Era lo que se explicó en su curso de matemática financiera como R/i , donde R es una renta perpetua.

$$3. \quad k = k_u = \frac{X}{V} \quad \text{Ecuación 3}$$

k_u se refiere al costo de capital sin deuda. Este ejercicio de encontrar el costo de capital de forma indirecta es lo que se hace con el modelo de Gordon Shapiro, y que define que el precio de la una acción está determinado por el comportamiento futuro de los dividendos dividido por una tasa K que en este caso es K_e .

La presentación matemática del Modelo Gordon Shapiro en su versión clásica o inicial es:

$$P_{Accion} = \frac{DPS_1}{(r - g)} \quad \text{Ecuación 3.1}$$

P₀: Precio de la acción hoy
DPS₁: Dividendo per Share en el momento siguiente y que en nuestro caso es 1.
R: RADR que en este caso es K_e
g: tasa de crecimiento de los dividendos y puede estar atado a los crecimientos de los fundamentales.

Tanto la variable precio de la acción como la política de repartición de acciones es conocida, con lo cual se puede calcular el costo de capital que el mercado esta descontado:

$$r = (DPS_1/P) + g$$

El anterior modelo no es muy confiable en la realidad colombiana. Este comentario se hace sobre la base del seguir ciertas acciones en Colombia y sus resultados van contra la evidencia empírica de empresas similares de los Estados Unidos y la lógica financiera.

No obstante, este problema se puede resolver en parte con modelos mas

complejos en la línea de Gordon Shapiro, que buscan acercarse a la realidad del mercado.

Modelos de dos fases

$$P_0 = \sum_{t=1}^n \frac{DPS_t}{(1+r)^t} + \frac{P_n}{(1+r)^n} \quad \text{Ecuación 3.2}$$

Una de las formas de hallar el potencial de crecimiento es

$$g = b \times (ROA + \frac{D}{E} \times (ROA - i) \times (1-t)) \quad \text{Ecuación 3.2}$$

Este modelo es muy llamativo porque define que el crecimiento de una empresa está determinado por ende la capacidad de repartir dividendos por:

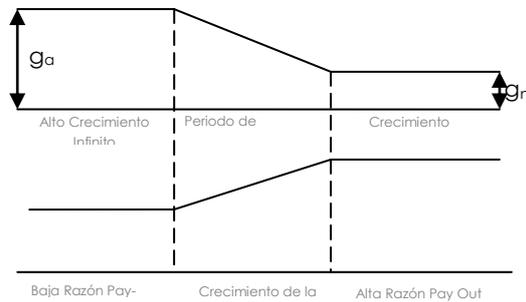
- ❖ La capacidad de la Junta Directiva y de los juegos de poder de capitalizar las utilidades y se representa con la letra b .
- ❖ La capacidad de las empresas de generar riqueza de su operación económica ROA
- ❖ La teoría financiera clásica define un concepto como es el margen de contribución donde se define que la palanca financiera genera riqueza siempre y cuando es costo marginal de las fuentes de financiación con desgravación fiscal es menor que el rendimiento económico ROA

También se han desarrollado un modelo de tres fases

$$\sum_{t=1}^n \frac{EPS_0 \times (1+g_a)^t \times I_a}{(1+r)^t} + \sum_{t=n+1}^n \frac{DPS_t}{(1+r)^t} + \frac{EPS_n \times (1+g_n)^t \times I_n}{(1+r)^t} \quad \text{Ecuación 3.3}$$

El anterior modelo busca aproximarse al comportamiento de una empresa desde la teoría de la firma que indica la evolución de rentabilidad de una empresa respecto al

tiempo. De forma grafica esto lo podemos visualizar como:



No obstante, en Colombia y en la mayoría de las economías emergentes las empresas no cotizan en un mercado de capitales y si lo hace es un mercado poco profundo y bursátil. En consecuencia, como hay una política de dividendos que es nuestra variable independiente se trabaja con otros criterios monetarios como son los FCD.

$$P_0 = \frac{FCFE_0(1+g) \left(1 - \frac{(1+g)^n}{(1+r)^n}\right)}{r-g} + \frac{FCFE_0(1+g)^n(1+g_n)}{(r-g_n)(1+r)^n}$$

Ecuación 3.4

A través del modelo # 3.4 se puede derivar el precio de la acción a partir del crecimiento del Flujo de Caja Disponible a los tenedores de acciones, su tasa de descuento. No obstante cuando se quiere obtener Enterprise Value se trabaja con el FCL de la empresa descontada con una arquitectura de fuentes de financiamiento:

$$V_0 = \frac{FCFE_0(1+g) \left(1 - \frac{(1+g)^n}{(1+WACC)^n}\right)}{WACC-g}$$

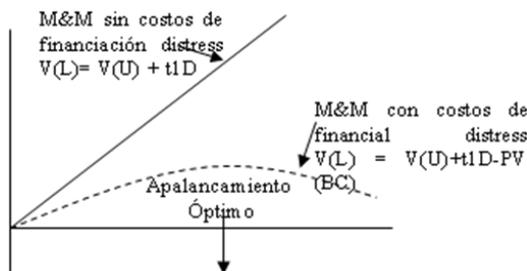


Figura 1.

$$+ \frac{FCFE_0(1+g)^n(1+g_n)}{(WACC-g_n)(1+WACC)^n}$$

Ecuación 3.5

3.1. Si en el análisis no tenemos en cuenta el efecto de impuestos entonces el valor de una empresa no apalancada es igual:

$$V_u = \frac{X - T}{K_u}$$

Ecuación 3.1

$$4. VI = V_u + TB$$

Ecuacion 4

Este modelo se conoce como Adjust Present Value e indica que el valor de una empresa es la suma lineal del valor de una **empresa no apalancada** V_u más el valor presente de los ahorros fiscales provenientes de la palanca financiera. Se usa con frecuencia para sensibilizar la arquitectura de D/E y se ejemplificará en el caso de Financial Project y Valoración Internacional

$$5. VI = V_u + TB + \text{Costos de quiebra}$$

Ecuación 5

Posteriormente se hizo un refinamiento a este (ecuación 4) y se incluyó los costos de quiebra, dentro del marco del tema de Financial stress. Se usa con frecuencia para modelar la estructura óptima de capital y la definición de estrategias de financiamiento.

6. Modelos de costo de quiebra

$$V(L) = V(U) + tD - PV$$

Ecuacion 6

7.
$$K = WACC = k_b(1 - T)\frac{B}{VI} + k_s\frac{S}{VI}$$

Ecuacion 7

El anterior modelo es la forma normal como se define el costo promedio de las fuentes de financiamiento, no obstante, se presentan dos modelos adicionales. Cabe recordar que B es igual a la deuda y S al valor del patrimonio y VI es el valor de la empresa que significa la suma de los dos valores anteriores.

8.
$$k = WACC = k_u\left(1 - T\frac{B}{B + S}\right)$$

Ecuacion 8

El modelo es muy interesante porque se define el costo de capital contable o del patrimonio sin deuda es decir Ke. Se tiene como parámetros la política fiscal y la arquitectura de fuentes de financiamiento tanto interno como externo.

9.
$$WACC = \frac{X(1 - T)}{VI}$$

Ecuacion 9

Este último modelo como se define el costo promedio ponderado de capital es muy llamativo porque se define desde la Utilidad Neta y el valor de la empresa

10.
$$k_s = k_u + (k_u - k_b)\frac{B}{S}$$

Ecuacion 10

El modelo 10 es el costo de capital sin impuesto pero con deuda

11. El costo de capital contable con impuestos y con deuda es:

$$k_s = k_u + (k_u - k_b)(1 - T)\frac{B}{S}$$

Ecuacion 11

Esta es la proposición II de MM y establece que el costo de capital es una la suma del costo de capital de una empresa no endeudada mas el diferencial entre el costo de capital sin deuda menos el costo marginal de la deuda multiplicado por (1-T) y por la estructura financiera. Debe quedar claro que la empresa esta apalancada y el análisis es después de impuestos

12. CAPM Empresa no apalancada

$$K_u = R_f + \beta_u P_m$$

Ecuacion 12

Este modelo es muy útil para calcular el costo de capital del patrimonio de una empresa no apalancada. Recuerdese que en la practica operan con un stock de deuda por lo cual no hay evidencias empiricas para hallar este parametro de forma directa. Se requiere hallar el beta del patromio y despalancarlo.

13. CAPM Empresa Apalancada

$$K_e = R_f + \beta_e P_m$$

Ecuacion 13

Este es el costo de capilta o patrimonio de una empresa apalancada. Trabaja con el costo del riesgo sistematico del patrominio Be con deuda y este último parametro si se puede encontrar en la realidas.

14. CAPM para la deuda

$$K_d = R_f + \beta_d P_m$$

Ecuacion 14

Este modelo es muy poco udeado porque la analistas parten del supuesto que Kb es igual que el gasto financiero y entonces calculan GF/ Deuda y de alli infieren Kb.

15.
$$\beta_p = \sum_{i=1}^n \beta_i W_i$$

Ecuacion 15

De la teoría del portafolio podemos definir que el beta de un portafolio es la suma de

los betas individuales por su valor en el portafolio. Esto se usa para calcular el beta de una empresa que tiene diferentes divisiones o proyectos

$$16. \beta_a = \beta_l = \beta_d + \beta_e$$

Ecuacion 16

Si se recoje el principio de conservación del riesgo podemos anotar que el beta de la empresa es igual al beta de los activos o que es lo mismo decir que el beta de la firma es igual al beta de la deuda β_u más el beta del patrimonio β_e

$$17. \beta_e = \frac{\beta_u[E + D(1 - T)] - \beta_d D(1 - T)}{E}$$

Ecuacion 17

Este modelo es muy ilustrativo de la coherencia del pensamiento de la década del sesenta y se puede comprobar esta de forma matemática al combinar los modelos de Linner y Shrape para valor el precio de un activo por el ajuste del rendimiento ante de los cambios del riesgo en el mercado y ante la aversión de un inversor j y los desarrollos previos de MM en cuanto al valor de una empresa y proyectos bajo las bien conocidas proposiciones MM. Entonces y en contacto consiste definir los parámetros del modelo.

$$18. \beta_e = \frac{\beta_u [E + D(1 - T)] - \beta_d D(1 - T)}{E}$$

Ecuacion 18

Esta es la presentación abreviada del beta del patrimonio y parte del supuesto que el beta de la deuda es igual a cero

$$19. \beta_u = \frac{\beta_e E}{E + D(1 - T)}$$

Ecuacion 19

En la práctica de la banca de inversión y en los modelos de optimización se requiere despalancar el beta, una de las prácticas es el ejercicio de despalancar el beta es decir calcular β_u , ya que este parámetro en la

práctica como se dijo no se puede evidenciar desde los hechos.

$$20. K_e = \frac{N_i}{E} \quad \text{Ecuacion 20}$$

Donde,

N_i = Ingreso Neto

E = Patrimonio

Este modelo es muy llamativo porque trabaja de forma directa con la Utilidad neta y el valor de la empresa a precio de mercado.

21. Bajo el principio de conservación de valor, el valor de una empresa apalancada es igual al valor de mercado de la deuda, más el valor de mercado del patrimonio:

$$V_l = V_d + V_e \quad \text{Ecuacion 21}$$

LA PUESTA ES ESCENA.

Preguntas y análisis:

1. Completar la tabla de pérdidas y ganancias en los dos escenarios
2. Calcule K_u de acuerdo al modelo (#12) -CAPM-
3. Calcule el valor de V_u con impuestos Modelo # 3.1.
4. Calcule el valor de la empresa apalancada V_l con el modelo # 4.
5. Defina la gráfica de $V(l)$ con diferentes grados de apalancamiento financiero.
6. Calcule el valor del patrimonio con el modelo # 21.
7. Calcule el costo de capital (k_e) por dos vías.
 - 7.1. Con el modelo #11
 - 7.2. Con el modelo # 20
8. ¿Qué le pasa al costo de capital sin T o con T .
9. Calcule el wacc por varios modelos
 - 9.1. Modelo # 7
 - 9.2. Modelo # 8
 - 9.3. Modelo # 9

10. Grafique K_e con los modelos # 10 y # 11 de una empresa apalancada sin y con impuestos
- 10.1. Varie la palanca financiera como variable independiente
- 10.2. Grafique $wacc$ de acuerdo al modelo # 7
- 10.3. Grafique $K_u(1-T)$
- 10.4. Grafique $K_b(1-T)$
11. Calcule B_e de acuerdo al modelo 18
12. Repalanque el beta del patrimonio a diferentes relaciones D/E modelo # 18
13. Cuanto es el beta de los activos modelo 16
14. Calcule el CAPM del K_e con el modelo #13
15. Calcule el CPM de la deuda con el modelo # 14
16. Conteste si cumple la condición que la pendiente de K_e es positiva
17. Cuál es la diferencia de usar el modelo general de B_e y el abreviado (Modelos # 17 y # 18)

Financieros	
--------------------	--

K_b	0,14
R_f	9%
RP	5%
B_d	?
B_e	?

Fiscales	
-----------------	--

T del PyG	30%
-----------	-----

Operativos	
-------------------	--

B_u	1,26
-------	------

Cuadro 1

Balance sin deuda	
--------------------------	--

Activos	20.000.000
Patrimonio	20.000.000

Balance con deuda	
--------------------------	--

Activos	10.000.000
Deuda	10.000.000

Cuadro 2

Estados de Perdidas		Sin deuda	Con deuda
Ingresos Operativos	X	8.000.000	8.000.000
Interés sobre deuda	$K_b * B$		
Ingresos antes de Imp.	$(X - K_b B)$		
Impuestos	$(X - K_b B) * T$		
Ingresos netos	$(X - K_b B) * (1 - T)$		

Cuadro 3

1. Completar la tabla de pérdidas y ganancias en los dos escenarios.

<u>Estados de Pérdidas</u>		<u>Sin deuda</u>	<u>Con deuda</u>
Ingresos Operativos	X	8.000.000	8.000.000
Interés sobre deuda	$K_b * B$	0	1400000
Ingresos antes de Imp.	$(X - K_b B)$	8.000.000	6.600.000
Impuestos	$(X - K_b B) * T$	2.400.000	1980000
Ingresos netos	$(X - K_b B) * (1 - T)$	5.600.000	4.620.000

Cuadro 4

2. Calcule K_u de acuerdo al modelo #12 - CAPM-.

R_f	9%
R_P	5%
B_u	1,26
K_u	<u>0,153</u>

5. Defina la gráfica de $V(l)$ con diferentes grados de apalancamiento financiero.

V_u	36.601.307
-------	------------

3. Calcule el valor de V_u con impuestos Modelo # 3.1.

X	8.000.000
$(1 - T)$	70%
K_u	0,153
V_u	<u>36.601.307</u>

D	DT	VI
10%	600.000	37.201.307
15%	900.000	37.501.307
20%	1.200.000	37.801.307
25%	1.500.000	38.101.307
30%	1.800.000	38.401.307
35%	2.100.000	38.701.307
40%	2.400.000	39.001.307
45%	2.700.000	39.301.307
50%	3.000.000	39.601.307
55%	3.300.000	39.901.307
60%	3.600.000	40.201.307

4 Calcule el valor de la empresa apalancada V_l con el modelo # 4.

V_u	36.601.307
DT	3.000.000
V_l	<u>39.601.307</u>

Cuadro 5

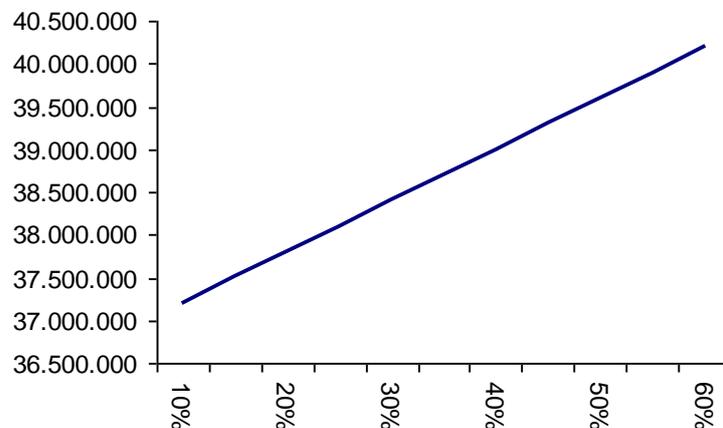


Figura 2.

6. Calcule el valor del patrimonio con el modelo # 21.

VI	39.601.307
VD	<u>10.000.000</u>
VE	29.601.307

7. Calcule el costo de capital (ke) por dos vías.

7.1. Con el modelo #11

Ku	0,153
Kb	0,14
(1-T)	70%
B	10.000.000
E	29.601.307
B/E	<u>0,33782292</u>
Ke	0,1560742

7.2. Con el modelo # 20

NI	4.620.000
E	<u>29.601.307</u>
Ke	0,1560742

8. ¿Qué le pasa al costo de capital sin T o con T.

Ku	0,153
Kb	0,14
(1-T)	70%
B	10.000.000
E	29.601.307
B/E	<u>0,33782292</u>
Ke	0,1560742

KE Sin T	<u>0,1573917</u>
----------	------------------

9. Calcule el WACC por varios modelos

9.1. Modelo # 7

WACC Modelo 7

Kbt	0,098
D	10.000.000
VI	39.601.307
D/VL	0,25251692
Ke	0,15607419
E	29.601.307

VI	<u>0,74748308</u>
WACC	0,1414095

9.2. Modelo # 8

WACC Modelo 8

Ku	0,153
T	30%
B	10.000.000
VL	<u>39.601.307</u>
WACC	0,1414095

9.3. Modelo # 9

WACC Modelo 9

X	8.000.000
(1-T)	70%
VL =D+E	<u>39.601.307</u>
WACC	0,1414095

10. Grafique Ke con los modelos # 10 y # 11 de una empresa apalancada sin y con impuestos

10.1. Varíe la palanca financiera como variable independiente

10.2. Grafique WACC de acuerdo al modelo # 7

10.3. Grafique $Ku(1-T)$

10.4. Grafique $Kb(1-T)$

Ku	0,153
1-T	70%
Kb	0,14
Ku-Kb	0,013
B	10.000.000
S	29.601.307
B/S	0,337822919
B+S	39.601.307
$Ku*(1-T)$	0,1071
$Kb*(1-T)$	0,098

D	E	D/(D+E)
10	90	0,1
20	80	0,2
30	70	0,3
40	60	0,4

50	50	0,5
60	40	0,6
70	30	0,7
80	20	0,8

90	10	0,9
100	0	1

Cuadro 6

D/E	Ke	WACC	Ku(1-t)	Kb(1-T)
11%	0,154	0,148	11%	0,098
25%	0,155	0,144	11%	0,098
43%	0,157	0,139	11%	0,098
67%	0,159	0,135	11%	0,098
100%	0,162	0,130	11%	0,098
150%	0,167	0,125	11%	0,098

Cuadro 7

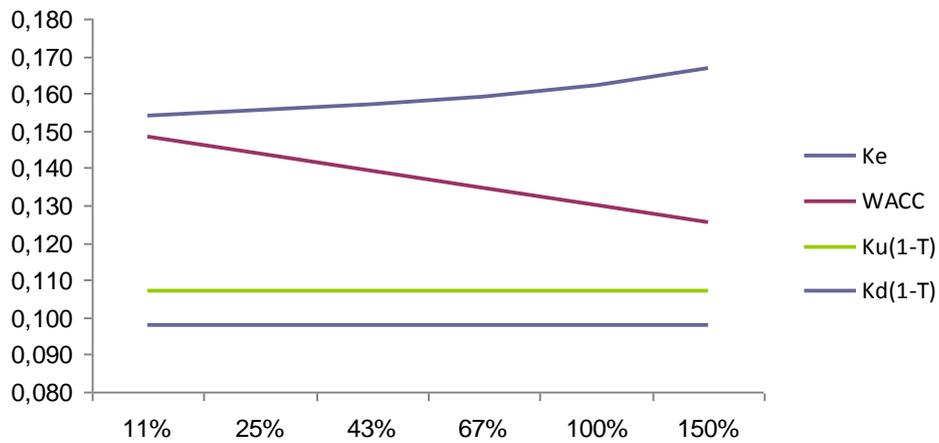


Figura 3.

11 Calcule Be apalanca de acuerdo al modelo 18

Bu	1,26
E	29.601.307
D	10.000.000
(1-T)	70%
Be	1,5579598

20%	1,4364
25%	1,4805
30%	1,5246
35%	1,5687
40%	1,6128
45%	1,6569
50%	1,701
55%	1,7451
60%	1,7892

12 Repalanque el beta del patrimonio a diferentes relaciones D/E modelo # 18

Cuadro 8

Bu	1,26
----	------

D/E	Be
10%	1,3482
15%	1,3923

El modelo general da un Be menor ya que el segundo término resta

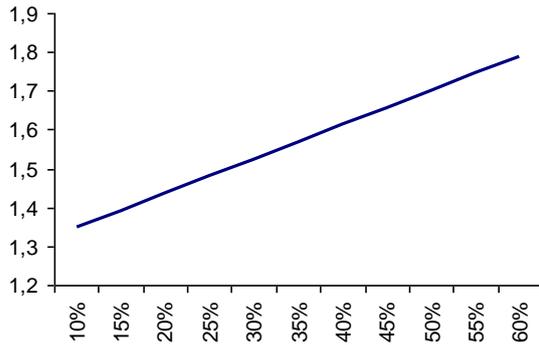


Figura 4

13. Cuanto es el beta de los activos modelo 16

Be	1,55796
Bd	1,000
Ba	2,558

14. Calcule el CAPM del Ke con el modelo #13

Rf	9%	
Be	156%	1,55796
RP	5%	
Ke por CAPM	0,1679	

15. Conteste si cumple la condición que la pendiente de Ke es positiva

Si cumple la condición del modelo

Ku es mayor que kd

Ku	Kd
0,153	0,14

Se requiere que cumpla la condición de Bu > Bd

Bu	Bd
1,26	1,000

16. Cuál es la diferencia de usar el modelo general de Be y el abreviado. Me refiero a los modelos # 17 y # 18