



**Tasas de referencia para la evaluación de proyectos por sector
caso práctico para Colombia**

Presentado para optar por el título de Magister en economía por:

Germán Leonardo Bello Leal

Pontificia Universidad Javeriana
Ciencias Económicas y Administrativa
Maestría en economía
Bogotá D.C. junio de 2018

Abstract

The following document is an empirical strategy with an eclectic model of capital cost for the estimation of reference rates for the evaluation of investment projects for Colombia by sector considering the biases and limitations in methodologies suggested by authors. The returns of companies in emerging markets over a period of 21 years and the accounting information of companies from the Colombian Superintendence of Companies for the same period are analyzed and adjusted for Colombia. Finally, reference rates are proposed and the results are contrasted, suggesting a bias in investment evaluations under traditional practices for the Colombian case because the risks would be, depending on the sector, overestimated or underestimated.

Key words: *Reference rate, Cost of capital, Cost of debt, Leverage, Emerging markets, Project evaluation by sectors, Betas*

Resumen

Este documento presenta a continuación una estrategia empírica con un modelo ecléctico de costo de capital para la estimación de tasas de referencia para la evaluación de proyecto de inversión para Colombia por sector considerando los sesgos y limitaciones en metodologías sugeridas por autores. Se analizan y se ajustan para Colombia, los rendimientos de compañías en mercados emergentes en un periodo de 21 años y la información contable de compañías procedente de la Superintendencia de Sociedades de Colombia para el mismo periodo. Finalmente, se proponen unas tasas de referencia y se contrastan los resultados sugiriendo un sesgo en las evaluaciones de inversión bajo las prácticas tradicionales para el caso colombiano, porque los riesgos se estarían, según el sector, sobre estimando o subestimando.

Palabras Clave: *Tasa de referencia, Costo de capital, Costo de deuda, Apalancamiento, Mercados Emergentes, Evaluación de proyecto por sectores, Betas*

Clasificación JEL: C51; D24; D52; D8; G12; Y40

Nota de advertencia

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vean en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia.” (Artículo 23 Resolución No.13 1946)

Índice

1. Introducción	1
2. Antecedentes	2
3. Marco teórico	6
3.1 Modelos de Costo de Capital.	6
3.1.1 <i>Modelo HCAPM</i>	6
3.1.2 <i>Modelo LCAPM</i>	7
3.1.3 <i>Modelo ICAPM & MICAPM</i>	7
3.1.4 <i>Modelo CRCAPM</i>	8
3.1.5 <i>Modelo CRM</i>	9
3.1.6 <i>Modelo Multi-factor</i>	9
3.2 Prima riesgo.....	10
4 Metodología	12
4.1 Datos.....	13
4.2.1 <i>Criterios</i>	15
4.3 Muestra.....	17
4.4 Modelo	20
4.4.1 <i>Medida de riesgo Sistemático, β</i>	20
4.4.2 <i>Rendimiento de mercado</i>	21
4.4.3 <i>Tasa libre de riesgo</i>	21
4.4.4 <i>Parámetro $\gamma + \rho$</i>	23
4.4.5 <i>Apalancamiento</i>	23
5. Resultados	24
6. Conclusiones comentarios y recomendaciones.....	29
7. Bibliografía.	31
Apéndice	34
Apéndice 1. Prueba de hipótesis estadísticos t.....	34
Apéndice 2. Histogramas de distribución	35
Apéndice 3. Kernel estimate	36
Apéndice 4. Pruebas de distribución.....	37

1. Introducción

Una inversión, según Vélez (1998) se ve como la disposición de una cantidad de recursos en el presente con el propósito de obtener beneficios futuros. Estos beneficios se pueden llegar a medir y existen técnicas para medir los beneficios de una inversión para un proyecto, técnicas que logran estandarizar los datos en el tiempo y evaluar los rendimientos del proyecto. Sin embargo, existe la necesidad de una tasa de referencia para su evaluación. Por ejemplo, en la selección de un crédito las tasas promedio del mercado y las condiciones ofrecidas son determinantes para tomar la mejor opción y son el punto de referencia. Para la evaluación de un proyecto o una inversión se usa las tasas libres de riesgo; los rendimientos históricos en los proyectos de la compañía; rendimientos de mercado, idealmente; También existen otras medidas poco técnicas. En general, lo que se busca es lograr comparar una tasa de referencia para poder tomar una decisión objetiva. Estas tasas de referencia en la evaluación de un proyecto, tienen gran importancia pues determinan la factibilidad del mismo, sin esas tasas el análisis técnico por sí solo no dice mucho.

Colombia, como mercado emergente, requiere de metodologías alternativas a las propuestas y practicadas en mercados desarrollados para poder calcular tasas de referencia. Estos cuentan con acceso a datos de tipo panel y están sujetos a otras realidades tanto económicas, sociales como políticas. Por eso las estimaciones deben tomar en cuenta las limitaciones de los datos, las condiciones generales del país, y condiciones generales del mercado como el sector en el que están.

Asimismo, respecto a la literatura los autores están de acuerdo en que la metodología que se debe aplicar debe ser acorde al tipo de mercado y algunos han propuesto metodologías alternativas y variables a tomar en cuenta. Por ejemplo, lo más usual para estimar estas tasas de referencia es por medio del costo del capital, de la deuda y diferentes riesgos. Donde se han enfocado en la estimación de la correlación entre el riesgo y el rendimiento de un mercado (beta " β "), para mercados emergentes. Distinto a este enfoque algunos proponen estimar por niveles de sensibilidad, otros se preocupan más por los rendimientos de mercado.

A pesar de haber un consenso en el uso de una metodología diferente en mercados emergentes, no existe aún un consenso en la metodología a aplicar debido a que muchos de los cálculos tradicionales presentan limitaciones, pero sí es posible reducir los sesgos y ajustar algunas metodologías según sea el caso del análisis. Por esta razón, considerando la falta de consenso y aplicando alternativas propuestas y sugerencias para considerar de diferentes autores, este análisis tiene como objetivo principal aportar en la estimación de tasas de referencia para el caso de Colombia.

En la siguiente sección (antecedentes) se podrá ver la revisión de la literatura respecto a metodologías para el cálculo del costo de capital en mercados emergentes y la literatura en el caso de Colombia. Donde no se encontró ninguna estimación actualizada en las tasas de referencia. Seguido en sección 3 (marco teórico) se profundizará en las metodologías propuestas por autores, mostrando cuáles son los parámetros y variables de cada metodología para estimar tasas de referencia por medio de costos de capital. En la sección 4 (Metodología) se menciona el modelo aplicado junto con el análisis empírico del mercado local y mercados emergentes a nivel mundial considerando los aportes y sugerencias encontradas para la estimación del Costo del capital. En las secciones posteriores se mostrarán las tasas de referencia propuestas, un análisis comparativo junto con conclusiones, comentarios adicionales y recomendaciones.

2. Antecedentes

Existen técnicas para evaluar los beneficios de una inversión para un proyecto. El Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) ya sean el cálculo financiero o el económico. De ahí el Valor Actual Neto Económico (VANE), la tasa Interna de Retorno Económico (TIRE), el Valor Actual Neto Financiero (VANF) y la Tasa Interna de Retorno Financiero (TIRF). Estas técnicas son usadas para lograr estandarizar los datos en el tiempo y evaluar los rendimientos del proyecto. Fuenzalida, Mongrut & Nash (2007) recuerda la necesidad de tener una tasa como parte del proceso de la evaluación de un proyecto para los financieros. Por lo tanto, para el propósito de este documento se enfatizó en la revisión de las tasas de referencia, usadas para contrastar los beneficios de una inversión.

En este orden de ideas, para estimar una tasa de referencia como el costo del capital (K_e) para la evaluación de inversión se usa mayormente el modelo clásico “*Capital Asset Pricing Model*” (CAPM), propuesto por William Sharpe en 1964 y sus variaciones. Sharpe, cita textual, define su modelo como: “*a market equilibrium theory of asset prices under conditions of risk*” (Sharpe, 1994 pág 427). Asimismo, se debe considerar la estructura del capital en las firmas; los bonos, capital propio, préstamos u acciones. Para este último caso, dependiendo la estructura del capital se combina el modelo del K_e con el modelo de apalancamiento, el más usado es el modelo “*Weighted Average Cost of Capital*” (WACC). Estos dos últimos modelos relacionan el riesgo y la rentabilidad bajo niveles de apalancamiento y logran un equilibrio de mercado bajo condiciones de riesgo. El supuesto principal en el comportamiento de los individuos para estos modelos es la aversión al riesgo y si existe un mayor riesgo se exige por el inversor mayor rentabilidad.

Ahora, comparando el tipo de mercado, el K_e en mercados *desarrollados* usa información local, pues tienen los suficientes datos para realizarlo. La discusión entonces, se centra en la inclusión de nuevas variables para el cálculo del K_e . Por otro lado, en mercados emergentes la discusión está en determinar la mejor forma de poder calcular el K_e sujeto a la falta de liquidez, la poca historia de los mercados, la poca participación bursátil, entre otros. Como muestra, según el Banco Mundial a finales de 2017, en EEUU cotizan (4336) empresas en la bolsa, Canada (3278), España (3110), India (5615), China (3485). En contraste, si se observa el caso colombiano como mercado emergente son 67 empresas cotizantes. de estas 67 empresas solo 29 presentan movimientos significativos en el tiempo. Adicionalmente, aproximadamente el 50% de esas 29 empresas pertenecen al sector financiero. En este sentido, si se continúa observando los mercados emergentes, todos tienden a tener el mismo comportamiento; presentan poca historia en los mercados, poca participación bursátil y principalmente poca participación de los sectores.

Por esta razón, la literatura, aunque resalta la limitación en los datos en mercados emergentes, se ha dedicado a dar métodos alternativos para la estimación de los parámetros necesarios en el cálculo de las tasas de referencia usando los modelos base que se mencionaron anteriormente. Por ejemplo, algunos proponen tomar la información de una empresa hermana, otros la información de un mercado desarrollado como el de Estados Unidos.

También se propone la inclusión de variaciones a los modelos base. Stephen G., y Espinosa R. (1996) hace una revisión de las alternativas al modelo CAPM. El primero es el *Home CAPM (HCAPM)*, hace uso de la información del mercado de donde es el inversor y luego realiza un ajuste por el riesgo país sumando y usando como proxy la calificación del riesgo crediticio del país. El segundo, el *Country Risk CAPM (CRCAPM)* este modelo toma la información del país de donde es el inversor y realiza un ajuste del “beta”. El “beta” se ajusta con la correlación entre los mercados y las volatilidades de los rendimientos del mercado local con el del inversionista. El tercero, es el *Multi-factor Model (MFM)* este modelo toma la tasa libre de riesgo y le añade niveles de sensibilidad a diferentes variables que pueda tener la empresa, como factores macro económicos. Así mismo, Damodaran (2005) propone una metodología alternativa para la estimación del Ke , un modelo (CAPM) en mercados emergente, haciendo principal énfasis en el cálculo de las betas, los cuales miden la relación riesgo rentabilidad indispensable para calcular el Ke .

Al contrario, de la preocupación por el “beta”, citando textual, “*market Premium estimate is much more important than are concerns about using the “wrong” beta*” (Ferson & Locke, 1998, pág. 499); en otras palabras, Ferson & Locke consideran que el esfuerzo debe estar enfocado en el rendimiento del mercado y en el argumento para la tasa libre de riesgo que en usar el beta correcto. Damodaran (2017), ha hecho otras contribuciones, resalta las diferencias en la dinámica de las economías y considera necesario la implementación de una prima riesgo país. Habla sobre metodologías alternativas en la estimación, determinantes e implicaciones, del riesgo país, y su aplicación en los modelos para el cálculo del Ke necesario para determinar tasas de referencia. Cada una de las metodologías mencionados, refuerza la importancia de encontrar alternativas y al mismo tiempo se basan en el supuesto de una integración global entre los mercados para poder ajustar a cada país. Como Harris, Marston, Mishra & Brein (2002) que analizan las diferencias entre un cálculo global y uno doméstico (*Local CAPM*), concluyen que no existe una gran diferencia en los resultados para el caso de Estados Unidos.

De igual manera, existen varios trabajos aplicados para países emergentes. Merlo (2004) realiza un caso práctico del modelo WACC para el cálculo de tasas de referencia en Argentina, en este caso para usar como tasas de mínimo rendimiento requerido. El autor considera que:

“En la Argentina, por los efectos de la devaluación, la pesificación asimétrica y el default, los niveles de riesgo han tocado el cielo. En dicho escenario, la tasa de corte exigida a un proyecto de inversión, que incluya este índice, parecería ser lo suficientemente alta como para rechazar cualquier proyecto” (Merlo, 2004, pág. 8).

Se pregunta entonces si en Argentina los proyectos son viables o no. Encuentra que algunas metodologías sugeridas por autores para el cálculo de las tasas de corte en países emergentes simplemente descartarían cualquier inversión, como el cálculo con el uso de “*Emerging Markets Bonds Index*” *EMBI* o “Indicador de Bonos de Mercados Emergentes”, Pero considera que otras medidas de riesgo, son más apropiadas para la situación en Argentina y concluye que: “la decisión de no invertir tomada por muchas empresas no se justifica en el nivel de la “*Tasa de Corte*”, si no en su cálculo y uso incorrecto.” (Merlo, 2004, pág.13). Por último, considera que el riesgo debe ser variable en el tiempo. Jagannathan, R. y Z. Wang (1996) ya habían propuesto el modelo CAPM condicional donde el costo de capital es variable en el tiempo.

Con respecto a Colombia, la Superintendencia de Valores (1995, 1996 y 1997) realizaba periódicamente una publicación de los “beta” por mercados, estos datos dejaron de ser publicados en la actualidad. Caicedo (2006) trabajó las relaciones de mercado de capitales y algunos indicadores contables, comparando 26 acciones de la bolsa de valores. Asimismo, contando con información financiera como: total de activos, total pasivos, activo corriente, pasivo corriente, utilidad bruta, utilidad neta, utilidad por acción, precio en libros de la acción; es así como encuentra que existe una relación entre el riesgo sistemático de mercado y el indicador de riesgo contable cuando se controla por el tamaño de la compañía. Usa como referencia el CAPM y el modelo ARCH (1) para el cálculo de los “beta”. También, Gallardo (2011), realiza una revisión de los modelos WACC para el K_e aplicado en una empresa agroindustrial en Colombia. Vélez (2002) por su parte se enfoca en las empresas que no cotizan en bolsa, combinando el mercado bursátil y ajustando con información contable.

Por último, hay que mencionar, no existe un trabajo que estime los “beta” como mercado emergente, tampoco que considere el nivel de apalancamiento, ni referencias por sector, o tamaño de la empresa para Colombia en la actualidad.

3. Marco teórico

3.1 Modelos de Costo de Capital

¿Cuáles son estas metodologías alternativas que se mencionan en la sección anterior para estimar costos de capital?

Existen varias metodologías y un modelo más usado, el *CAPM* en su forma clásica, como se mencionó anteriormente. Es necesario recalcar también que a causa de las condiciones (políticas, económicas, sociales, y demás) y la composición (en tamaño, liquidez, madurez, información, segmentación, diversificación, entre otros) en los mercados; al intentar calcular el *Ke* se enfrenta a limitaciones en las estimación y problemas de validez interna y externa de los modelos. Esto, desafía la estimación para diferentes escenarios dando como resultado alteraciones al modelo clásico original y a la construcción de nuevos modelos. A continuación, se presentan modelos alternativos propuestos; algunos para condiciones y composición del mercado limitado; profundizando en las metodologías y los parámetros propuestos.

3.1.1 Modelo *HCAPM*

El modelo *Home CAPM (HCAPM)* y sus variables son las siguiente:

$$E(R_{i,x}) = R_{fh} + \beta_{ix}(E(R_{mh}) - R_{fh}) + CR_x \quad (1)$$

Donde,

E(R_{i,x}) es el rendimiento esperado del proyecto *I* en el país *x*

R_{fh} Es la tasa libre de riesgo en el país.

E(R_{mh}) es el rendimiento en el Mercado_h

β_{ix} Es la beta, parámetro de sensibilidad de la inversión en país_x el mercado el local.

CR_x es el riesgo país Premium

El *HCAPM* es el *Ke* en el país *x* con la información del país *h*, refiriéndose al lugar de origen del inversionista (*investor's home*).

Es un modelo fácil de estimar, Sabal (2004) lo denomina un modelo práctico, porque considera que países emergentes son más riesgosos por tanto se debe requerir un mayor rendimiento.

Por eso este modelo también agrega un riesgo país *Premium* o riesgo crédito país, (CR_x). El parámetro CR_x tiene detractores debido a los supuestos que asume. Retomaremos el parámetro CR en la en la sección 3.2 a mayor profundidad.

3.1.2 Modelo LCAPM

$$E(R_{i,x}) = R_{fx} + \beta_{ix}(E(R_{mx}) - R_{fx}) \quad (2)$$

$E(R_{i,x})$ es el rendimiento esperado del Proyecto I en el país x

R_{fx} es la tasa libre de riesgo en el país x

$E(R_{mx})$ es el rendimiento esperado del mercado_x

β_{ix} es la beta, parámetro de sensibilidad de inversión en el país_x

El modelo *Local CAPM* (LCAPM) es un modelo teóricamente justificado y ha logrado ser comprobado empíricamente. Sin embargo, su mayor limitación se encuentra en mercados emergentes estos son mercados con poca liquidez, datos limitados, volátiles y con poca diversificación bursátil local; sesgando los resultados hacia una pequeña canasta.

3.1.3 Modelo ICAPM & MICAPM

$$E(R_{i,x}) = R_f + \beta_{il}(E(R_{ml}) - R_f) + \gamma_{il}(E(\varphi_x + r_x - R_f)) \quad (3)$$

$E(R_{i,x})$ es el rendimiento esperado en la divisa base (ejemplo, US\$)

R_f es la tasa libre de riesgo de la divisa base (ejemplo, US\$)

$E(R_{ml})$ es el rendimiento esperado del mercado_x, usando como proxy un índice internacional.

β_{il} parámetro de sensibilidad internacional.

γ_{il} parametro de sensibilidad de la R_f con respecto a la tasa de cambio moneda local (ej, $\frac{US\$}{COP}$)

φ_x es el cambio porcentual en la tasa de cambio de la moneda base respecto a la moneda local.

r_x es la tasa libre de riesgo en la moneda local.

El modelo *International CAPM (ICAPM)*, ecuación 3, es un modelo de inversión internacional bien diversificado. Ayuda con algunos problemas en los mercados emergentes, aquellos mencionados anteriormente (en la sección 3.1.2 *Local CAPM*), haciendo uso de índices internacionales. Este modelo puede suponer paridad en la adquisición sobre el dinero. En ese caso el modelo queda de la siguiente manera:

$$E(R_{i,x}) = R_f + \beta_{il}(E(R_{ml}) - R_f) \quad (4)$$

También existe una variante al modelo internacional. Este se enfoca en una estimación de un “beta” internacional ponderado, β_{lw} . El modelo *CAPM* internacional modificado (*MICAPM*), ecuación 5.

$$E(R_{i,x}) = R_f + \beta_{lw}(E(R_{ml}) - R_f) \quad (5)$$

$$\beta_{lw} = \alpha_1\beta_l + \sum_{i=1}^n \alpha_{i+1}\beta_i\beta_{x_i} \quad \therefore \sum \alpha_i = 1; \alpha_i = (\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \dots, \alpha_{n+1})$$

Donde:

β_l Es la sensibilidad en el Mercado global o el parámetro de sensibilidad de un mercado desarrollado.

β_{x_i} la sensibilidad de los mercados locales con que se desea comparar.

α_i ponderación respecto a n mercados a comparar, donde $n+1$ es el “beta” internacional.

El modelo *ICAPM* y el *MICAPM*. Como se mencionó, crea un camino para intentar cubrir las limitaciones de los mercados locales emergentes. Sin embargo, la mayoría considera solo índices internacionales los cuales presentan “*survival bias*”, al concentrarse en países con un mercado bursátil desarrollado o una canasta de compañías selectiva, sobre estimando valores. En consecuencia, la correlación con mercados emergentes podría ser muy baja.

3.1.4 Modelo *CRCAPM*

El *Country Risk CAPM (CRCAPM)* es presentado por M. H. V. J. S. (2008) de la siguiente manera:

$$E(R_{i,x}) = R_{fh} + \beta_{ih}x\beta_{xh}(E(R_{mh}) - R_{fh}) + e \quad (6)$$

$$\beta_{xh} = \rho_{xh}x \frac{\sigma_x}{\sigma_h}$$

R_{fh} es la tasa libre de riesgo del mercado del inversionista

β_{ih} Es la beta del Mercado del inversionista

β_{xh} es la beta del mercado del inversionista en el Mercado local.
 ρ_{xh} Corr del Mercado del inversionista con el Mercado local
 σ_x volatilidad en el Mercado local
 σ_x volatilidad en el Mercado del inversionista

Este modelo surge de relacionar los excesos de retorno de un mercado local, con los excesos de retorno del mercado del inversionista y presenta otros ajustes considerando la inflación. Pero como modelo tiene sus detractores Bodnar, Dumas & Marston (2003), Sugieren matemáticamente que $\beta_{ih}\beta_{xh}$ es invalido por que el producto de estos dos parámetros tendría el problema de endogeneidad.

3.1.5 Modelo CRM

El *Credit Risk Model (CRM)* considera que los rendimientos esperados tienen una correlación con el riesgo crediticio en este caso una beta de sensibilidad crediticia.

$$E(R_{i,x}) = \beta_0 + \beta_1(CR_x) \quad (7)$$

Este modelo supone que el rating crediticio disponible, está correlacionado con la bolsa bursátil.

3.1.6 Modelo Multi-factor

Los modelos multi-factor permiten ajustar a riesgos específicos, no requiere de rendimientos de mercado. Tampoco está restringido a algún tipo de distribución, y recomienda la prima de riesgo país solo cuando el riesgo es completamente sistemático. Sin embargo, sí presenta inconvenientes a la hora de calcular e identificar los riesgos que afectan los rendimientos esperados.

$$E(R_{i,x}) = R_f + \sum_{i=1}^n \beta_i f_i \quad (8)$$

R_f Es la tasa libre de riesgo.

f_i Son los factores que pueden afectar los rendimientos esperados.

β_i Es la sensibilidad de los rendimientos a cambios en los factores.

Uno de los modelos multi-factor más usados es el modelo de arbitraje, *Arbitrage pricing model (APT)* propuesto por Ross (1976). Así mismo está el modelo multi-factor “hybrid β ” de Bodnar, et al, (2003) que toma parámetros del mercado local y el internacional y mide las sensibilidades.

3.2 Prima riesgo

En los modelos mencionados en las secciones anteriores todos tienen algo en común. Intentar responder las siguientes preguntas: ¿Cómo medir riesgo en el rendimiento esperado de una inversión? ¿Cómo considerar los sectores, la falta de información, problemas de liquidez, políticas monetarias, políticas públicas, comportamientos irracionales, entre otros? De la falta de información y de inversiones en diferentes mercados, surge la necesidad de intentar extrapolar y comparar la información de un mercado a otro (*ICAPM*, *HCAPM*, “beta” ajustado, *Multi-factor CAPM*, entre otras alternativas).

Extrapolar y comparar mercados es posible solo diferenciando entre un mercado segmentado y un mercado integrado. Empíricamente la forma usual de detectar si un mercado es segmentado o integrado es con la correlación entre el mercado local y mercados internacionales. Entre mayor sea la correlación más integrado se encuentra el mercado como lo menciona (Sabal, 2004). La volatilidad en mercados segmentados es mayor y la relación será menor con mercados globales. En contra posición el costo del capital se reduce conforme los mercados se integran (Bekaert & Harvey, 2000)

Para el caso colombiano la apertura se viene dando desde 1991. Bekaert and Harvey (1998) Analizan la liberación económica y el incremento de flujos de capital. Incluyen a Colombia en su análisis. Considerando la apertura oficial desde febrero del 91. Apoyando la idea de (Errunza, Senbet, and Hogan (1998) sobre el incremento de los flujos de capital, la integración y su relación con la reducción del costo del capital. La integración del mercado colombiano desde el 91 permite un mejor análisis comparativo con el mercado internacional. Un análisis internacional donde algunos sugieren debe ser más regional que global como Calvo (1996) que analiza los flujos de capital sugiriendo que el contagio puede ser más regional que global.

Sin embargo, el mercado local no se puede dejar de lado. Por un lado, la poca diversificación del mercado bursátil colombiano. Porque las primas de los activos dependen fuertemente de la diversificación del mercado local (Slutz, 1999) y por qué los activos están fuertemente relacionados con el comportamiento de los índices del mercado local (Bodnar, et al, 2003).

Como resultado la liberación del mercado colombiano soporta la idea de hacer uso de modelos *CAPM* ajustados para mercados emergentes. Más aun después de más de dos décadas de apertura. Pero podría obligar a considerar un ajuste local, por la poca diversificación del mercado y la fuerte correlación con el mercado local bursátil. Se tendría que calcular una prima riesgo, controlar considerando mercado global, mercado emergente, mercado regional y mercado local.

Estar de acuerdo o no dependerá del cálculo del modelo inicial. Por ejemplo, un inversionista puede diversificar su inversión entre mercados y descontar el riesgo país, la prima dependerá entonces de sí, el riesgo es diversificable o no. En modelos de costo de capital, betas internacionales pueden recoger el riesgo país, pero si el modelo es contrastado en un mercado local, no hay forma de estimar riesgo país. ¿Cómo ajustar el rendimiento esperado? Los métodos más usados se mencionan a continuación.

Uno de los más usados es la prima riesgo país. Las estimaciones de métodos parten de la siguiente base. Riesgo del activo es igual al riesgo base del mercado desarrollado más una prima de riesgo país. Un mercado desarrollado como el de Estados Unidos. Ya habíamos mencionado anteriormente el artículo de Darmodaran (2017), quien también nombra algunos métodos para el cálculo del riesgo país. El primer método usa los bonos de gobierno junto con las calificadoras de riesgo. El segundo haciendo uso de las agencias especiales que consideran factores económicos y políticos. Y el tercero considera el mercado y sus volatilidades. Los métodos 1 y 2 usan spread entre los bonos de gobierno o los “*Credit Default Swaps*” respecto al mercado base, este también se puede considerar riesgo crédito país. Entre las calificadoras de riesgo están Standard & Poor's, Fitch Ratings y Moody's; Y entre agencias especiales están *The economist* y *Political Risk Service (PRS)* group y su indicador (*ICRG*), estas agencias consideran mayor información en sus indicadores que las calificadoras de riesgo. Y el tercer método toma las desviaciones estándar para el mercado bursátil o el comportamiento de la divisa y ajusta.

Tomar en cuenta las calificaciones de riesgo de las agencias especiales o de las calificadoras, permite usar un proxy de riesgo supone que los bonos de países con la misma calificación de riesgo país (por parte de calificadoras o agencias especiales) pueden emular el spread para la prima de riesgo país, esto en caso de limitación en los datos.

En resumen, como consideración a los modelos propuestos en esta sección y a pesar de las publicaciones que tratan el costo del capital con diferentes metodologías, se puede decir que en países emergentes el *LCAMP* no se puede aplicar. Porque el mercado local no está desarrollado. El *ICAPM* maneja índices internacionales los cuales sobre estima los valores y tendría problema de validez externa por el tipo de compañías que tienen estos índices, más aún en mercados emergentes. Por ejemplo, los índices *S&P 500*, *Nikkei*, *Dow Jones Industrial Average*, *Nasdaq 100*, *Ibex 35*, *Euro Stoxx 50* todos estos índices toman o las compañías de mayor capitalización, mayor liquidez o mayor precio sesgando los resultados. El modelo ideal sería el multifactorial para identificar, pero tendría limitaciones en la identificación y estimación de parámetros. De Igual modo, usar el índice bursátil colombiano no es representativo de los sectores; usar información de un mercado desarrollado como Estados Unidos tendría “*Survivor Bias*” también. Y usar a solo una compañía como comparación del K_e por sector, no sería significativo. Por tanto, cada metodología presenta sus limitaciones. Entonces, ¿Qué hacer? ¿Cómo reducir el sesgo por supervivencia? ¿Cómo no dejar de lado el mercado local y al mismo tiempo considerar de forma representativa los sectores? ¿Cómo hacer los cálculos y ajustarlos en un mercado emergente? ¿Cómo debería hacerse el análisis en el mercado colombiano?

4 Metodología

Para responder las preguntas anteriores se propone una estrategia empírica con un modelo ecléctico. Esta metodología se enfoca en reducir el sesgo por supervivencia. En tener una estrategia de recolección de datos para mercados emergentes donde se pondera la región del mercado colombiano (América latina y el caribe). También en recolectar información del mercado local colombiano para realizar ajuste a los parámetros estimados; como tasas de mercado (tasas de colocación, tasas interbancarias, tasa de intervención), niveles de apalancamiento por sector, tasas impositivas efectivas por sector y estados financieros de compañías colombianas.

Por consiguiente, la sección 4.1 mostrará una descripción general de los datos y las fuentes para la recolección de los datos. En la sección 4.2 se describen la estrategia para clasificar y determinar los sectores. En la sección 4.3 se menciona la estrategia usada para recolectar la muestra y la representatividad de esta muestra frente al mercado global. En la sección 4.4 presenta el modelo junto con la estrategia para estimar cada parámetro.

4.1 Datos

En términos generales se usó información contable y bursátil de las empresas tanto de compañías nacionales como internacionales. Se tomó en cuenta algunos indicadores financieros, las volatilidades, niveles de apalancamiento, tasa impositiva, tasa impositiva efectiva, capitalización y la actividad económica para determinar el sector. En la recolección de datos se usó la plataforma Bloomberg, la página oficial de la *New York University* (Damodaran Online), página oficial de la Superintendencia de Sociedades de Colombia, página oficial del Banco Mundial y finalmente la página oficial del Banco de la República de Colombia.

En total fueron 2,063 compañías de los mercados emergentes excluida Venezuela a nivel global para el periodo 1995-2016, 22,505 compañías nacionales con información contable en la muestra más grande para el mismo periodo. Aproximadamente la muestra es un 10% del global de compañías en los mercados emergentes, ponderando América Latina y el caribe.

De la Superintendencia de Sociedades se tomaron datos de compañías nacionales para usar niveles de apalancamiento y tasa impositiva efectiva por sector haciendo uso de sus estados financieros. Esta información las empresas la reportan a la Súper Sociedades. Información contable que está disponible con corte hasta el 31 de diciembre de 2016, desde el 15 de junio de 2017. Las empresas que le reportan a la Súper Sociedades son 27 mil. Una empresa es vigilada y controlada por la superintendencia de sociedad según Decreto 1074 de 2015 y Decreto 0024 de 2016. Hay que resaltar que, por primera vez en la historia del país, la información será suministrada bajo normas NIFF. Del Banco mundial se revisaron los promedios de tasa impositiva para Colombia desde el 2006 hasta el 2017. La información de las compañías del mercado internacional, fueron bajadas desde Bloomberg. Y la información de las diferentes tasas nacionales e internacionales son desde el Banco de la República de Colombia.

4.2 Sectores

Para elegir los sectores la decisión se tomó bajo ciertos criterios y a tres fuentes principalmente. La primera fuente fue la clasificación de sectores y subsectores de Damodaran los cuales se pueden encontrar en su página "*Damodaran online*".

Segunda fuente fueron las actividades económicas en Colombia con el Código CIIU, realizada por las naciones unidas pero revisada y adaptada para Colombia por el DANE (CIIU Rev. 4 A.C.). Tercera fuente se revisó la información disponible de sectores y subsectores del Morgan Stanley Capital Index (MSCI).

Una vez se tomó la decisión de que sectores considerar y los criterios. Lo primero que se hizo fue empalmar el sector y sub sector que maneja Damodaran en sus estimaciones de los “beta” comparables al 31 de diciembre de 2017, con los sectores que se consideraron para este trabajo. Luego, se tomó una muestra aleatoria de compañías por sector, en la sección 4.3 se describe de forma detallada la composición de la muestra. Cada compañía que fue seleccionada se miró que cruzara su actividad económica con los criterios para cada sector, la información de la actividad económica e información financiera de cada compañía fue extraída de Bloomberg. Son 21 sectores como se puede ver en la tabla 1.

Tabla 1
Muestra

	Sector	Compañías
1	Agropecuario, pesca y silvicultura	76
2	Alimentos	140
3	Automotriz	90
4	Calzado	29
5	Construcción	198
6	Entretenimiento	57
7	Farmacéutico	74
8	Financiero	115
9	Hidrocarburos	125
10	Hotelería y turismo	60
11	Industria metalúrgica	120
12	Informática y electrónica de consumo	141
13	Medio ambiente y tratamiento de residuos	65
14	Mercadeo	44
15	Minero energético	154
16	Salud	78
17	Seguros	111
18	Telecomunicaciones	106
19	Textiles y confecciones	157
20	Transporte (agua y tierra)	68
21	Transporte aéreo	55
Total		2063

Fuente: Cálculos propios

La tabla 1 muestra el número de compañías por sector de la muestra.

A continuación, se empalmó las actividades económicas CIIU del DANE (CIIU REV 4 A.C.) en Colombia con los criterios de los sectores y se categorizó cada CIIU. Este último empalme con el objetivo de tener información de impuestos efectivos y nivel de apalancamiento externo promedio ponderado por sector.

Se procuró que cruzara cada compañía con los criterios, aunque algunas compañías debido a su descripción pueden estar en un sector u otro fácilmente. Acorde con todo lo anterior, se anexa la base de datos de las compañías (nombre, país, grupo, subgrupo, sector y el “*Bloomberg Ticker*” y el “*Exchange Code*” para facilitar su búsqueda en Bloomberg) también se anexa la ficha técnica por empresa junto con su descripción. Los criterios usados para asignar las compañías se presentan a continuación:

4.2.1 Criterios

Agropecuario, pesca y silvicultura: Las actividades agrícola, pecuaria, apicultora; Actividades de pesca y reproducción marina; El cultivo, cuidado y explotación forestal. Considera el sector primario no minero extractivo, también se ha incluido la parte de la agro-industria dedicada a productos químicos y herramientas para el agro.

Alimentos: Se tomó en cuenta actividades relacionadas a los alimentos envasados, alimentos procesados, comercio y servicio de bebidas, comidas y tabaco.

Automotriz: Se tomó en cuenta actividades de Fabricación, diseño, mantenimiento, comercio y reparación; de vehículos y autopartes.

Calzado: Se tomó en cuenta tareas dedicadas a la fabricación, diseño, distribución comercialización de calzado.

Construcción: actividades relacionadas al Diseño (interno, externo), construcción, mantenimiento, de edificios y obras de ingeniería civil. Además, todo lo relacionado a la fabricación, comercialización de materiales y herramientas destinadas al mismo fin.

Entretenimiento: Producción, desarrollo y comercialización de video juegos, videos, películas cinematográficas, juguetes y actividades o evento de entretenimiento en general

Farmacéutico: actividades relacionadas con la investigación, desarrollo, producción y venta de productos químicos medicinales y cosméticos.

Financiero: ocupaciones relacionadas con el corretaje de valores, administración de mercados, administración corporativa, consultorías, auditorías, fideicomisos, fondos, compra y venta de divisas, fondos de inversión, banca comercial, créditos y leasing.

Hidrocarburos: trabajos relacionadas con exploración, perforación, extracción, refinación, transporte y comercialización de petróleo y gas natural. Tanta producción y/o mezcla de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. También fabricación de productos químicos, petroquímicos y derivados del petróleo.

Hotelería y turismo: Hoteles, resort y zonas de camping, parques naturales, parques temáticos y parques de atracción. Servicios de compra, venta y/o reservación de alojamiento, tiquetes y/o paquetes de turísticos.

Industria metalúrgica: Fabricación de maquinaria, equipos, herramientas. También, fundición, forja, prensado, estampado, tratamiento, revestimiento y mantenimiento de metales.

Informática y electrónica de consumo: actividades relacionadas con fabricación de computadores, electrodomésticos, softwares. Fabricación, mantenimiento y reparación de partes, piezas y componentes electrónicos

Medio ambiente y tratamiento de residuos: Actividades relacionadas con la propagación de plantas, saneamiento ambiental y gestión de desechos. Agua, aguas residuales y todas las actividades relacionadas a captación, tratamiento, distribución y evacuación. Con respecto a los residuos tratamiento, recolección y disposición de desechos peligrosos y no peligrosos.

Mercadeo: Estudios de mercado, encuestas de opinión, publicidad, estrategia de mercado, estrategia de lanzamiento y diseño especializado.

Minero energético: Trabajos relacionadas con la generación eléctrica y extracción minera.

Salud: Hospitales, clínicas, centros de atención y otras actividades relacionadas con la salud. Como diseño y fabricación de instrumentos, aparatos, equipos y materiales médicos.

Seguros: Actividades relacionadas con seguros de vida, salud, viaje, accidentes, automóvil, robo, fuego entre otros. Y fondos de pensiones y otras actividades de agentes y corredores de seguros.

Telecomunicaciones: Tareas relacionadas con producción y emisión de programas y comerciales en televisión, radio difusión o plataformas online. Hay que mencionar, además distribución de periódicos, revistas y otras publicaciones. También se consideró trabajo de Mantenimiento, operación, venta o arriendo de sistemas de telecomunicación.

Textiles y confecciones: Tareas relacionadas con el desarrollo de nuevas tecnologías textiles. Fabricación de materias primas (textiles, hilos entre otro), y manufactura de productos semi-acabado y acabados como prendas de vestir y accesorios.

Transporte (agua y tierra): Transporte fluvial y terrestre de carga y pasajeros. Operación de estaciones, terminales y puertos. Otras actividades complementarias al transporte terrestre y fluvial.

Transporte aéreo: Transporte aéreo de carga y pasajeros. Fabricación de aeronaves, naves espaciales y otros conexas. Operación de aeropuertos, servicios de navegación aérea y demás actividades relacionadas al transporte aéreo.

4.3 Muestra

En la Tabla 2 se puede ver el porcentaje aproximado que representa la muestra para cada región. Las categorías asignadas de esta manera son usadas por Damodaran en sus estimaciones. Y debido al empalme que se realizó con la base de él, se mantuvo las categorías y subsectores que maneja.

Esto para ajustar posteriormente los “beta” con unos parámetros proporcionados en la página de Damodaran para que este ajuste fuera comparable y posteriormente contrastado con los resultados de este ejercicio.

Tabla 2

Región	%
África y Oriente medio	7,0%
China	7,0%
Este de Europa y Rusia	8,0%
Unión Europea y Alrededores	9,0%
India	6,0%
América Latina y Caribe	65,0%
Asia menor	7,0%
Reino Unido	6,0%
Total	10,0%

Fuente: Cálculos propios basados en un comparativo respecto a datos Damodaran a 31 de Diciembre de 2017

Nota: La columna %, es la representación de la muestra respecto al mercado emergente global.

Adicionalmente, en términos comparativos las categorías asignadas a las regiones son muy similares en el Banco Mundial y Morgan Stanley Capital Internacional. Podrían surgir pequeñas diferencias con el índice MSCI. Por ejemplo, Argentina no se toma como mercado emergente por Morgan Stanley Capital Internacional, mientras si lo es por Damodaran y el Banco Mundial al 31 de diciembre de 2017.

Ahora bien, la tabla 2 cambia cuando se empalman los criterios con los sectores y subsectores de Aswath Damodaran y los CIU. Así la base de compañías elegibles se reduce y finalmente la muestra aumenta su representación, ver tabla 3. Una vez teniendo claro los criterios y realizados los empalmes se tomó una muestra por sector.

Tabla 3

Región	%
África y Oriente medio	9,1%
China	9,0%
Este de Europa y Rusia	10,3%
Unión Europea y Alrededores	10,9%
India	8,6%
América Latina y Caribe	82,2%
Asia menor	9,9%
Reino Unido	7,4%
Total	12,7%

Fuente: Cálculos propios basados en un comparativo respecto a la base Damodaran a 31 de Diciembre de 2017

Nota: La columna %, es la representación de la muestra respecto al mercado emergente global elegible por región cuando se han determinado los sectores y los criterios

El criterio para elegir el número de compañías fue totalmente independiente entre sectores. Se consideró un porcentaje de las compañías elegibles por sector si eran de América latina y el Caribe.

Una vez seleccionada aleatoriamente esta muestra otra muestra fue seleccionada del mercado elegible restante en los mercados emergentes. Y en general dependiendo del tamaño del sector el porcentaje cambia.

Así, por citar un caso, el sector de transporte aéreo son aproximadamente 81 compañías en los mercados emergentes y la muestra es de 55 un 68% aproximado del mercado elegible global. Pero de esta muestra tiene un 100% de las compañías en América latina y el Caribe dedicadas al transporte aéreo ver tabla 4.

Tabla 4

Muestra

	Sector	% Mercados E	% Mercado AL
1	Agropecuario, pesca y silvicultura	28%	92%
2	Alimentos	11%	90%
3	Automotriz	15%	83%
4	Calzado	46%	100%
5	Construcción	7%	81%
6	Entretenimiento	17%	81%
7	Farmacéutico	13%	83%
8	Financiero	6%	76%
9	Hidrocarburos	26%	89%
10	Hotelería y turismo	15%	85%
11	Industria metalúrgica	9%	82%
12	Informática y electrónica de consumo	7%	85%
13	Medio ambiente y tratamiento de residuos	66%	67%
14	Mercadeo	63%	100%
15	Minero energético	16%	87%
16	Salud	19%	80%
17	Seguros	29%	59%
18	Telecomunicaciones	11%	81%
19	Textiles y confecciones	17%	100%
20	Transporte (agua y tierra)	28%	69%
21	Transporte aéreo	68%	100%
Total		13%	82%

Fuente: Cálculos propios ajustados basados en un comparativo respecto a datos Aswath Damodaran al 31 de Diciembre de 2017.

En la tabla se ve la representación aproximada de la muestra en: mercados emergentes a nivel global (% Mercados E) y América latina (% Mercado AL)

4.4 Modelo

Teniendo la base de datos, de la muestra para este documento. Basado en las variaciones del modelo CAPM clásico, con los modelos multi-factor se presenta el modelo aplicado, ver ecuación (9). Para la estimación de los “beta” se tomó el uso de información internacional que propone el modelo *ICAPM*, de los modelos *CRM* y multi-mactorial se agregan dos parámetros más $\gamma + \rho$ y de Demodaran y otros autores el ajuste por beta. En esta sección se presenta el modelo y la estrategia usada para estimar cada parámetro.

$$E(R_{i,col}) = R_{fcol} + \bar{\beta}_{IS}^{col} (E(R_{mL}) - R_{fcol}) + \gamma + \rho \quad (9)$$

E(R_{i,col}) es el rendimiento del Proyecto i en el mercado colombiano (col)

R_{fcol} la tasa libre de riesgo para Colombia

E(R_{mL}) rendimiento esperado mercado local colombiano

$\bar{\beta}_{IS}^{col}$ parámetro de sensibilidad de inversión promedio por sector (i) ajustado.

ρ parámetro de ajuste por capitalización

γ parámetro de ajuste por prima riesgo país para Colombia

4.4.1 Medida de riesgo Sistemático, β .

De las estimaciones anteriores. Se resaltan dos cálculos en particular, el “beta” por sector $\bar{\beta}_{IS}^{col}$ y el rendimiento de mercado R_{mL} . Los “beta” fueron estimados corriendo cada compañía (i) de la muestra contra su índice por sector, índice internacional propio, luego ajustados al mercado colombiano. La intención de los cálculos por índices para sector es ver el comportamiento promedio en volatilidades y rendimiento de las compañías en un sector y así estimar los niveles de sensibilidad promedio del sector. Luego, realizar pruebas de hipótesis sobre la distribución de las medias poblacionales del parámetro objetivo (nivel de sensibilidad). Debido a la estructura de los datos este parámetro se refleja el comportamiento promedio en mercados emergentes orientado hacia América latina y el Caribe. Después de estimar los “beta” Se usó el ajuste por apalancamiento.

Primero se des apalancó los “Beta” β_{iu} Ver ecuación (10) y luego se ajusta con el cálculo realizado del nivel de apalancamiento externo promedio por sector y la tasa efectiva de impuesto promedio por sector en Colombia, ver ecuación (11). Con el cálculo de los “beta” y los ajustes realizados se obtuvieron “beta” promedio aproximado para el mercado local por sector. En este caso para Colombia β_{is}^{col} , ver ecuación (12). Se usó para ajustar los valores atípicos el *Interquartile Range (IQR)* o rango intercuartil. Los valores atípicos no fueron descartados, pero si ajustados a 1.5 veces el IQR de esta manera no se asume la distribución de los parámetros.

$$\beta_{iu}^I = \frac{\beta_l^I}{1 + (1 - t) \frac{d_I}{e_I}} \quad (10)$$

$$\beta_{iu}^{col} = \beta_{iu}^I * (1 + (1 - t) \frac{d_{col}}{e_{col}}) \quad (11)$$

$$\bar{\beta}_{is}^{col} = \frac{\sum_{i=1}^n \beta_{li}^{col}}{n} \quad (12)$$

4.4.2 Rendimiento de mercado

En el cálculo de índice de mercado Internacional se calculó como el promedio de los rendimientos de la muestra por sector. Se usó información Diaria y cálculos trimestrales desde el enero 1995 hasta el diciembre 2016. Y se decidió no excluir compañías que no tuvieran información bursátil para todo el periodo. Aunque para el cálculo del “Beta” se usó el índice de mercado Internacional por sector. Para el cálculo del Ke para Colombia se usó la prima de mercado con el índice general de la bolsa de valores de Colombia. Esto porque las variaciones en los activos están fuertemente relacionadas con las variaciones en el mercado local y más cuando los mercados presentan poca diversificación en este caso el colombiano.

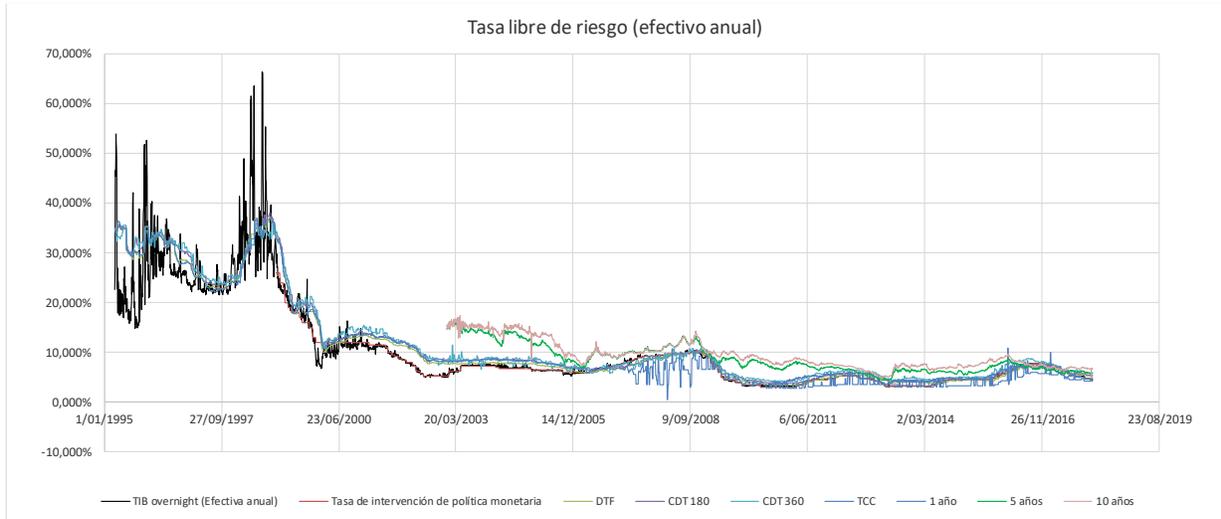
4.4.3 Tasa libre de riesgo

Las tasas usadas comúnmente como tasa libre de riesgo TLR son las tasas interbancarias, las variaciones en los Tes, los CDT’s, CDS’s, y las de intervención. Para este modelo empírico, se usó la tasa interbancaria. Una tasa que es un buen indicador de la salud de la economía.

Otro aspecto positivo es, esta tasa se ajusta de una forma más rápida a las condiciones de la economía. En la gráfica 1 y 2 se muestran las tasas comúnmente usadas de TLR (efectivo anual).

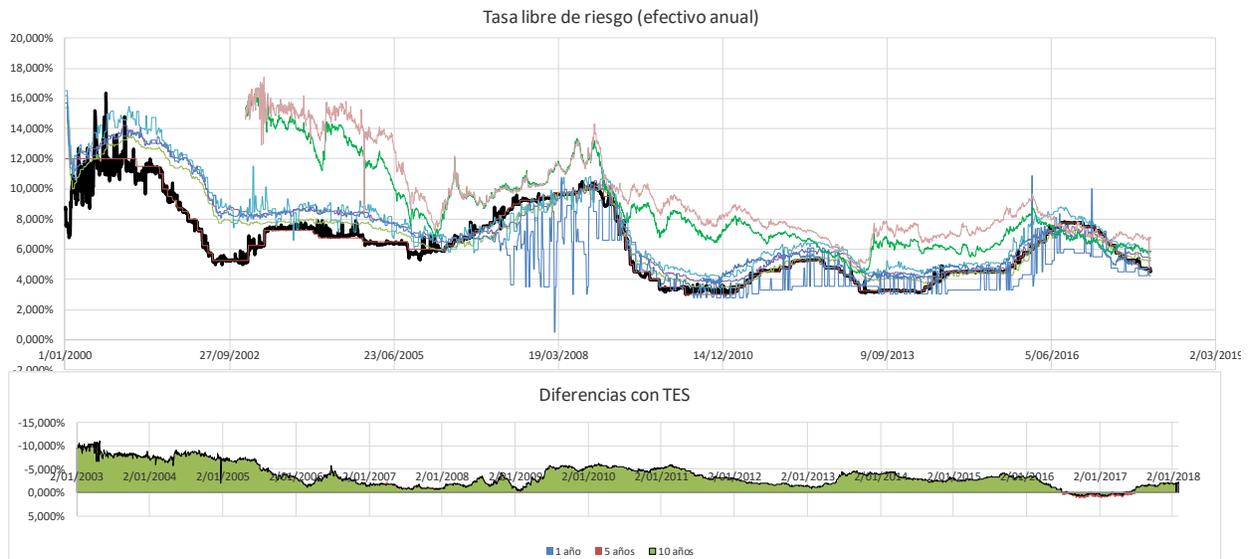
Se puede observar en primer lugar una correlación entre el comportamiento de las tasas, una tendencia a la baja desde el 95 y desde 2000 aproximadamente, se ve un comportamiento más estable y una forma cíclica (ver gráfica 2).

Gráfica. 1



Fuente: Elaboración propia. Banco de la República (banco central de Colombia)

Gráfica 2



Fuente: Elaboración propia. Banco de la República (banco central de Colombia)

4.4.4 Parámetro $\gamma + \rho$

El parámetro γ y ρ son la prima de riesgo país y la prima por pequeñas capitalizaciones respectivamente. Para la prima de riesgo país γ debido a la tasa libre de riesgo escogida se escogió una tasa paralela a nivel mundial. La tasa interbancaria más reconocida y más usada es la tasa *London Interbank Offered Rate LIBOR* es usada para determinar precios de instrumentos financieros también es utilizada en contratos corporativos. Y aunque se comprobó que fue manipulada durante la crisis del 2008 y solo unos años después salió a la luz (fuente: *Financial Services Authority, Internal Audit report, March 2013*), sigue siendo una de las tasas más usadas a nivel mundial. Hay que agregar, no se usó la estimación convencional de spreads por default como el *Emerging Markets Bonds Index (EMBI)* o un *credit default swap (CDS)*. Aunque, no se encontró evidencia en contra o a favor de la forma escogida, sí se puede ver una relación entre las tasas escogidas y la estimación convencional de spreads por default. Por un lado, las tasas interbancarias pueden influir en los precios de los instrumentos financieros como los CDS y por el otro lado las tasas interbancarias se alimentan de las condiciones generales del mercado.

El siguiente parámetro ρ la prima de pequeñas capitalizaciones es el del modelo multi-factor Fama And French. Este modelo lo han replicado varias veces teniendo resultados entre el 2% y el 5% al año. Asimismo, Damodaran (2017) estimó las diferencias sobre los rendimientos esperados en compañías de pequeña capitalización encontrando en todos los sectores que contrasto un promedio de 3.82% aproximado anual de rendimiento mayor respecto a las de gran capitalización. Para poder considerar el efecto de las pequeñas capitalizaciones del modelo multifactor, usaremos el valor estimado por Damodaran como una constante.

4.4.5 Apalancamiento.

Después de tener los Ke ajustados para Colombia, véase ecuación (9). Se hace el cálculo tasas de referencia a diferentes niveles de apalancamiento usando el modelo WACC, ver ecuación (13).

$$wacc_{st} = k_e \frac{e}{e+d} + k_d \frac{d}{e+d} (1 - t_{ef}) \quad (13)$$

d : Deuda financiera

e : Equity de la empresa

$k_d = \text{Costo de la deuda}$

$(1 - t_{ef}) = \text{Efecto del escudo Fiscal}$

$k_e = \text{Rentabilidad exigida al Proyecto} = \text{Costo del Capital.}$

El WACC es el costo medio ponderado del capital, supone una relación lineal entre el costo de la deuda (K_d) después de impuesto y el K_e . Para la estimación del escudo fiscal se ha optado por la tasa total de impuesto corporativo, bajo el supuesto de una tasa marginal impositiva en un sistema clásico de impuestos. Esto debido a la dificultad econométrica y limitación en los datos para lograr calcular el efecto del tratamiento de los impuestos sobre los dividendos y sobre los intereses marginalmente.

5. Resultados

Para de los parámetros de sensibilidad por cada sector se hicieron pruebas de distribución, se encontró que no presentan simetría todo lo contrario todos presentan asimetrías, como se puede ver en los histogramas de distribución en el Apéndice 2 y en el Kernel estimate en el apéndice 3. Así mismo, las pruebas Jarque Bera, Shapiro Wilk y Shapiro Francia rechazaron hipótesis sobre normalidad, ver apéndice 4. Lo que sí se pudo observar fue consistencia. Al contar con consistencia y al mismo tiempo una muestra grande para cada sector, se prosiguió a realizar pruebas de hipótesis sobre el valor del parámetro objetivo.

En primer lugar, probar si había o no relación con el mercado, encontrando una relación positiva. En segundo lugar, al tener una positiva con el mercado se probó hipótesis sobre el tipo de relación con el mercado haciendo pruebas de medias poblacionales. Estimar el parámetro como la media simple de todos los resultados permite tener el estimador más insesgado posible. Las pruebas fueron orientadas para saber si el parámetro era más sensible, menos sensible o igual al mercado como se puede ver en el apéndice 1. Se encontró que los siguientes sectores presentan las menores sensibilidades: medio ambiente y tratamiento de residuos, financiero, mercadeo, alimentos, salud, seguros, agropecuario, pesca y silvicultura. Segundo se encontró que los siguientes mercados presentan sensibilidad media: hotelería y turismo, entretenimiento, textiles y confecciones, y las telecomunicaciones.

Por último, se encontró que los siguientes sectores presentan mayor volatilidad: calzado, industria metalúrgica, transporte, hidrocarburos, farmacéutico, automotriz, transporte aéreo, minero energético, construcción e informática y electrónica de consumo.

Ahora, ¿Cómo se comparan estos resultados con la practica tradicional? Se decidió comparar con un método comúnmente practicado. Esto es ingresar a la página oficial de Demoraran y bajar los “Beta_D” (beta apalancado método 1) o “Beta_D_des” (Beta Des apalancado método 2). descargando los “beta” apalancados sin ajuste local y el otro es descargando los “beta” des apalancado para ajustes locales. En la tabla 5 y 6 se agrupan los sectores de Damodaran y se comparan resultados. En la tabla 5 se contrastan los “beta” apalancados de este documento con los de Damodaran sí se usarán los “Beta_D” método 1 para el caso de Colombia sin ajustar. Los “beta” estarían sobre estimando y sub estimando los sectores como se muestra en la tabla 5. las diferencias en términos económicos no serían significativas para los sectores de: seguros, agropecuario, pesca y silvicultura, para todos los demás existen diferencias significativas. Estos resultados pueden deberse a diferencias en niveles de apalancamiento o tasas impositivas para descartar estas posibles diferencias se hace otra comparación con el método 2.

Tabla 5. Beta_apa¹

Prueba de hipótesis bajo el teorema del límite central. Pruebas estadístico t

Sector	Codigo	N	Beta_apa ¹	Intervalo de confianza 95%		Beta_D ²	Diferencia	
Agropecuario, pesca y silvicultura	P_BA_1	6684	0,795	0,780	0,810	0,740	0,06 *	Subestima
Alimentos	P_BA_2	12495	0,600	0,588	0,612	1,010	-0,41 *	Sobrestima
Automotriz	P_BA_3	8096	1,743	1,707	1,779	1,050	0,69 *	Subestima
Calzado	P_BA_4	2728	1,346	1,293	1,399	0,880	0,47 *	Subestima
Construcción	P_BA_5	17513	1,927	1,896	1,957	0,961	0,97 *	Subestima
Entretenimiento	P_BA_6	5016	0,850	0,815	0,886	0,963	-0,11 *	Sobrestima
Farmacéutico	P_BA_7	6512	1,655	1,618	1,692	1,210	0,44 *	Subestima
Financiero	P_BA_8	10120	0,314	0,307	0,321	0,796	-0,48 *	Sobrestima
Hidrocarburos	P_BA_9	11000	1,599	1,569	1,630	1,268	0,33 *	Subestima
Hotelería y Turismo	P_BA_10	5280	0,838	0,805	0,871	0,940	-0,10 *	Sobrestima
Industria Metalúrgica	P_BA_11	10560	1,371	1,344	1,399	1,437	-0,07 *	Sobrestima
Informática y Electrónica de Consumo	P_BA_12	12014	2,044	2,008	2,080	1,070	0,97 *	Subestima
Medio Ambiente y Tratamiento de Residuos	P_BA_13	5632	0,246	0,238	0,254	0,880	-0,63 *	Sobrestima
Mercadeo	P_BA_14	3872	0,552	0,525	0,579	1,150	-0,60 *	Sobrestima
Minero Energético	P_BA_15	13466	1,924	1,889	1,959	1,002	0,92 *	Subestima
Salud	P_BA_16	6864	0,675	0,656	0,694	1,000	-0,32 *	Sobrestima
Seguros	P_BA_17	9768	0,711	0,689	0,733	0,788	-0,08 *	Sobrestima
Telecomunicaciones	P_BA_18	9328	1,164	1,138	1,190	1,080	0,08 *	Subestima
Textiles y Confecciones	P_BA_19	13728	1,158	1,136	1,180	1,020	0,14 *	Subestima
Transporte (agua y tierra)	P_BA_20	5984	1,547	1,504	1,591	1,053	0,49 *	Subestima
Transporte Aereo	P_BA_21	4840	1,837	1,783	1,891	1,010	0,83 *	Subestima

Fuente: Cálculos propios

¹ Beta apalancado estimado como la media simple de los resultados de la muestra

² Beta apalancado de Damodaran

* Diferencias significativas al 95%

Descontando por niveles de apalancamiento y tasa impositiva, usando el método 2. Donde se extrae el “Beta” des apalancado y se ajusta al mercado colombiano como se puede ver en la tabla 6. En este caso la situación del sector de las telecomunicaciones y el de las telecomunicaciones se invierte. Todas las diferencias son estadísticamente significativas con excepción de los seguros y transporte (agua y tierra) donde en términos económicos no son significativos, sobre estimando y sub estimando los niveles de sensibilidad, ver la tabla 6. Estas diferencias radican en la metodología aplicada, los parámetros de Damoradan son una beta internacional global. No obstante, los cálculos de este documento son orientados para ajustar, mercado local y región, para un mercado emergente específicamente para Colombia.

Tabla 6. Beta_des¹
Prueba de hipótesis bajo el teorema del límite central. Pruebas estadístico t

Sector	Codigo	N	Beta_des ¹	Intervalo de confianza 95%		Beta_D_Des ²	Dif	
Agropecuaria, pesca y silvicultura	P_BD_1	6684	0,632	0,619	0,646	0,5200	0,112 *	Subestima
Alimentos	P_BD_2	12495	0,425	0,417	0,433	0,7933	-0,368 *	Sobrestima
Automotriz	P_BD_3	8096	1,029	1,008	1,051	0,6625	0,367 *	Subestima
Calzado	P_BD_4	2728	0,848	0,813	0,883	0,8200	0,028 *	Subestima
Construcción	P_BD_5	17513	1,256	1,236	1,275	0,7600	0,496 *	Subestima
Entretenimiento	P_BD_6	5016	0,658	0,631	0,685	0,8200	-0,162 *	Sobrestima
Farmacéutico	P_BD_7	6512	1,074	1,050	1,097	1,0900	-0,016 *	Sobrestima
Financiero	P_BD_8	10120	0,280	0,274	0,287	0,3840	-0,104 *	Sobrestima
Hidrocarburos	P_BD_9	11000	1,121	1,099	1,143	0,9700	0,151 *	Subestima
Hotelería y Turismo	P_BD_10	5280	0,589	0,567	0,611	0,7200	-0,131 *	Sobrestima
Industria Metalúrgica	P_BD_11	10560	0,908	0,890	0,926	1,1367	-0,229 *	Sobrestima
Informática y Electrónica de Consumo	P_BD_12	12014	1,171	1,151	1,191	0,9667	0,205 *	Subestima
Medio Ambiente y Tratamiento de Residuos	P_BD_13	5632	0,192	0,186	0,198	0,6900	-0,498 *	Sobrestima
Mercadeo	P_BD_14	3872	0,352	0,336	0,367	0,7400	-0,388 *	Sobrestima
Mínero Energético	P_BD_15	13466	1,037	1,018	1,056	0,7380	0,299 *	Subestima
Salud	P_BD_16	6864	0,484	0,471	0,497	0,7350	-0,251 *	Sobrestima
Seguros	P_BD_17	9768	0,578	0,562	0,594	0,6100	-0,032 *	Sobrestima
Telecomunicaciones	P_BD_18	9328	0,646	0,631	0,661	0,7500	-0,104 *	Sobrestima
Textiles y Confecciones	P_BD_19	13728	1,158	1,136	1,180	0,8100	0,348 *	Subestima
Transporte (agua y tierra)	P_BD_20	5984	0,839	0,815	0,863	0,8033	0,036 *	Subestima
Transporte Aereo	P_BD_21	4840	0,893	0,864	0,922	0,6600	0,233 *	Subestima

Fuente: Cálculos propios

¹ Beta des apalancado estimado como la media simple de los resultados de la muestra

² Beta des apalancado de Damodaran

* diferencias significativas al 95%

Pero, ¿Qué pasa si el “beta” sub estima / sobre estima las dinámicas del sector? En primer lugar, estaría afectando directamente la prima de mercado y como consecuencia el Ke sesgándolo hacia abajo o hacia arriba en ese mismo orden. En segundo lugar, si esas tasas de referencia son usadas como tasas de descuento; una tasa de referencia sesgada hacia abajo sobre estima el valor presente de una inversión y viceversa.

Ahora, si se cree en la metodología y el modelo usado en este documento; creer que sea representativo y que se ajuste más a las dinámicas de los mercados emergentes y para el mercado colombiano. En ese caso, se proponen a continuación las tasas de referencia que se deberían usar.

Tabla 7, 8 y 9 presentan costo de capital, costo de la deuda, costo del capital apalancado a diferentes niveles (20%-30%-40% o 60%), tipo de empresa y sector; por niveles de riesgo. En la tabla 7 se presentan los sectores con riesgo bajo. La tabla 8 los sectores con riesgo intermedio. La tabla 9 los sectores con riesgo alto.

Se puede observar que el Kd es diferente según el tamaño de la compañía, 2,359% ET para la empresa tipo 1¹ y 3.231% ET para la empresa tipo 2¹ una diferencia de 0.872 punto porcentuales trimestre efectivo. Adicionalmente, cada sector responde de manera diferente a cambios de mercado, el medio ambiente y tratamiento de residuos (0.246) junto con el sector financiero (0.314) son los sectores con menor sensibilidad (Beta_Sector) a variaciones de mercado, véase tabla 7. Mientras que los sectores de la construcción (1.927), la informática y la electrónica de consumo (2.044) tienen mayor sensibilidad frente a variaciones de mercado, ver tabla 9.

Tabla 7. Sectores riesgo bajo

Sector	Tipo ¹	Beta_Sector	Costo		Costo de capital apalancado			
			Capital	Deuda ²	20%	30%	40%	60%
Medio Ambiente y Tratamiento de Residuos	1	0,246	3,108%	2,359%	2,629%	2,390%	2,150%	1,672%
	2	0,246	4,040%	3,231%	3,427%	3,121%	2,815%	2,203%
Financiero	1	0,314	3,254%	2,359%	2,746%	2,492%	2,238%	1,730%
	2	0,314	4,186%	3,231%	3,545%	3,224%	2,903%	2,262%
Mercadeo	1	0,552	3,771%	2,359%	3,160%	2,854%	2,549%	1,937%
	2	0,552	4,703%	3,231%	3,959%	3,586%	3,214%	2,469%
Alimentos	1	0,600	3,876%	2,359%	3,244%	2,928%	2,612%	1,979%
	2	0,600	4,808%	3,231%	4,042%	3,659%	3,276%	2,511%
Salud	1	0,675	4,038%	2,359%	3,373%	3,041%	2,709%	2,044%
	2	0,675	4,970%	3,231%	4,172%	3,773%	3,374%	2,575%
Seguros	1	0,711	4,116%	2,359%	3,435%	3,095%	2,755%	2,075%
	2	0,711	5,048%	3,231%	4,234%	3,827%	3,420%	2,606%
Agropecuario, pesca y silvicultura	1	0,795	4,298%	2,359%	3,581%	3,223%	2,865%	2,148%
	2	0,795	5,230%	3,231%	4,380%	3,955%	3,530%	2,679%

Fuente: Cálculos propios. Información está en términos trimestral promedio aproximado.

¹ Es la empresa tipo 1 o 2. La empresa tipo (2) será aquella de pequeña capitalización.

² El costo de la deuda se afecta por el poder de negociación. En este caso entre crédito ordinario (para empresa tipo 2) y crédito preferencial (para empresa tipo 1).

Tabla 8. Sectores riesgos intermedios

Sector	Tipo ¹	Beta_Sector	Costo		Costo de capital apalancado			
			Capital	Deuda ²	20%	30%	40%	60%
Sectores riesgo medio bajo								
Hotelería y Turismo	1	0,838	4,391%	2,359%	3,656%	3,288%	2,921%	2,185%
	2	0,838	5,323%	3,231%	4,454%	4,020%	3,586%	2,717%
Entretenimiento	1	0,850	4,419%	2,359%	3,678%	3,307%	2,937%	2,196%
	2	0,850	5,351%	3,231%	4,476%	4,039%	3,602%	2,728%
Sectores Riesgo medio alto								
Textiles y Confecciones	1	1,158	5,087%	2,359%	4,212%	3,775%	3,338%	2,464%
	2	1,158	6,019%	3,231%	5,011%	4,507%	4,003%	2,995%
Telecomunicaciones	1	1,164	5,100%	2,359%	4,223%	3,784%	3,346%	2,469%
	2	1,164	6,032%	3,231%	5,021%	4,516%	4,011%	3,000%

Fuente: Cálculos propios. Información está en términos trimestral promedio aproximado.

¹ Es la empresa tipo 1 o 2. La empresa tipo (2) será aquella de pequeña capitalización.

² El costo de la deuda se afecta por el poder de negociación. En este caso entre crédito ordinario (para empresa tipo 2) y crédito preferencial (para empresa tipo 1).

Los sectores de riesgo medio bajo y medio alto. Son sectores que se encuentran cerca una sensibilidad máximo +- 0,2 respecto al mercado.

Tabla 9. Sectores riesgo alto

Sector	Tipo ¹	Beta_Sector	Costo		Costo de capital apalancado			
			Capital	Deuda ²	20%	30%	40%	60%
Calzado	1	1,346	5,494%	2,359%	4,538%	4,060%	3,582%	2,627%
	2	1,346	6,426%	3,231%	5,337%	4,792%	4,247%	3,158%
Industria Metalúrgica	1	1,371	5,549%	2,359%	4,582%	4,099%	3,615%	2,648%
	2	1,371	6,481%	3,231%	5,380%	4,830%	4,280%	3,180%
Transporte (agua y tierra)	1	1,547	5,931%	2,359%	4,888%	4,366%	3,845%	2,801%
	2	1,547	6,863%	3,231%	5,686%	5,098%	4,510%	3,333%
Hidrocarburos	1	1,599	6,044%	2,359%	4,978%	4,445%	3,912%	2,847%
	2	1,599	6,976%	3,231%	5,777%	5,177%	4,577%	3,378%
Farmacéutico	1	1,655	6,165%	2,359%	5,075%	4,530%	3,985%	2,895%
	2	1,655	7,097%	3,231%	5,873%	5,261%	4,650%	3,426%
Automotriz	1	1,743	6,356%	2,359%	5,228%	4,663%	4,099%	2,971%
	2	1,743	7,288%	3,231%	6,026%	5,395%	4,764%	3,503%
Transporte Aereo	1	1,837	6,560%	2,359%	5,391%	4,806%	4,222%	3,053%
	2	1,837	7,492%	3,231%	6,189%	5,538%	4,887%	3,584%
Minero Energético	1	1,924	6,749%	2,359%	5,542%	4,938%	4,335%	3,128%
	2	1,924	7,680%	3,231%	6,340%	5,670%	5,000%	3,660%
Construcción	1	1,927	6,755%	2,359%	5,547%	4,943%	4,339%	3,131%
	2	1,927	7,687%	3,231%	6,345%	5,674%	5,004%	3,662%
Informática y Electrónica de Consumo	1	2,044	7,009%	2,359%	5,750%	5,121%	4,491%	3,232%
	2	2,044	7,941%	3,231%	6,549%	5,852%	5,156%	3,764%

Fuente: Cálculos propios. Información está en términos trimestral promedio aproximado.

¹ Es la empresa tipo 1 o 2. La empresa tipo (2) será aquella de pequeña capitalización.

² El costo de la deuda se afecta por el poder de negociación. En este caso entre crédito ordinario (para empresa tipo 2) y crédito preferencial (para empresa tipo 1).

6. Conclusiones, comentarios y recomendaciones

Como conclusiones en este documento sobre las tasas de referencia, se puede decir. Primero, no se encontró un consenso sobre la metodología a aplicar y tampoco una extensa literatura aplicada para mercados emergentes incluyendo el caso colombiano. La literatura sí ha resaltado las limitaciones en mercados emergentes.

Segundo sí, se observa un avance, los mercados emergentes son más estables y cada día hay un mejor acceso a información de calidad y en tiempo real. En el caso de Colombia, más de dos décadas de apertura y un mejor acceso a la información permiten un mejor análisis el día de hoy que hace unos años. Se resalta la implementación de las NIFF en la presentación de estados financieros a partir del año 2016, esto permitirá información estándar para una mejor comparación en mercados internacionales y mejores estimaciones a futuro.

Tercero, cada sector tiene una sensibilidad diferente frente a cambios de mercado. Lo que apoya la hipótesis de este documento y las recomendaciones en la literatura sobre la separación de tasas de referencia por sector como se evidenció en las tablas 7, 8 y 9. Asimismo, el Kd y el Ke es diferente según el tamaño de la compañía encontrando una diferencia de 0.872 punto porcentuales trimestre efectivo para el caso del costo de la deuda y una diferencia de 0.932 puntos porcentuales para el caso del costo del capital efectivo trimestral.

Cuarto, se encontró que la distribución de los parámetros por sensibilidad de cada sector es asimétrica pero consistente, como se evidenció en los apéndices, esto ayudó a determinar la media del parámetro de sensibilidad por sector, usados en el modelo para el cálculo de las tasas de referencia. Lo que implicaría que replicar los niveles de sensibilidad con una pequeña muestra llevaría a una pérdida significativa de potencia, debido a la limitación de los datos.

Quinto, contrastando la información con los parámetros de Damodaran, un cálculo de nivel sensibilidad por sector con información a nivel mundial actualizado hasta diciembre de 2017 y una fuente común para extraer estos datos, se encuentran diferencias significativas entre los niveles de sensibilidad por sectores y en consecuencia en la estimación de los costos de capital. Donde el uso de los parámetros de sub estima / sobre estima los riesgos por sector si se aplica en el mercado colombiano, un mercado emergente en la región de América Latina y el Caribe.

Se encontró, al usar los parámetros de Damodaran, una diferencia de (0,2274) en promedio por abajo, subestimando los niveles de sensibilidad y los costos de capital de los siguientes sectores: Agropecuario, pesca y silvicultura, automotriz, Calzado, construcción, hidrocarburos, informática y electrónica de consumo, minero energético, textiles y confecciones, transporte (agua y tierra), transporte aéreo. Además, se encontró que están siendo sobrestimados en los niveles de sensibilidad por una diferencia de (0,2076) en promedio los sectores de: Alimentos, entretenimiento, farmacéutico, financiero, hotelería y turismo, industria metalúrgica, medio ambiente y tratamiento de residuos, mercadeo, salud, seguros, telecomunicaciones.

Con respecto a, las aplicaciones y las limitaciones de este documento. Las tasas de referencia pueden ser usadas para proyectos según el sector considerando niveles de apalancamiento y el tamaño de la compañía o el proyecto según las tablas 7, 8 y 9; en el mediano y largo plazo o para ser usados como tasas de descuento. También, existe un sesgo intencional orientado hacia los mercados emergentes para América Latina y el Caribe por cuanto se limita el uso para mercados emergentes en una región distinta. De manera análoga, no se recomienda para evaluaciones al corto plazo.

Finalmente, se recomienda hacer un análisis más profundo sobre tasas impositivas y tasas impositivas efectivas y marginales para el caso de Colombia, porque las tasas efectivas son menores a las esperadas cuando se contrasta información del Banco Mundial con la información de la Súper Intendencia de Sociedades de Colombia para el periodo usado en este documento. Se evidenció un promedio del 30% (promedio histórico) en la tasa efectiva de tributación en los sectores para Colombia frente al 77.5% (promedio histórico) y 69,7% (promedio, 2017) reportado por el Banco Mundial (Datos para Colombia). Además, se recomienda hacer un comparativo de los resultados en este documento con tasas de referencia contables y con modelos de *Equity risk implied premiums*.

7. Bibliografía.

Bekaert, G., & Harvey, C. R. (2000). Foreign speculators and emerging equity markets. *The Journal of Finance*, 55(2), 565-613.

Bodnar, G. M., Dumas, B., & Marston, R. D. (2003). *Cross-border valuation: The international cost of equity capital* (No. w10115). National Bureau of Economic Research

Bowman, R. G. (1981). The Theoretical Relationship Between Systematic Risk and Financial (Accounting) Variables: Reply. *Journal of Finance*, 36(3), 749-50.

Caicedo, E. (mayo, 2006) *Estimación de la prima por riesgo en el mercado accionario colombiano y estimación de betas de empresas colombianas que no se cotizan en la bolsa de valores en Colombia*. In *VI Conferencia Internacional de Finanzas*.

Calvo, S. G., & Reinhart, C. M. (1996). Capital flows to Latin America: is there evidence of contagion effects?

Campos, S., Castro, M., Cuy, M., & Ferrer, G. (2005). *CAPM en mercados emergentes*. Universidad Pompeu Fabra (España), Instituto de Educación Continua.

Cooper, I., & Nyborg, K. (2007). Valuing the debt tax shield.

Damodaran, Aswath, *Equity Risk Premiums (ERP): Determinants, Estimation and Implications – The 2017 Edition* (March 27, 2017). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2947861>

Damodaran, A. (2012). *Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset* (Vol. 666). John Wiley & Sons.

Damodaran Aswath (2005). “*Value and Risk: Beyond Betas*”. *Financial Analysts Journal*, Vol. 61, No. 2, pp. 38-43, March/April.

DANE. (2012). *CLASIFICACIÓN INDUSTRIAL INTERNACIONAL UNIFORME DE TODAS LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS*. Revisión 4 adaptada para Colombia CIU Rev. 4 A.C., Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

FSA, F. S. (2013). *Internal Audit report*. LIBOR Internal Audit report, FSA, Financial Services Authority. Recuperado el 8 de Junio de 2018

Ferson, W. E., & Locke, D. H. (1998). Estimating the cost of capital through time: An analysis of the sources of error. *Management Science*, 44(4), 485-500.

Fuenzalida, D., Mongrut, S., & Nash, M. (2007). Evaluación de proyectos en mercados de capitales incompletos. *El trimestre económico*, 69-121.

García Conejos, M. M. (2016). Economic and financial viability of an investment project.

Godfrey, S., & Espinosa, R. (1996). A practical approach to calculating costs of equity for investments in emerging markets. *Journal of Applied Corporate Finance*, 9(3), 80-90.

Ghosh, D., & Vogt, A. (2012). Outliers: An evaluation of methodologies. In *Joint statistical meetings* (pp. 3455-3460). San Diego, CA: American Statistical Association

Harris, R. S., Marston, F. C., Mishra, D. R., & O'Brien, T. J. (2002). Ex ante cost of equity estimates of S&P 500 firms: the choice between global and domestic CAPM.

harpe,W. (1964). *Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk*, Journal of Finance. 425-442

Jagannathan, R. y Z. Wang (1996): "The conditional CAPM and the ross section of expected returns", Journal of Finance 51, pp. 3-53.

Koedijk, K. G., Kool, C. J., Schotman, P. C., & Van Dijk, M. A. (2002). The cost of capital in international financial markets: local or global? *Journal of International Money and Finance*, 21(6), 905-929.

Lessard, D. R. (1996). Incorporating country risk in the valuation of offshore projects. *Journal of applied corporate finance*, 9(3), 52-63.

Maysami, R. C., Lee, C. H., & Hamzah, M. A. (2005). Relationship between macroeconomic variables and stock market indices: cointegration evidence from stock exchange of Singapore's all-S sector indices. *Jurnal pengurusan*, 24, 47-77.

Merlo, M. G. (2004). ¿Cuál es la Tasa de Corte en la Argentina? Obtenido de mba.americaeconomia:
http://mba.americaeconomia.com/sites/mba.americaeconomia.com/files/tasa_de_corte.pdf

Miles, J. A., & Ezzell, J. R. (1985). Reformulating tax shield valuation: A note. *The Journal of Finance*, 40(5), 1485-1492.

Nieto, B., & Rodríguez, R. (2005). Modelos de valoración de activos condicionales: Un panorama comparativo. *Investigaciones económicas*, 29(1), 33-71.

Remer, D. S., & Nieto, A. P. (1995A). A compendium and comparison of 25 project evaluation techniques. Part 1: Net present value and rate of return methods. *International Journal of Production Economics*, 42(1), 79-96.

Remer, D. S., & Nieto, A. P. (1995B). A compendium and comparison of 25 project evaluation techniques. Part 2: Ratio, payback, and accounting methods. *International Journal of Production Economics*, 42(2), 101-129.

Richard Lambert; Christian Leuz; Robert E. Verrecchia. In: *Journal of Accounting Research*. 45(2):385-420; Blackwell Publishing, 2007.

Ross, S. A. (1976) “The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing”, Journal of Economic Theory, December.

Stephen G., y Espinosa R. (1996) “A practical approach to calculating Cost of Equity for investment in Emerging Markets.” Journal of Applied Corporate Finance, fall .volume 9, 80-89.

Vélez Pareja, I. (2002). *Costo de capital para firmas no transadas en bolsa*. Academia. Revista Latinoamericana de Administración, (29).

Banco Mundial. (febrero de 2018). Empresas Cotizando en Bolsa. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/CM.MKT.LDOM.NO?view=map&year=2017>

Banco de la República - Colombia (1 de 02 de 2018). *Banco de la República - Colombia tasas*. Obtenido de <http://www.banrep.gov.co/es/tasas-interes>

Damodaran. (mayo de 2017). Variables used and data sets. Obtenido de http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/variable.htm

Damodaran. (Enero de 2018). Calculo de betas. Obtenido de http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

Super Intendencia de Sociedades. (17 de mayo de 2017). Superfinanciera. Recuperado el 17 de mayo de 2017, de <https://www.superfinanciera.gov.co/jsp/loader.jsf?lServicio=Publicaciones&lTipo=publicaciones&lFuncion=loadContenidoPublicacion&id=15828&dPrint=1>

Superintendencias de Sociedades. (23 de noviembre de 2017). *Super Sociedades*. Obtenido de <http://www.supersociedades.gov.co/asuntos-economicos-y-contables/estudios-y-supervision-por-riesgos/SIREM/Paginas/default.aspx>

Apéndice

Apéndice 1. Prueba de hipótesis estadísticos t

Beta_apa¹

Prueba de hipótesis bajo el teorema del límite central. Pruebas estadístico t

Sector	Codigo	H ₁ (B<1)	H ₁ (b>1)	H ₁ (B>1)	N	Beta_apa ¹	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%		B
		P-value	P-value	P-value							
Agropecuaria, pesca y silvicultura	P_BA_1	0,0000***	0,0000***	1,0000	6684	0,795	0,008	0,639	0,780	0,810	B<1
Alimentos	P_BA_2	0,0000***	0,0000***	1,0000	12495	0,600	0,006	0,690	0,588	0,612	B<1
Automotriz	P_BA_3	1,0000	0,0000***	0,0000***	8096	1,743	0,018	1,657	1,707	1,779	B>1
Calzado	P_BA_4	1,0000	0,0000***	0,0000***	2728	1,346	0,027	1,407	1,293	1,399	B>1
Construcción	P_BA_5	1,0000	0,0000***	0,0000***	17513	1,927	0,016	2,069	1,896	1,957	B>1
Entretenimiento	P_BA_6	0,0000***	0,0000***	1,0000	5016	0,850	0,018	1,277	0,815	0,886	B<1
Farmacéutico	P_BA_7	1,0000	0,0000***	0,0000***	6512	1,655	0,019	1,517	1,618	1,692	B>1
Financiero	P_BA_8	0,0000***	0,0000***	1,0000	10120	0,314	0,004	0,371	0,307	0,321	B<1
Hidrocarburos	P_BA_9	1,0000	0,0000***	0,0000***	11000	1,599	0,016	1,628	1,569	1,630	B>1
Hotelaría y Turismo	P_BA_10	0,0000***	0,0000***	1,0000	5280	0,838	0,017	1,219	0,805	0,871	B<1
Industria Metalúrgica	P_BA_11	1,0000	0,0000***	0,0000***	10560	1,371	0,014	1,444	1,344	1,399	B>1
Informática y Electrónica de Consumo	P_BA_12	1,0000	0,0000***	0,0000***	12014	2,044	0,019	2,028	2,080	2,084	B>1
Medio Ambiente y Tratamiento de Residuos	P_BA_13	0,0000***	0,0000***	1,0000	5632	0,246	0,004	0,306	0,238	0,254	B<1
Mercadeo	P_BA_14	0,0000***	0,0000***	1,0000	3872	0,552	0,014	0,850	0,525	0,579	B<1
Minero Energético	P_BA_15	1,0000	0,0000***	0,0000***	13466	1,924	0,018	2,095	1,889	1,959	B>1
Salud	P_BA_16	0,0000***	0,0000***	1,0000	6864	0,675	0,010	0,802	0,656	0,694	B<1
Seguros	P_BA_17	0,0000***	0,0000***	1,0000	9768	0,711	0,011	1,121	0,689	0,733	B<1
Telecomunicaciones	P_BA_18	1,0000	0,0000***	0,0000***	9328	1,164	0,013	1,269	1,138	1,190	B>1
Textiles y Confecciones	P_BA_19	1,0000	0,0000***	0,0000***	13728	1,158	0,011	1,328	1,136	1,180	B>1
Transporte (agua y tierra)	P_BA_20	1,0000	0,0000***	0,0000***	5984	1,547	0,022	1,707	1,504	1,591	B>1
Transporte Aereo	P_BA_21	1,0000	0,0000***	0,0000***	4840	1,837	0,027	1,911	1,783	1,891	B>1

Fuente: Cálculos propios

¹ Beta apalancado estimado como la media simple de los resultados de la muestra

Beta_des¹

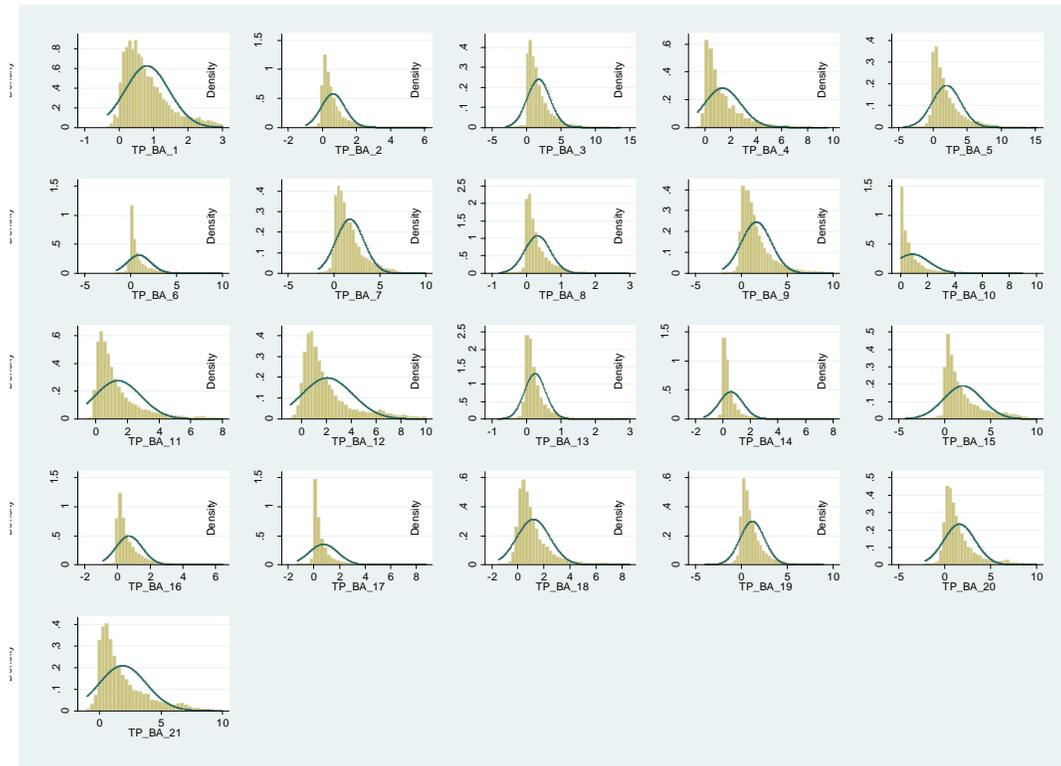
Prueba de hipótesis bajo el teorema del límite central. Pruebas estadístico t

Sector	Codigo	H ₁ (B<1)	H ₁ (b>1)	H ₁ (B>1)	N	Beta_des ¹	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%		B
		P-value	P-value	P-value							
Agropecuaria, pesca y silvicultura	P_BD_1	0,0000***	0,0000***	1,0000	6684	0,632	0,007	0,559	0,619	0,646	B<1
Alimentos	P_BD_2	0,0000***	0,0000***	1,0000	12495	0,425	0,004	0,464	0,417	0,433	B<1
Automotriz	P_BD_3	0,9964	0,0072***	0,0036***	8096	1,029	0,011	0,975	1,008	1,051	B>1
Calzado	P_BD_4	0,0000***	0,0000***	1,0000	2728	0,848	0,018	0,906	0,813	0,883	B<1
Construcción	P_BD_5	1,0000	0,0000***	0,0000***	17513	1,256	0,010	1,329	1,236	1,275	B>1
Entretenimiento	P_BD_6	0,0000***	0,0000***	1,0000	5016	0,658	0,014	0,966	0,631	0,685	B<1
Farmacéutico	P_BD_7	1,0000	0,0000***	0,0000***	6512	1,074	0,012	0,961	1,050	1,097	B>1
Financiero	P_BD_8	0,0000***	0,0000***	1,0000	10120	0,280	0,003	0,334	0,274	0,287	B<1
Hidrocarburos	P_BD_9	1,0000	0,0000***	0,0000***	11000	1,121	0,011	1,164	1,099	1,143	B>1
Hotelaría y Turismo	P_BD_10	0,0000***	0,0000***	1,0000	5280	0,589	0,011	0,826	0,567	0,611	B<1
Industria Metalúrgica	P_BD_11	0,0000***	0,0000***	1,0000	10560	0,908	0,009	0,934	0,890	0,926	B<1
Informática y Electrónica de Consumo	P_BD_12	1,0000	0,0000***	0,0000***	12014	1,171	0,010	1,134	1,151	1,191	B>1
Medio Ambiente y Tratamiento de Residuos	P_BD_13	0,0000***	0,0000***	1,0000	5632	0,192	0,003	0,224	0,186	0,198	B<1
Mercadeo	P_BD_14	0,0000***	0,0000***	1,0000	3872	0,352	0,008	0,490	0,336	0,367	B<1
Minero Energético	P_BD_15	0,9999	0,0001***	0,0001***	13466	1,037	0,010	1,126	1,018	1,056	B>1
Salud	P_BD_16	0,0000***	0,0000***	1,0000	6864	0,484	0,007	0,553	0,471	0,497	B<1
Seguros	P_BD_17	0,0000***	0,0000***	1,0000	9768	0,578	0,008	0,822	0,562	0,594	B<1
Telecomunicaciones	P_BD_18	0,0000***	0,0000***	1,0000	9328	0,646	0,007	0,724	0,631	0,661	B>1
Textiles y Confecciones	P_BD_19	1,0000	0,0000***	0,0000***	13728	1,158	0,011	1,328	1,136	1,180	B>1
Transporte (agua y tierra)	P_BD_20	0,0000***	0,0000***	1,0000	5984	0,839	0,012	0,952	0,815	0,863	B<1
Transporte Aereo	P_BD_21	1,0000	0,0000***	0,0000***	4840	0,893	0,015	1,022	0,864	0,922	B<1

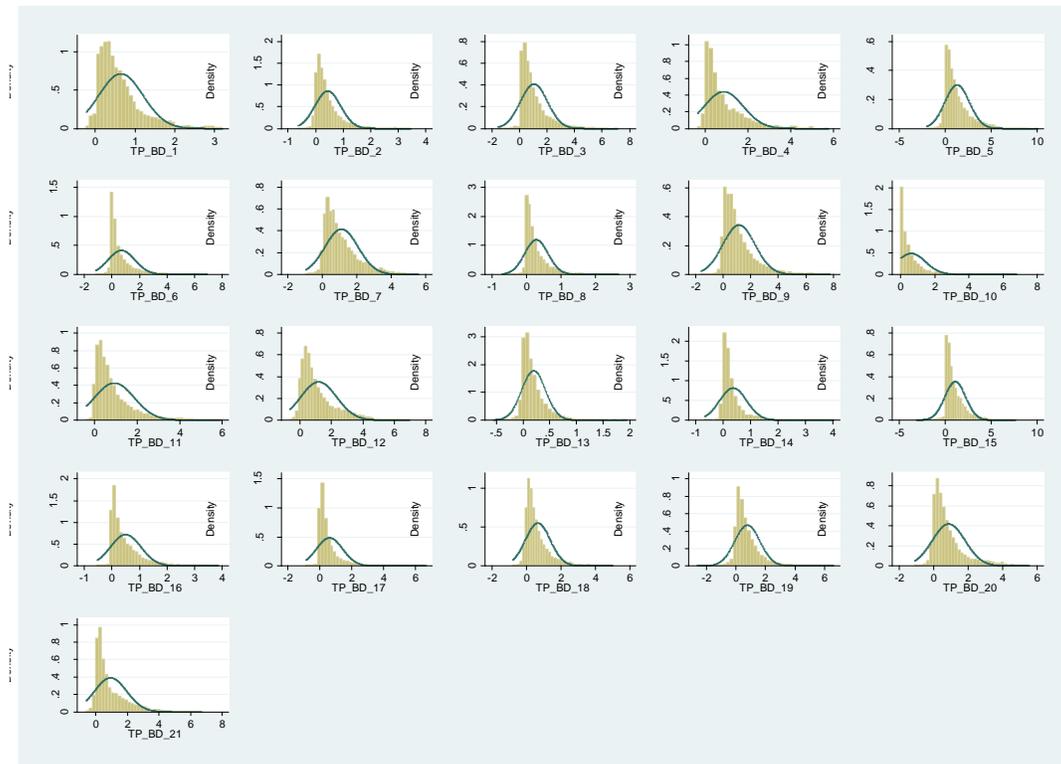
Fuente: Cálculos propios

¹ Beta des apalancado estimado como la media simple de los resultados de la muestra

Apéndice 2. Histogramas de distribución

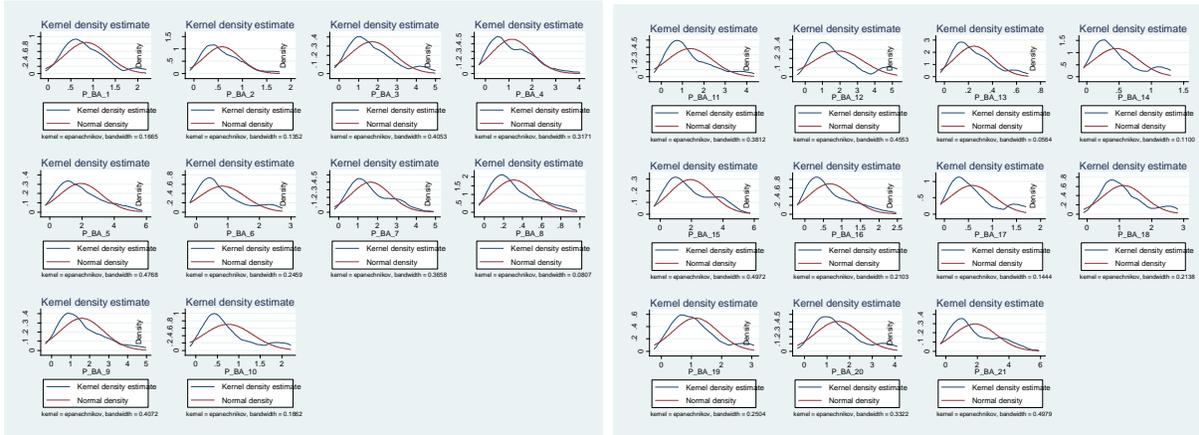


Fuente: Cálculos propios. Betas_apalancados

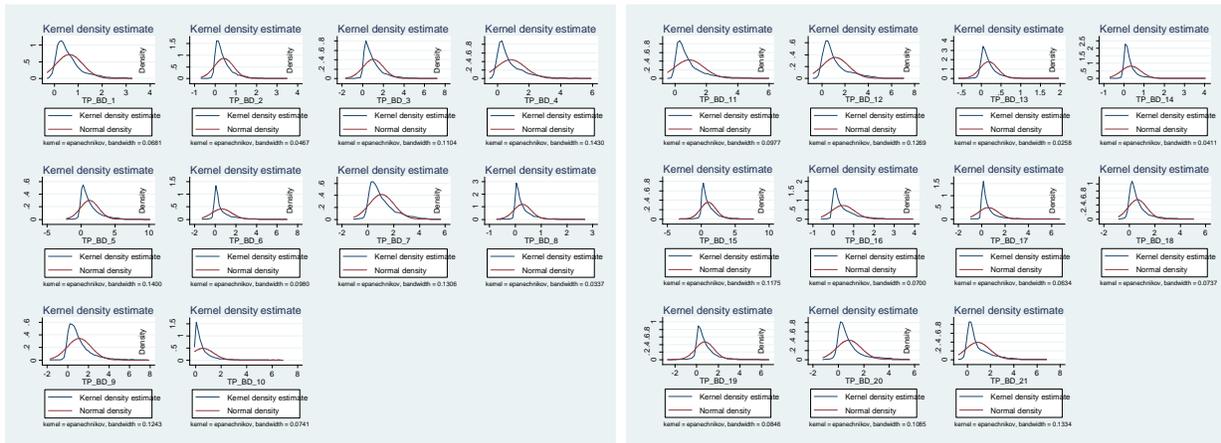


Fuente: Cálculos propios. Betas_desapalancados

Apndice 3. Kernel estimate



Fuente: Cálculos propios. Betas_apalancados



Fuente: Cálculos propios. Betas_desapalancados

Apéndice 4. Pruebas de distribución

Test de distribución beta_A¹

N	Sector	Codigo	Skewness/Kurtosis (Jarque-Bera)	Shapiro-Wilk	Shapiro-Francia
			P-value	P-value	P-value
6684	Agropecuario, pesca y silvicultura	P_BA_1	0,00000	0,00000	0,00001
12495	Alimentos	P_BA_2	0,00000	0,00000	0,00001
8096	Automotriz	P_BA_3	0,00000	0,00000	0,00001
2728	Calzado	P_BA_4	0,00000	0,00000	0,00001
17513	Construcción	P_BA_5	0,00000	0,00000	0,00001
5016	Entretenimiento	P_BA_6	0,00000	0,00000	0,00001
6512	Farmacéutico	P_BA_7	0,00000	0,00000	0,00001
10120	Financiero	P_BA_8	0,00000	0,00000	0,00001
11000	Hidrocarburos	P_BA_9	0,00000	0,00000	0,00001
5280	Hotelería y Turismo	P_BA_10	0,00000	0,00000	0,00001
10560	Industria Metalúrgica	P_BA_11	0,00000	0,00000	0,00001
12014	Informática y Electrónica de Consumo	P_BA_12	0,00000	0,00000	0,00001
5632	Medio Ambiente y Tratamiento de Residuos	P_BA_13	0,00000	0,00000	0,00001
3872	Mercadeo	P_BA_14	0,00000	0,00000	0,00001
13466	Minero Energético	P_BA_15	0,00000	0,00000	0,00001
6864	Salud	P_BA_16	0,00000	0,00000	0,00001
9768	Seguros	P_BA_17	0,00000	0,00000	0,00001
9328	Telecomunicaciones	P_BA_18	0,00000	0,00000	0,00001
13728	Textiles y Confecciones	P_BA_19	0,00000	0,00000	0,00001
5984	Transporte (agua y tierra)	P_BA_20	0,00000	0,00000	0,00001
4840	Transporte Aereo	P_BA_21	0,00000	0,00000	0,00001

Fuente: Cálculos propios

Ho=Normalidad

H1=Otra distribución

Se rechaza Ho a favor de H1 en todas las muestras y todas las pruebas.

¹beta_apalancado

Test de distribución. Beta_D¹

N	Sector	Codigo	Skewness/Kurtosis (Jarque-Bera)	Shapiro-Wilk	Shapiro-Francia
			P-value	P-value	P-value
6684	Agropecuario, pesca y silvicultura	P_BD_1	0,00000	0,00000	0,00001
12495	Alimentos	P_BD_2	0,00000	0,00000	0,00001
8096	Automotriz	P_BD_3	0,00000	0,00000	0,00001
2728	Calzado	P_BD_4	0,00000	0,00000	0,00001
17513	Construcción	P_BD_5	0,00000	0,00000	0,00001
5016	Entretenimiento	P_BD_6	0,00000	0,00000	0,00001
6512	Farmacéutico	P_BD_7	0,00000	0,00000	0,00001
10120	Financiero	P_BD_8	0,00000	0,00000	0,00001
11000	Hidrocarburos	P_BD_9	0,00000	0,00000	0,00001
5280	Hotelería y Turismo	P_BD_10	0,00000	0,00000	0,00001
10560	Industria Metalúrgica	P_BD_11	0,00000	0,00000	0,00001
12014	Informática y Electrónica de Consumo	P_BD_12	0,00000	0,00000	0,00001
5632	Medio Ambiente y Tratamiento de Residuos	P_BD_13	0,00000	0,00000	0,00001
3872	Mercadeo	P_BD_14	0,00000	0,00000	0,00001
13466	Minero Energético	P_BD_15	0,00000	0,00000	0,00001
6864	Salud	P_BD_16	0,00000	0,00000	0,00001
9768	Seguros	P_BD_17	0,00000	0,00000	0,00001
9328	Telecomunicaciones	P_BD_18	0,00000	0,00000	0,00001
13728	Textiles y Confecciones	P_BD_19	0,00000	0,00000	0,00001
5984	Transporte (agua y tierra)	P_BD_20	0,00000	0,00000	0,00001
4840	Transporte Aereo	P_BD_21	0,00000	0,00000	0,00001

Fuente: Cálculos propios

Ho=Normalidad

H1=Otra distribución

Se rechaza Ho a favor de H1 en todas las muestras y todas las pruebas.

¹ Beta des apalancado