





## Aplicación del modelo CAPM al sector de fabricación de otros productos minerales no metálicos del Ecuador: periodo 2009 -2019

### Application of the CAPM model to the manufacturing sector of other non-metallic mineral products in Ecuador: period 2009 -2019

Luis Gabriel Pinos-Luzuriaga  
Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador  
[lpinos@uazuay.edu.ec](mailto:lpinos@uazuay.edu.ec)  
 <https://orcid.org/0000-0002-3894-8652>

Marco Antonio Reyes-Clavijo  
Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador  
[mreyes@uazuay.edu.ec](mailto:mreyes@uazuay.edu.ec)  
 <https://orcid.org/0000-0001-5279-4234>

Luis Bernardo Tonon-Ordóñez  
Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador  
[ltonon@uazuay.edu.ec](mailto:ltonon@uazuay.edu.ec)  
 <https://orcid.org/0000-0003-2360-9911>

Iván Felipe Orellana-Osorio  
Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador  
[ivano@uazuay.edu.ec](mailto:ivano@uazuay.edu.ec)  
 <https://orcid.org/0000-0001-6279-2734>

Recepción: 14/07/2021 | Aceptación: 15/10/2021 | Publicación: 30/10/2021

#### Cómo citar (APA, séptima edición):

Pinos-Luzuriaga, L.G., Reyes-Clavijo, M. A., Tonon-Ordóñez, L.B., y Orellana-Osorio, I.F. (2021). Aplicación del modelo CAPM al sector de fabricación de otros productos minerales no metálicos del Ecuador: periodo 2009 -2019. *INNOVA Research Journal*, 6(3.1), 131-150.  
<https://doi.org/10.33890/innova.v6.n3.1.2021.1806>

#### Resumen

El análisis de riesgo de mercado constituye una herramienta en la toma de decisiones en las organizaciones, al considerar el alto nivel de incertidumbre que afecta el cumplimiento de los objetivos empresariales. En el presente trabajo de investigación se aplica el modelo CAPM para

calcular el rendimiento mínimo esperado para el sector de fabricación de otros productos minerales no metálicos del Ecuador (CIU C23), en base a información financiera contable. Para el cálculo del coeficiente Beta se realizó una estimación por mínimos cuadrados ordinarios, en donde se propuso un ROE ajustado. La data estuvo conformada en promedio por 183 empresas en el periodo 2009-2019. El coeficiente Beta del sector fue 0,9737, valor levemente inferior al que presenta el sector de Industrias Manufactureras (CIU C) que fue 1,0688. Al desagregar el análisis por subsectores, se determinó que el C231 tiene un Beta de 0,5976, valor menor a 1, es decir que tiene menor riesgo que el mercado. Por otra parte, el subsector C239 tuvo un Beta de 1,0008, valor cercano a 1, es decir que su volatilidad es mayor a la del mercado. En el cálculo del rendimiento mínimo esperado, los resultados en todos los sectores analizados reflejaron un valor inferior al rendimiento real promedio, es decir que las empresas, en promedio, tienen un desempeño superior al esperado y por lo tanto se puede afirmar que las empresas crean valor.

**Palabras claves:** CAPM; Beta; rendimiento mínimo esperado; riesgo de mercado.

### **Abstract**

Market risk analysis is a tool in decision-making in organizations, considering the high level of uncertainty that affects the fulfillment of business objectives. In this research work, the CAPM model is applied to calculate the minimum expected return for the manufacturing sector of other non-metallic mineral products in Ecuador (ISIC- C23), based on accounting financial information. In order to calculate the Beta coefficient, an estimation by ordinary least squares was carried out, where an adjusted ROE was proposed. The data was made up of an average of 183 companies in the 2009-2019 period. The Beta coefficient of the sector was 0,9737, a value slightly lower than that of the Manufacturing Industries sector (ISIC C), which was 1,0688. When disaggregating the analysis by subsector, it was determined that C231 has a Beta of 0,5976, a value less than 1, that is, it has less risk than the market. On the other hand, the C239 subsector had a Beta of 1,0008, a value close to 1, that is, its volatility was higher than the market. When calculating the minimum expected return, the results in all the analyzed sectors reflected a value lower than the average real performance, that is, companies, on average have a higher performance than expected. Therefore, it can be said that companies create value.

**Keywords:** CAPM; Beta; minimum expected return; market risk.

## **Introducción**

“La formalización de la relación rentabilidad-riesgo ha sido, durante los últimos 60 años, un tema central para los profesionales y académicos del área financiera” (Botero y Vecino, 2015, p.39). Debido a la importancia de este tema han surgido diversos modelos, de los cuales destaca el Modelo de Valoración de Activos de Capital (CAPM), el cual también ha servido como base para la propuesta de nuevos modelos.

El CAPM propone predecir el riesgo de un activo separándolo en riesgo sistemático y riesgo no sistemático; el coeficiente Beta muestra la capacidad de respuesta de los rendimientos de las acciones individuales a los cambios en los rendimientos generales del mercado de valores (Adekunle et al., 2020; Elsas et al., 2003; St.-Pierre y Bahri, 2006). Según Ross et al. (2012) el

riesgo no sistemático es un riesgo que afecta un solo activo o un grupo pequeño de activos; y el riesgo sistemático afecta al mercado en su totalidad, y no se puede reducir con la diversificación.

De acuerdo a Villagómez (2014) el CAPM requiere de la existencia de un mercado de valores desarrollado, ya que se sustenta en la teoría de los “mercados eficientes”. Esta situación o supuesto no se cumple en mercados emergentes ya que como afirman Ruíz et al. (2021), sus variables macroeconómicas tienen un comportamiento distinto, lo que genera resultados y conclusiones con mayor grado de subjetividad. Esto se ahonda en el caso de Ecuador, tal como indica Montenegro et al. (2014), ya que su Mercado de Valores es todavía incipiente, siendo su aporte casi insignificante a la dinámica de la economía nacional.

Por lo expuesto anteriormente, el propósito de esta investigación es aplicar el modelo CAPM al sector C23 para obtener el rendimiento mínimo requerido a través de información contable. Si se considera la incertidumbre existente en el mercado ecuatoriano, los indicadores de riesgo representan una herramienta para la toma de decisiones a nivel empresarial. Por lo tanto, la hipótesis de este trabajo es que el rendimiento mínimo requerido del sector, calculado con información contable, permite identificar que el sector agrega valor, en relación al rendimiento histórico obtenido.

La importancia del sector escogido en la economía nacional es marginal, según datos del Banco Central del Ecuador (2020a), aportó en promedio algo más del 1% al PIB real total en el período 2009-2019. Este sector genera bienes que son insumos para la construcción lo que da como resultado su estrecha relación y de esto nace la necesidad de su análisis. Las provincias con mayor aporte promedio al sector fueron Guayas, Azuay y Pichincha sumando entre ellas 79,97% (Banco Central del Ecuador, 2020b).

### **Revisión de literatura**

De acuerdo a Botero y Vecino (2015), el CAPM fue el primer modelo de equilibrio general en el que se estableció una relación matemática y medible entre la rentabilidad y el riesgo. Para Butt y Sadaqat (2020) este se basa en el supuesto de que no se valora el riesgo específico de las empresas cuando en el mercado se da un estado de equilibrio. En este modelo se plantea que el único riesgo que afecta la rentabilidad esperada de una inversión es el del sistema, debido a que cualquier otro riesgo es diversificable. El CAPM se basa en la Teoría de Selección de Carteras propuesto por Markowitz (1952), quien presentó un modelo de selección de portafolios que incorporó los principios de diversificación; el autor asevera que un tipo de regla relativa a la elección de la cartera es que el inversor debería maximizar el valor descontado (o capitalizado) de los rendimientos futuros. Posteriormente, Tobin (1958) introduce el teorema de la separación que involucra el concepto de activo libre de riesgo, generando con esto, nuevas alternativas de inversión. Del teorema de la separación surge el portafolio óptimo.

De esta manera, Sharpe (1964), Lintner (1965) y Mossin (1966) propusieron el *Capital Asset Pricing Model (CAPM)*, modelo que permite conocer la rentabilidad mínima esperada de un activo financiero según el nivel de riesgo. En el modelo, el coeficiente Beta ( $\beta$ ) es el indicador que representa el riesgo del activo o cartera con respecto del mercado; es decir que entre mayor sea el coeficiente Beta, mayor será el rendimiento requerido. La teoría de Sharpe (1964) plantea dos

supuestos: 1) La relación entre dos activos se basa en la influencia sobre los mismos de una cartera de mercado, y 2) Existe una relación lineal entre los activos y la cartera de mercado.

Para Leyva (2014), existen únicamente dos teorías que tienen un riguroso fundamento teórico para calcular el equilibrio entre el riesgo y la rentabilidad de los activos: el CAPM y el modelo APT (Arbitrage Pricing Theory) propuesto por Ross (1976). El autor asevera que la segunda teoría posee un poder explicativo superior debido a que incluye múltiples factores para explicar las rentabilidades.

De acuerdo a Ross et al. (2012), la covarianza y la correlación son componentes esenciales para comprender el coeficiente Beta. El CAPM es un modelo ceteris paribus y es válido solo bajo los siguientes supuestos, de acuerdo a Basu y Chawla (2010):

- Los inversores son personas reacias al riesgo. También tienen el mismo horizonte de tiempo.
- Los inversores son tomadores de precios y tienen una expectativa homogénea sobre los rendimientos de los activos que tienen un conjunto normal de distribución.
- Los inversores pueden pedir o prestar dinero a una tasa de rendimiento libre de riesgo.
- Las cantidades de activos son fijas. Son negociables y perfectamente divisibles.
- Los mercados de activos no tienen fricciones y la información es gratuita.
- No hay imperfecciones del mercado.

Entre las principales aplicaciones y modelos sugeridos a partir del CAPM se destacan: Breeden et al. (1989) analizan el modelo de valoración de activos de capital orientado al consumo (CCAPM) y concluyen que el desempeño del CAPM tradicional y del CCAPM son aproximadamente los mismos. Además, diversos autores han elaborado modelos de medición de riesgo a partir del CAPM clásico, entre los que destacan: modelo Zero – Beta CAPM (Black, 1972), CAPM Intertemporal (Merton, 1973), modelo APT o Teoría del Arbitraje (Ross, 1976), modelo Consumption CAPM (Rubinstein, 1976), modelo de los Tres Factores de Fama y French (Fama y French, 1992, 1993, 1996) y el D – CAPM (Estrada, 2002). Barinov et al. (2020) analizan dos modelos de períodos múltiples: el modelo de valoración de activos de capital condicional (CCAPM) y el modelo CAPM Inter - temporal (ICAPM). Utilizando datos de 29 años, en el estudio se encuentra que los factores macroeconómicos influyen y explican significativamente la rentabilidad de las acciones de las aseguradoras.

En el contexto regional y de países emergentes, Basu y Chawla (2010) prueban la validez del CAPM para el mercado de valores de la India; los autores concluyen que el CAPM necesita ser reemplazado por un modelo que capture las variables que causan los cambios en precios de los activos. Martínez et al. (2014) aplican 4 métodos para el cálculo de los Betas de una muestra de empresas que cotizaron en el Mercado de Valores de Argentina entre 2010 y 2012; los autores aseveran que el método Bottom Up (mayormente utilizado en la literatura) no tiene en cuenta el efecto que tiene el Beta de la deuda, por lo cual podría ser más exacto calcular el Beta apalancado.

Santana (2015) estima el coeficiente Beta en el sector inmobiliario a partir del desempeño de fondos de inversión inmobiliaria en Colombia; se plantea explorar una dinámica de Betas

cambiantes relacionados con la teoría de ciclos, ampliando el periodo analizado. Botero y Vecino (2015) proponen un modelo multifactor para relacionar la rentabilidad y el riesgo en países desarrollados y emergentes; en el caso de los países emergentes, los riesgos por tipo de cambio e inestabilidad económica, aunados al tamaño de mercado accionario, explican más del 40% de la variación de los retornos y la rentabilidad del mercado accionario no está explicada únicamente por el riesgo sistemático, ya que se incorporan medidas que reconocen un grado de segmentación.

Flores et al. (2019) aplican el CAPM en las microempresas dedicadas a la industria manufacturera en México; en la investigación se determinaron ocho coeficientes de riesgo Beta para microempresas de una selección de subsectores representativos correspondientes a la industria manufacturera en México. Kayo et al. (2020) analizan y proponen procedimientos alternativos para estimar el costo del patrimonio a través del modelo de valoración de activos financieros (CAPM) en el contexto de la transmisión de electricidad en Brasil.

En el ámbito ecuatoriano destaca Pastuña (2014) con el cálculo del Beta financiero de 8 empresas industriales que cotizan en la bolsa de valores de Quito en el período 2010-2011; en el estudio recalca la importancia de incrementar el reporte del Beta de las empresas para que se pueda visualizar el riesgo y así los inversores puedan hacer una adecuada selección al momento de invertir. También, Valverde y Caicedo (2019) aplican el CAPM para conocer la influencia rentable de las empresas vinculadas a la Bolsa de Valores de Guayaquil y Quito, en donde concluyen que el cálculo del Beta no es un factor excluyente de la rentabilidad de las empresas vinculadas a la Bolsa de Valores ecuatoriana.

Si bien el CAPM ha sido utilizado en países donde existe un mercado de valores desarrollado, el uso de Betas contables es una alternativa para el cálculo de este modelo en países como Ecuador con bajos volúmenes de negociaciones bursátiles, pudiendo ser aplicado en empresas cotizadas o no cotizadas en la bolsa. Bajo este contexto, St.-Pierre y Bahri (2006) verificaron la viabilidad de utilizar el Beta contable como medida de riesgo, identificando la existencia de factores de riesgo intrínsecos en la información financiera utilizada. Por otra parte, Mellado et al. (2011) estudiaron si es posible afirmar que los Betas contables pueden ser una alternativa para medir el riesgo de mercado en Chile, para lo cual analizaron los datos de 27 empresas no financieras cotizadas en la Bolsa de Santiago entre 1994 y 2004. Utilizando variables como la utilidad contable, el ROE y cash flow de las operaciones, realizaron regresiones univariantes por mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Se concluyó que, si bien los datos contables pueden explicar la rentabilidad de las empresas, estos no pueden utilizarse para una aproximación al riesgo sistemático de mercado de la empresa al calcular un Beta contable. Támara et al. (2017) aseveran que los Betas contables son muy útiles en aquellas empresas que no poseen datos históricos del precio de su acción o por el contrario poseen demasiado ruido.

De igual forma, Orellana et al. (2020) analizan el riesgo de mercado en el sector manufacturero del Ecuador en el periodo 2009-2018, quienes determinan el coeficiente Beta y rendimiento mínimo esperado de los 24 sub-sectores que componen la industria mediante la utilización de información contable.

En la investigación realizada por Isaac et al. (2021) se propone el cálculo del CAPM utilizando un Beta en base a información contable de las PyMEs de capital cerrado del sector

agropecuario de Colombia, pues el resultado se ajusta más a la situación y características de este segmento empresarial. Se utilizó información del balance del año 2017 de 338 empresas para calcular los indicadores ROA y ROE, además se toma como tasa libre de riesgo a la tasa de interés de los certificados de depósito a plazo (CDT) emitidos por el Banco de la República de Colombia con 360 días de plazo. Los autores concluyen que el uso un Beta contable permite una evaluación precisa del riesgo de las empresas no cotizadas. Botello y Guerrero (2021) investigaron el efecto de las NIIF en el cálculo del CAPM con valores contables en 15 bancos de Colombia en el periodo 2011-2018, tomando en cuenta tanto entidades cotizadas en bolsa como también no cotizadas. Para la estimación se utilizó el modelo de mínimos cuadrados ordinarios sobre un conjunto de datos de panel. Se determinó como activo libre de riesgo a los bonos del gobierno colombiano TES a 10 años. Los autores afirman en sus conclusiones que la utilización de datos contables para el cálculo del coeficiente Beta en el CAPM es la forma eficiente de aproximación al riesgo, ya que la muestra incluye empresas no cotizadas en bolsa.

Como se puede apreciar, se han realizado múltiples estudios y aplicaciones del CAPM. Su importancia no recae únicamente en conocer el riesgo y rendimiento mínimo esperado de un activo, sino también para conocer la tasa de descuento que se aplica para determinar el valor presente de un pago futuro. Para Pereiro (2006) se hace evidente en las investigaciones sobre finanzas corporativas la utilización de una tasa de descuento basada en el modelo CAPM.

## Metodología

### Selección de la muestra

La información financiera recopilada para la investigación fue obtenida de la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2020). En la Tabla 1 se presentan los diferentes sub – sectores que componen el sector de fabricación de otros minerales no metálicos.

**Tabla 1**

*Clasificación del sector de fabricación de otros productos minerales no metálicos*

---

<b>Subsector</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
C2310	Fabricación de vidrio y productos de vidrio
C2391	Fabricación de productos refractarios
C2392	Fabricación de materiales de construcción de arcilla
C2393	Fabricación de otros productos de porcelana y de cerámica
C2394	Fabricación de cemento, cal y yeso
C2395	Fabricación de artículos de hormigón, de cemento y yeso
C2396	Corte, tallado y acabado de la piedra
C2399	Fabricación de otros productos minerales no metálicos n.c.p.

---

*Fuente:* Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2020)

La data utilizada para el análisis fue depurada, para de esta manera obtener resultados más consistentes. Los criterios que se tomaron en cuenta para la eliminación de empresas fueron: empresas sin información financiera y empresas que no presentaron actividad (información en “0” en el estado de resultados). En base a lo mencionado anteriormente, se obtuvo que, en promedio existían 183 empresas por año en el sector, que al ser desagregadas por sub-sector, 32 eran del C231 y 151 del 239. En total se analizan 2015 observaciones en el periodo 2009-2019.

## Metodología de cálculo

El modelo CAPM se resume a través de la ecuación 1. Donde,  $E(R_i)$  representa la rentabilidad mínima esperada del título  $i$ ;  $R_f$  es la rentabilidad del activo libre de riesgo y  $R_m$  es la rentabilidad del mercado. El término  $(R_m - R_f)$  es la prima de mercado y  $\beta_i$  corresponde a la sensibilidad al riesgo no diversificable.

$$E(R_i) = R_f + \beta_i * (E(R_m) - R_f) \quad (1)$$

El coeficiente Beta recoge los efectos de la reacción que la compañía tiene frente al sistema, es decir que el riesgo de mercado se mide a través del Beta (Bautista, 2013; Brealey et al., 2010). Además, Vélez (2011) indica que el coeficiente Beta se puede calcular de dos formas, como se muestra en las ecuaciones 2 y 3:

$$\beta = \frac{cov(R_m, R_s)}{\sigma_m^2} \quad (2); \quad \beta = \frac{\sigma_s \cdot cor(R_m, R_s)}{\sigma_m} \quad (3)$$

En el caso de la variable *rendimiento del mercado* ( $R_m$ ), comúnmente se utilizan datos de rentabilidades de índices bursátiles; sin embargo, para el caso ecuatoriano, al disponer de un mercado bursátil incipiente o poco desarrollado, se propone un  $ROE_{Ajustado}$ , calculado de la manera que muestra la ecuación 4:

$$ROE_{Ajustado} = \frac{Utilidad\ operativas\ sin\ impuestos\ t}{Patrimonio\ t-1} \quad (4)$$

Para el cálculo del coeficiente Beta ( $\beta_i$ ) se realiza una estimación por mínimos cuadrados ordinarios. La variable dependiente es la rentabilidad del sector C23 y la variable independiente es la rentabilidad de mercado  $R_m$ . Es decir que se toma como referencia la teoría de Sharpe (1964), quien relaciona la rentabilidad de un título (variable explicada), con la rentabilidad del mercado bursátil (variable explicativa), según la siguiente función lineal de la ecuación 5:

$$R_t = \alpha + \beta * R_m + \epsilon \quad (5)$$

Se considera como “mercado” al total de empresas del Ecuador (se aplicaron los mismos criterios de eliminación mencionados). El promedio anual del mercado se compone de 47.653 empresas; el valor mínimo corresponde al 2009 con 36.508 empresas y el máximo al 2016 con 54.278 empresas. Además, se aplica el criterio de Fera (2004), al aplicar la varianza a la ecuación

6, para de esta manera descomponer el riesgo total en riesgo de mercado o sistemático y riesgo específico o único (diversificable).

$$\sigma_t^2 = \beta^2 * \sigma_m^2 + \sigma_{\epsilon}^2 \quad (6)$$

Donde:

- $\sigma_t^2$  = Riesgo total del título t.
- $\beta^2 * \sigma_m^2$  = Riesgo de mercado.
- $\sigma_{\epsilon}^2$  = Riesgo específico.

En la investigación se calculó el rendimiento mínimo esperado del sector por medio del CAPM. Para efectos comparativos, se determinó el riesgo y rendimiento mínimo esperado del sector manufacturero, para así conocer qué tan riesgoso es el sector en análisis con respecto a la industria a la cual pertenece. Para encontrar la variable  $R_f$  (tasa libre de riesgo) se utiliza la tasa referencial pasiva promedio (2009-2019) del Banco Central del Ecuador (2020c) que es de 5,044%.

Es importante mencionar que en el CAPM no hay apalancamiento, debido a que la inversión y el rendimiento de los fondos no tienen participación de deuda, es decir, no están apalancados (Santana, 2015). Un Beta desapalancado corresponde a una estructura de empresa o sector sin deuda, por otra parte, si se considera el nivel de apalancamiento de la empresa o sector se obtiene un Beta apalancado. El coeficiente Beta apalancado de la acción ( $\beta_l$ ) puede ser calculado como función del coeficiente Beta sin apalancamiento ( $\beta_u$ ) y el ratio de endeudamiento *debt to equity* (D/E) (Martínez et al., 2014), como se muestra en la ecuación 7.

$$\beta_l = \beta_u * [ 1 + ((1 - T) * \frac{D}{E}) ] \quad (7)$$

## Resultados

### Riesgo de mercado

En la Tabla 2 se observa el ROE ajustado obtenido a partir de las bases de datos mencionadas en la sección de metodología. El sector C23 presenta un rendimiento promedio general mayor al del mercado en conjunto.

**Tabla 2**

*Rendimiento del mercado y del sector de fabricación de otros productos minerales no metálicos (c23)*

Año	Rendimiento	
	Mercado	C23
2009	8,00%	27,43%
2010	18,69%	36,19%
2011	18,93%	21,88%
2012	15,94%	25,56%



Año	Rendimiento	
	Mercado	C23
2013	14,08%	20,02%
2014	9,30%	17,34%
2015	6,12%	19,37%
2016	2,93%	12,36%
2017	6,59%	12,92%
2018	6,68%	16,16%
2019	6,46%	11,06%
Promedio	9,19%	18,27%

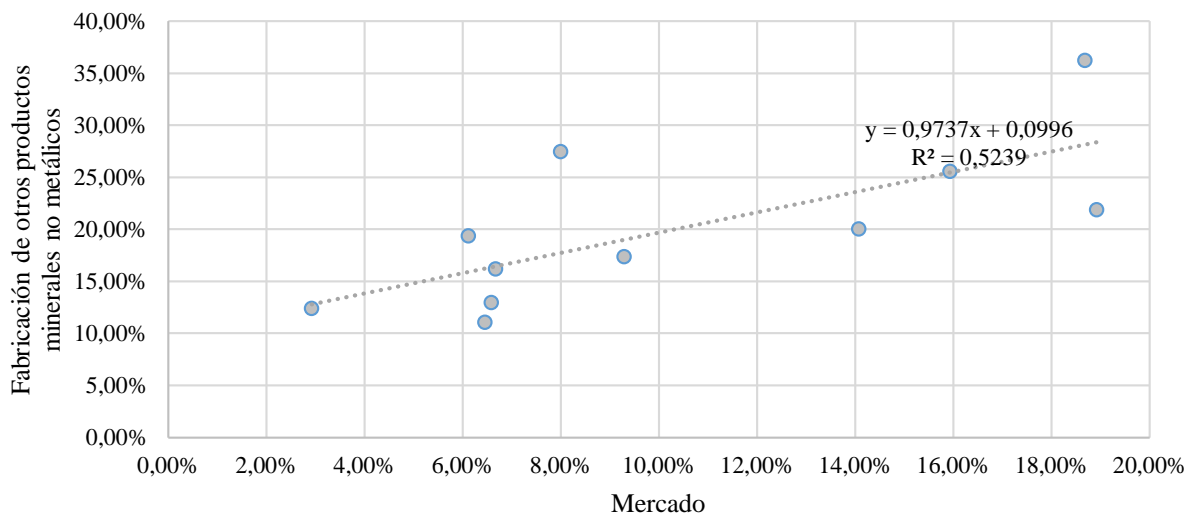
Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2020)

El coeficiente Beta del sector de fabricación de otros productos minerales no metálicos es de 0,9737 (ver anexo 1); lo cual indica que las empresas de este sector son ligeramente menos riesgosas que el mercado en su conjunto (Beta menor que 1); es decir que, por cada punto porcentual que varíe el rendimiento de las empresas en Ecuador, el rendimiento de las empresas del sector C23 variará un 0,9737 %. (ver Figura 1)

$$\beta_{C23} = \frac{cov(R_m, R_s)}{\sigma_m^2} = 0,9737$$

**Figura 1**

Diagrama de dispersión del sector de fabricación de otros productos minerales no metálicos (c23)



Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2020)

Para realizar una comparación se calculó de igual forma el coeficiente Beta del sector de industrias manufactureras, es decir el sector al cual pertenece el sector en análisis. Los datos indican que el sector manufacturero tiene un Beta de 1,0688 (ver anexo 2), es decir que el sector

de fabricación de otros productos minerales no metálicos es ligeramente menos riesgoso que la industria manufacturera.

$$\beta_c = \frac{cov(R_m, R_s)}{\sigma_m^2} = 1,0688$$

Los rendimientos del mercado y de la industria manufacturera (CIU – C) se presentan en la Tabla 3. El mercado tiene un menor rendimiento promedio que la industria manufacturera.

**Tabla 3**

*Rendimiento del mercado y del sector de industrias manufactureras (c)*

Año	Rendimiento	
	Mercado	C
2009	8,00%	21,41%
2010	18,69%	30,83%
2011	18,93%	23,37%
2012	15,94%	19,58%
2013	14,08%	18,43%
2014	9,30%	14,83%
2015	6,12%	12,84%
2016	2,93%	8,35%
2017	6,59%	11,63%
2018	6,68%	11,29%
2019	6,46%	9,96%
Promedio	9,19%	14,99%

*Fuente:* Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2020)

### Cálculo del riesgo total

En la Tabla 4 se calcula la varianza del mercado y del sector en análisis (C23):

**Tabla 4**

*Varianza del mercado (rm) y del sector c23 (rt)*

Año	Rt(%)	Rm(%)
2009	27,43%	8,00%
2010	36,19%	18,69%
2011	21,88%	18,93%
2012	25,56%	15,94%
2013	20,02%	14,08%

<b>Año</b>	<b>Rt(%)</b>	<b>Rm(%)</b>
2014	17,34%	9,30%
2015	19,37%	6,12%
2016	12,36%	2,93%
2017	12,92%	6,59%
2018	16,16%	6,68%
2019	11,06%	6,46%
Varianza	0,5111%	0,2824%

Fuente: Elaboración propia

Al reemplazar los valores de la ecuación 6 se genera el riesgo específico a través de la varianza residual que se obtiene del riesgo total y de mercado. En este caso, el riesgo sistemático representa el 52,39% del riesgo total, el restante 47,61% es el riesgo específico o no sistemático.

Donde:  $\sigma_t^2 = 0,5111\%$ ;  $\beta^2 = 0,9737^2$  y  $\sigma_m^2 = 0,2824\%$ . Este valor que coincide con el  $R^2$  obtenido anteriormente.

Como ya se mencionó, el riesgo específico se obtuvo a través de la varianza residual que se calcula entre el riesgo total y de mercado, es decir que el riesgo específico es igual a la suma de los residuales elevados al cuadrado o el valor de mínimos cuadrados (ver Tabla 5). Para obtener Rt estimada se utiliza la forma general de la ecuación de regresión lineal que se muestra en la ecuación 8:

$$\hat{Y} = a + bX \quad (8)$$

Alpha o "a" se obtienen a partir de la expresión que muestra la ecuación 9:

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} \quad (9)$$

**Tabla 5**

*Cálculo de residuales y mínimos cuadrados*

<b>Periodo</b>	<b>Rm (X)</b>	<b>Rt Observada (Y)</b>	<b>Rt Estimada (Ŷ)</b>	<b>Y - Ŷ</b>	<b>(Y - Ŷ)<sup>2</sup></b>
2009	8,00%	27,43%	17,75%	9,68%	0,94%
2010	18,69%	36,19%	28,16%	8,03%	0,64%
2011	18,93%	21,88%	28,39%	-6,51%	0,42%
2012	15,94%	25,56%	25,48%	0,08%	0,00%
2013	14,08%	20,02%	23,67%	-3,65%	0,13%
2014	9,30%	17,34%	19,02%	-1,68%	0,03%
2015	6,12%	19,37%	15,92%	3,45%	0,12%
2016	2,93%	12,36%	12,81%	-0,45%	0,00%
2017	6,59%	12,92%	16,38%	-3,46%	0,12%
2018	6,68%	16,16%	16,46%	-0,30%	0,00%
2019	6,46%	11,06%	16,25%	-5,19%	0,27%
Valor de mínimos cuadrados					0,2434%

Donde:

- $Y = Rt$  observada.
- $\bar{Y} =$  Media de  $Y$  (variables dependiente).
- $\bar{X} =$  Media de  $X$  (variables independiente).
- $\hat{Y} = Rt$  estimada.

### **Riesgo de mercado en el sub-sector de fabricación de vidrio y productos de vidrio – C231**

El coeficiente Beta del sector de fabricación de vidrio y productos de vidrio es de 0,5976, lo cual indica que las empresas de este sector son menos riesgosas que el mercado en su conjunto (Beta menor que 1); es decir que, por cada punto porcentual que varíe el rendimiento de las empresas en Ecuador, el rendimiento de las empresas del sector C231 variará un 0,5976 %.

$$\beta_{C\ 231} = \frac{cov(Rm, Rs)}{\sigma_m^2} = 0,5976$$

De igual forma, al reemplazar los valores de la ecuación 6 se genera el riesgo específico a través de la varianza residual que se obtiene del riesgo total y de mercado. En este caso, el riesgo sistemático representa el 51,54% del riesgo total, el restante 48,46% es el riesgo específico o no sistemático. Donde:  $\sigma_t^2 = 0,1957\%$ ;  $\beta^2 = 0,5976^2$  y  $\sigma_m^2 = 0,2824\%$ . Este valor que coincide con el  $R^2$  obtenido anteriormente.

### **Riesgo de mercado en el sub-sector de fabricación de otros productos minerales no metálicos n.c.p. C239**

El coeficiente Beta del sector de fabricación de otros productos minerales no metálicos n.c.p. es de 1,0008, lo cual indica que las empresas de este sector son ligeramente más riesgosas que el mercado en su conjunto (Beta mayor que 1); es decir que, por cada punto porcentual que varíe el rendimiento de las empresas en Ecuador, el rendimiento de las empresas del sector C239 variará un 1,0008 %.

$$\beta_{C\ 239} = \frac{cov(Rm, Rs)}{\sigma_m^2} = 1,0008$$

De igual forma, al reemplazar los valores de la ecuación 6 se genera el riesgo específico a través de la varianza residual que se obtiene del riesgo total y de mercado. En este caso, el riesgo sistemático representa el 50,63% del riesgo total, el restante 49,37% es el riesgo específico o no sistemático. Donde:  $\sigma_t^2 = 0,5587\%$ ;  $\beta^2 = 1,001^2$  y  $\sigma_m^2 = 0,2824\%$ . Este valor que coincide con el  $R^2$  obtenido anteriormente.

### **Cálculo del rendimiento mínimo esperado (CAPM)**

El rendimiento mínimo esperado se determinó a través de la fórmula 1. En base a lo mencionado, los rendimientos de mercado y tasa libre de riesgo serían:

- $R_m = 9,190\%$
- $R_f = 5,044\%$

En la Tabla 6 se observa que el rendimiento promedio de los sectores analizados, en todos los casos, es superior al rendimiento mínimo esperado obtenido por medio del CAPM. El riesgo de mercado determinado por el coeficiente Beta indica que tanto el sector C23 y subsector C239 poseen valores muy cercanos a 1: 0,9737 y 1,0008 respectivamente. Se debe considerar que un Beta igual a 1 indica que una variación del mercado provoca la misma variación en el activo, en este caso en los sectores. Por otra parte, el subsector C231 tiene un Beta de 0,5976, al ser un valor inferior a 1, se considera un sector no riesgoso, ya que tienen una volatilidad menor a la del mercado.

**Tabla 6**

*Resultados de riesgo y rendimiento*

CIU	Rendimiento general	Rendimiento 2019	Beta	CAPM
Mercado	9,19%	6,46%		
C	14,99%	9,96%	1,0688	9,47%
C 23	18,27%	11,06%	0,9737	9,08%
C 231	16,51%	10,79%	0,5976	7,52%
C 239	18,39%	11,08%	1,0008	9,19%

*Fuente:* Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2020)

### Discusión

Existen diversas metodologías para estimar el costo de capital de un activo, una empresa o un sector. La metodología cuantitativa más utilizada es el CAPM, modelo que señala una relación de equilibrio entre la rentabilidad esperada de un activo, la rentabilidad de un activo libre de riesgo y la rentabilidad de todos los demás activos de la economía. Este modelo, de acuerdo a Basu y Chawla (2010) ayuda a determinar la tasa de rendimiento teóricamente requerida y, por lo tanto, el precio de un activo cuando se agrega a una cartera bien diversificada y predice que el rendimiento esperado de un activo es igual a la tasa libre de riesgo más una prima de riesgo, es decir, está relacionada linealmente con el riesgo sistemático, medido por el coeficiente Beta del activo.

Kayo et al. (2020) indica que en el contexto CAPM el paso más crítico es medir el coeficiente Beta; la volatilidad excesiva de este indicador puede ser perjudicial tanto para el consumidor como para el inversor. Hay muchas fuentes para recolectar datos para la estimación de las betas, tal como indica Vélez (2011): el sitio oficial de la bolsa de valores, por ejemplo, el New York Stock Exchange, NYSE, Nasdaq o la oficina respectiva en cualquier país. También hay otras fuentes no oficiales, tales como Yahoo Finance, Google Finance, Bloomberg, DataValue,

Compustat, Económica, entre otros. Las fuentes mencionadas calculan los coeficientes Betas con los rendimientos de los títulos con frecuencia mensuales, utilizando una ventana temporal de 5 años. De la misma manera, Bodie, Kane y Marcus (2019) proponen el cálculo del coeficiente Beta utilizando series mensuales desde enero del 2006 a diciembre del 2010 (60 datos del rendimiento del activo).

En el escenario ecuatoriano, si se considera el poco desarrollo del mercado de valores, la metodología tradicional de cálculo puede resultar poco confiable. De acuerdo a Montenegro et al. (2014), uno de los principales problemas que impide el desarrollo del mercado de valores ecuatoriano es la desconfianza en este sector, generada por la falta de información y normas claras. Tanto es así que aproximadamente el 95% de las inversiones son de renta fija. Igualmente, Valverde y Caicedo (2019) indican que el poco desarrollo del mercado de valores ecuatoriano hace que las funciones operativas sean ineficientes, por lo que las operaciones en el mercado accionario son relativamente nulas generando poca dinamicidad en las series de tiempo analizadas.

A diferencia de lo propuesto por la metodología tradicional, en el presente trabajo se calculó el coeficiente Beta con información contable obtenido de los estados financieros anuales de las empresas del sector de fabricación de otros minerales no metálicos del Ecuador, utilizando una ventana temporal de once años, con frecuencia anual. Las series temporales presentan una baja dinamicidad y/o volatilidad, por lo que el análisis de regresión da como resultado un buen ajuste de los rendimientos observados con la línea característica.

Como se mencionó anteriormente, existen modelos sugeridos basados en el CAPM clásico. Entre los principales críticos de este modelo destacan Fama y French (1992), quienes critican la debilidad del coeficiente Beta como variable explicativa de las variaciones en las rentabilidades y afirman la existencia de otras variables que influyen en dicho resultado. De igual forma, Estrada (2002) indica que el CAPM surge de un equilibrio en el que los inversores maximizan una función de utilidad que depende de la media y la varianza de rentabilidad de su cartera; sin embargo, la varianza de los rendimientos es una medida de riesgo cuestionable.

Por otra parte, diversos autores resaltan la importancia del CAPM, y consideran el coeficiente como medida apropiada del riesgo; además, resaltan el modelo como un referente para el cálculo del costo del capital (Pereiro, 2010; Ross et al., 2012; Támara et al., 2017).

## Conclusiones

En la investigación se analizaron en promedio 183 empresas por año, correspondientes al sector de fabricación de otros productos minerales no metálicos (C23) del Ecuador; en total, 2015 observaciones fueron consideradas en el periodo 2009-2019. Se calculó el riesgo de mercado y rendimiento mínimo esperado por medio del modelo CAPM, además, los resultados fueron desagregados en los dos subsectores que componen el sector en análisis: C231 y C239.

El uso de información contable representa una alternativa para la aplicación del CAPM, sin embargo, al no incluir variables del entorno económico que influyen en el desempeño de las

empresas, el resultado puede sesgar la realidad. Otra limitante está relacionada con la periodicidad de la información, ya que el ROE utilizado es anual, a diferencia de la bolsa de valores en donde los datos son diarios. En el caso ecuatoriano, al no disponer de un mercado de valores desarrollado, en esta investigación se propone el cálculo de un ROE ajustado, para de esta manera obtener el rendimiento mínimo esperado del sector en análisis.

Según el modelo CAPM, la rentabilidad esperada de un activo debe ser, como mínimo, lo que genera el activo libre de riesgo. A esto se le suma la prima de mercado amplificada o reducida por el valor del coeficiente Beta del activo ( $\beta$ ); si el valor del Beta es mayor a 1, indica un mayor riesgo que el del mercado y, por tanto, una mayor rentabilidad esperada. Los coeficientes Beta de los sectores C23 y subsectores C231 y C239 son de 0,9737, 0,5976 y 1,0008 respectivamente. Como se aprecia, el subsector C231 tiene un Beta menor a 1, es decir que se considera a este sector no riesgoso; por otra parte, el C23 y C239 tienen un Beta cercano a 1, es decir que su volatilidad es relativamente parecida a la del mercado; cabe mencionar, que se consideró como mercado a la totalidad de las empresas del Ecuador. En el análisis también se determinó el riesgo total, para de esta manera conocer el porcentaje del riesgo que corresponde al riesgo sistemático y al no sistemático. Finalmente, se determinó el rendimiento mínimo esperado por medio del CAPM; los resultados en todos los sectores analizados reflejan un valor inferior al rendimiento promedio, es decir que las empresas, en promedio, tienen un desempeño superior al esperado o exigido.

Para validar los resultados obtenidos, el coeficiente de correlación  $r$ , obtenido a partir del  $R^2$  de los cuatro modelos, es superior a 0,7, lo cual efectivamente supone una relación o dependencia lineal entre las variables  $ROE_{Ajustado}$  y  $ROE_{Ajustado\ mercado}$ , cumpliéndose uno de los principales supuestos del modelo CAPM. Además, en los Anexos 1, 2,3 y 4 se observa que las variables independientes son estadísticamente significativas.

El CAPM calculado para el sector de fabricación de otros productos minerales no metálicos muestra un rendimiento mínimo requerido del 9,08%, que está en función del riesgo de mercado; este valor es menor que el rendimiento histórico promedio del año 2019 que es de 11,06%, por lo que se acepta la hipótesis debido a que es factible determinar la agregación de valor cuando se utiliza el modelo CAPM.

Los indicadores obtenidos representan una herramienta importante de apoyo en la toma de decisiones, considerando que a mayor riesgo se debe exigir un mayor rendimiento. Además, el propósito de las empresas es realizar inversiones que les permitan obtener el mayor retorno esperado, y a través del modelo CAPM se puede utilizar el coeficiente Beta como instrumento del cálculo del coste de oportunidad del capital de un activo. Un elemento importante en el cálculo del WACC (Weighted Average Cost of Capital) es el costo de capital, y el modelo CAPM se utiliza comúnmente como modelo de línea de base para estimar este costo con fines regulatorios.

A lo largo de la investigación han surgido algunos inconvenientes como: la falta de dinamicidad de los datos (se usan series anuales), el uso de una serie de tiempo pequeña para estimar el coeficiente Beta (debido a que la información financiera se presenta una vez al año por parte de las empresas), un mercado de valores y sobre todo accionario que no aporta dinamicidad en los precios, por lo que en muchos casos los rendimientos de los títulos valores permanecen

constantes, imposibilitando así la realización del modelo de regresión y por lo tanto imposibilita la posibilidad de calcular el coeficiente Beta.

### Referencias bibliográficas

- Adekunle, W., Bagudo, A. M., Odumosu, M., & Inuolaji, S. B. (2020). Predicting stock returns using crude oil prices: A firm level analysis of Nigeria's oil and gas sector. *Resources Policy*, 68(May), 101708. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101708>
- Banco Central del Ecuador. (2020a). *Anuario estadístico* 40. <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Anuario/Boletinuario.htm>
- Banco Central del Ecuador. (2020b). *Cuentas nacionales provinciales*. <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorReal/CuentasProvinciales/Indice.htm>
- Banco Central del Ecuador. (2020c). *Indicadores económicos*. <https://www.bce.fin.ec/>
- Barinov, A., Xu, J., & Pottier, S. W. (2020). Estimating the Cost of Equity Capital for Insurance Firms With Multiperiod Asset Pricing Models. *Journal of Risk and Insurance*, 87(1), 213-245. <https://doi.org/10.1111/jori.12267>
- Basu, D., & Chawla, D. (2010). An empirical test of CAPM-the case of Indian stock market. *Global Business Review*, 11(2), 209-220. <https://doi.org/10.1177/097215091001100206>
- Bautista, R. (2013). *Incertidumbre y riesgos en decisiones de inversión*. Ecoe Ediciones.
- Black, F. (1972). Capital Market Equilibrium with Restricted Borrowing. *The Journal of Business*, 45, No.3, 444-455.
- Botello, H., y Guerrero, I. (2021). Modelo CAPM para valorar el riesgo de los inversionistas a partir de la información contable antes y después de las NIIF en los bancos de Colombia. *Entramado*, 17(1), 122-135. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.7242>
- Botero, D., y Vecino, C. (2015). Modelación de la relación rentabilidad-riesgo en el mercado accionario para países desarrollados y países emergentes en un mundo parcialmente integrado. *Cuadernos de Administración*, 31(53), 38-47. <https://doi.org/10.25100/cdea.v31i53.15>
- Brealey, R., Allen, F., & Myers, S. (2010). *Principios de finanzas corporativas* (9.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Education.
- Breeden, D. T., Gibbons, M. R., & Litzenberger, R. H. (1989). Empirical Tests of the Consumption-Oriented CAPM. *The Journal of Business*, 44(2), 231-262. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1989.tb05056.x>
- Butt, H., y Sadaqat, M. (2020). The pricing of firm-specific risk in emerging markets. *The Journal of Investment Strategies*, 8(4), 21-32. <https://doi.org/10.21314/JO IS.2020.115>
- Elsas, R., El-Shaer, M., & Theissen, E. (2003). Beta and returns revisited. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 13(1), 1-18. [https://doi.org/10.1016/s1042-4431\(02\)00023-9](https://doi.org/10.1016/s1042-4431(02)00023-9)
- Estrada, J. (2002). Systematic risk in emerging markets: The D-CAPM. *Emerging Markets Review*, 3(4), 365-379. [https://doi.org/10.1016/S1566-0141\(02\)00042-0](https://doi.org/10.1016/S1566-0141(02)00042-0)
- Fama, E., & French, K. (1992). Required return on investments in construction. *The cross section of expected stock returns*, 47(1), 427-465. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1992.tb04398.x>



- Fama, E., & French, K. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, 33(1), 3-56. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(93\)90023-5](https://doi.org/10.1016/0304-405X(93)90023-5)
- Fama, E., & French, K. (1996). Multifactor explanations of asset pricing anomalies. *Journal of Finance*, 51(1), 55-84. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1996.tb05202.x>
- Feria, J. (2004). La medición de la rentabilidad y el riesgo bursátil. *Actualidad Finanzas Personales*.
- Flores, E., Rodríguez, A., & Flores, J. (2019). Risk determination for manufacturing micro-companies in Mexico. *Análisis económico*, 34(87), 149-176. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-66552019000300149&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-66552019000300149&script=sci_abstract&tlng=en)
- Isaac, D., Muñoz, A., Escobar, J., & de la Oliva de Con, F. (2021). The use of accounting beta as a risk assessment method for unlisted companies in Colombia. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(2), 23–30. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1938>
- Kayo, E., Martelanc, R., Brunaldi, E., & da Silva, W. (2020). Capital asset pricing model, beta stability, and the pricing puzzle of electricity transmission in Brazil. *Energy Policy*, 142(April), 111485. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111485>
- Leyva, E. (2014). Modelos multifactores macroeconómicos desde la perspectiva del Arbitrage Pricing Theory (APT). *Análisis Económico*, 29(71), 113-135. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41333722006>
- Lintner, J. (1965). The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets. *Review Literature and Arts of the Americas*, 47(1), 13-37.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7, 77-91. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x>
- Martínez, C. E., Ledesma, J. S., y Russo, A. O. (2014). Modelos de cálculo de las betas a aplicar en el Capital Asset Pricing Model: el caso de Argentina. *Estudios Gerenciales*, 30(131), 200-208. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.03.002>
- Mellado, C., Jara, M., y Arias, J. (2011). ¿Es útil la información contable para aproximar el riesgo sistemático en el mercado de capitales chileno?, Evidencia para 1994-2004. *Multidisciplinary Business Review*, 4(1), 21–34.
- Merton, R. (1973). An Intertemporal Capital Asset Pricing Model. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 41(5), 867-887. <https://doi.org/10.2307/1913811>
- Montenegro, E., Tinajero, F., y Pacheco, I. (2014). Estimación del riesgo de acciones a través de un modelo financiero y de modelos de heteroscedasticidad condicional autorregresiva. *UTCiencia*, 1(2), 61-71. <http://investigacion.utc.edu.ec/revistasutc/index.php/utciencia/article/view/7>
- Mossin, J. (1966). Equilibrium in a Capital Asset Market. *The Econometric Society*, 34(4), 768-783. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2307/1910098>
- Orellana, I., Tonon, L., Reyes, M., Pinos, L., y Cevallos, E. (2020). *Riesgos financieros en el sector manufacturero del Ecuador* (1.ª ed.). Casa editora Universidad del Azuay.
- Pastuña, F. (2014). Cálculo del beta financiero de las empresas industriales que cotizan en la Bolsa de Valores de Quito - Ecuador y su impacto en el crecimiento económico del período 2010-2011. *Departamento de Ciencias Administrativas, Económicas y de Comercio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE*, 1-6. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/9123>
- Pereiro, L. (2006). The practice of investment valuation in emerging markets: Evidence from Argentina. *Journal of Multinational Financial Management*, 16(2), 160–183.

- <https://doi.org/10.1016/j.mulfin.2005.06.001>
- Pereiro, L. (2010). The Beta Dilemma in Emerging Markets. *Journal of Applied Corporate Finance*, 22, 110-113. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6622.2010.00307.x>
- Ross, S. (1976). The arbitrage theory of capital asset pricing (Working Paper Version). *Journal of Economic Theory*, 13(3), 341–360. [https://doi.org/10.1016/0022-0531\(76\)90046-6](https://doi.org/10.1016/0022-0531(76)90046-6)
- Ross, S., Westerfield, R., y Jaffe, J. (2012). *Finanzas corporativas* (9.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Education.
- Rubinstein, M. (1976). The valuation of uncertain income streams and the pricing of options. *The Bell Journal of Economics*, 7(2), 407-425. <https://doi.org/10.2307/3003264>
- Ruíz, J., Altamirano, J., y Tonon, L. (2021). Aplicación del CAPM en Mercados Emergentes: Una revisión teórica. *Podium*, 39, 53–70. <https://doi.org/10.31095/podium.2021.39.4>
- Santana, L. (2015). Estimación del beta para el sector inmobiliario a partir del desempeño de fondos de inversión inmobiliaria en Colombia. *Revista Finanzas y Política Económica*, 7(1), 83-95. <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2015.7.1.4>
- Sharpe, W. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *The Journal of Finance*, 19(3), 425-442. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1964.tb02865.x>
- St.-Pierre, J., & Bahri, M. (2006). The use of the accounting beta as an overall risk indicator for unlisted companies. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 13(4), 546-561. <https://doi.org/10.1108/14626000610705741>
- Superintendencia de Compañías. Valores y Seguros. (2020). *Portal de información*. [https://appscvsmovil.supercias.gob.ec/portalInformacion/sector\\_societario.zul](https://appscvsmovil.supercias.gob.ec/portalInformacion/sector_societario.zul)
- Támara, A., Chica, I., y Montiel, A. (2017). Metodología de cálculo del beta: Beta de los activos, beta apalancado y beta corregido por cash. *Espacios*, 38(34), 15. <https://www.revistaespacios.com/a17v38n34/a17v38n34p15.pdf>
- Tobin, J. (1958). Liquidity Preference as Behavior Towards Risk. *The Review of Economic Studies*, 25(2), 65-86. <https://doi.org/10.2307/2296205>
- Valverde, J., y Caicedo, F. (2019). Cálculo de las betas del Capital Asset Pricing Model como indicador de rentabilidad de las empresas vinculadas a la bolsa de valores de Ecuador. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 24(107), 79-87. <https://doi.org/10.47460/uct.v24i107.417>
- Vélez, I. (2011). Estimación de betas y relación entre las betas apalancadas y el coste del capital. *Análisis financiero*, 116, 6-13. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4540276>
- Villagómez, B. (2014). El riesgo medido a través del Modelo CAPM ajustado para Mercados emergentes. *Economía y Negocios*, 5(1), 70. <https://doi.org/10.29019/eyn.v5i1.209>

## Anexos

### Anexo 1

#### Modelo de regresión – beta del sector c23

```
Call:
lm(formula = C23 ~ Mercado)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.065131 -0.035508 -0.004462  0.017639  0.096764

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.09960    0.03597   2.769  0.0218 *
Mercado      0.97372    0.30942   3.147  0.0118 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.05454 on 9 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5239,    Adjusted R-squared:  0.471
F-statistic: 9.903 on 1 and 9 DF,  p-value: 0.0118
```

*Fuente:* Elaboración propia a partir de RStudio

### Anexo 2

#### Modelo de regresión – beta de industrias manufactureras

```
Call:
lm(formula = C23 ~ Mercado)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.029981 -0.022799 -0.009611  0.002162  0.073197

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.05543    0.02320   2.390 0.040579 *
Mercado      1.06875    0.19956   5.355 0.000459 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.03517 on 9 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7612,    Adjusted R-squared:  0.7346
F-statistic: 28.68 on 1 and 9 DF,  p-value: 0.000459
```

*Fuente:* Elaboración propia a partir de RStudio

### Anexo 3

#### Modelo de regresión – beta del subsector c231

```
Call:
lm(formula = C23 ~ Mercado)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.038516 -0.025718 -0.008171  0.024046  0.059949

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.10777    0.02245   4.799 0.000975 ***
Mercado      0.59761    0.19318   3.094 0.012855 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.03405 on 9 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5154,    Adjusted R-squared:  0.4615
F-statistic:  9.57 on 1 and 9 DF,  p-value: 0.01285
```

*Fuente:* Elaboración propia a partir de RStudio

### Anexo 4

#### Modelo de regresión – beta del subsector c239

```
Call:
lm(formula = C23 ~ Mercado)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.06820 -0.03784 -0.00493  0.01732  0.10695

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.09927    0.03829   2.592  0.0291 *
Mercado      1.00079    0.32942   3.038  0.0141 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.05806 on 9 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5063,    Adjusted R-squared:  0.4514
F-statistic:  9.23 on 1 and 9 DF,  p-value: 0.01406
```

*Fuente:* Elaboración propia a partir de RStudio