

**Betas desapalancados y el costo de capital: una validación del modelo de estimación
para empresas que no tranzan en la bolsa de valores de Colombia.**

Andrés Bonilla Betancourt

Maestría en finanzas corporativas

Colegio de Estudios Superiores de Administración – CESA

Bogotá

2021

**Betas desapalancados y el costo de capital: una validación del modelo de estimación
para empresas que no tranzan en la bolsa de valores de Colombia.**

Andrés Bonilla Betancourt

Tutor:

Julio Sarmiento Sabogal

Maestría en finanzas corporativas

Colegio de Estudios Superiores de Administración – CESA

Bogotá

2021

Tabla de Contenido

Resumen	6
1. Introducción	7
1.1. Objetivo General.....	10
2. Estado del arte	11
3. Marco teórico	18
3.1. Beta de Mercado	18
3.2. Beta ajustada	21
3.2.1 Estimación de Bloomberg.....	21
3.3. Betas Contables.....	22
3.3.1. Beta Operativo.....	23
3.3.2. Beta de Ingresos	23
3.3.3. Beta Retorno sobre acciones.....	24
3.3.4. Beta Patrimonial	24
4. Datos y Metodología	25
4.1. Selección de empresas	25
4.2. Clasificación Sectores de cada empresa	25
4.3. Conjunto de Datos	26
4.4. Metodología	28
4.4.1 Beta de Mercado.....	28
4.4.2. Cálculo Betas Reapalancadas (BLP).....	29
4.4.3. Regresión de Panel	31
5. Resultados	32
5.1. Análisis de robustez de los resultados	33
5.2. Matriz construcción de betas industria	33

5.3. Pruebas de Hipótesis para las diferencias entre medias: Beta CAPM y BLP.....	34
5.3.1 Pruebas de Hipótesis: Beta CAPM y BLP mercado total	35
5.3.2 Pruebas de Hipótesis: Beta CAPM y BLP Sector: Fabricación (3)	36
5.3.3 Pruebas de Hipótesis: Beta CAPM y BLP Sector: Bienes de consumo (2)	37
5.3.4 Pruebas de Hipótesis: Beta CAPM y BLP Sector: Financiero (11)	38
5.3.5 Pruebas de Hipótesis: Beta CAPM y BLP Sector: Energía (4).....	39
6. Conclusión.....	40
Referencias	42

Lista de tablas

Tabla 1 Empresas seleccionadas para el estudio	25
Tabla 2 Estadísticas descriptivas de la muestra.....	27
Tabla 3 Betas observados y calculados por sector industrial	30
Tabla 4 Parámetros estimados de la regresión de panel entre Beta CAPM y BLP	33
Tabla 5 Betas desapalancados (Bu) por industria	34

Resumen

El presente trabajo de grado presenta un modelo analítico con dos componentes predichos teóricamente. El primer componente fue la beta con apalancamiento (BLP). Este valor se basó en un proceso de cuatro pasos enunciados a continuación: (i) betas apalancadas basados en el mercado (Beta CAPM), (ii) las betas no apalancadas basados en el mercado (Beta desapalancada), (iii) cálculo de la media anual de cada sector de la industria, y (iv) Se calculó el BLP apalancando la beta del sector industrial sin apalancamiento utilizando la información financiera individual de cada empresa. El segundo componente fue la beta con apalantamiento (BLP) sin tener en cuenta el efecto de los impuestos.

Para el desarrollo de la investigación se usó como referencia el Índice COLCAP, la información publicada por EMIS y los estados financieros de las empresas que reportan trimestralmente a la Superintendencia Financiera y que conforman la canasta del Índice Colcap.

A través del modelo propuesto, se demostró la posibilidad de utilizar betas de la industria para que sean reapalancados por empresas no listadas en la bolsa de valores y se logró estimar el costo de capital (k_e). Por otra parte, se encontró al comparar el desempeño estadístico entre los modelos usados para el cálculo del reapalancamiento (con impuesto y sin impuestos), que la estimación incluyendo los impuestos tuvo mejores resultados.

1. Introducción

Damodaran (2012) afirma que las firmas no listadas no se ajustan a los supuestos convencionales, por consiguiente, las empresas y los analistas financieros tienen interés en encontrar un modelo confiable para estimar el costo del capital social. Como es el caso colombiano, el 99,9 % de las empresas activas no están inscritas en el mercado de valores. Por consiguiente, evaluar el riesgo de un activo o estimar el costo de capital se hace de manera empírica. Ahora bien, de acuerdo con los datos consultados en la Bolsa de Valores de Colombia (BVC) (2020), existen 66 empresas inscritas como emisores en el mercado, con relación a 1.620.342 empresas activas a 2018. (2020)

Sin importar la región o el país en el que estemos, es importante saber cuál es la metodología acertada para realizar una correcta valoración de una empresa sin capitalización bursátil. Álvarez, García y Borraez (2006) estudiaron los métodos de valoración de empresas encontrando que uno de los métodos más usados, es realizar la valoración a través de los Flujos de Caja Descontados (FCD), Esta metodología se utiliza también para evaluar proyectos de inversión.

La valoración a través de FCD parte del concepto de flujo de efectivo representado en las entradas y salidas de dinero de la firma, como punto de partida se debe contar con la información financiera histórica para luego proyectar los ingresos, los costos y los gastos de administración y ventas de la compañía. Sabiendo que los FCD están en el futuro, los debemos traer al presente descontando dichos flujos a una tasa que refleje el costo del capital aportado calculado como el costo promedio ponderado del capital (WACC). Los activos pueden estar fondeados de dos formas: a través de recursos prestados (deuda) o recursos propios (patrimonio). La deuda hace referencia al costo de la Deuda (K_d), García (2003) lo

define como el costo que a la empresa le implica poseer activos. Por otra parte, fondar recursos a través de patrimonio también tiene un costo asociado el cual se denomina el costo de Capital (K_e), La literatura ha desarrollado una importante cantidad de Modelos de Fijación de Precios que son usualmente usados para estimar K_e . Entre ellos, CAPM es uno de los métodos más usados para estimar K_e , pero a la vez uno de los más criticado.

Una metodología popular para estimar el costo del capital de empresas no transadas es la aplicación de una versión del modelo de Hamada (1972), en el que se divide el riesgo sistemático entre el riesgo intrínseco del negocio y el riesgo derivado del apalancamiento. La forma que usualmente se usa para implementar la propuesta de Hamada es la búsqueda de una firma (o varias) firmas que pertenezca(n) al sector sobre la cual se desea realizar la estimación de K_e y que cotice en el mercado bursátil y se reapalanca con la información de la empresa objeto de estudio para luego calcular el costo de dicha empresa a través de un modelo CAPM-proxy (2004)

Desapalancar un activo, significa dividir del coeficiente beta el efecto del riesgo financiero (deuda) para encontrar el riesgo implícito, en caso contrario, reapalancar un Beta, es tomar un beta desapalancado o sin efecto deuda y afectarlo por la deuda de la empresa estudiada.

En Colombia, no todos los sectores tienen empresas en la bolsa. Para ejemplificar lo antes mencionado, compararemos la cantidad de empresas que se utilizan para el cálculo del índice más representativo de la bolsa de Valores de Colombia y de Estados Unidos. Los índices de capitalización reflejan la rentabilidad de las acciones en conjunto, de acuerdo a lo consultado en la Bolsa de valores de Colombia, el índice COLCAP está compuesto por las

20¹ empresas más líquidas de la bolsa, a diferencia del S&P500 (EE.UU) que tiene 500 empresas de todos los sectores.

Por lo anteriormente enunciado, el cálculo del Beta es uno de los retos más grandes a la hora de aplicar el modelo CAPM, sobre todo en países con mercados de valores “pequeños” en el que no todos los sectores de la economía tranzan. Esto, sin lugar a duda, no es solo un problema de falta de información, sino también la dificultad existente en la comparación estadística entre la estimación de la beta observada contra la beta apalancada de las empresas activas en un mercado de valores como el de Colombia.

Realizar el cálculo del costo capital para las empresas que no son negociadas en el mercado de valores, se vuelve un método de asociación sin una estimación real para la situación de dicho sector de la economía. Ya que, se suelen utilizar las betas calculadas en otros países con comportamiento similar y para el mismo sector. Por lo anterior, el presente trabajo de grado busca demostrar que no es necesario utilizar empresas espejo en otras economías con condiciones similares a la economía Colombiana ni primas por riesgo país, sino que es posible tomar como referencia las betas industriales calculadas a partir de la ponderación de activos incluidos en el índice COLCAP para calcular el costo de capital

Así las cosas, este documento presenta el concepto de Riesgo Sistemático (β) y realiza una estimación empírica de la beta utilizada en la estimación Costo de Capital (K_e) para empresas que no transan en el mercado de valores.

De esta manera se busca inferir estadísticamente si en Colombia existe diferencia significativa entre las betas observadas del mercado y las betas reapalancadas de los sectores

¹Tomado de <https://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Mercados>

industriales para las empresas que cotizan en el mercado de valores (BVC). Se tomará como base la metodología propuesta Bowman & Bush (2006) incluyendo el ahorro en impuestos y un horizonte de tiempo comprendido entre el año 2008 y el 2020. Por lo que se espera, en primer lugar, estimar las betas individuales de las compañías listadas en Colombia, para después desapalancarlas y estimar promedios sectoriales. En segundo lugar, demostrar que la Beta observada (CAPM) de las empresas inscritas en el mercado de valores y la beta reapalancada de las mismas no tienen diferencia significativa. Por último, se espera que al calcular el reapalancamiento sin involucrar los impuestos en el cálculo de las betas, se genere diferencia estadística y se compruebe que la mejor estimación es incluir los impuestos en el cálculo de las betas Reapalancadas

1.1. Objetivo General

Inferir si es posible utilizar el proceso de desapalancamiento y reapalancamiento de los betas en el mercado de valores de Colombia

1.2. Objetivos específicos

- Calcular las betas por industria para Colombia con base en las firmas que componen en índice COLCAP
- Calcular los promedios sectoriales para obtener las betas desapalancadas por industria
- Establecer si las betas observadas de las empresas inscritas en el mercado de valores y las betas Reapalancadas de las mismas tienen diferencia estadística significativa.

2. Estado del arte

La relación riesgo-retorno es uno de los modelos financieros más importantes. ambos conceptos están totalmente relacionados: entendemos el riesgo como la volatilidad o el cambio que se percibe en el valor de la inversión, cuanto más riesgo se identifica en un activo financiero, en teoría, debería generar un mayor retorno, entendiendo el retorno como la recompensa o el valor que devuelve dicha inversión. Ibbotson (1976) analizó los periodos comprendidos entre 1926 - 1988 y demostró que los T-Bills generaron un rendimiento medio anual de 3,6%. Así mismo, que los Bonos del Gobierno generaron un rendimiento medio anual 4,7%, mientras que las acciones de compañías pequeñas mostraron una desviación estándar mayor en comparación a las dos primeras y que su rendimiento medio anual fue del 17,8%. Lo anterior, confirma la premisa inicial de que un inversionista puede aumentar su utilidad (retorno) solo aceptando un activo con mayor riesgo, en contraposición a este, la pérdida esperada aumenta en la misma proporción del retorno.

Sobre la relación entre el riesgo y el retorno esperado, se generan muchas posturas con el fin de minimizar la pérdida esperada, Markowitz (1952) en su artículo sobre la selección de portafolio, proporciona la base de lo que hoy se conoce como la teoría moderna de los portafolios. En este, se desarrolla un modelo relacionado con la elección de activos en condiciones de riesgo, demostrando que los inversores buscan obtener la máxima rentabilidad, sin asumir un nivel de riesgo más alto que el estrictamente necesario y para esto, se habla de diversificar riesgo, centrándose en la correlación que existe entre los diversos activos. El término de *portafolio eficiente*, se entiende como acciones, bonos, materias primas e instrumentos financieros agrupados en una bolsa, cuya pérdida esperada es mínima y maximiza el mayor retorno posible. En este orden de ideas, un portafolio eficiente no es el

que tenga una tasa libre de riesgo, por el contrario, el riesgo no sistemático representa riesgos específicos atribuibles a los activos individuales que conforman dicha canasta. El riesgo es mitigado con la diversificación de las inversiones, por consiguiente, a mayor cantidad de variedad y cantidad de activos, mayor será la diversificación del portafolio y tenderá a reducir o eliminar el riesgo no sistemático y se acentúa el retorno esperado por dicha inversión.

Esta visión del riesgo y la investigación sobre los determinantes del riesgo sistemático son la base del Modelo de Fijación de Precios de Activos de Capital (CAPM, por sus siglas en inglés). Sharpe (1964). Según este modelo, la tasa de rentabilidad mínima exigida por el inversionista de una empresa está en función de su riesgo sistemático, dicha expresión se traduce en su costo de capital (K_e). Finalmente, se establece una relación directa entre el riesgo sistemático y el costo de capital.

Hamada (1972) combina el modelo CAPM con la propuesta de Modigliani y Miller (1958) sobre el costo promedio ponderado de capital (WACC) para determinar los impactos de la estructuración del capital. Es importante mencionar que el teorema de MM se basa en un mundo sin impuestos, por consiguiente, la estructura de capital no se ve afectada por la forma en la que la firma se financia. De esta manera, la tasa de rendimiento requerida por los accionistas es la relación entre el (WACC) más la relación entre Deuda y Capital por la diferencia entre el (WACC) y el costo de la deuda (K_d). En resumen, Hamada (1972) demuestra que existe un riesgo sistemático que debe correlacionarse positivamente con el apalancamiento financiero de la firma. Con base en el enfoque adoptado por Hamada, Lev (1974) muestra que una variable que afecta el riesgo sistémico es el apalancamiento operativo, entendiendo la palanca operativa, como el cambio de costos variables a costos fijos.

Rubinstein (1973) define una técnica para tomar decisiones sobre los activos financieros en los cuales invertir, con base en el riesgo que cada inversor está dispuesto a tolerar. Al calcular el nivel de riesgo asociado a los activos, los inversores consideran la variación como la volatilidad de los rendimientos producidos por una inversión frente al retorno esperado. En conclusión, analiza la varianza promedio del rendimiento esperado.

Por otra parte, Bowman (1979) realiza una aproximación empírica entre las variables financieras y contables, dada las medidas de riesgo basadas en el mercado. Los resultados de dicho modelo indican que algunas variables financieras contables están altamente correlacionadas con la medida de riesgo del mercado (Beta) y son útiles en las estimaciones del riesgo futuro, al cual está viciado un activo.

Adicionalmente a lo estudiado por Hamada, las publicaciones de Rubinstein (1973); Bowman (1979); Fernández (2006); aportan una mejora teórica del modelo de Hamada, Rubinstein (1973) involucra en el modelo CAPM propuesto una variable. Esta hace referencia al concepto de deuda categorizada como riesgosa, lo que implica, un potencial de incumplimiento en el pago de dicha obligación. Bajo este supuesto, el costo de esta deuda (K_d) covaría con la rentabilidad del mercado.

Retomando lo expuesto y analizado en el documento de Bowman (1979), el cual centra su investigación entre la relación financiera de variables contables y el riesgo medido a través del Beta. Bowman muestra que dicha relación puede mostrar el riesgo futuro en una posición similar a lo planteado en las investigaciones de Kettler (1970) y Gonedes (1973). En estas últimas, se establece el papel de las variables contables en el comportamiento del riesgo sistemático, además del apalancamiento. Fernandez (2006) en contraposición, afirma que, en un mundo sin costo de apalancamiento, la relación entre la beta apalancada (BL) y la

beta no apalancada (BU) de una empresa, indiferente del sector, depende de la estrategia de fondeo. por consiguiente, la relación entre BU y BL es directamente proporcional a un índice de apalancamiento de valor contable fijo.

Siguiendo la línea de investigación sobre el estudio de la relación entre la beta apalancada y la beta sin deuda en un mundo con impuestos, Pareja (2011) demuestra que partiendo desde el CAPM se encuentra una expresión válida para perpetuidades y flujos infinitos y supone el costo de capital como la tasa de descuento para el ahorro en impuestos.

Miles (1980)² describe que un modelo de valoración de activos no debe involucrar solamente la decisión de la forma de financiación, sino también la decisión de inversión y como se ve la relación entre estas dos decisiones en los mercados de capitales perfectos³ todos los efectos de la decisión de financiación pertenecen a la ventaja Tributaria (Ahorro en Impuestos) generado por la deuda financiera en el corto o el largo plazo, a su vez, Conine (1980) menciona que la ecuación de Hamada no involucra el impacto del riesgo de incumplimiento, por lo tanto, el diferencial de crédito es un componente inherente dentro de cada empresa apalancada.

Cohen (2003) parte de la metodología MM pero en lugar de utilizar un EBIT constante, suma una variable que depende de las ganancias por intereses de los préstamos basados en activos introduciendo el efecto de los diferenciales de riesgo y crédito. Por otra parte, Arzac y Glosten, (2005); Fieten (2005); Cooper y Nyborg (2006) argumentan que la

² Toma como referencia lo demostrado por MM, se especificó el valor del componente no liberado como el valor presente de los flujos de efectivo no liberados descontados al costo de capital y especificaron el valor del componente de ahorro fiscal como el valor presente del escudo fiscal sobre los intereses descontados al costo de la deuda

³ Mercado de Capital perfecto (Modigliani & Miller, The Cost of Capital, corporation finance and the theory of investment, 1958) el valor de mercado de una empresa es independiente de su estructura de capital.

forma correcta de realizar la derivación de B_u está dada por el modelo sugerido por Bowman (1979) basada en la siguiente ecuación:

$$B_u^{(ME)} = B_m / (1 + D/E_l)$$

Por su parte, Vélez (2011) muestra los procedimientos para calcular las betas a partir de los datos del mercado, con el fin de mostrar la relación entre la Beta apalancada sin deuda y la aplicación en el cálculo del costo de capital. Munshi (2014) presenta una ecuación modificada a la original presentada por Hamada, mostrando un escenario en el que los resultados de $(OHE)^4$ son anómalos, cuando el costo de la deuda de la empresa no es igual a la tasa libre de riesgo y cuando sus rendimientos operativos son diferentes de los rendimientos del mercado.

Connor, Goldberg y Korajczyk (2010) definen el CAPM es un modelo estático y de equilibrio parcial, por lo tanto, tiene un supuesto implícito que hace referencia a la liquidez de los activos. El modelo asume que todos los activos son negociados en la economía. Diversos autores han tratado de extender el modelo con el fin de acoplarlo a economías emergentes, Damodaran (2012) reconoce que las firmas no listadas no se ajustan a los supuestos convencionales, por lo que propone ajustes o primas según la negociación de la empresa y de la contribución del riesgo de esta a la cartera del inversionista calculando un beta total como la división del Beta del activo (obtenida por el modelo CAPM) entre el coeficiente de correlación, para así mostrar el riesgo total que asume un proyecto o emprendimiento no diversificado.

⁴ OHE: Ecuación original de Hamada (Hamada, 1972)

La realidad que enmarca la economía colombiana es que las empresas no están listadas en el mercado de valores, la estimación del costo de capital no debería usar los supuestos convencionales. Rivera (2007) analizó microempresas en el valle del cauca. Demostró que el aumento del costo de la deuda disminuye el endeudamiento de largo plazo en medianas empresas, mientras que en pymes la relación es positiva entre el costo de la deuda y la Deuda LP.

Castaño, Arias y portilla (2011) afirman que el fondeo en las microempresas debe realizarse a través del endeudamiento en el largo plazo para no afectar el flujo de caja ni el capital de trabajo, conclusión contraria a lo expuesto por Novoa y Diez (2014) los cuales argumentan que las pequeñas empresas con potencial de crecimiento deben fondear sus necesidades de capital con recursos propios

Wong & Chirinos (2016) concluyen que no existe un modelo teórico que permita valorar de manera adecuada un emprendimiento familiar dada la dificultad existente en la estimación de los flujos de caja y la tasa de descuento, en contraposición Millán & Montilla (2014) utilizan la metodología planteada por Garcia (2003) y concluyen para la empresa objeto de estudio, que de acuerdo con los libros contables el cálculo del retorno es menor al valor esperado y no cumple con el promedio ponderado de la inversión. Por lo tanto, mencionan que el método más común para determinar el costo de capital es utilizar el CAPM. Jimenez (2012) presentó una mayor aplicación al modelo CAPM, demostró que, a partir de datos contables trimestrales procedentes de los estados financieros, se pueden calcular los coeficientes betas llegando a un resultado semejante al calculado con fuentes diarias de la bolsa de valores.

Molina (2016) mostró la relación existente entre el costo de capital y la inversión, encontrando que, la variable costo de capital tiene un impacto menor en la variable inversión, estimando un coeficiente de -0.22, así las cosas, demuestra que, por cada punto porcentual que incrementa el costo de capital, la inversión disminuye en 0,22%. También incluyó otras variables macroeconómicas con el fin de encontrar variables explicativas. A su vez, Cardona, Gaitan & Velazquez (2017) concluyen que el cálculo del costo de capital está relacionado al costo de la deuda y al costo del capital y las variables macroeconómicas de la economía no son explicativas para el modelo, es decir, el costo de capital no recoge directamente el efecto de las variables económicas,

En el estudio propuesto por Cong-Nguyen-Bao (2018) se comprueba mediante hallazgos empíricos que el apalancamiento operativo y el apalancamiento financiero tienen un impacto significativo en el riesgo y que el Proxy levered Beta con apalancamiento financiero ajustado, será la medida más efectiva del Market based beta.

Si bien las soluciones y posturas anteriores proporcionan sustento teórico para justificar una crítica razonada a la OHE, los argumentos con los que se ha desvirtuado la fórmula de Hamada, se han limitado a cuestiones teóricas con poco consenso, por lo anterior, la base teórica de este documento estará fundamentada en la OHE.

El enfoque de este texto permite mostrar algunas implicaciones empíricas del uso de modelos teóricos, además de los académicos, en los cuales, las empresas y los analistas financieros tienen interés en encontrar un modelo confiable para estimar el costo del capital social, especialmente para empresas que no cotizan en bolsa y sin datos de mercado.

3. Marco teórico

3.1. Beta de Mercado

El riesgo de mercado se define como la probabilidad de ocurrencia de un evento en la que puede existir una pérdida dentro de un plazo determinado en el valor de un activo financiero o portafolio, producto de las variaciones del mercado como las tasas de interés, las tasas de cambio, los spreads de crédito entre otros, así las cosas, un inversionista financiero siempre busca minimizar el riesgo de pérdida, esto no infiere, que todos los inversionistas busquen invertir en activos financieros con tasas libres de riesgo, léase la inversión generada en un activo que no cambie su rentabilidad en el tiempo durante su duración (activos de renta fija) con una mínima fluctuación de mercado y cuya emisión sea por un emisión con buena calificación con probabilidad de impago que tienda a cero, de acuerdo a la bolsa de valores de Colombia, el valor de la tasa libre de riesgo, corresponde a la tasa cero cupón del día de valoración para el plazo t expresada en forma continua.

Se entiende por Riesgo sistémico, el coeficiente Beta de un activo, dicho coeficiente muestra cual es el impacto sobre la variación del rendimiento del activo en función de las variaciones producidas por la rentabilidad del mercado (Sharpe, 1964), el modelo CAPM recoge la definición del riesgo en la medida que el mismo debe ser compensado a través de la prima de riesgo pagada, ahora bien, partimos de dos escenarios, el primero cuando la firma es apalancada y el segundo cuando no es apalancada.

CAPM para empresas no apalancadas está dada por la siguiente expresión:

$$K_U = R_f + B_u P_m \quad (1)$$

A su vez, el CAPM para empresas apalancadas está dada por la expresión

$$K_l = R_f + B_l P_m \quad (2)$$

Donde,

K_u = Rendimiento exigido por los accionistas de la firma cuando la misma no está apalancada (no tiene deuda).

K_l = Rendimiento exigido por los accionistas de la firma cuando la misma esta apalancada (con deuda)

B_u = Beta de los recursos propios (Beta del patrimonio)

B_l = Beta de los recursos propios cuando la firma esta apalancada (Con deuda)

R_f = Tasa de interés libre de riesgo, generalmente es usada la tasa correspondiente a los bonos del tesoro

P_m = Prima de Mercado

Partiendo de las ecuaciones (1) y (2), identificamos que tienen un componente de riesgo asociado Beta, el cual es la sensibilidad del rendimiento del activo frente al mercado.

De acuerdo con la teoría de Modigliani & Miller (1963) en ausencia de costos de quiebra, el valor de la firma (V_l) está en función de su propio valor hipotético basado en el financiamiento sin deuda (V_u) y el valor presente de los escudos fiscales o ventajas tributarias (VTS) generado por la deuda financiera, ya que los intereses pagados reducen la base sobre la cual se tributa, por lo anterior,

$$V_l = V_u + VTS \quad (3)$$

Como implicación de las teorías de, (Hamada, 1972) define la relación riesgo y el apalancamiento de la siguiente manera:

$$B_m = \frac{B_u}{(E_l/E_u)} \quad (4)$$

Donde, (El) es el valor de mercado de la empresa apalancada y Eu es el valor de mercado no apalancado, sin embargo, Rubinstein (1973) incorpora en el modelo de Hamada el impacto generado por los impuestos corporativos y el valor de mercado con deuda, así la beta sin apalancamiento esta dado por:

$$B_u = \frac{B_m}{[1 + (\frac{D}{E})(1 - t)]} \quad (5)$$

Por lo anterior, para el desarrollo del documento de investigación, la ecuación para la Beta apalancada está dada por la fórmula de Hamad (1972) la cual está basada en las teorías de MM⁵ sobre la estructura de capital y busca cuantificar el efecto del apalancamiento en una firma

$$B_l = B_u [1 + (1 - tx)(\frac{D}{E})] \quad (6)$$

De acuerdo con la ecuación (6) se identifica la relación que existe entre el coeficiente beta y la razón entre Deuda y Patrimonio (E); es importante identificar el impacto que tiene involucrar los impuestos en el cálculo de la beta, por lo anterior, se define la ecuación (7)

$$B_l = B_u [1 + (\frac{D}{E})] \quad (7)$$

Consideremos una empresa A con una relación Deuda / Capital de 0,70 y una tasa de tributación del 32% (Colombia) y una beta des apalancada del 0,65. Así las cosas el B_l de acuerdo con la teoría de Hamada con impuestos sería:

⁵ MM = Teorías de Modigliani - MILLER

$$B_l = 0,65 * [1 + (1 - 32\%)(0.70)]$$

$$B_l = 0.9595$$

El resultado anterior, significa que, el activo es menos volátil que el mercado, en consecuencia, la pérdida o ganancia correspondiente es menor a la del mercado.

Consideremos la misma empresa, las mismas condiciones y ausencia de la tasa de tributación, el resultado sería:

$$B_l = 0,65 * [1 + (0.70)]$$

$$B_l = 1,105$$

Dicho resultado, confirma que, en un mundo sin impuestos, la relación entre el riesgo y la deuda es directa, a mayor deuda, mayor riesgo.

3.2. Beta ajustada

Blume M (1975) propone un modelo que permita interpretar el comportamiento de los coeficientes beta en el tiempo. Demostró que los coeficientes beta estimados, eran relativamente estacionarios a lo largo del tiempo y existe una tendencia de convergencia hacia la media de todas las betas. Así las cosas, las betas de las empresas con mayor diversificación convergen con mayor rapidez frente a aquellas empresas que se enfocan en un solo negocio

3.2.1 Estimación de Bloomberg

Blommborg realiza un ajuste basado en la observación de Blume, en el que se asume una tendencia de convergencia al 1 (2002). De acuerdo con la siguiente ecuación:

$$B_{Ajustado} = \frac{2}{3}B_{Regresión} + \frac{1}{3} \quad (8)$$

Consideremos una empresa A con una relación Deuda / Capital de 0,70 y una tasa de tributación del 32% (Colombia) y una beta apalancada de 0,9595. aplicando la ecuación (8) encontramos que la Beta ajustada es:

$$B_{Ajustado} = \frac{2}{3} * 0,9595 + \frac{1}{3}$$

$$B_{Ajustado} = 0,973$$

Ahora consideremos una empresa B con una relación Deuda / Capital de 0,70 y una tasa de tributación del 32% (Colombia) y una beta apalancada de 1,4 aplicando la ecuación (8) encontramos que la Beta ajustada es:

$$B_{Ajustado} = \frac{2}{3} * 1,4 + \frac{1}{3}$$

$$B_{Ajustado} = 1,266$$

La aplicación de la ecuación (8) incrementa las betas menores a 1 y disminuye las betas mayores a 1. La investigación sugiere, que, con el tiempo, las empresas se vuelven más robustas financieramente. Por ende, perdurables en el tiempo, diversificadas y con mayor cantidad activos, lo que debe traducirse en una reducción en la volatilidad de los valores beta.

3.3. Betas Contables

La diferencia entre las betas contables y las betas de mercado es principalmente la fuente de información, pues los primeros se calculan con base en la información registrada en el libro contable mientras los segundos se calculan con base en los precios de acción y capitalización de mercado

El uso de betas contables tiene asociados algunos problemas, entre los que se destacan: el periodo de consolidación de la información financiera, que normalmente se hace de manera trimestral y/o anual, lo que implica una reducción en la cantidad de observaciones, los factores no operacionales que influyen en las ganancias y las metodologías asociadas a la depreciación de activos (en caso de utilizar un beta operativo indexado a la rentabilidad sobre los activos)

Hill & Stone (1980) definen los métodos para el cálculo de las betas contables, los cuales se pueden agrupar en: Beta Operativo, Beta de ingresos, Beta retorno sobre acciones, Beta patrimonial, los cuales se definen a continuación:

3.3.1. Beta Operativo

$$B_{IROA} = \frac{Cov(ROA_i, ROA_M)}{Var(ROA_M)} \quad (9)$$

Donde ROA_i , se define como el diferencial entre la utilidad operativa afectada por la depreciación y el total de activos. No se calcula a partir de la utilidad neta, para aislar el efecto de los otros ingresos que no están relacionados directamente con la actividad de la firma

3.3.2. Beta de Ingresos

$$B_{Ii} = \frac{Cov(i_i, i_M)}{Var(i_M)} \quad (10)$$

Donde I_i , se define como el diferencial entre la sumatoria de los ingresos netos (IN) más los ingresos no recurrentes ajustados al ingreso neto (INNA) y el total de activos.

3.3.3. Beta Retorno sobre acciones

$$B_{IROE} = \frac{Cov(ROE_i, ROE_M)}{Var(ROE_M)} \quad (11)$$

Donde ROE_i, se define como el diferencial entre la sumatoria de Dividendos netos antes de repartos (DN) más los ingresos no recurrentes ajustados al ingreso neto (INNA) y las acciones ordinarias (AO)

3.3.4. Beta Patrimonial

$$B_{IROE} = \frac{Cov(ROE_i, ROE_M)}{Var(ROE_M)} \quad (12)$$

Donde ROE_i, se define como el diferencial entre la utilidad operativa afectada por la depreciación y el patrimonio total

4. Datos y Metodología

4.1. Selección de empresas

La selección de las empresas se llevó a cabo teniendo en cuenta los siguientes parámetros: deben estar inscritas en la BVC, con acciones en circulación, con información histórica de balance, pyg, precios por acción mensual y capitalización bursátil. El cálculo de las betas se realizará con las empresas relacionadas en la tabla 1.

4.2. Clasificación Sectores de cada empresa

Las empresas se dividen de acuerdo con la especificación de 12 sectores industriales de Fama-French: bienes de consumo no duraderos (1), bienes de consumo duraderos (2), fabricación (3), energía (4), productos químicos (5), equipos comerciales (6), telecomunicaciones (7), servicios públicos (8), comercio minorista (9), atención médica (10), financiero (11) y otros (12).

Tabla 1 Empresas seleccionadas para el estudio

ID	Nemotecnico	Empresa	Sector Industrial EMIS
1	CCB	Cementos Argos S.A.	Inmobiliario y Construcción(13)
2	IMI	Almacenes Exito S.A.	Bienes de Consumo y Comercio Minorista(12)
3	GAA_p	Grupo Aval Acciones y Valores S.A.	Finanzas y Seguros(9) Demás Servicios Profesionales, Científicos y Técnicos(54199)
4	AVT_p	Avianca Holdings S.A	Finanzas y Seguros(9)
5	DVI_p	Banco Davivienda S.A.	Finanzas y Seguros(9)
6	BBO	Banco De Bogota S.A.	Finanzas y Seguros(9)
7	BIC	Bancolombia S.A.	Finanzas y Seguros(9)
8	BIC_p1	Bancolombia Pf	Finanzas y Seguros(9)

9	BVC	BVC - Bolsa de Valores de Colombia S.A.	Finanzas y Seguros(9)
10	CNE	Canacol Energy LTD	Energía(5)
11	CEL	Celsia S.A.	Energía(5)
12	CCB_p	Cementos Argos S.A.	Inmobiliario y Construcción(13)
13	CLH	Cemex Latam Holdings S.A. Corporacion Financiera Colombiana S.A.	Inmobiliario y Construcción(13)
14	CFV	S.A.	Finanzas y Seguros(9)
15	CIC	Constructora Conconcreto S.A.	Inmobiliario y Construcción(13)
16	ECO	Ecopetrol S.A.	Energía(5)
17	ETB	Empresa de Telecomunicaciones de Bogota S.A.E.S.P.	Telecomunicaciones(10);
18	ARG	Grupo Argos S.A.	Finanzas y Seguros(9)
19	ARG_p	Grupo Argos S.A. Pref	Finanzas y Seguros(9)
20	GEB	Grupo Energia Bogota S.A.E.S.P.	Energía(5)
21	GAA	Grupo Aval Acciones y Valores S.A.	Finanzas y Seguros(9)
22	ISA	Interconexion Electrica S.A. E.S.P.	Energía(5)
23	NCH	Grupo Nutresa S.A.	Finanzas y Seguros(9)
24	SIS_p	Pfgrupsura	Finanzas y Seguros(9)
25	SIS	Grupo de Inversiones Suramericana S.A.	Finanzas y Seguros(9)

Nota: Elaboración propia – la tabla 1 refleja la información sectorial descargada de EMIS

(2020), sin embargo, se identificó que Grupo Argos y Grupo Nutresa se encontraban mal clasificados, por lo que se ajustaron a los sectores de fabricación y bienes de consumo respectivamente. Por otra parte, Avianca Holdings S.A. se ajustó al sector de otros.

4.3. Conjunto de Datos

La información fue recuperada de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC). Se comenzó a calcular la rentabilidad de los activos a partir de un panel compuesto por 4746 observaciones, por mes, de empresas cotizadas en Colombia En el período de 2000 a 2020. Sin embargo, el primer filtro realizado fue acotar la información desde 2008, ya que el primer dato para el Colcap es en febrero de 2008, que es el referente del comportamiento del mercado. Se requiere que cada empresa tenga al menos 60 observaciones consecutivas. Se fusionó la información de mercado mensual con la información financiera anual de cada empresa, obtenida de La Superintendencia Financiera (2021) y ISI Emerning Markets

(EMIS) (2020). Se excluyeron de la muestra aquellas empresas cuyo cierre de ejercicio no coincidía con el 31 de diciembre. El conjunto de datos combinado utilizado en este estudio contiene 169 observaciones de empresas con un valor de capital positivo en el ejercicio de la empresa.

El Panel de datos cuenta con 11 columnas las cuales son: Compañía, Año, Sector, Beta CAPM, Beta Reapalancado, Beta Reapalancado sin imp, Beta Desapalancado, Activos Totales, Deuda financiera, Capitalización de mercado. Se analizaron los datos contables con base en la información reportada a la Superintendencia Financiera, la deuda financiera de las empresas sobre el valor de mercado del capital social (BE), así como la información de mercado de las empresas en todas las industrias durante el período de estimación de 2008-2020. La tabla 3 ilustra los fundamentos financieros anuales más relevantes promedio por industria.

Tabla 2⁶ Estadísticas descriptivas de la muestra

		Sector Industrial (Cifras en Millones de pesos)						
		3	2	11	4	7	12	Total
Deuda F.	Media	3.800.649	3.491.862	15.004.233	14.688.185	5.036.504	14.408.883	11.234.263
	Des. Std	3.328.756	2.786.100	17.064.934	15.157.003	8.783.860	4.833.260	14.375.489
	Mín Valor	87.082	44.333	0	790	2	9.989.626	0
	Máx Valor	9.771.433	10.630.119	58.624.766	53.223.338	22.468.835	23.198.940	58.624.766
Cap. Mercado	Media	9.837.864	9.883.539	18.554.458	28.449.635	7.290.268	694.522	17.187.846
	Des. Std	5.896.936	2.875.150	10.857.862	39.469.344	10.424.305	394.077	21.438.872
	Mín Valor	376.797	5.550.294	409.380	1.066.033	804.504	67.761	67.761
	Máx Valor	17.538.797	13.428.129	43.134.208	152.131.770	28.467.322	1.210.274	152.131.770

⁶ La tabla 2 presenta las estadísticas descriptivas de la muestra de empresas utilizada en este estudio, que comprende las empresas colombianas cotizadas de 2008 a 2020. La información contable se obtiene de la consolidación de la información reportada a la Superfinanciera y a la información alojada en EMIS. El valor de mercado se calcula como el precio de cierre al final del mes multiplicado por el número de acciones en circulación. La deuda se define como la deuda mantenida en el pasivo corriente (Obligaciones financieras) más la deuda a largo plazo (Obligaciones financieras) Las empresas se dividen siguiendo la especificación de 12 sectores industriales de Fama-French definidos en el apartado 3.2

Activos								
Totales	Media	24.487.570	25.359.865	120.961.102	41.519.366	15.976.640	22.000.937	68.352.856
	Des. Std	17.597.816	20.826.423	93.746.601	45.058.661	20.503.158	1.893.844	79.432.471
	Mín Valor	2.846.569	10.425.453	134.214	1.833.542	3.640.666	19.058.514	134.214
	Máx Valor	50.998.433	65.108.101	322.895.870	141.517.334	54.029.723	23.837.621	322.895.870

Nota: Elaboración propia

4.4. Metodología.

El análisis empírico se realiza en cuatro pasos siguiendo a Sarmiento & Sadeghi (2014) Primero, se calculó Beta de mercado propuesto en el CAPM usando una cartera ponderada por valor (Sección 3.4.1). En segundo lugar, se calculó la media anual exógena de la beta sin apalancamiento. En tercer lugar, se calculó betas Reapalancadas (BLP) de cada empresa utilizando beta del sector sin apalancamiento (sección 3.4.2). Finalmente, se ejecutaron regresiones de panel y pruebas de hipótesis para las medias entre Beta CAPM y BLP (Sección 4.2 – Sección 4.3)

4.4.1 Beta de Mercado

Para realizar el cálculo de las betas, se organizó la información por empresa de la siguiente manera: Mes cierre, precio de cierre de la acción y precio cierre COLCAP Con la información organizada por compañía, se procede a calcular las rentabilidades de cada una de las acciones y del índice COLCAP usando la siguiente expresión

$$Rentabilidad\ acción = \ln \frac{Precio\ de\ Cierre\ acción_t}{Precio\ de\ cierre\ acción_{t-1}} \quad (13)$$

Obtenemos el Beta CAPM mensual para cada empresa utilizando la rentabilidad calculada de manera individual de los 60 meses anteriores utilizando el modelo estándar:

$$\beta_i = \frac{Cov(r_i, r_m)}{Var(r_m)} \quad (14)$$

donde (r_m) es el rendimiento del mercado. $Cov(r_i, r_m)$ es la covarianza de los rendimientos de las acciones y los rendimientos del mercado y $Var(r_m)$ es la varianza del mercado. Para nuestro caso de estudio, el mercado es el índice Colcap durante el periodo de tiempo definido (2008 a 2020) y obtenemos una matriz con valores mensuales para cada empresa entre 2013 y 2020.

Es importante tener en cuenta, que se requieren observaciones del 2008 a 2013 para calcular el primer Beta CAPM mensual y se eliminaron las observaciones con betas negativas.

4.4.2. Cálculo Betas Reapalancadas (BLP)

Se calcularon las betas Reapalancadas a partir de las ecuaciones (6) y (7), incluyendo la información de las empresas del mismo año y del mismo sector, excepto para su propia observación. Este procedimiento implica que existen tantos promedios como el número de empresas en cada sector-año específico. La estimación de la media exógena nos ayuda a evitar posibles problemas de endogeneidad⁷ en nuestra muestra de datos. Además, este procedimiento es equivalente al empleado por las empresas que no están inscritas en el mercado de valores, deben basarse en la información recopilada de las empresas públicas para calcular las BLP. Aunque la teoría recomienda utilizar los precios de mercado de la deuda y el capital social como la medida correcta de apalancamiento (es decir, D / E), la estimación del valor de mercado de la deuda exige una enorme cantidad de trabajo adicional.

⁷ Se dice que hay endogeneidad cuando existe correlación entre el parámetro o variable y el término del error. Puede surgir como resultado de un error de medición, autoregresión con autocorrelación de errores, simultaneidad o variables omitidas

Entonces, se usó el valor en libros como un sustituto del valor de mercado de la deuda. Bowman (1980), Sarmiento & Sadeghi (2014) concluyen que el valor contable es un buen sustituto del valor de mercado de la deuda a nivel de empresa y que no genera efecto en negativo en el cálculo de las Betas con y sin palanca.

Lagos y Vecino (2014) estudian la relación existente entre la aplicación de prácticas de gobierno y el costo de capital generado por papeles de deuda concluyendo que el componente del costo de la deuda debe estar representado por las obligaciones financieras y no el costo asociado a otras fuentes de fondeo. Para el desarrollo metodológico de esta investigación, La deuda (D) se define como la suma de los pasivos financieros corrientes más la deuda financiera a largo plazo. Siguiendo Kemsley y Nissim (2002) se definió la tasa de impuestos corporativos como la definida a nivel gobierno cada año.⁸

Para resumir, se calcularon las betas de mercado para cada empresa. Se desapalancan y con base en estos datos desapalancados se estima un promedio (exogeno) por empresa/industria/año. Estas betas desapalancados se reapalancan con la información específica de cada una de las empresas año por año.

Tabla 3 Betas observados y calculados por sector industrial

Sec Ind.	Estadística	Beta CAPM	Beta Reapalancado	Beta Reapalancado sin imp	Beta Desapalancado
3	Media	0,982040888	0,919503876	1,029799046	0,781242602
	Desviación	0,319003045	0,423374023	0,535161238	0,318031012
	Min	0,371277757	0,33448582	0,34719479	0,159822921
	max	2,059614611	2,071143083	2,52704549	1,860016235
2	Media	1,026873807	1,003841628	1,099239348	0,797956138
	Desviación	0,199788551	0,226634176	0,311326342	0,147762798

⁸ Tasa de impuestos Para el año 2013 25%, Para el año 2014 25%, Para el año 2015 25%, Para el año 2016 25%, Para el año 2017 34%, Para el año 2018 33%, Para el año 2019 33%, Para el año 2020 32%

	Min	0,663008064	0,748006293	0,784860331	0,549561345
	max	1,307363097	1,452891332	1,728384286	1,213107312
11	Media	0,852855797	0,778727008	0,906600207	0,618265427
	Desviación	0,267940194	0,390019047	0,55187948	0,30374675
	Min	0,364578298	0,294738876	0,294874596	0,188282732
	max	1,362556734	2,399101944	3,204990658	1,261937674
4	Media	0,889029977	1,10547964	1,266349723	0,588432101
	Desviación	0,292348335	0,236276223	0,310663217	0,231797924
	Min	0,277784256	0,749130946	0,823408763	0,183277754
	max	1,453285006	1,711567459	2,16796584	1,203888514
7	Media	1,101406302	0,697699942	0,699190192	0,694374611
	Desviación	0,235329761	0,165684142	0,166509619	0,164002851
	Min	0,699447869	0,42858648	0,428590777	0,42857359
	max	1,307363097	0,94167214	0,943902895	0,936931787
12	Media	1,01488019	1,01488019	1,461618506	0,048391831
	Desviación	0,876125939	0,876125939	1,298128686	0,031483092
	Min	0,435682055	0,435682055	0,636007541	0,011797404
	max	2,758319913	2,758319913	4,050801094	0,099013524
Total	Media	0,918271074	0,901384348	1,033529986	0,646348228
	Desviación	0,320916665	0,397217975	0,5416829	0,300699985
	Min	0,277784256	0,294738876	0,294874596	0,011797404
	max	2,758319913	2,758319913	4,050801094	1,860016235

Nota: Elaboración propia

4.4.3. Regresión de Panel

La literatura reciente ha criticado la selección del modelo de regresión para conjuntos de datos financieros longitudinales; Gow, Ormazabal (2010) y Taylor Thompson (2011) señalaron que algunos métodos comunes para calcular los errores estándar parecen estar sesgados, debido a la falta de ajuste para una posible correlación tanto en la serie de tiempo como en las dimensiones transversales del panel. En la presente investigación, este problema se solucionó calculando una regresión de efectos fijos.

Las bases de datos de panel son un conjunto de datos en los que se puede observar el comportamiento de una canasta de datos en el tiempo. Una dimensión la constituye el análisis de series de tiempo. Para esta investigación, los tipos de datos están constituidos por las betas observadas del mercado (Betas CAPM) y las betas reapalancadas con la información financiera de cada una de las empresas elegidas. Por lo anterior, se define la siguiente relación.

$$Y_t = a_{it} + b_1 X_{1it} + b_2 X_{2it} + \dots + b_k X_{kit} + \alpha_i + U_{it} \text{ con } t = 1 \quad (15)$$

La ecuación (15) contiene una parte determinista y un componente estocástico, donde i se refiere a la empresa de estudio la beta (corte transversal), t a la dimensión tiempo dada por el horizonte de tiempo propuesto, a es el vector de intercepto, b es un vector de k parámetros, α es un efecto no observable individual que no varía en el tiempo y X_{it} es la i -ésima observación al momento t para las k variables explicativas y U representa el error de la estimación

5. Resultados

Para examinar la relación entre los Beta de Mercado y sus respectivas proxies reapalancadas, se estima la ecuación (15) usando los resultados de la metodología explicada en el capítulo anterior.

Tabla 4 Parámetros estimados de la regresión de panel entre Beta CAPM y BLP

Dependent Variable: BETA_CAPM

Method: Panel Least Squares

Date: 06/03/21 Time: 01:02

Sample: 2013 2020

Periods included: 8

Cross-sections included: 25

Total panel (unbalanced) observations: 169

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
BETA_REAPALANCADO	0.654368	0.361615	1.809572	0.0722 *
BETA_REAPALANCADO_SIN_IMP	-0.305096	0.265173	-1.150551	0.2516
C	0.643759	0.075435	8.534011	0.0000 ***

* p < 0.10., ** p < 0.05. ***p < 0.01.

Nota: Elaboración propia, a partir de Eviews

La tabla 4 ilustra los parámetros estimados de la regresión de panel entre Beta CAPM y BLP y muestra la relación existente entre las dos variables, se puede concluir que: La relación entre el Beta CAPM y BLP es positiva y es significativa al 10%. Esto indica que en efecto la beta de mercado puede ser reemplazado con BLP. Sin embargo, el hecho de que el coeficiente (C) sea también significativo podría indicar que hay factores no observados que también explican el comportamiento de la beta de mercado. Es importante mencionar que la beta reapalancada sin impuestos no es una variable explicativa. Así las cosas, se comprueba que es necesario involucrar los impuestos en el cálculo del reapalancamiento

5.1. Análisis de robustez de los resultados

Se usó un análisis ANOVA de las medias del Beta de mercado y los PLB por industria como análisis estadístico alternativo.

5.2. Matriz construcción de betas industria

La tabla 5 presenta los resultados de la construcción de las betas desapalancadas por sector industrial, los cuales se presentan a continuación.

Tabla 5 Betas desapalancados (Bu) por industria

Sector Industrial	Promedio de Beta Desapalancado	Q_Activos
bienes de consumo duraderos (2)	0,797956138	2
energía (4)	0,588432101	5
fabricación (3)	0,781242602	6
financiero (11)	0,618265427	10
otros (12)	0,048391831	1
telecomunicaciones (7)	0,694374611	1

Nota: Elaboración propia,

5.3. Pruebas de Hipótesis para las diferencias entre medias: Beta CAPM y BLP

Se realizaron las pruebas de hipótesis para la diferencia entre las medias para cada uno de los sectores industriales. Esto con el fin de determinar si existe diferencia significativa entre el Beta CAPM y el Beta reapalancado calculado. De acuerdo con la cantidad de observaciones se determinó si cumplía con los parámetros de muestras grandes ($n < 30$) (2013). se realizó en 4 diferentes niveles de significancia $\alpha = 0,1$ - $\alpha = 0,05$ - $\alpha = 0,01$ - $\alpha = 0,001$.

5.3.1 Pruebas de Hipótesis: Beta CAPM y BLP mercado total

Total			
H0 = μ Beta Reapalancado = μ Beta CAPM		H0 = μ Beta Reapalancado sin tx = μ Beta CAPM	
H1 = μ Beta Reapalancado > μ Beta CAPM		H1 = μ Beta Reapalancado sin tx > μ Beta CAPM	
μ Beta CAPM	0,899160714	μ Beta CAPM	0,899160714
μ Beta Reapalancado	0,901384348	μ Beta Reapalancado sin Tx	1,033529986
Varianza Beta CAPM	0,102015637	Varianza Beta CAPM	0,102015637
Varianza Beta Reapalancado	0,15778212	Varianza Beta Reapalancado sin tx	0,293420364
Z Critica / $\alpha = 0,1$	1,281551566	Z Critica / $\alpha = 0,1$	1,281551566
Z Critica / $\alpha = 0,05$	1,644853627	Z Critica / $\alpha = 0,05$	1,644853627
Z Critica / $\alpha = 0,01$	2,326347874	Z Critica / $\alpha = 0,01$	2,326347874
Z Critica / $\alpha = 0,001$	3,090232306	Z Critica / $\alpha = 0,001$	3,090232306
Z est	0,056713843	Z est	2,777827122
p < 0.10	No rechaza H0	p < 0.10	Se rechaza H0
p < 0.05	No rechaza H0	p < 0.05	Se rechaza H0
p < 0.01	No rechaza H0	p < 0.01	Se rechaza H0
p < 0.001	No rechaza H0	p < 0.001	No rechaza H0

Con un nivel de significancia del $\alpha = 0,1$ - $\alpha = 0,05$ - $\alpha = 0,01$ - $\alpha = 0,001$ existe evidencia estadística para afirmar que la media de BLP es igual que la media de la Beta CAPM, por lo que es posible utilizar las betas por industria y reapalancarlas para empresas que no cotizan en bolsa. Por otra parte, con un nivel de significancia $\alpha = 0,1$ - $\alpha = 0,05$ - $\alpha = 0,01$ existe evidencia estadística para afirmar que la media de BLP sin impuestos no es igual que la media de la Beta CAPM, por lo que se demuestra que existe un impacto al no involucrar en el cálculo del reapalancamiento los impuestos.

5.3.2 Pruebas de Hipótesis: Beta CAPM y BLP Sector: Fabricación (3)

fabricación (3)			
H0 = μ Beta Reapalancado = μ Beta CAPM		H0 = μ Beta Reapalancado sin tx = μ Beta CAPM	
H1 = μ Beta Reapalancado > μ Beta CAPM		H1 = μ Beta Reapalancado sin tx > μ Beta CAPM	
μ Beta CAPM	0,982040888	μ Beta CAPM	0,982040888
μ Beta Reapalancado	0,919503876	μ Beta Reapalancado sin Tx	1,029799046
Varianza Beta CAPM	0,101762943	Varianza Beta CAPM	0,101762943
Varianza Beta Reapalancado	0,179245563	Varianza Beta Reapalancado sin tx	0,28639755
Z Critica / $\alpha = 0,1$	1,281551566	Z Critica / $\alpha = 0,1$	1,281551566
Z Critica / $\alpha = 0,05$	1,644853627	Z Critica / $\alpha = 0,05$	1,644853627
Z Critica / $\alpha = 0,01$	2,326347874	Z Critica / $\alpha = 0,01$	2,326347874
Z Critica / $\alpha = 0,001$	3,090232306	Z Critica / $\alpha = 0,001$	3,090232306
Z est	-0,667348037	Z est	0,43362757
p < 0.10	No rechaza H0	p < 0.10	No rechaza H0
p < 0.05	No rechaza H0	p < 0.05	No rechaza H0
p < 0.01	No rechaza H0	p < 0.01	No rechaza H0
p < 0.001	No rechaza H0	p < 0.001	No rechaza H0

Con un nivel de significancia del $\alpha = 0,1$ - $\alpha = 0,05$ - $\alpha = 0,01$ - $\alpha = 0,001$ existe evidencia estadística para afirmar que la media de BLP es igual que la media de la Beta CAPM, por lo que, es posible utilizar la beta del sector industrial fabricación como parámetro base y reapalancar dicho beta para así calcular el costo de capital de empresas que no tranzan en la bolsa de valores

Con un nivel de significancia del $\alpha = 0,1$ - $\alpha = 0,05$ - $\alpha = 0,01$ - $\alpha = 0,001$ existe evidencia estadística para afirmar que la media de BLP sin impuestos es igual que la media de la Beta CAPM, por lo que es posible utilizar la beta del sector industrial fabricación como parámetro base y reapalancar dicho beta para así calcular el costo de capital de empresas que no tranzan en la bolsa de valores. No obstante, se recomienda realizar el Reapalancamiento involucrando la tasa de impuestos.

5.3.3 Pruebas de Hipótesis: Beta CAPM y BLP Sector: Bienes de consumo (2)

bienes de consumo duraderos (2)			
H0 = μ Beta Reapalancado = μ Beta CAPM		H0 = μ Beta Reapalancado sin tx = μ Beta CAPM	
H1 = μ Beta Reapalancado > μ Beta CAPM		H1 = μ Beta Reapalancado sin tx > μ Beta CAPM	
est. Prueba	0,295254393	est. Prueba	-0,757655212
$\alpha/2$	10%	$\alpha/2$	10%
grados libertad	30	grados libertad	30
tc1 (nx+ny-2)	1,310415025	tc1 (nx+ny-2)	1,310415025
$\alpha/2$	5%	$\alpha/2$	5%
grados libertad	30	grados libertad	30
tc1 (nx+ny-2)	1,697260887	tc1 (nx+ny-2)	1,697260887
$\alpha/2$	1%	$\alpha/2$	1%
grados libertad	30	grados libertad	30
tc1 (nx+ny-2)	2,457261542	tc1 (nx+ny-2)	2,457261542
$\alpha/2$	0,1%	$\alpha/2$	0,1%
grados libertad	30	grados libertad	30
tc1 (nx+ny-2)	3,385184867	tc1 (nx+ny-2)	3,385184867
p < 0.10	No rechaza H0	p < 0.10	No rechaza H0
p < 0.05	No rechaza H0	p < 0.05	No rechaza H0
p < 0.01	No rechaza H0	p < 0.01	No rechaza H0
p < 0.001	No rechaza H0	p < 0.001	No rechaza H0

Con un nivel de significancia del $\alpha = 0,1$ - $\alpha = 0,05$ - $\alpha = 0,01$ - $\alpha = 0,001$ existe evidencia estadística para afirmar que la media de BLP es igual que la media de la Beta CAPM, por lo que, es posible utilizar la beta del sector industrial bienes de consumo como parámetro base y reapalancar dicho beta para así calcular el costo de capital de empresas que no tranzan en la bolsa de valores

Con un nivel de significancia del $\alpha = 0,1$ - $\alpha = 0,05$ - $\alpha = 0,01$ - $\alpha = 0,001$ existe evidencia estadística para afirmar que la media de BLP sin impuestos es igual que la media de la Beta CAPM, por lo que es posible utilizar la beta del sector industrial bienes de consumo

como parámetro base y reapalancar dicho beta para así calcular el costo de capital de empresas que no tranzan en la bolsa de valores. No obstante, se recomienda realizar el Reapalancamiento involucrando la tasa de impuestos.

5.3.4 Pruebas de Hipótesis: Beta CAPM y BLP Sector: Financiero (11)

financiero (11)			
H0 = μ Beta Reapalancado = μ Beta CAPM		H0 = μ Beta Reapalancado sin tx = μ Beta CAPM	
H1 = μ Beta Reapalancado > μ Beta CAPM		H1 = μ Beta Reapalancado sin tx > μ Beta CAPM	
μ Beta CAPM	0,852855797	μ Beta CAPM	0,852855797
μ Beta Reapalancado	0,778727008	μ Beta Reapalancado sin Tx	0,906600207
Varianza Beta CAPM	0,071791948	Varianza Beta CAPM	0,071791948
Varianza Beta Reapalancado	0,152114857	Varianza Beta Reapalancado sin tx	0,304570961
Z Critica / $\alpha = 0,1$	1,281551566	Z Critica / $\alpha = 0,1$	1,281551566
Z Critica / $\alpha = 0,05$	1,644853627	Z Critica / $\alpha = 0,05$	1,644853627
Z Critica / $\alpha = 0,01$	2,326347874	Z Critica / $\alpha = 0,01$	2,326347874
Z Critica / $\alpha = 0,001$	3,090232306	Z Critica / $\alpha = 0,001$	3,090232306
Z est	-1,32002584	Z est	0,738174548
p < 0.10	No rechaza H0	p < 0.10	No rechaza H0
p < 0.05	No rechaza H0	p < 0.05	No rechaza H0
p < 0.01	No rechaza H0	p < 0.01	No rechaza H0
p < 0.001	No rechaza H0	p < 0.001	No rechaza H0

Con un nivel de significancia del $\alpha = 0,1$ - $\alpha = 0,05$ - $\alpha = 0,01$ - $\alpha = 0,001$ existe evidencia estadística para afirmar que la media de BLP es igual que la media de la Beta CAPM, por lo que, es posible utilizar la beta del sector industrial financiero como parámetro base y reapalancar dicho beta para así calcular el costo de capital de empresas que no tranzan en la bolsa de valores

Con un nivel de significancia del $\alpha = 0,1$ - $\alpha = 0,05$ - $\alpha = 0,01$ - $\alpha = 0,001$ existe evidencia estadística para afirmar que la media de BLP sin impuestos es igual que la media de la Beta CAPM, por lo que es posible utilizar la beta del sector industrial financiero como parámetro base y reapalancar dicho beta para así calcular el costo de capital de empresas que

no tranzan en la bolsa de valores. No obstante, se recomienda realizar el Reapalancamiento involucrando la tasa de impuestos.

5.3.5 Pruebas de Hipótesis: Beta CAPM y BLP Sector: Energía (4)

energía (4)			
H0 = μ Beta Reapalancado = μ Beta CAPM		H0 = μ Beta Reapalancado sin tx = μ Beta CAPM	
H1 = μ Beta Reapalancado > μ Beta CAPM		H1 = μ Beta Reapalancado sin tx > μ Beta CAPM	
μ Beta CAPM	0,889029977	μ Beta CAPM	0,889029977
μ Beta Reapalancado	1,10547964	μ Beta Reapalancado sin Tx	1,266349723
Varianza Beta CAPM	0,085467549	Varianza Beta CAPM	0,085467549
Varianza Beta Reapalancado	0,055826454	Varianza Beta Reapalancado sin tx	0,096511634
Z Crítica / $\alpha = 0,1$	1,281551566	Z Crítica / $\alpha = 0,1$	1,281551566
Z Crítica / $\alpha = 0,05$	1,644853627	Z Crítica / $\alpha = 0,05$	1,644853627
Z Crítica / $\alpha = 0,01$	2,326347874	Z Crítica / $\alpha = 0,01$	2,326347874
Z Crítica / $\alpha = 0,001$	3,090232306	Z Crítica / $\alpha = 0,001$	3,090232306
Z est	3,502643296	Z est	5,380213871
p < 0.10	Se rechaza H0	p < 0.10	Se rechaza H0
p < 0.05	Se rechaza H0	p < 0.05	Se rechaza H0
p < 0.01	Se rechaza H0	p < 0.01	Se rechaza H0
p < 0.001	Se rechaza H0	p < 0.001	Se rechaza H0

Con un nivel de significancia del $\alpha = 0,1$ - $\alpha = 0,05$ - $\alpha = 0,01$ - $\alpha = 0,001$ existe evidencia estadística para afirmar que la media de BLP no es igual a la media de la Beta CAPM, por lo que No es posible utilizar el beta calculado del sector Energía (4) para empresas que no cotizan en bolsa. Por otra parte, Con un nivel de significancia del $\alpha = 0,1$ - $\alpha = 0,05$ - $\alpha = 0,01$ - $\alpha = 0,001$ existe evidencia estadística para afirmar que la media de BLP no es igual a la media de la Beta CAPM. Para el este sector, se debe explorar el cálculo a través de betas contables, betas ajustadas o cualquier otra metodología.

6. Conclusión

El problema de investigación del cual partió esta investigación era el interés de verificar si la técnica de desapalancamiento y reapalancamiento de las betas es un modelo confiable para estimar el costo del patrimonio, especialmente para empresas que no cotizan en bolsa y que no cuentan con suficientes datos de mercado, como es el caso colombiano. El 99,9 % de las empresas activas no están inscritas en el mercado de valores, por consiguiente, evaluar el riesgo de un activo o estimar el costo de capital se hace de manera aproximada (usando proxies). De acuerdo con esto, se utilizó el cálculo de las betas sin apalancamiento para construir las betas por industria y probar empíricamente la validez de uno de los métodos más usados por los profesionales para determinar el costo de capital para empresas que no cotizan en el mercado de valores de Colombia.

Se creó un modelo analítico con dos componentes predichos teóricamente. El primer componente fue la beta con apalancamiento (BLP). Este valor se basó en un proceso de cuatro pasos enunciados a continuación: (i) betas apalancadas basados en el mercado (Beta CAPM), (ii) las betas no apalancadas basados en el mercado (Beta desapalancada), (iii) cálculo de la media anual de cada sector de la industria, y (iv) Se calculó el BLP apalancando la beta del sector industrial sin apalancamiento utilizando la información financiera individual de cada empresa. El segundo componente fue la beta con apalantamiento (BLP) sin tener en cuenta el efecto de los impuestos.

Se realizaron las pruebas de hipótesis para los sectores industriales, exceptuando el sector telecomunicaciones y otros, pues contaban con una sola empresa y, por consiguiente, la beta CAPM y la BLP son iguales. Con el fin de demostrar la empleabilidad de betas sectoriales en procesos de reapalancamiento en empresas que no cotizan en bolsa. En línea

con la mayoría de estudios previos (Bowman y Bush (2006), Bowman (1980), Kemsley y Nissim (2002), Faff , Brooks y Kee (2002) y Marston y Perry (1996)) que existe evidencia estadística para utilizar las betas de las siguientes industrias: fabricación (3), bienes de consumo duraderos (2), financiero (11),. La única con resultados desfavorables, fue el sector Energía (4).

Otro hallazgo consistió en que, al comparar el desempeño estadístico entre los modelos usados para el cálculo del reapalancamiento (con impuesto y sin impuestos), el propuesto por Modigliani & Miller, en el que se incorporan los impuestos tuvo mejores resultados. Así las cosas, es aconsejable tener en cuenta los escudos fiscales expresados como $(1 - tx)$ en la ecuación (6) en los cálculos para reapalancar una beta de sector.

Las debilidades encontradas en esta investigación están en concordancia con lo expuesto por Pareja (2011) y Goldberg y Korajczyk (2010), el modelo CAPM es una abstracción de la realidad, estático, de equilibrio parcial y se estima sobre supuestos ideales que en la práctica no se cumplen a cabalidad. Por lo tanto, tiene un supuesto implícito que hace referencia a la liquidez de los activos y asume que todos los activos son negociados en la economía, situación que para el mercado colombiano no se cumple. Por consiguiente, el modelo pierde credibilidad a la luz de: (i) Inexistencia de un mercado eficiente para Colombia y (ii) alrededor del 99% de las empresas no están listadas en la bolsa, lo que dificulta la estimación de betas para los cálculos de la rentabilidad mínima exigida por el inversor.

Referencias

- Álvarez, R. D., García, K. I., & Borraez, A. F. (2006). Las razones para valorar una empresa y los métodos empleados. *Semestre Económico*, 59 - 83.
- Arzac, E., & Glosten, L. (2005). A reconsideration of tax shield valuation. *European Financial Management*, 453 - 461.
- Blume, M. (1975). Betas and Their Regression Tendencies. *The Journal of finance - JSTOR*.
- Bolsa de Valores de Colombia. (1 de 05 de 2020). *Bolsa de Valores de Colombia*. Obtenido de <https://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Empresas/Listado+de+Emisores>
- Bowman, R. &. (2006). Using comparable companies to estimate the betas of private companies. *Journal of Applied Finance*, 71-81.
- Bowman, R. (1979). The theoretical relationship between systematic risk and financial (accounting) variables. *The Journal of Finance*, 617 - 630.
- Bowman, R. (1980). The importance of a market-value measurement of debt in assessing leverage. *Journal of Accounting Research*, 242 - 254.
- Bowman, R. B. (2005). Estimating betas using comparable company analysis: Is it a reliable method? *JASSA*.
- Brealey, M. A. (2006). *Principios de Finanzas Corporativas* (Octava ed.). Mc Graw Hil.
- Cardona, D. G. (2017). Variables macroeconomicas y microeconomicas que influyen en la estimación del costo de capital: un estudio de caso. *Revista facultad de ciencias económicas*, 105-116 .
- Castaño, J. A. (2011). Valoración financiera de empresas pymes del subsector de trilla de café en Colombia. *Scientia et Technica*, 89 - 94.
- Cohen, R. (2003). The optimal capital structure of depository institutions. *Wilmott Magazine*, 38 - 49 .
- Cong-Nguyen-Bao, K.-D. N.-T.-D. (2018). The Idone of Proxy Levered Beta in Business Valuation: Evidence from Vietnam. *Asian Economic and Financial Review*, 248 - 268.
- Conine, T. E. (1980). Debt capacity and the capital budgeting decision: A comment. *Financial Management*, 20-22.
- Connor, G. G. (2010). *Portfolio Risk Analysis*. Princeton: Princeton University Press.

- Cooper, I., & Nyborg, K. (2006). The value of tax shields is equal to the present value of tax shields. *Journal of Financial Economics*, 215 - 225.
- Damodar N. Gujarati, Dawn C. Porter. (2010). *Basic econometrics* (Quinta Edición ed.). México, D. F.: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Recuperado el 15 de 05 de 2020
- Damodaran, A. (2012). *Investment Valuation: Tools and Techniques for*. Nueva Jersey: Wile.
- Economía Aplicada. (01 de 05 de 2020). EA. Obtenido de <http://economiaaplicada.co/index.php/10-noticias/1493-2019-cuantas-empresas-hay-en-colombia>
- Faff, R. W. (2002). New evidence on the impact of financial leverage on beta risk: A time-series approach. *The North American Journal of Economics and Finance*, 1-20.
- Fernandez, P. (2006). Levered and unlevered beta. In *Unpublished paper at IESE business review at IESE business review*.
- Fieten, P. K.-P. (2005). Comment on the value of tax shields is not equal to the present value of tax shields. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 184 - 187.
- García, O. L. (2003). *Valoración de empresas, gerencia del valor y EVA*. BERNALIBROS S.A.S. Obtenido de <https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/empresas/capital-inteligente/investigaciones-economicas>
- Gonedes, N. J. (1973). Evidence on the information content of accounting numbers: Accounting-based and market-based estimates of systematic risk. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 407 - 443.
- Gow, I. O. (2010). Correcting for cross-sectional and time-series dependence in accounting research. *Accounting Review*, 483 - 512.
- Grinblatt, M. &. (2002). *Financial markets and corporate strategy*. Irwin: McGraw-Hill.
- Hamada, R. (1972). The effect of the firm's capital structure on the systematic risk of common stocks. *The Journal of Finance*, 435 - 452.
- Hill, N. &. (1980). Accounting Betas, Systematic Operating Risk, and Financial Leverage: A Risk-Composition Approach to the Determinants of Systematic Risk. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 595-637.
- Ibbotson, R. (1976). Stocks, Bonds, Bills and inflation . *The Journal of Business - JSTOR*.
- ISI Emerging Markets. (23 de 11 de 2020). EMIS. Obtenido de <https://www-emis-com.cvirtual.cesa.edu.co/php/>
- Jiménez Triviño, J. A. (2012). *Betas contables*. Bogotá: Repositorio CESA.
- Kemsley, D. &. (2002). Valuation of the debt tax shield. . *Journal of Finance*, 2045 - 2073.

- Kettler, P. &. (1970). The association between market determined and accounting determined riskmeasures. *The Accounting Review*, 654 - 682.
- Lagos, D & Vecino, C. (2014). Influencia del gobierno corporativo en el costo de capital proveniente de la emision de deuda. *Estudios gerenciales*, 73-84.
- Lev, B. (1974). On the association between operating leverage and risk. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 627 - 641.
- Markowitz, H. M. (1952). Portafolio Selection, Efficient Diversificatio of investments. *The Journal of Finance*, 77-91.
- Marston, F. &. (1996). Implied penalties for financial leverage: Theory versus empirical evidence. *Quarterly Journal of Business & Economics*,, 77-97.
- Mata, A. D. (2013). *Estadística aplicada a la administración y la economía*. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Miles, J. A. (1980). The weighted average cost of capital, perfect capital markets, and project life: A clarification. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*,, 719-730.
- Millán Solarte J. C., &. M. (2014). Cálculo del costo de capital en empresas que no cotizan en la bolsa de valores colombiana. *Revista De Investigación*, 7-19.
- Modigliani, F., & Miller, M. (1963). Corporate income taxes and the cost of capital: A Correction. *The American Economic Review*, 433 - 443.
- Modigliani, F., & Miller, M. (1958). The Cost of Capital, corporation finance and the theory of investment. *The American Economic Review*, 261-297.
- Molina, L. (2016). Impacto del costo del uso de capital sobre la inversión corporativa: Ejercicio a través del costo promedio ponderado del capital (WACC) para Colombia. *Economicas CUC*, 157 - 176 .
- Munshi, J. (2014). The Hamada Equation Reconsidered. *SSRN Electronic Journal*.
- Novoa, A. &. (2014). Determinantes de la estructura de capital: alternativa de gestión para las pymes. *Revista Coyuntura Pyme* , 10 - 15.
- Pareja, I. V. (2011). Estimación de betas y relación entre las betas apalancadas y el coste del capital. *Análisis Financiero*, 06 - 13.
- Rivera, J. (2007). Estructura financiera y factores determinantes de la estructura de capital de las pymes del sector de confecciones del valle del Cauca en el periodo 2000 - 2004 . *Cuadernos de Administración* , 191 - 219.
- Rubinstein, M. (1973). A mean-variance synthesis of corporate financial theory. *The Journal of Finance*, 167 - 181.
- Sarmiento, J. &. (2014). Unlevered betas and the cost of equity capital: An empirical approach. *North American Journal of Economics and Finance*, 90-105.

- Sharpe, W. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal Of Finance*, 425 - 442.
- Superintendencia Financiera de Colombia. (15 de 03 de 2021). *Superintendencia Financiera de Colombia*. Obtenido de <https://www.superfinanciera.gov.co/inicio/simev/registro-nacional-de-valores-y-emisores-rnve-80102>
- Tham, J. &.-P. (2004). Principles of cash flow valuation: An integrated market-based approach. *Elsevier*.
- Thompson, S. B. (2011). Simple formulas for standard errors that cluster by both firm and time. *Journal of Financial Economics*, 1-10.
- Vélez, P. I. (2011). Estimación de betas y relación entre las betas apalancadas y el coste del capital. *Análisis Financiero*, 6 - 13.
- Wong, D. &. (2016). ¿Los modelos basados en el CAPM valoran adecuadamente los emprendimientos familiares? *Innovar journal*.