

## **Una breve aplicación a la predicción de la fragilidad de empresas colombianas, mediante el uso de modelos estadísticos.**

**Jorge Iván Pérez García  
Mauricio Lopera Castaño  
Fredy Alonso Vásquez Bedoya**

Este documento fue realizado como componente del plan de trabajo docente y contó con el apoyo del Departamento de Estadística y Matemáticas y del Centro de Investigaciones y Consultorías - CIC -, de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Antioquia.



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

**FACULTAD DE CIENCIAS  
ECONÓMICAS**

**DEPARTAMENTO DE  
ECONOMÍA**

**Medellín - Colombia**

**Comité editorial:**

Carlos Andrés Vasco Correo M.Sc  
Jorge Barrientos Marín Ph.D  
Hector Mauricio Posada Duque Ph.D



© Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Antioquia. 2019

Sergio Iván Restrepo Ochoa  
Decano de Facultad

Jorge Barrientos Marín  
Jefe de Departamento de Economía

Carlos Andrés Vasco Correa  
Director Revista Lecturas de Economía.

Hector Mauricio Posada Duque  
Coordinador Maestría en Economía.

Liliana María Gallego Duque  
Coordinadora Maestría en Políticas Públicas.

*Una breve aplicación a la predicción de la fragilidad de empresas colombianas, mediante el uso de modelos estadísticos.*

**Jorge Iván Pérez García**<sup>1</sup>  
**Mauricio Lopera Castaño**<sup>2</sup>  
**Fredy Alonso Vásquez Bedoya**<sup>3</sup>

*Introducción – I. Marco teórico – II. Datos y metodología – III.  
Estimación – IV. Predicción – V. Conclusiones – Bibliografía*

## **Resumen**

Este trabajo estima diferentes modelos estadísticos para medir la probabilidad de riesgo de quiebra empresarial e identificar cuál de ellos presenta un mejor desempeño predictivo. Para lograr este objetivo, se emplean los estados financieros de las empresas colombianas para el 2015 con el fin de construir indicadores financieros como variables explicativas en los modelos empleados. Las variables más relevantes para medir la probabilidad de quiebra fueron la rentabilidad del patrimonio y el nivel de endeudamiento. Entre los modelos estimados (logístico, logístico heterocedástico, logístico robusto y logístico mixto), el logístico mixto fue el que presentó el mejor desempeño para predecir la fragilidad empresarial.

**Palabras clave:** Quiebra, fragilidad empresarial, indicadores financieros, modelo logístico.

## **Abstract**

This manuscript estimates different statistical models to measure the probability of risk business failure, and identifies which one has better predicting performance. In order to achieve this objective, the financial statements of Colombian companies in 2015 are used in order to build financial indicators as explanatory variables in the used models. The most relevant variables to measure the probability of business failure were the return on equity and

---

<sup>1</sup> Economista de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, 2013. Profesor Catedrático de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: jivan.perez@udea.edu.co

<sup>2</sup> Magíster en Estadística de la Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, 2007. Profesor Ocasional de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: mlopera1@gmail.com

<sup>3</sup> Magíster en Economía de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, 2007. Profesor de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Profesor Catedrático de la Facultad de Ciencias Humanas y Económicas de la Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: fredy.vasquez@udea.edu.co

debt ratio. Among the estimated models (logistic, heteroscedastic logistic, robust logistic and mixed logistic), the mixed logistic has the best performance in predicting the corporate fragility.

**Key words:** Failure, business fragility, financial indicators, logistic model

**Clasificación JEL:** C14, C52, C53, G33

## Introducción

Para estimar la fragilidad empresarial se han empleado en la literatura diferentes modelos que usan como variables dependientes algunos indicadores construidos a partir de los estados financieros de las empresas. El objetivo principal de estos modelos es estimar la probabilidad de riesgo de quiebra con el fin de anticipar una situación de insolvencia en la que una empresa no pueda cumplir con sus obligaciones financieras y por ende deba cesar su actividad económica.

Entre las metodologías pioneras para medir el riesgo de quiebra empresarial se tienen técnicas de análisis univariado y análisis discriminante múltiple propuestas por Beaver (1966) y Altman (1968), respectivamente, en las cuales se supone que las empresas se distribuyen de forma normal, lo cual hace que estas metodologías sean básicamente ordinales y tengan problemas para emparejar a las diferentes empresas (frágiles y no frágiles). Por su parte, Ohlson (1980) emplea un modelo logístico condicional para estimar la probabilidad de riesgo de quiebra empresarial, que permite evitar algunos problemas teóricos que presentan las metodologías propuestas por Beaver y Altman, como lo son el asumir distribuciones normales, la igualdad en las matrices de varianzas – covarianzas de empresas, lo cual elimina el supuesto de la homocedasticidad entre las empresas y permiten la introducción de efectos no lineales en la estimación sin imponer restricciones al número o al tipo de variables independientes (Pérez et al, 2013).

En Colombia, no son muchos los trabajos académicos que intentan explicar la fragilidad empresarial, pues la mayoría de técnicas disponibles para este tipo de análisis son aplicadas en estudios privados o se han desarrollado adaptaciones de estudios de otros países, dejando de lado la heterogeneidad en la estructura institucional, en las prácticas contables y en el comportamiento de las variables macroeconómicas a lo largo del tiempo (Martínez, 2003). Pese a esto, existen dos trabajos de referencia en el país, a saber, Rosillo (2002) donde se presenta un modelo de predicción de quiebra de empresas aplicando técnicas de análisis discriminante múltiple y Martínez (2003) donde se estima un modelo para predecir la fragilidad de las empresas colombianas, utilizando indicadores financieros y técnicas de regresión Probit.

Con el objetivo de contribuir a la discusión de la fragilidad empresarial en Colombia, en este trabajo se empleará un modelo logístico, un modelo logístico heterocedástico, un modelo logístico robusto y un modelo logístico mixto, para estimar la probabilidad de riesgo de quiebra de las empresas mediante la información reportada por las mismas a la Superintendencia de Sociedades de Colombia para el año 2015 y observar cuál de estos modelos presenta un mejor desempeño clasificando a las empresas entre frágiles y no frágiles. Se espera que este trabajo sea de importancia para las empresas pues les aportará una herramienta de utilidad para conocer su salud financiera y tomar medidas con antelación en caso de encontrarse en una situación con alta probabilidad de riesgo de quiebra.

## I. Marco teórico

En Colombia, con el objetivo de contrarrestar los efectos financieros acarreados por la insolvencia empresarial, se crea la Ley 550 de 1999, con la cual *se establece un régimen que promueve y facilite la reactivación empresarial y la reestructuración de los entes territoriales para asegurar la función social de las empresas y lograr el desarrollo armónico de las regiones*<sup>4</sup>, es decir, se crea un régimen legal para ayudar a las empresas que entran en crisis financiera a restablecer sus operaciones de forma normal.

Por medio de esta Ley, el estado intervendrá a las empresas que presenten problemas financieros mediante un proceso de reestructuración para así promover la reactivación de la economía y el empleo; buscar el uso eficiente de los recursos; mejorar la competitividad empresarial; reestablecer la capacidad de pago de las empresas; facilitarles el acceso al crédito para ayudar en su reactivación; fortalecer los sistemas de control interno; procurar una estructura administrativa, financiera y contable óptima; asegurar la calidad de la información que se suministra a socios, accionistas y terceros; propender acuerdos entre empresa y trabajadores; facilitar y garantizar el pago de los pasivos pensionales y establecer un marco legal adecuado que ayude a reestructurar la empresa de forma ágil, con equidad y seguridad jurídica.

La Ley 550 de 1999 fue reemplazada por la Ley 1116 de 2006, que es el actual régimen de insolvencia empresarial en Colombia. Este nuevo régimen *tiene por objeto la protección del crédito y la recuperación y conservación de la empresa como unidad de explotación económica y fuente generadora de empleo*<sup>5</sup>. Esta última ley, aunque busca alcanzar los mismos objetivos que la Ley 550 de 1999, se enfoca más en proteger a las empresas que se encuentran imposibilitadas para pagar sus deudas y cubrir sus obligaciones en los plazos establecidos, buscando con ello su recuperación de tal forma que puedan seguir desarrollando su actividad económica con normalidad y continúen siendo fuentes generadoras de empleo.

Para alcanzar dichos objetivos, las anteriores leyes junto a la Ley 222 de 1995, establecen los procesos a los que se pueden acoger las empresas que presenten problemas financieros y así evitarles llegar a un proceso de liquidación judicial o liquidación obligatoria. Estos procesos son conocidos como concordato, reestructuración y reorganización.

El concordato, según la Ley 222 de 1995, se celebra mediante la solicitud del deudor o de su apoderado, en donde el objetivo principal es la recuperación y conservación de la empresa como unidad de explotación y fuente generadora de empleo. Para acceder a dicho acuerdo el deudor debe contraer algunos compromisos como lo son, una administración transparente y eficiente de los negocios, asumiendo siempre moderación respecto a los gastos.

---

<sup>4</sup> Ley 550 de 1999, Diario Oficial No. 43.940 de 19 de marzo de 2000, Congreso de la República de Colombia.

<sup>5</sup> Artículo 1, Ley 1116 de 2006, Diario Oficial No. 46.494 de 27 de diciembre de 2006, Congreso de la República de Colombia.

El acuerdo de reestructuración, según la Ley 550 de 1999, es un convenio realizado a favor de una o varias empresas con el objetivo de corregir los problemas que presenten para que así puedan recuperarse dentro de unos plazos y unas condiciones establecidas en el mismo. Dicho acuerdo tendrá un plazo de cuatro meses contados a partir de la fecha en que se define por decisión del promotor o de la Superintendencia de Sociedades para llegar a una negociación, de no hacerlo, el promotor dará aviso a la autoridad competente para que se inicie un proceso concursal de liquidación obligatoria.

El acuerdo de reorganización, según la Ley 1116 de 2006, y al igual que el concordato, tiene por objetivo recuperar, proteger y preservar a las empresas como una unidad de explotación económica y una fuente generadora de empleo, mediante la normalización de las relaciones comerciales y por medio de una reestructuración operacional, administrativa, de activos o pasivos. Este acuerdo deberá ser solicitado por el deudor o por varios de sus acreedores titulares cuando se incurra en una situación de cesación de pagos o en una situación de incapacidad de pago inminente.

El acuerdo de liquidación obligatoria o liquidación judicial, según las Leyes 222 de 1995 y 1116 de 2006, se llevarán a cabo por solicitud del deudor o por un decretado de oficio asignado por la Superintendencia de Sociedades o cuando se incumplan los acuerdos de reorganización, reestructuración o concordato, en donde el objetivo principal de dicho acuerdo será la pronta y ordenada liquidación de la empresa, para así aprovechar lo mejor posible el patrimonio del deudor para que de esta manera se pueda atender el pago de las obligaciones que éste tenga a su cargo.

Cabe señalar que existe una diferencia sustancial entre los términos de bancarrota empresarial y quiebra empresarial, pues la bancarrota empresarial está asociada a las empresas que se encuentran cursando algún acuerdo de reestructuración, concordato o reorganización, mientras que la quiebra empresarial hace alusión a las empresas que entraron en un proceso de liquidación judicial o liquidación obligatoria. La diferencia radica en que las empresas que se encuentren en bancarrota pueden continuar operando bajo unos lineamientos establecidos por el acuerdo que estén cursando, mientras que las empresas que se encuentren en quiebra deben cesar la ejecución de sus operaciones y cerrar definitivamente. En adelante, se usará el término de fragilidad empresarial al referirse a las empresas que se encuentran en bancarrota o quiebra, pues este término hace alusión a una situación en la cual las empresas se encuentran insolventes ya sea de forma momentánea o permanente.

## II. Datos y metodología

La información empleada en este trabajo, al igual que en Martínez (2003), Narváez (2010) y Pérez et al. (2013), tiene como fuente la *Superintendencia de Sociedades de Colombia*. Por su parte, la metodología propuesta tiene en cuenta la aplicación de modelos logísticos para la predicción de la fragilidad empresarial, donde se incluyen algunas de las variables propuestas por Rosillo (2002) y Pérez et al. (2013). Es de anotar que este trabajo no tiene en cuenta la metodología presentada en Rosillo (2002), pues ésta tiene un alto nivel de subjetividad y lo que se desea lograr es eliminarla en lo posible mediante modelos estadísticos, por lo cual, se

empleará una metodología similar a la propuesta en Pérez et al. (2013), pero se diferencia de la misma, ya que incluye nuevas variables explicativas en las estimaciones e incorpora modelos logísticos más avanzados. Esta metodología se diferencia de otras presentadas en trabajos previos al incorporar un modelo logístico robusto y un modelo logístico mixto para la estimación y predicción de la fragilidad empresarial. Se espera que estos modelos sean superiores a los convencionales debido a que permiten una estructura heterocedástica, y al mismo tiempo posibilitan la interpretación de los parámetros estimados, interpretación que no es posible en el modelo logístico heterocedástico.

## A. Datos

Con el fin de estimar y realizar la comparación del desempeño predictivo de los modelos estadísticos, se emplea información de 24700 empresas que reportaron sus estados financieros a la *Superintendencia de Sociedades* para el año 2015, las cuales se reducen a 22205 después de haber eliminado aquellas empresas que presentaban información faltante o poco realista en alguna de sus cuentas, debido a que podrían afectar el nivel de ajuste de los modelos. Las 22205 empresas se dividen en 133 frágiles y 22072 no frágiles, siendo las frágiles aquellas que se encontraban ante la *Superintendencia de Sociedades* en un proceso de reorganización, concordato, reestructuración o liquidación.

En el Cuadro 1 se reportan las cuentas que presentan problemas en la información suministrada a la *Superintendencia de Sociedades de Colombia* y se indica el total de empresas que fueron eliminadas por tal motivo.

**Cuadro 1. Información eliminada por tipo de cuenta**

Descripción de la cuenta	N° de empresas eliminadas
Total pasivo corriente	167
Total patrimonio	1
Ingresos operacionales	1899
Gastos no operacionales	312
Total activo corriente	116
<b>TOTAL</b>	<b>2495</b>

## B. Variables

Para realizar la estimación de los modelos logístico, logístico mixto, logístico heterocedástico y logístico robusto, se construyen 11 indicadores financieros a partir de la información de las empresas frágiles y no frágiles, a saber

- Apalancamiento corto plazo(*apc*): *Pasivos corrientes/Patrimonio*
- Apalancamiento largo plazo(*apl*): *Total pasivos/Patrimonio*
- Endeudamiento financiero(*end*): *Obligaciones financieras/Ingresos operacionales*
- Margen neto(*mar*): *Utilidad/Ventas*



- Nivel de endeudamiento(*niv*):  $Total\ pasivos / Total\ activos$
- Prueba ácida(*pru*):  $(Activo\ corriente - Inventario) / Pasivo\ corriente$
- Razón corriente(*raz*):  $Activo\ corriente / Pasivo\ corriente$
- Razón tesorería(*tes*):  $(Caja + Bancos) / Pasivo\ corriente$
- Rentabilidad activo(*rac*):  $Utilidad / Total\ activos$
- Rentabilidad patrimonio(*rpa*):  $Utilidad / Patrimonio$
- Rotación activos(*rot*):  $Ventas / Total\ activos$

### C. Descripción estadística de las razones financieras

Con el propósito de observar si existen diferencias significativas entre los indicadores financieros de los dos grupos de empresas, se realiza una prueba de hipótesis para la diferencia de medias, donde aquellos indicadores en los que se rechace la hipótesis nula podrán ser variables significativas en la estimación de los modelos que permiten clasificar las empresas entre frágiles y no frágiles. La hipótesis nula a considerar está dada por:

$$H_0 : \mu_{i, no\ frágil} = \mu_{i, frágil}$$

$$H_1 : \mu_{i, no\ frágil} \neq \mu_{i, frágil}$$

Donde  $\mu_i$  representa la media para el  $i$  –ésimo indicador financiero.

**Cuadro 2. Prueba para diferencia de medias**

Variable	Empresas no frágiles		Empresas frágiles		Estadístico t	P-valor
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar		
<i>raz</i>	4,781	13,486	5,707	15,903	-0,670	0,503
<i>pru</i>	4,000	12,806	4,455	12,712	-0,411	0,681
<i>tes</i>	0,501	3,539	0,173	0,498	6,653	0,000
<i>rot</i>	1,209	2,540	0,887	0,881	4,110	0,000
<i>mar</i>	0,216	82,613	-1,821	13,689	1,554	0,120
<i>rac</i>	0,018	0,504	-0,042	0,179	3,762	0,000
<i>rpa</i>	0,077	4,745	-0,293	2,341	1,801	0,072
<i>niv</i>	0,504	0,504	0,604	0,425	-2,695	0,007
<i>end</i>	13,480	1571,271	7,720	77,578	0,460	0,646
<i>apc</i>	2,040	70,146	0,937	6,649	1,480	0,139
<i>apl</i>	2,408	109,540	2,364	12,009	0,034	0,972

En el Cuadro 2 se observa que, de los once indicadores financieros, los que presentan diferencias significativas entre los dos grupos de empresas, son *razón de tesorería*, *rotación*

de activos, rentabilidad del activo y nivel de endeudamiento, en donde se rechazan la hipótesis nula a un nivel de significancia del 5%, y, por tanto, se esperaría que éstos sean los más útiles, pero no los únicos al realizar la estimación de los modelos. Es de anotar que la rentabilidad del patrimonio también rechaza la hipótesis nula, pero a un nivel de significancia del 10% y por tanto también es una variable potencial para representar diferencias entre los grupos de empresas.

#### D. Modelos estadísticos

En los modelos logísticos se supone un individuo que debe seleccionar entre dos opciones que le generan cierto nivel de utilidad  $y_i^*$ , que está determinada por la suma de un componente sistemático y otro no sistemático. El primer componente está dado por un predictor lineal de la forma  $\mathbf{x}'\boldsymbol{\beta} = \beta_1 + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik}$ , donde cada  $x_{ij}$  representa una variable observada para el individuo que determinará sus preferencias y cada  $\beta_j$  será el parámetro o coeficiente que acompaña a cada una de las variables observadas. El segundo componente está dado por un término de error  $\varepsilon_i$ , que es una variable aleatoria no observable que incluye el efecto de todas las variables no incluidas en el modelo. Así, el nivel de utilidad  $y_i^*$  está dado por

$$y_i^* = \mathbf{x}'\boldsymbol{\beta} + \varepsilon_i$$

Se asume que los términos de error  $\varepsilon_i$  son independientes, con varianza constante y siguen una distribución normal estándar. Es de anotar que el nivel de utilidad del individuo para cada alternativa no es observable, pero si es posible conocer cual es la selección realizada y por tanto se tendrá que la observación ad hoc es de la forma

$$y_i = \begin{cases} 1 & y_i^* > 0 \\ 0 & y_i^* \leq 0 \end{cases}$$

Lo anterior implica que, para un modelo con más de dos categorías, la selección entre dos de ellas es independiente de las demás, lo cual significaría que los individuos tienen funciones de utilidad homogéneas, cuando es posible que tal supuesto no sea cierto. Para solucionar tal problema se han propuesto dos modelos, siendo uno de ellos el modelo logístico heterocedástico donde se asume que

$$\text{var}(\varepsilon_i) = [\exp(\mathbf{z}'_i \boldsymbol{\gamma})]^2$$

En este caso,  $\mathbf{z}_i$  contiene variables que generan el problema de heterocedasticidad que posiblemente se encuentren dentro de las variables en  $\mathbf{x}_i$  y  $\boldsymbol{\gamma}$  es un vector de parámetros.

El otro modelo es el logístico mixto o de parámetros aleatorios, donde en lugar de asumir que la probabilidad de fragilidad de una empresa ( $P_i$ ) está dada por

$$P_i = P(\text{No fragil}_i = 1) = \frac{e^{x_i\beta}}{1 + e^{x_i\beta}}, \text{ se asume que } P_i = P(\text{No fragil}_i = 1) = \frac{e^{x_i\beta_i}}{1 + e^{x_i\beta_i}}$$

Donde  $\beta_i$  es un vector de parámetros aleatorios que puede seguir, entre otras distribuciones conjuntas de probabilidad, una distribución normal con media  $x_i'\beta_i$  y con matriz de varianzas-covarianzas  $\Sigma$ .

Otro escenario que puede generar problemas de heterocedasticidad son los datos atípicos, y por tanto para abordarlo se emplea un modelo logístico robusto. En los modelos logísticos es difícil hablar de valores atípicos en el nivel de utilidad  $y_i^*$ , pues dicha variable solo puede asumir dos valores (cero o uno), pero si es posible hablar de valores atípicos en las variables  $x_i$ , que pueden hacer que  $y_i^*$  tome el valor cero cuando debía ser uno o viceversa. La utilidad del modelo logístico robusto radica en que su función de verosimilitud penaliza con ponderaciones entre cero y uno a las observaciones que presentan valores extremos en una o más variables explicativas, donde aquellas observaciones extremas en  $x_i$  toman ponderaciones cercanas a cero dentro de la verosimilitud.

Cabe anotar que el modelo logístico mixto también puede capturar la presencia de datos atípicos, cuando se generan valores en los extremos en la distribución de los  $\beta_i$ , por lo cual también es una opción viable a la hora de tratar con el problema de los datos atípicos. Para el modelo logístico heterocedástico la función de verosimilitud puede encontrarse en Greene (2008), para el modelo logístico mixto en Cameron y Trivedi (2005) y para el modelo logístico robusto en Kutner et al. (2005).

### III. Estimación

Previo al proceso de estimación es conveniente analizar si entre las variables explicativas existen problemas de multicolinealidad, pues como lo señala Myers et al. (2010) puede ocurrir que de existir multicolinealidad exacta entre las variables, no sea posible realizar la estimación de máxima verosimilitud del modelo logístico, o puede ocurrir que las desviaciones estándar de los parámetros estimados  $\hat{\beta}_j$  sean muy grandes, que darían como resultado la no significancia de éstos, o puede darse que algunos valores estimados  $\hat{\beta}_j$  sean muy grandes en valor absoluto, resultando significativos parámetros que no deberían serlo. En el Cuadro 3 se presenta la matriz de correlación entre los indicadores financieros para el total de empresas, con el propósito de identificar si existen o no problemas de multicolinealidad entre los mismos.

**Cuadro 3. Correlación entre variables**

Variable	<i>raz</i>	<i>pru</i>	<i>tes</i>	<i>rot</i>	<i>mar</i>	<i>rac</i>	<i>rpa</i>	<i>niv</i>	<i>end</i>	<i>apc</i>	<i>apl</i>
<i>raz</i>	1,000										
<i>pru</i>	0,965	1,000									
<i>tes</i>	0,411	0,421	1,000								
<i>rot</i>	-0,073	-0,071	-0,016	1,000							
<i>mar</i>	0,000	0,000	-0,002	-0,001	1,000						
<i>rac</i>	0,009	0,010	0,006	-0,039	0,016	1,000					
<i>rpa</i>	0,007	0,007	0,000	0,003	0,001	0,028	1,000				
<i>niv</i>	-0,123	-0,132	-0,058	0,096	-0,012	-0,668	0,008	1,000			
<i>end</i>	-0,002	-0,002	-0,001	-0,004	-0,025	0,000	0,000	0,005	1,000		
<i>apc</i>	-0,008	-0,007	-0,003	0,002	0,000	0,000	-0,303	0,018	0,001	1,000	
<i>apl</i>	-0,004	-0,003	0,000	0,001	0,000	0,000	-0,191	0,012	0,001	0,856	1,000

El Cuadro 3 muestra que la correlación entre los indicadores *razón corriente* y *prueba acida* es mayor al 95%, y la correlación entre el *apalancamiento a corto plazo* y el *apalancamiento a largo plazo* es superior al 85%. Es claro que los porcentajes de correlación son muy altos, lo cual puede generar problemas en la estimación del modelo, ya sea en la convergencia del mismo, en la estimación de los parámetros o en la significancia de éstos, debido a la existencia de multicolinealidad entre estos pares de indicadores. Por esta razón, y en caso de ser necesario, se eliminarán del modelo aquellos indicadores que tengan un alto grado de correlación con otros, con el propósito de evitar los problemas generados por la multicolinealidad.

Adicionalmente, con el propósito de no sesgar la estimación y la predicción de los modelos a favor del grupo más grande, se extrae una muestra aleatoria de 133 empresas no frágiles de las 22072 que se tenía inicialmente, para así equilibrar el total de empresas no frágiles y frágiles. Posteriormente, de las 266 empresas (133 frágiles y 133 no frágiles) se considera el 90% de cada grupo para la estimación de los modelos y el 10% restante para evaluar el desempeño predictivo de los mismos.

A continuación, se presentan las estimaciones de los cuatro modelos empleados para analizar la fragilidad de las empresas colombianas, a saber, el modelo logístico, el modelo logístico mixto, el modelo logístico heterocedástico y el modelo logístico robusto.

### A. Modelo logístico

Inicialmente se estima el modelo logístico empleando como variables independientes los indicadores financieros presentados en la sección de variables, en donde, a pesar de la existencia del problema de multicolinealidad entre los pares de indicadores *razón corriente* y *prueba acida*, y *apalancamiento a corto plazo* y *apalancamiento a largo plazo*, no hubo

ningún problema en la estimación del modelo. A continuación, aplicando métodos de selección de modelos hacia adelante y hacia atrás se llega a un modelo que contempla como variables independientes a 7 de los 11 indicadores financieros considerados, tal como se presenta en el cuadro 4.

**Cuadro 4. Estimación modelo logístico final**

Parameter	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	-0,386	0,289	-1,333	0,182
<i>raz</i>	-0,027	0,023	-1,149	0,251
<i>pru</i>	0,045	0,030	1,488	0,137
<i>tes</i>	-0,249	0,292	-0,852	0,394
<i>rpa</i>	-1,784	0,509	-3,504	0,000
<i>niv</i>	1,501	0,507	2,963	0,003
<i>apc</i>	-0,204	0,107	-1,906	0,057
<i>apl</i>	-0,047	0,049	-0,972	0,331

Del Cuadro 4 se observa que, entre las variables resultantes para la estimación del modelo logístico final, las variables *rentabilidad del patrimonio* y *nivel endeudamiento* son significativas al 5%, mientras que la variable de *apalancamiento a corto plazo* es significativa a un nivel del 10%. También se observa que los signos esperados de las variables significativas son consecuentes con la lógica económica, pues una mayor *rentabilidad del patrimonio* y *apalancamiento a corto plazo* y un menor *nivel de endeudamiento* deberían disminuir la probabilidad de caer en riesgo de quiebra.

Los tres modelos restantes se estiman con las mismas variables obtenidas en el modelo logístico, todo con el propósito de poder comparar el desempeño de los cuatro modelos. Antes de proceder con la estimación de los modelos restantes es necesario probar la existencia de heterocedasticidad, en donde la hipótesis contrastada es (Greene, 2008)

$H_0$  : Hay homocedasticidad en el término de error  $\varepsilon_j$

$H_1$  : Hay heterocedasticidad en el término de error  $\varepsilon_j$

Al calcular el estadístico  $LR$  para contrastar la hipótesis nula su valor es

$$LR = -2 \ln \left( \frac{\hat{L}_R}{\hat{L}_U} \right) = 12.36 \text{ con 2 grados de libertad y un } P\text{-valor}_{LR} = 0.002067.$$

Se observa que el estadístico  $LR$  tiene un  $P$ -valor bajo que claramente rechaza la hipótesis nula, por lo cual es necesario estimar modelos que tengan en cuenta la heterocedasticidad de las empresas.

## B. Modelo logístico mixto

En el Cuadro 5 se presenta la estimación del modelo mixto final, empleando como variables independientes las mismas variables del modelo logístico final con el fin de hacer comparable el desempeño de los modelos tal como se dijo previamente.

**Cuadro 5. Estimación modelo logístico mixto final**

Parameter	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t )
<i>nofalla:(intercept)</i>	0,527	0,473	1,112	0,266
<i>nofalla:raz</i>	0,090	0,104	0,872	0,384
<i>nofalla:pru</i>	-0,120	0,116	-1,034	0,301
<i>nofalla:raz</i>	0,840	0,534	1,573	0,116
<i>nofalla:rpa</i>	6,768	3,641	1,859	0,063
<i>nofalla:niv</i>	-4,498	2,539	-1,772	0,076
<i>nofalla:apc</i>	0,653	0,611	1,068	0,286
<i>nofalla:apl</i>	0,507	0,432	1,175	0,240
<i>sd.nofalla:raz</i>	0,003	1,431	0,002	0,998
<i>sd.nofalla:pru</i>	0,008	0,530	0,015	0,988
<i>sd.nofalla:raz</i>	-2,206	0,931	-2,370	0,018
<i>sd.nofalla:rpa</i>	-2,278	3,908	-0,583	0,560
<i>sd.nofalla:niv</i>	2,220	2,425	0,915	0,360
<i>sd.nofalla:apc</i>	1,145	1,058	1,082	0,279
<i>sd.nofalla:apl</i>	0,190	1,717	0,111	0,912

Random coefficients	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
<i>nofalla:raz</i>	-Inf	0,088	0,090	0,090	0,092	Inf
<i>nofalla:pru</i>	-Inf	-0,125	-0,120	-0,120	-0,114	Inf
<i>nofalla:raz</i>	-Inf	-0,648	0,840	0,840	2,327	Inf
<i>nofalla:rpa</i>	-Inf	5,231	6,768	6,768	8,305	Inf
<i>nofalla:niv</i>	-Inf	-5,995	-4,498	-4,498	-3,001	Inf
<i>nofalla:apc</i>	-Inf	-0,119	0,653	0,653	1,425	Inf
<i>nofalla:apl</i>	-Inf	0,379	0,507	0,507	0,636	Inf

El Cuadro 5 permite observar que en el modelo logístico mixto las variables *rentabilidad del patrimonio* y *nivel de endeudamiento* son significativas a un nivel del 10%, y que la desviación estándar de la *razón de tesorería* es significativa en la estimación. Además, se aprecia que la variación de los coeficientes de la *rentabilidad del patrimonio* y del *nivel de endeudamiento* van de 5,2311 a 8,3046 y de -5,9954 a -3,0007 respectivamente. Cabe anotar

que para el modelo logístico mixto se estima la probabilidad de no falla, o no fragilidad, siendo los signos consecuentes con la lógica económica, pues un aumento en la *rentabilidad del patrimonio* o disminución del *nivel de endeudamiento*, debe dar como resultado, un aumento en la probabilidad de no fragilidad o no falla.

### C. Modelo logístico heterocedástico

Nuevamente la existencia del problema de multicolinealidad no fue impedimento para estimar el modelo logístico heterocedástico. En el cuadro 6 se presenta la estimación del modelo logístico heterocedástico final, el cual tiene las mismas variables independientes que el modelo logístico final y que el modelo logístico mixto final.

**Cuadro 6. Estimación modelo logístico heterocedástico final**

Parameter	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
<i>(Intercept)</i>	-0,764	0,460	-1,661	0,097
<i>raz</i>	-0,094	0,069	-1,359	0,174
<i>pru</i>	0,120	0,074	1,614	0,107
<i>tes</i>	-0,066	0,106	-0,618	0,537
<i>rpa</i>	-8,074	3,054	-2,644	0,008
<i>niv</i>	6,237	2,560	2,436	0,015
<i>apc</i>	-0,678	0,619	-1,094	0,274
<i>apl</i>	-0,917	0,555	-1,651	0,099
<b>Latent scale model coefficients (with log link):</b>				
Parameter	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
<i>niv</i>	1,049	0,412	2,544	0,011
<i>apc</i>	0,131	0,051	2,569	0,010

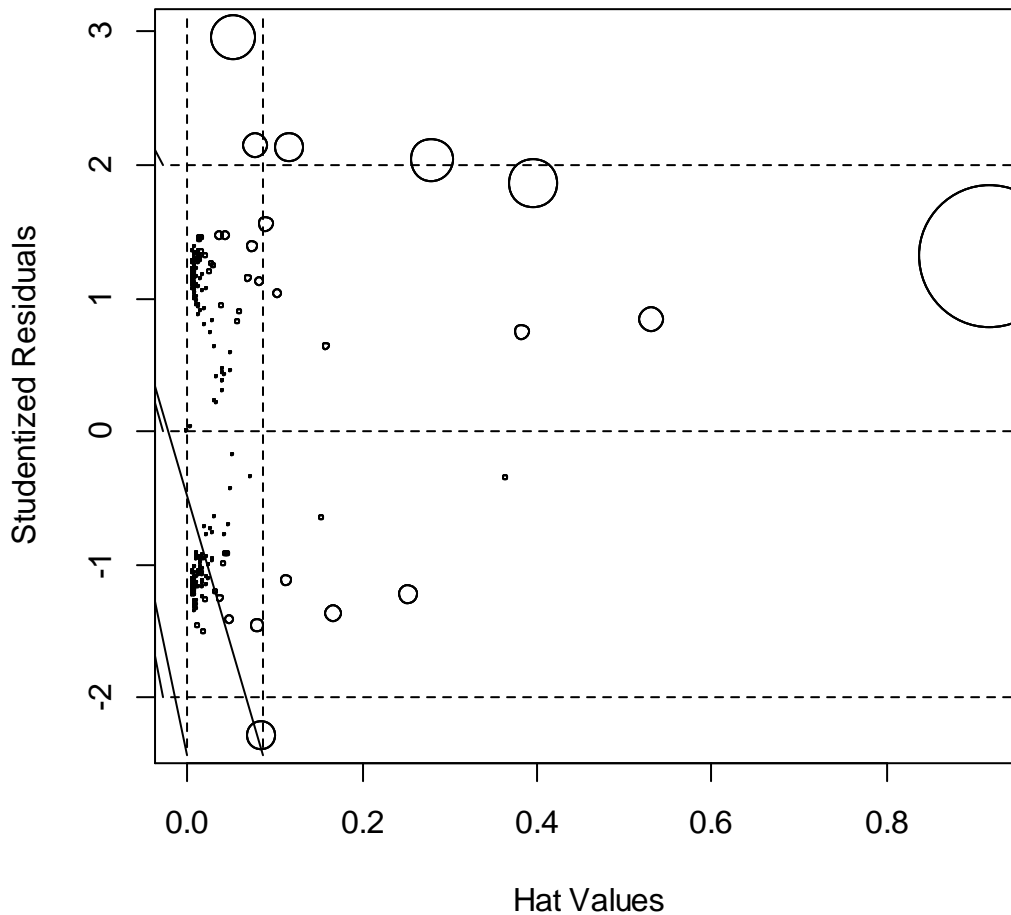
En el cuadro 6 se observa que las variables significativas en la estimación son la *rentabilidad del patrimonio* y el *nivel de endeudamiento* a un nivel de significancia del 5%, junto con el *apalancamiento a largo plazo* a un nivel del 10%. También se aprecia que entre las variables generadoras del problema de heterocedasticidad, las más significativas son el *nivel de endeudamiento* y el *apalancamiento a corto plazo*. Es de anotar, como se mencionó previamente, que los parámetros del modelo logístico heterocedástico carecen de interpretación (Greene, 2008).

### D. Modelo logístico robusto

Antes de realizar la estimación del modelo logístico robusto, se procede a examinar si la información empleada contiene o no datos extremos o atípicos, ya que de existir podrían

generar problemas en el proceso de estimación. Para ello se emplea el procedimiento de identificación planteado en Kutner et al. (2004), cuyo resultado se presenta en el gráfico 1. Dicho gráfico muestra la presencia de grandes valores influénciales que pueden ser perjudiciales en la etapa de estimación o pronóstico.

**Gráfico 1. Datos atípicos**



Debida a la existencia de este tipo de datos, se procede con la estimación del modelo logístico robusto, el cual penaliza en su función de verosimilitud aquellas observaciones que presenten valores extremos en una o más variables explicativas. Este modelo, igual que los tres anteriores, no presenta ninguna dificultad en su estimación debido al problema de multicolinealidad. En el cuadro 7 se presenta la estimación del modelo robusto final, el cual tiene las mismas variables independientes que los tres modelos presentados previamente.



**Cuadro 7. Estimación modelo logístico robusto final**

Parameter	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	-0,509	0,519	-0,980	0,327
<i>raz</i>	0,072	0,176	0,408	0,683
<i>pru</i>	-0,153	0,197	-0,775	0,439
<i>tes</i>	-0,027	0,571	-0,048	0,962
<i>rpa</i>	-4,140	1,221	-3,391	0,001
<i>niv</i>	4,290	1,659	2,586	0,010
<i>apc</i>	-0,207	0,388	-0,532	0,594
<i>apl</i>	-0,854	0,437	-1,956	0,051

Correlation	(Intercept)	<i>raz</i>	<i>pru</i>	<i>tes</i>	<i>rpa</i>	<i>niv</i>	<i>apc</i>
<i>raz</i>	-0,167						
<i>pru</i>	-0,033	-0,912					
<i>tes</i>	-0,176	-0,038	-0,077				
<i>rpa</i>	0,054	0,064	-0,075	-0,191			
<i>niv</i>	-0,776	-0,029	0,117	0,091	-0,246		
<i>apc</i>	-0,192	0,196	-0,073	0,008	0,006	0,071	
<i>apl</i>	0,498	-0,087	-0,022	-0,044	0,195	-0,729	-0,637

A partir del Cuadro 7 se observa que las variables significativas en la estimación final del modelo logístico robusto a un nivel del 5% son la *rentabilidad del patrimonio* y el *nivel de endeudamiento*, y el *apalancamiento a largo plazo* a un nivel del 10%. Los signos de los parámetros estimados para las variables significativas son consecuentes con la lógica económica. Adicionalmente, el modelo logístico robusto presenta una nueva matriz de correlación para los coeficientes luego de penalizar a los datos atípicos, donde se ve que, aunque la correlación entre los pares de indicadores *razón corriente* y *prueba acida* y *apalancamiento a corto plazo* y *apalancamiento a largo plazo* siguen siendo altas, estas correlaciones se reducen respecto a las que se habían presentado previamente.

#### IV. Predicción

En la sección anterior se observó que, para los cuatro modelos planteados, las razones financieras que resultaron ser significativas al 5% y al 10% en cada estimación para discriminar entre empresas frágiles y no frágiles fueron, la *rentabilidad del patrimonio* y el *nivel de endeudamiento*. Además, según los signos presentados en los modelos, se tiene que las empresas que exhiben una *rentabilidad del patrimonio* baja y un *nivel de endeudamiento* alto, presentan una mayor tendencia a la quiebra que aquellas que no presentan este comportamiento.

Ahora, para probar el desempeño predictivo de los cuatro modelos, se procede a realizar la predicción de los mismos, donde, de las 26 las empresas que se dejaron por fuera de la muestra de estimación, aquellas que reporten un valor  $y_j^* > 0$ , se clasificarán como empresas frágiles o con alta probabilidad de quiebra, mientras que aquellas que reporten un valor  $y_j^* \leq 0$ , se clasificarán como empresas no frágiles o con baja probabilidad de quiebra. Los resultados obtenidos en el proceso de predicción para los cuatro modelos se presentan en el cuadro 8.

**Cuadro 8. Proporción de clasificación correcta**

	Logístico	Logístico mixto	Logístico heterocedástico	Logístico robusto
<b>No frágiles</b>	69,23%	84,61%	69,23%	76,92%
<b>Frágiles</b>	53,84%	53,84%	53,84%	53,84%
<b>Clasificación total</b>	61,53%	69,23%	61,53%	65,38%

Se observa que el porcentaje de clasificación correcta que tuvo cada uno de los modelos supera el 60% para el total de los datos de predicción. También se observa que a pesar de que su nivel total de clasificación correcta no difiera tanto de los otros modelos, el modelo con el mejor porcentaje de clasificación correcta fue el logístico mixto. Además, al evaluar independientemente el porcentaje de clasificación correcta de los modelos para las empresas frágiles y no frágiles, se observa que los cuatro arrojan igual porcentaje de clasificación correcta para las empresas frágiles y que solo su mejora se ve respecto a la clasificación de las empresas no frágiles, en donde se aprecia que el modelo logístico mixto es quien presenta el porcentaje más alto de clasificación correcta.

Se decide entonces observar cual será el porcentaje de clasificación correcta de los cuatro modelos cuando se enfrentan a las empresas que quedaron por fuera de muestra, es decir, las 21939 empresas no frágiles que quedaron luego de realizar la selección aleatoria de las 133 empresas con el fin de igualar el tamaño de muestra de las empresas frágiles y no frágiles.

**Cuadro 9. Porcentaje de clasificación correcta fuera de muestra**

	Logístico	Logístico mixto	Logístico heterocedástico	Logístico robusto
<b>No frágiles</b>	68,00%	73,55%	62,05%	64,60%

En el Cuadro 9 se observa que el porcentaje de clasificación correcta de los cuatro modelos para las empresas que se dejaron fuera de muestra para evaluación, supera el 60%, donde al igual con las empresas que se dejaron para predicción, el modelo logístico mixto fue el que presentó un mayor porcentaje de clasificación correcta. Lo anterior es un resultado positivo si se tiene en cuenta la calidad de la base de datos y la poca cantidad de empresas frágiles en ésta.

## V. Conclusiones

La literatura financiera permite clasificar las empresas que se encuentran en proceso de reorganización, concordato, reestructuración o liquidación, como empresas frágiles desde el punto de vista financiero, denominándose a las empresas que no se encuentren bajo ninguno de estos procesos como no frágiles. La información financiera que reportan las empresas a la *Superintendencia de Sociedades* y el estado legal en que se encuentren las mismas, permite la aplicación de modelos estadísticos para generar reglas de clasificación con respecto a la fragilidad empresarial.

A diferencia de estudios similares sobre la predicción de la fragilidad empresarial, donde se proponen metodologías que tienen un alto nivel subjetivo a la hora de clasificar las empresas (frágiles, no frágiles) y que además asumen estructuras homocedásticas, en este trabajo se buscó eliminar en lo posible dichos niveles de subjetividad, por medio del uso de la información directa que se extrajo de la *Superintendencia de Sociedades de Colombia*. Adicionalmente, para construir reglas de clasificación de fragilidad empresarial, se utilizaron modelos heterocedásticos que tienen en cuenta grandes diferencias empresariales, como lo son los modelos logísticos heterocedástico, logístico robusto y logístico mixto.

Los modelos estimados permitieron identificar como variables relevantes para medir la fragilidad empresarial, a los indicadores financieros *rentabilidad del patrimonio* y *nivel de endeudamiento*, variables que resultaron ser significativas en los cuatro modelos estimados. De otro lado, al evaluar el poder predictivo de los modelos, se encontró que el porcentaje de clasificación correcta de los modelos logístico, logístico mixto, logístico heterocedástico y logístico robusto, son del 61.53%, 69.23%, 61.53% y 65.38%, respectivamente. Para los datos no considerados en los procesos de estimación y predicción, que se sacaron de la muestra con el objetivo de no sesgar los resultados a favor del grupo de empresas más grande y con el propósito de realizar posteriormente la evaluación de los modelos, se encontró que el porcentaje de clasificación correcta para los modelos logístico, logístico mixto, logístico heterocedástico y logístico robusto son del 68%, 73.55%, 62.05% y 64.60%, respectivamente. Es de anotar que, tanto para los datos de predicción como para los datos de evaluación, el modelo logístico mixto presentó los mejores niveles de clasificación correcta.

En el desarrollo del trabajo se encontraron algunas dificultades como lo son la calidad de las bases de datos públicas, ya que se pueden cometer errores en el ingreso de información o en su defecto, encontrar empresas que pueden haber manipulado su información contable, lo cual afecta la obtención de resultados confiables para los modelos predictivos. Otra dificultad que se encontró fue la poca cantidad de empresas que se hallaban en un proceso de reorganización, concordato, reestructuración o liquidación, y que por ende podían ser clasificadas como frágiles, pues esto limitó considerablemente la cantidad de empresas que se podían usar en los procesos de estimación. Finalmente, es de anotar que en este trabajo se implementaron modelos paramétricos para la predicción de la fragilidad empresarial y que no se abordaron modelos no paramétricos, donde no se requiere hacer ningún supuesto sobre la distribución de la información analizada.

Para hacer frente a este tipo de dificultades se recomienda utilizar bases de datos que permitan obtener resultados más confiables en las cuales haya un mayor control en el ingreso de la información suministrada por las empresas. Además, se recomienda la aplicación de modelos que no requieran igualar los tamaños de los grupos de empresas frágiles y no frágiles en los procesos de estimación.

## Bibliografía

- Altman, E. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *The journal of finance*, 23(4), 589-609.
- Beaver, W. (1966). Financial ratios as predictors of failure. *Journal of accounting research*, 4, 71-111.
- Cameron, A. y Trivedi, P. K. (2005). *Microeconometrics: methods and applications*. Cambridge university press.
- Greene, W. (2008). *Econometric Analysis*, Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New York University, Sexta Edición.
- Kutner, M., Nachtsheim, C., y Neter, J. (2004). *Applied linear regression models*. McGraw-Hill/Irwin. *New York*, 384-420.
- Martínez, O. (2003). Determinantes de fragilidad en las empresas colombianas. *Borradores de Economía*, 259, 1-24.
- Narváez, L. (2010). Análisis de la aplicación de los modelos de predicción de quiebras en Colombia. *Santiago de Cali: Universidad Autonoma de Occidente*.
- Ohlson, J. (1980). Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy. *Journal of Accounting Research*, 18(1), 109-131.
- Pérez, J., González, K., y Lopera, M. (2013). Modelos de predicción de la fragilidad empresarial: aplicación al caso colombiano para el año 2011. *Perfil de Coyuntura Económica*, (22), 205-228.
- Myers, R. H., Montgomery, D., Vining, G., y Robinson, T. (2010). *Generalized linear models: with applications in engineering and the sciences*. John Wiley & Sons. Second edition, 119-232.
- Rosillo, J. (2002). Modelo de predicción de quiebras de las empresas colombianas. *Innovar: Revista de ciencias administrativas y sociales*, (19), 109-124.

## Borradores del CIE

No.	Título	Autor(es)	Fecha
01	Organismos reguladores del sistema de salud colombiano: conformación, funcionamiento y responsabilidades.	Durfari Velandia Naranjo Jairo Restrepo Zea Sandra Rodríguez Acosta	Agosto de 2002
02	Economía y relaciones sexuales: un modelo económico, su verificación empírica y posibles recomendaciones para disminuir los casos de sida.	Marcela Montoya Múnera Danny García Callejas	Noviembre de 2002
03	Un modelo RSDAIDS para las importaciones de madera de Estados Unidos y sus implicaciones para Colombia	Mauricio Alviar Ramírez Medardo Restrepo Patiño Santiago Gallón Gómez	Noviembre de 2002
04	Determinantes de la deserción estudiantil en la Universidad de Antioquia	Johanna Vásquez Velásquez Elkin Castaño Vélez Santiago Gallón Gómez Karoll Gómez Portilla	Julio de 2003
05	Producción académica en Economía de la Salud en Colombia, 1980-2002	Karem Espinosa Echavarría Jairo Humberto Restrepo Zea Sandra Rodríguez Acosta	Agosto de 2003
06	Las relaciones del desarrollo económico con la geografía y el territorio: una revisión.	Jorge Lotero Contreras	Septiembre de 2003
07	La ética de los estudiantes frente a los exámenes académicos: un problema relacionado con beneficios económicos y probabilidades	Danny García Callejas	Noviembre de 2003
08	Impactos monetarios e institucionales de la deuda pública en Colombia 1840-1890	Angela Milena Rojas R.	Febrero de 2004
09	Institucionalidad e incentivos en la educación básica y media en Colombia	David Fernando Tobón Germán Darío Valencia Danny García Guillermo Pérez Gustavo Adolfo Castillo	Febrero de 2004
10	Selección adversa en el régimen contributivo de salud: el caso de la EPS de Susalud	Johanna Vásquez Velásquez Karoll Gómez Portilla	Marzo de 2004
11	Diseño y experiencia de la regulación en salud en Colombia	Jairo Humberto Restrepo Zea Sandra Rodríguez Acosta	Marzo de 2004
12	Economic Growth, Consumption and Oil Scarcity in Colombia: A Ramsey model, time series and panel data approach	Danny García Callejas	Marzo de 2005
13	La competitividad: aproximación conceptual desde la teoría del crecimiento y la geografía económica	Jorge Lotero Contreras Ana Isabel Moreno Monroy Mauricio Giovanni Valencia Amaya	Mayo de 2005
14	La curva Ambiental de Kuznets para la calidad del agua: un análisis de su validez mediante raíces unitarias y cointegración	Mauricio Alviar Ramírez Catalina Granda Carvajal Luis Guillermo Pérez Puerta Juan Carlos Muñoz Mora Diana Constanza Restrepo Ochoa	Mayo de 2006
15	Integración vertical en el sistema de salud colombiano: Aproximaciones empíricas y análisis de doble marginalización	Jairo Humberto Restrepo Zea John Fernando Lopera Sierra Sandra Rodríguez Acosta	Mayo de 2006
16	Cliometrics: a market account of a scientific community (1957-2005)	Angela Milena Rojas	Septiembre de 2006
17	Regulación ambiental sobre la contaminación vehicular en Colombia: ¿hacia dónde vamos?	David Tobón Orozco Andrés Felipe Sánchez Gandur Maria Victoria Cárdenas Londoño	Septiembre de 2006
18	Biology and Economics: Metaphors that Economists usually take from Biology	Danny García Callejas	Septiembre de 2006

19	Perspectiva Económica sobre la demanda de combustibles en Antioquia	Elizeth Ramos Oyola Maria Victoria Cárdenas Londoño David Tobón Orozco	Septiembre de 2006
20	Caracterización económica del deporte en Antioquia y Colombia: 1998-2001	Ramón Javier Mesa Callejas Rodrigo Arboleda Sierra Ana Milena Olarte Cadavid Carlos Mario Londoño Toro Juan David Gómez Gonzalo Valderrama	Octubre de 2006
21	Impacto Económico de los Juegos Deportivos Departamentales 2004: el caso de Santa Fe De Antioquia	Ramón Javier Mesa Callejas Ana Milena Olarte Cadavid Nini Johana Marín Rodríguez Mauricio A. Hernández Monsalve Rodrigo Arboleda Sierra	Octubre de 2006
22	Diagnóstico del sector deporte, la recreación y la educación física en Antioquia	Ramón Javier Mesa Callejas Rodrigo Arboleda Sierra Juan Francisco Gutiérrez Betancur Mauricio López González Nini Johana Marín Rodríguez Nelson Alveiro Gaviria García	Octubre de 2006
23	Formulación de una política pública para el sector del deporte, la recreación y la educación física en Antioquia	Ramón Javier Mesa Callejas Rodrigo Arboleda Sierra Juan Francisco Gutiérrez Betancur Mauricio López González Nini Johana Marín Rodríguez Nelson Alveiro Gaviria García	Octubre de 2006
24	El efecto de las intervenciones cambiarias: la experiencia colombiana 2004-2006	Mauricio A. Hernández Monsalve Ramón Javier Mesa Callejas	Octubre de 2006
25	Economic policy and institutional change: a context-specific model for explaining the economic reforms failure in 1970's Colombia	Angela Milena Rojas	Noviembre de 2006
26	Definición teórica y medición del Comercio Intraindustrial	Ana Isabel Moreno M. Héctor Mauricio Posada D	Noviembre de 2006
<b>Borradores Departamento de Economía</b>			
27	Aportes teóricos al debate de la agricultura desde la economía	Marleny Cardona Acevedo Yady Marcela Barrero Amortegui Carlos Felipe Gaviria Garcés Ever Humberto Álvarez Sánchez Juan Carlos Muñoz Mora	Septiembre de 2007
28	Competitiveness of Colombian Departments observed from an Economic geography Perspective	Jorge Lotero Contreras Héctor Mauricio Posada Duque Daniel Valderrama	Abril de 2009
29	La Curva de Engel de los Servicios de Salud En Colombia. Una Aproximación Semiparamétrica	Jorge Barrientos Marín Juan Miguel Gallego Juan Pablo Saldarriaga	Julio de 2009
30	La función reguladora del Estado: ¿qué regular y por qué?: Conceptualización y el caso de Colombia	Jorge Hernán Flórez Acosta	Julio de 2009
31	Evolución y determinantes de las exportaciones industriales regionales: evidencia empírica para Colombia, 1977-2002	Jorge Barrientos Marín Jorge Lotero Contreras	Septiembre de 2009
32	La política ambiental en Colombia: Tasas retributivas y Equilibrios de Nash	Medardo Restrepo Patiño	Octubre de 2009
33	Restricción vehicular y regulación ambiental: el programa "Pico y Placa" en Medellín	David Tobón Orozco Carlos Vasco Correa Blanca Gómez Olivo	Mayo de 2010
34	Corruption, Economic Freedom and Political Freedom in South America: In Pursuit of the missing Link	Danny García Callejas	Agosto de 2010

35	Karl Marx: dinero, capital y crisis	Ghislain Deleplace	Octubre de 2010
36	Democracy and Environmental Quality in Latin America: A Panel System of Equations Approach, 1995-2008	Danny García Callejas	Noviembre de 2010
37	Political competition in dual economies: clientelism in Latin America	Angela M.Rojas Rivera	Febrero de 2011
38	Implicaciones de Forward y Futuros para el Sector Eléctrico Colombiano	Duvan Fernando Torres Gómez Astrid Carolina Arroyave Tangarife	Marzo de 2011
39	Per Capita GDP Convergence in South America, 1960-2007	Danny García Callejas	Mayo de 2011
40	Efectos del salario mínimo sobre el estatus laboral de los jóvenes en Colombia	Yenny Catalina Aguirre Botero	Agosto de 2011
41	Determinantes del margen de intermediación en el sector bancario colombiano para el periodo 2000 – 2010	Perla Escobar Julián Gómez	Septiembre de 2011
42	Tamaño óptimo del gasto público colombiano: una aproximación desde la teoría del crecimiento endógeno	Camilo Alvis Cristian Castrillón	Septiembre de 2011
43	Estimación del stock de capital humano bajo la metodología Jorgenson-Fraumeni para Colombia 2001-2009	Juan David Correa Ramírez Jaime Alberto Montoya Arbeláez	Septiembre de 2011
44	Estructura de ingresos para trabajadores asalariados y por cuenta propia en la ciudad de Ibagué	José Daniel Salinas Rincón Daniel Aragón Urrego	Noviembre de 2011
45	Identificación y priorización de barreras a la eficiencia energética: un estudio en microempresas de Medellín	Juan Gabriel Vanegas Sergio Botero Botero	Marzo de 2012
46	Medición del riesgo sistémico financiero en estudios de historia económica. Propuesta metodológica y aplicación para la banca libre en Antioquia, 1888	Javier Mejía Cubillos	Mayo de 2012
47	El tiempo, el éter que lo cubre todo: Un análisis de la temporalidad en la economía política de Karl Marx	Germán Darío Valencia Agudelo	Septiembre de 2012
48	Características de la Población Ocupada en Colombia: Un análisis del perfil de los formales e informales	José Daniel Salinas Rincón Sara Isabel González Arismendy Leidy Johana Marín	Octubre de 2012
49	Desarrollo económico Territorial: El caso del Cluster TIC, Medellín y Valle de Aburrá. Propuesta de fomento y consolidación de la industria de Contenidos Digitales	Felipe Molina Otálvaro Pablo Barrera Bolaños Tulio Montemiranda Aguirre	Noviembre de 2012
50	Análisis de la interacción entre las autoridades monetaria y fiscal en Colombia (1991-2011). Una aplicación desde la teoría de juegos	Sebastián Giraldo González Edwin Esteban Torres Gómez Ana Cristina Muñoz Toro	Enero de 2013
51	Tangible Temptation in the Social Dilema: Cash, Cooperation, and Self Control	Kristian Ove R. Myrseth Gerhard Riener Conny Wollbrant	Mayo de 2013
52	Análisis de las disparidades regionales en Colombia: una aproximación desde la estadística espacial, 1985 – 2010	Jhonny Moncada Osmar Leandro Loaiza Quintero	Octubre de 2013
53	Modelo VECM para estimar relaciones de largo plazo de un indicador de liquidez y sus determinantes	Wilman A. Gómez John F. Lopera	Noviembre de 2013
54	Informality and Macroeconomic Volatility: Do Credit Constraints Matter?	Catalina Granda Carvajal	Enero de 2015
55	¿Debería la Historia del Pensamiento Económico ser incluida en los Planes de Estudio de Economía en Pregrado?	Alessandro Roncaglia	Junio de 2015
56	A Comparative Analysis of Political Competition and Local Provision of Public Goods: Brazil, Colombia and Mexico (1991-2010)	Ángela M. Rojas Rivera Carlos A. Molina Guerra	Octubre de 2015
57	Economía, gestión y fútbol: de la pasión a la sostenibilidad financiera	Ramón Javier Mesa Callejas Jair Albeiro Osorio Agudelo Carlos Eduardo Castaño Rios	Julio de 2016

58	Desarrollo económico y espacial desigual: panorama teórico y aproximaciones al caso colombiano	Angela Milena Rojas Rivera Juan Camilo Rengifo López	Noviembre de 2016
59	Extent of Expected Pigouvian Taxes and Permits for Environmental Services in a General Equilibrium Model with a natural capital constraint	David Tobón Orozco Carlos Molina Guerra John Harvey Vargas Cano	Noviembre de 2016
60	Riesgo idiosincrático y retornos en el mercado accionario de Colombia	Carlos Andrés Barrera Montoya	Enero de 2017
61	Incidencia de los flujos de capital en la política monetaria de Colombia, 1996-2011	Deivis Agudelo Hincapié Alexis Arias Saavedra Julián Jiménez Mejía	Enero de 2017
62	Sobre los fundamentales del precio de la energía eléctrica: evidencia empírica para Colombia	Jorge Barrientos Marín Monica Toro Martínez	Marzo de 2017
63	Desarrollo económico local y género en ámbitos territoriales rurales: el caso de la zona Liborina-Sabanalarga, Antioquia, Colombia	Harold Cardona Trujillo Jorge Lotero Contreras Paula Andrea Galeano Morales Alix Bibiana Gómez Robinson Garcés Marín	Mayo de 2017
64	Recursos y capacidades para el desarrollo económico local en Buriticá Antioquia	Tatiana María Colorado Marín Juan David Franco Henao Yesica Rangel Villada	Junio de 2017
65	Panel de VAR: Una aplicación en la movilidad de factores de producción en la integración económica Alianza del Pacífico	Carlos Andrés Villarreal Restrepo	Junio de 2017
66	Cálculo de un WACC diferenciado por región para proyectos de generación de electricidad con fuentes renovables en Colombia	Jorge Barrientos Marín Fernando Villada Duque	Agosto de 2017
67	La determinación de los precios en la teoría económica de Sir James Steuart	Alexander Tobon Arias	Agosto de 2017
68	La teoría macroeconómica de John Maynard Keynes	Ghislain Deleplace	Octubre de 2017
69	Revisión general de la producción académica en historia empresarial colombiana publicada en revistas académicas 1984-2016	Tatiana González Lopera	Noviembre de 2017
70	Una regla empírica de tasa de interés de política monetaria para una economía emergente, pequeña y abierta	Jaime Montoya Ramirez	Noviembre de 2017
71	Los salarios y la fatiga acumulada: una revisión de la teoría de la oferta de trabajo	Carlos Andrés Vasco Correa	Diciembre de 2017
72	Modelo cualitativo para estudiar la internacionalización de las multilatinas Colombianas	Ramón Javier Mesa Callejas Mauricio Lopera Castaño Paola Melisa Valencia Guzmán Mónica Andrea Álvarez Marín Paula Andrea Uribe Polo	Febrero de 2018
73	Mediciones del crecimiento económico regional y local en Colombia, 1950-2017: una revisión	Jaime Vallecilla G.	Febrero de 2018
74	Planteamiento de la cuestión agraria en la historiografía agraria colombiana: 1936 – 2016	Juan Carlos Velásquez Torres	Marzo de 2018
75	Los estudios en historia fiscal de Colombia sobre el siglo xx	Angela Milena Rojas R.	Noviembre de 2018
76	Can environmental taxes and payments for ecosystem services regulate pollution when the resilience of water bodies is surpassed?	David Tobón-Orozco Carlos Molina Harvey Vargas	Noviembre de 2018
77	Sobre la estructura de gasto y la curva de Engel de los hogares urbanos: evidencia empírica para Medellín	Jorge Barrientos Marín Efraín Arango Sánchez	Noviembre de 2018
78	Determinantes de la productividad multifactorial: los casos de las principales economías latinoamericanas y emergentes de Asia (1960 - 2015)	Wilman Arturo Gómez Carlos Esteban Posada Remberto Rhenals	Diciembre de 2018



79	Implementación de una evaluación por competencias académicas en el pregrado de Economía de la Universidad del Magdalena, Colombia	Rafael García José González Porto Luz Helena Díaz Álvaro Acevedo Alexander Tobón	Mayo de 2019
80	Determinantes del ahorro interno en Colombia: un acercamiento desde las Cuentas Nacionales Trimestrales para el período 1994-2017	Jaime Montoya Ramirez	Junio de 2019
81	Algebra de un modelo simple IS-MR-AD-AS: Notas de clase	Jaime Alberto Montoya Remberto Rhenals	Agosto de 2019
82	¿Las diferencias importan? Heterogeneidad y dilemas sociales en recursos naturales, aportes desde la Economía experimental y del comportamiento	Yady Marcela Barrero	Septiembre de 2019
83	Concentración de tierras, paz territorial e impuesto predial rural en Antioquia	Cristian Sánchez Salazar	Septiembre de 2019
84	Una breve aplicación a la predicción de la fragilidad de empresas colombianas, mediante el uso de modelos estadísticos	Jorge Iván Pérez García Mauricio Lopera Castaño Fredy Alonso Vásquez Bedoya	Septiembre de 2019

LECTURAS  
DE  
ECONOMÍA

Perfil  
de Coyuntura  
Económica