

TEMAS ESPECIALES SOBRE ESTABILIDAD FINANCIERA

DETERMINANTES DE FRAGILIDAD EN LAS EMPRESAS COLOMBIANAS

POR: OSCAR MARTÍNEZ A.*

Una de las mayores amenazas para toda empresa es caer en un estado de insolvencia. Este tipo de amenaza a la estabilidad financiera de las empresas es relevante no sólo para inversionistas y empleados, sino también para prestamistas del sector financiero, auditores y autoridades reguladoras, entre otros. De ahí surge la importancia de un modelo que ayude a determinar las variables significativas para pronosticar el estrés o fragilidad financiera de las empresas en Colombia como herramienta para tomar acciones preventivas, correctivas o simplemente para monitorear el riesgo de crédito del sector corporativo privado de la economía.

La parte baja del ciclo económico colombiano presentada en la segunda parte de los años noventa, estuvo acompañada de una recesión del sector real y de grandes pérdidas en el sector financiero¹. La solvencia de las empresas no fue ajena a este difícil entorno, tal como lo reflejan los indicadores financieros observados entre 1995 y 2002². En general, el balance de los agentes se deterioró ante los aumentos en

endeudamiento, caída en el precio de los activos y altas tasas de interés de financiamiento³.

El objetivo de este estudio es identificar los determinantes de la insolvencia presentada en el año 2001, a partir de los estados financieros que cada empresa reportó en el año 2000⁴. La heterogeneidad en la estructura institucional, en las prácticas contables y en el comportamiento de las variables macroeconómicas a lo largo del tiempo, no permite una generalización de los resultados llevados a cabo en otros países. Para el caso colombiano, sólo Rosillo (2002) ha presentado un modelo de predicción de quiebra de empresas aplicando técnicas de análisis discriminante y con un limitado tamaño de muestra.

Con el fin de estimar un modelo propicio de fragilidad para las empresas colombianas en el año 2001, se utilizarán razones financieras que, por muchos años, han sido utilizadas para detectar períodos de dificultades operacionales y financieras⁵. En su trabajo pionero, Beaver (1966) realizó un análisis para determinar quiebra empresarial a partir de razones financieras por medio de modelos univariados. Altman (1968) realizó un ejercicio parecido pero con modelos multivariados (también a partir de análisis discriminante), permitiendo una interpretación más clara del efecto de cada variable en el modelo. Sin embargo, la mayoría de trabajos que aplican esta técnica de análisis discriminante no

* El autor agradece a Luis Eduardo Arango, Luis Fernando Melo y Juan Pablo Zárate por su valiosa ayuda y comentarios. Este artículo corresponde al resumen del texto presentado como requisito para obtener el título de Magister en Economía de la Universidad de los Andes, con la asesoría de Fernando Tenjo Galarza. El autor es Profesional Especializado en Seguimiento Financiero del Departamento de Estabilidad Financiera del Banco de la República. Las opiniones acá contenidas son de responsabilidad exclusiva del autor y no necesariamente reflejan las del Banco de la República o su Junta Directiva.

¹ Ambos fenómenos han sido ampliamente documentados en los últimos años. Entre otros, Villar y Rincón (2001) describen los principales factores que afectaron el ciclo colombiano durante los años noventa. Con respecto al entorno macroeconómico y el comportamiento del crédito se encuentra mayor información en Echeverry y Salazar (1999), Urrutia (1999), y Urrutia y Zárate (2000).

² Banco de la República (2002).

³ Echeverry (2001). Fedesarrollo (2003).

⁴ Se escogió el año 2000 por presentar un importante número de empresas frágiles dentro del ciclo y porque a partir del año 2001 la información disponible contiene un grupo menor de empresas.

⁵ Este tipo de cocientes permite controlar por el tamaño y nivel de actividad de la empresa en los indicadores analizados.

cumplen con los supuestos que requiere la estimación de máxima verosimilitud usada⁶. Ohlson (1980), en su estudio, fue el primero en aplicar técnicas con menor cantidad de supuestos en la distribución de las variables explicativas y en tomar una muestra representativa de la población para su estimación.

Al igual que los estudios pioneros en este campo de Beaver (1966) y Altman (1968), en el presente estudio se realizó un análisis a partir de las razones financieras que anualmente reportan las empresas en sus hojas de balance. Sin embargo, a diferencia de lo hecho para otros países, no se utilizó la técnica de análisis multivariado discriminante⁷. En su lugar, y como consecuencia de la gran cantidad de supuestos que esta técnica implica y que son difíciles de cumplir en la práctica, se llevó a cabo el análisis por medio de una regresión *probit*. Esta técnica, al igual que los modelos *logit* (inicialmente utilizada por Ohlson (1980)), requiere una menor cantidad de supuestos. La estimación incluyó pruebas de heteroscedasticidad para evitar problemas de especificación e inconsistencia en los parámetros (Greene, 2000).

I. MUESTRA Y DATOS

La información utilizada tiene como fuentes los estados financieros de las empresas vigiladas por la Superintendencia de Sociedades y de Valores a diciembre 31 de 2000. Con el fin de trabajar con una muestra tan cercana a la población como fuera posible,

se incluyeron 9.000 empresas⁸. De esta forma, se evita tomar una muestra balanceada que transmita un sesgo de selección a los parámetros estimados⁹.

La definición de fragilidad en este estudio está ligada al estado legal de la empresa. Como variable dependiente, se considera que una compañía presentó estrés o fragilidad financiera si ingresó a un acuerdo de reestructuración de pagos (Ley 550 de 1999) o si la Superintendencia de Sociedades determinó su liquidación obligatoria durante el año 2001¹⁰. Se encontraron 171 empresas en alguna de estas dos situaciones legales, equivalente aproximadamente al 2% de la muestra total. El Cuadro 1 muestra esta clasificación por grupo de actividad económica. Para estimar los parámetros del modelo se utilizó un análisis de regresión *probit* heteroscedástico.

II. SELECCIÓN DE VARIABLES

Si cada empresa es vista como una reserva de activos líquidos sujeta a choques positivos y negativos de efectivo (como en Beaver, 1996), la solvencia de una empresa dependerá del nivel de endeudamiento, de la capacidad para generar nuevos activos y del nivel de liquidez actual. Por esta razón, el conjunto de variables utilizadas en este estudio cubre tres aspectos generalmente aceptados en la literatura como determinantes de la fragilidad empresarial, como lo son el endeudamiento, la rentabilidad y la liquidez¹¹.

⁶ La distribución de X (matriz de variables explicativas) dada la variable dependiente (Y) debe ser normal multivariada ($(X|Y) \sim N$ en $Y=f(X)$), con una matriz de varianza-covarianza común (Lo, 1986). Por otro lado, se viola el supuesto de aleatoriedad al trabajar con muestras balanceadas de empresas (proporción de empresas sanas y frágiles similar).

⁷ La mayoría de estos modelos se ha creado en países desarrollados donde la información empresarial generalmente ha sido más completa. Para un resumen sobre modelos de quiebra empresarial en países en desarrollo el lector se puede referir a Altman y Narayanan (1997).

⁸ Solamente se tomaron en cuenta empresas con ingresos operacionales positivos, y clasificadas en algún grupo de actividad económica. Se excluyó un pequeño grupo de empresas con registros poco congruentes (como, por ejemplo, valores negativos en ingresos o egresos financieros, o en obligaciones financieras).

⁹ Greene (2000). Platt y Platt (2002) critican el uso de muestras balanceadas en trabajos anteriores. Los autores demuestran empíricamente, a partir de simulaciones con diferente proporción en la composición de muestra, la existencia de este sesgo.

¹⁰ La Ley 550 de 1999 estableció un régimen mediante el cual se intentó promover y facilitar la reactivación empresarial, por medio de un acuerdo entre acreedores y deudores. Este proyecto respondió a la reducción en las posibilidades de financiamiento del sector productivo y a la presión ejercida por el endeudamiento adquirido en los años anteriores (en un entorno de bajo crecimiento de la demanda, altas tasas de interés y devaluación), que afectó la capacidad de pago y generación de empleo.

¹¹ Banco de la República (2002), FMI (2001) y Higgins (2000). Inicialmente, se analizaron también variables de eficiencia (como gastos administrativos y de ventas sobre activo y sobre ingresos operacionales), sin embargo estas no aportaron a la estimación.

CUADRO 1
NÚMERO DE EMPRESAS FRÁGILES
Y NO FRÁGILES, POR GRUPO DE ACTIVIDAD ECONÓMICA

Grupo de actividad económica	Y = 0	Y = 1	Total
D_1 Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	775	9	784
D_2 Explotación de minas y canteras	157	4	161
D_3 Industrias manufactureras	2.281	71	2.352
D_4 Construcción, electricidad, gas y agua	757	19	776
D_5 Comercio, hoteles y restaurantes	2.311	43	2.354
D_6 Transporte, almacenamiento y comunicaciones	525	8	533
D_7 Actividades auxiliares a la intermediación financiera	668	3	671
D_8 Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	1.084	4	1.088
Enseñanza, servicios de salud y otros servicios	271	10	281
Total de la muestra	8.829	171	9.000

Y = 1: corresponde a las empresas clasificadas como frágiles o con estrés.

Fuente: Cálculos del Autor.

En la mayoría de estudios realizados, en la medida en que el nivel de deuda es mayor se incrementa el nivel de fragilidad y el riesgo de insolvencia; por otro lado, un mayor nivel de activos líquidos que sirvan como amortiguadores en situaciones no esperadas y una mayor rentabilidad reducen el riesgo de insolvencia. Adicionalmente, dado que el índice de fragilidad varía dependiendo del tipo de industria al cual pertenece y del tamaño, se incluyeron variables dummy por grupos de actividad económica (D_i)¹² y por tamaño (D_a y D_v)¹³.

Los indicadores de endeudamiento analizados fueron pasivo / activo, obligaciones financieras / activo y egresos financieros / (ingresos operacionales +

ingresos financieros). Los dos primeros miden el grado de apalancamiento de la empresa, que, en el caso de ser alto, compromete la capacidad de pago a deudores ante choques negativos no esperados. El tercer indicador captura el efecto de los flujos de efectivo necesarios para cumplir con el pago de intereses y que puede dar origen a presiones financieras.

Los indicadores de rentabilidad analizados fueron ingresos operacionales / activo, utilidad antes de impuestos / activo y utilidad antes de impuestos / ingresos operacionales. El primero mide la cantidad de ingresos que cada unidad de activo es capaz de generar, mientras que los dos últimos miden la rentabilidad del negocio una vez se han pagado los servicios de deuda y operación.

Por último, los indicadores de liquidez analizados fueron activo corriente / pasivo corriente, disponible / pasivo corriente, (activo corriente - pasivo corriente) / activo y disponible / activos. Estos capturan la relación entre los activos fácilmente realizables y el endeudamiento de corto plazo, y el nivel de liquidez como proporción del activo de cada empresa. En la medida en que exista

¹² La clasificación se hizo con base en los nueve grupos de actividad económica definidos en el Cuadro 1; el grupo de control fue "enseñanza, servicios de salud y otros servicios". Platt y Platt (1991) fueron los primeros en proponer modelos que incluyen esta diferencia, ajustando cada una de las razones financieras por indicadores relativos a cada industria.

¹³ Se clasificó a cada una de las empresas de la muestra como grande, mediana ó pequeña dependiendo de su nivel de activos (D_a) y de su nivel en ventas (D_v). En el caso de los activos, los valores críticos para la clasificación fueron \$6,33 y \$1,99 b, mientras en el caso de las ventas fueron \$5,22 b y \$0,99 b.

un amortiguador de liquidez que permita mantener la operación sin afectar el pago a deudores, la empresa estará más lejos de un posible estado de insolvencia.

III. DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA DE LOS DATOS

En el Cuadro 2 se reportan estadísticas descriptivas de las variables utilizadas como su media y su desviación estándar, discriminadas por nivel de fragilidad de la empresa¹⁴. La hipótesis nula de no diferencia significativa entre el valor medio de empresas frágiles y no frágiles se rechaza para todas las razones financieras analizadas. Por tanto, todas las variables parecen ser útiles individualmente a la hora de discriminar entre empresas¹⁵. Comparadas con las

¹⁴ Se aplicó la transformación $\ln(1+w)$ a cada una de las razones financieras analizadas (w) en este estudio.

¹⁵ Esta no garantiza que su aporte sea mayor que el de otras variables y que por tanto, todas deban aparecer en el modelo multivariado.

empresas no frágiles, las frágiles presentan mayores niveles de endeudamiento y menores niveles de rentabilidad y liquidez. Además, tal como en Ohlson (1980), la varianza de los indicadores de las empresas frágiles es mucho mayor que la de las no frágiles.

IV. ESTIMACIÓN

Los modelos 1 y 3 reportados en el Cuadro 3 corresponden a las estimaciones *probit* finales. La selección inicial de los predictores se realizó con métodos de eliminación hacia atrás y hacia delante. La selección final de estos modelos se hizo con base en la significación estadística de los coeficientes estimados, su signo y la clasificación de la muestra¹⁶.

Pruebas estadísticas determinaron que en ambos casos se rechazó la hipótesis nula de

¹⁶ Las estimaciones se realizaron utilizando Stata 6,0, programa que elimina automáticamente variables que causen problemas de multicolinealidad en las estimaciones *probit*.

CUADRO 2
RAZONES FINANCIERAS PARA EMPRESAS FRÁGILES Y NO FRÁGILES 1/
(PRUEBA SOBRE DIFERENCIA ENTRE GRUPOS)

Variables	Empresas no frágiles		Empresas frágiles		Estadístico <i>t</i> 2/
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	
Obligaciones financieras / Activo	0,11	0,0010	0,27	0,0140	(15,29)
Egresos financieros / (Ingresos financieros + Ingresos operacionales)	0,09	0,0030	0,23	0,0400	(5,17)
Ingresos operacionales / Activo	0,62	0,0050	0,50	0,0260	3,41
Utilidad antes de impuestos / Activo	0,01	0,0020	(0,28)	0,0330	17,84
Utilidad antes de impuestos / Ingresos operacionales	0,06	0,0060	(0,43)	0,0560	10,64
Activo corriente / Pasivo corriente	1,14	0,0090	0,60	0,0260	8,12
(Activo corriente - Pasivo corriente) / Activo	0,13	0,0030	(0,26)	0,0500	15,46
Disponibles / Activos	0,04	0,0007	0,01	0,0010	5,67
Disponibles / Pasivo corriente	0,19	0,0050	0,02	0,0030	4,96

1/ Todos los valores analizados corresponden al $\ln(1+W)$, véase nota de pie de página 14.

2/ Estadístico asociado a la hipótesis nula (media de empresas frágiles-media de empresas no frágiles = 0).

Fuente: Cálculos del autor.

CUADRO 3
RESULTADOS DE MODELOS PROBIT DE PREDICCIÓN DE FRAGILIDAD EMPRESARIAL
VARIABLE DEPENDIENTE FRAGILIDAD (Y = 1)

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Constante	-17,806 (-11,39)	-18,279 (-10,43)	-16,529 (-10,23)	-17,283 (-9,60)
Utilidad antes de impuestos / Activo	-0,7517 (-8,90)	-0,578 (-1,67)	-0,6865 (-8,00)	-0,5873 (-1,85)
Obligaciones financieras / Activo	1,7981 (8,93)	1,6690 (6,72)	1,6703 (8,09)	1,5608 (6,22)
Disponible / Activos	-10,9154 (-5,39)	-11,2470 (-4,94)		
Disponible / Pasivo corriente			-55.690 (-6,10)	-52.022 (-5,37)
D_1	-0,7237 (-3,51)	-0,8114 (-3,38)	-0,7291 (-3,44)	-0,7957 (-3,26)
D_2	-0,2657 (-0,93)	-0,3637 (-1,03)	-0,2817 (-0,96)	-0,3647 (-1,02)
D_3	-0,2569 (-1,59)	-0,2531 (-1,34)	-0,2861 (-1,72)	-0,2734 (-1,47)
D_4	-0,464 (-2,48)	-0,4082 (-1,97)	-0,4875 (-2,55)	-0,426 (-2,02)
D_5	-0,428 (-2,54)	-0,4441 (-2,33)	-0,4955 (-2,87)	-0,5011 (-2,59)
D_6	-0,5943 (-2,60)	-0,6889 (-2,50)	-0,6035 (-2,58)	-0,6865 (-2,47)
D_7	-10.707 (-3,87)	-11.753 (-3,58)	-10.373 (-3,64)	-11.199 (-3,35)
D_8	-1,0678 (-4,48)	-1,2029 (-4,24)	-1,0709 (-4,36)	-1,1857 (-4,11)
Heteroscedasticidad				
Utilidad antes de impuestos / Activo	-1,0814 (-4,94)		-0,9972 (-4,69)	
Máxima verosimilitud (log L)	-678,79	-645,02	-666,03	-637,44
LRI (%)	19,87	23,86	21,35	24,73

Nota: Estadístico z entre paréntesis.

Fuente: Cálculos del autor.

homoscedasticidad, lo que llevó a la estimación de los modelos *probit* heteroscedásticos 2 y 4. En el caso del modelo 1, el estadístico LR asociado a la hipótesis nula de homoscedasticidad fue 67,54, mientras que para el modelo 3 fue de 57,18. La significancia de la variable utilidad antes de impuestos/activo en la parte heteroscedástica, confirma que esta razón financiera era la causante de la varianza no constante de los errores en los modelos 1 y 3.

Los resultados para todos los modelos estimados muestran que una empresa es más propensa a ser frágil en la medida en que presente bajos niveles de rentabilidad y liquidez, y un alto nivel de endeudamiento en sus resultados del último año. Tal como se observa en el Cuadro 3, los coeficientes estimados para las razones financieras son significativos en todos los modelos. Dentro de los indicadores analizados, la utilidad antes de impuestos / activo (en el caso de rentabilidad), las obligaciones financieras / activo (en el caso de endeudamiento) y los indicadores que contienen el nivel de disponible (en el caso de la liquidez) fueron los mejores predictores de fragilidad empresarial.

No deben sorprender los resultados obtenidos con respecto a la variable de liquidez, teniendo en cuenta que son los recursos más líquidos de las empresas (en este caso el disponible) los que primero empiezan a agotarse inmediatamente antes de alcanzar el estado de fragilidad. Sin embargo, la capacidad de generar utilidades y el nivel de obligaciones financieras, son indicadores financieros eficaces en la identificación temprana de empresas que durante el año 2001 vieron empeorado su estatus legal. Lo anterior confirma la importancia ya dada a estos indicadores a la hora de analizar la salud de las empresas del sector corporativo¹⁷.

Las variables *dummies* que discriminan por sector también fueron relevantes conjuntamente en los cuatro modelos¹⁸. Las empresas menos propensas a

ser frágiles en el año 2001 (independientemente de sus indicadores financieros) fueron las pertenecientes a las actividades auxiliares a la intermediación financiera y actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler. Por otro lado, y dado el coeficiente negativo de todas las *dummies* en la regresión, las empresas más propensas a ser frágiles pertenecen al sector de la “enseñanza, servicios de salud y otros servicios” (*dummy* de control). Los datos no permiten ser concluyentes al analizar las empresas pertenecientes a los sectores de explotación de minas y canteras, e industria manufacturera. En este último caso no es extraño el resultado, dada la heterogeneidad de las empresas contenidas en este gran grupo.

En ensayos anteriores de modelación el tamaño no pareció ser determinante de la fragilidad empresarial dada la baja significancia de las variables D_a y D_v . A pesar de la importancia de esta variable al diferenciar la facilidad de acceso al crédito y la estructura de capital de las empresas colombianas (Tenjo y García (1998)), y del posible problema de riesgo moral en empresas grandes, el tamaño no fue útil para identificar el empeoramiento en el estado legal de las empresas.

El Cuadro 3 también reporta el valor que toma la función de máxima verosimilitud (L) y el estadístico *Likelihood Ratio Index* (LRI) como medida de ajuste del modelo. Este último compara el modelo completo y el que solo incluye una constante y se calculó como $LRI = 1 - \frac{\log L}{\log L_0}$, siendo L_0 el valor de la función de verosimilitud cuando se restringe el modelo a incluir solo una constante. El LRI presentado nos muestra la superioridad de los modelos *probit* heteroscedásticos sobre los modelos 1 y 3.

V. PRECISIÓN EN LA CLASIFICACIÓN

Debido a que Y_i es una variable dicótoma y $F(I_i)$ continua no se pueden comparar directamente. Una manera de examinar la precisión en el pronóstico del modelo es por medio de la clasificación de la

¹⁷ Banco de la República (2002).

¹⁸ Estadístico asociado a $H_0: D_1 = \dots = D_8 = 0$ LR de 67,76 (modelo 1) 64,18 (modelo 2) 60,35 (modelo 3) y 57,24 (modelo 4).

muestra. En este proceso surgen dos tipos de clasificaciones correctas, cuando $Y_i = 1$ y $F(I_i) \geq Y^*$, y cuando $Y_i = 0$ y $F(I_i) < Y^*$. La proporción de empresas frágiles correctamente clasificadas se conoce con el término de *sensitivity*, mientras que la proporción de empresas no frágiles correctamente clasificadas se conoce como *specificity*. Como en todo modelo *probit*, la clasificación que se haga depende enteramente del valor límite a partir del cual se considera que existe fragilidad Y^* ¹⁹. El criterio utilizado en este estudio estableció como adecuado el valor de Y^* en el cual se maximiza la proporción correctamente clasificada en ambas poblaciones, es decir, el punto en el cual $specificity \cong sensitivity \cong$ proporción correctamente clasificada por el modelo²⁰. Estas proporciones se reportan en el Cuadro 4.

Los modelos 2 y 4 presentan una mejor habilidad en su pronóstico dentro de la muestra. En ambos modelos aproximadamente 82% de las empresas ya sean frágiles o no frágiles son identificadas correctamente. Los modelos 1 y 3 registran menores tasas de clasificación, lo cual confirma cómo en este caso la

corrección de los problemas de la varianza no constante en el error incrementaron el poder de pronóstico dentro de la muestra.

VI. EFECTOS MARGINALES DE LOS COEFICIENTES

Dada la dificultad en la interpretación de los coeficientes *probit*, se calcularon los efectos marginales de las tres variables para los modelos 2 y 4²¹. Estos se deben entender como el cambio en $F(I_i)$ ante una variación en la razón financiera de 1% para la empresa promedio de la muestra. Es decir, que al incrementar en 1% el nivel de utilidad antes de impuestos / activo de la empresa promedio, $F(I_i)$ del modelo 2 se redujo en 0,000302²². Para las variables dicótomas D_i este efecto se debe interpretar como el cambio en $F(I_i)$ de la empresa promedio cuando se pasa de $D_i = 0$ a $D_i = 1$.

¹⁹ En la medida en que el valor de Y^* sea más alto (bajo) el modelo clasificará a más empresas como no frágiles (frágiles) y disminuirá el porcentaje correctamente clasificado de empresas frágiles (no frágiles).

²⁰ En otros estudios en los cuales no se escoge simplemente a Y^* como 0,5 (como en Neophytou, Charitou y Charalambous (2000)), este valor límite se selecciona a partir de los errores tipo I (empresa frágil clasificada como no frágil) y tipo II (empresa no frágil clasificada como frágil), como lo hacen Lin Lin y Piesse (2001) o Tirapat y Nittayagasetwat (1999).

²¹ Para los cálculos realizados, el cambio de cada indicador fue de 1%. Teniendo en cuenta que se trabajó con $x_j = \ln(1+w_j)$, donde w_j es la razón financiera j , los efectos marginales se calcularon sobre el promedio de w_j y no sobre x_j .

²² Si la variable x_j se encuentra en la parte heteroscedástica del modelo, se logra que la tasa de compensación entre las variables i y j en el cual el índice de fragilidad Y no varía, dependa de los niveles de los indicadores. Bernhardsen (2001) explica cómo, a partir de un ejemplo numérico de Laitinen y Laitinen (2000) presentado a continuación, cuando

$$\frac{\partial x_i}{\partial x_j} \Big|_{dy^*=0} = -\frac{\beta_i}{\beta_j}$$

como en el caso de un *probit*, una tasa de compensación constante no parece ser razonable. Si

$$\frac{\partial (\text{Util. antes impuestos} / \text{activo})}{\partial (\text{Disponible} / \text{activo})} \Big|_{dy^*=0} = -\frac{2}{5}$$

y el nivel de la

CUADRO 4
PROPORCIÓN DE EMPRESAS CLASIFICADAS CORRECTAMENTE
(% CLASIFICADO CORRECTAMENTE)

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
No frágiles (<i>specificity</i>)	80,50	82,48	79,61	81,85
Frágiles (<i>sensitivity</i>)	80,12	81,87	78,95	81,29
Clasificación total	80,49	82,47	79,60	81,84

Nota: Y^* fue 0,025 para los modelos 1, 2 y 4, y 0,026 para el modelo 3.

Fuente: Cálculos del autor.

Sin embargo, las magnitudes de los efectos es poco intuitiva dada la poca variación del índice. Con el fin de entender mejor el efecto de las variables en la determinación de si una empresa es frágil o no, se calculó, para el modelo 2, cuánto debería ser el valor de un indicador en la empresa promedio para que $F(I_i)$ alcanzara 0,025 (es decir, para que la firma pase a ser frágil). La empresa promedio de nuestra muestra presenta niveles de rentabilidad de 2,25%, de endeudamiento de 13,16% y de liquidez (disponible / activos) de 4,39%, a partir de los cuales se determinó un $F(I_i)^{prom}$ de 0,002966. Se determinó que para que una empresa con estas características llegara al estado de fragilidad en el año 2001, la rentabilidad debería descender a -20,97% en el año 2000. Así mismo, la empresa promedio llegará a tener un $F(I_i)$ de 0,025, si al mantener los niveles de rentabilidad y liquidez promedio anteriores, aumenta su nivel de endeudamiento a 79,6%²³.

Con respecto a la liquidez, se puede afirmar que la empresa promedio no alcanza a llegar al estado de fragilidad disminuyendo su indicador de disponible / activos (aún al nivel de cero). Por tanto, una empresa con indicadores de rentabilidad y endeudamiento similares a los del promedio no debería presentar ningún signo de fragilidad. Las empresas vulnerables que empeoraron su estado legal en el año 2001, presentaron niveles deficientes, en comparación con el promedio, en sus indicadores de rentabilidad y endeudamiento. Una vez se deterioran estos indicadores, el de liquidez va cobrando mayor importancia a la hora de determinar

empresa en ambos indicadores fuera 5%, una firma seguirá siendo igual de frágil si el indicador de liquidez se situara en 3% y el de rentabilidad en 10%. Sin embargo, esto también implicaría que para una firma con altos niveles iniciales en liquidez de 50% y la misma rentabilidad (5%), una caída en liquidez a 48% también necesite incrementar a 10% la rentabilidad para mantener el mismo nivel de riesgo. En nuestro caso, la tasa de compensación entre el indicador de rentabilidad y cualquier otro que logran mantener constante el nivel de riesgo, dependerá del nivel de los indicadores.

²³ 479 empresas de la muestra tuvieron un indicador de rentabilidad menor que -20,97%, en tanto que 84 registraron un endeudamiento mayor que 79,6% (lo que no indica a priori que sean frágiles).

fragilidad empresarial, tal como se expuso anteriormente en las salidas del Cuadro 3. Este resultado ayuda a entender la diferencia entre iliquidez e insolvencia, por cuanto una empresa ilíquida no necesariamente es insolvente, como en el caso hipotético de la empresa promedio.

VII. VALIDACIÓN POR EL MÉTODO LACHENBRUNCH JACKKNIFE

Esta técnica es ampliamente aceptada para validar qué tan preciso clasifica un modelo por fuera de muestra. Se escogió aleatoriamente un número de empresas, con una representación del 90% de la muestra, y para estimar de nuevo los modelos 2 y 4. El objetivo de esta técnica es validar la capacidad de pronóstico del modelo de una forma artificial al clasificar el 10% restante de empresas excluidas en la estimación. El Cuadro 6 presenta el poder de clasificación sobre el 10% de empresas no utilizadas en la estimación a partir de 10 pruebas de Lachenbruch Jackknife (tomando $Y^* = 0,025$).

El poder de clasificación de la muestra excluida de cada una de las 10 pruebas es muy cercano al obtenido en el Cuadro 5. La estabilidad en los resultados del pronóstico y en los coeficientes estimados, demuestra cuán robustas son ambas estimaciones a variaciones en la muestra. Al igual que en el Cuadro 5, el modelo 2 es ligeramente mejor que el modelo 4 a la hora de pronosticar fragilidad empresarial.

VIII. CLASIFICACIÓN DE EMPRESAS FRÁGILES A DOS AÑOS

El objetivo de esta última sección es investigar qué tan buenos son los modelos 2 y 4 para pronosticar fragilidad dos años adelante. A partir de las empresas no frágiles erróneamente clasificadas como frágiles por los modelos 2 y 4 (aproximadamente el 18%), se determinó qué proporción de esta población se

CUADRO 5
RESUMEN PRUEBA DE VALIDACIÓN DE LACHENBRUNCH JACKKNIFE

Prueba número	Modelo 2			Modelo 4		
	No frágiles (<i>Specificity</i>)	Frágiles (<i>Sensitivity</i>)	Clasificación total	No frágiles (<i>Specificity</i>)	Frágiles (<i>Sensitivity</i>)	Clasificación total
1	85,13	88,89	85,20	81,43	75,00	81,30
2	81,13	70,00	80,80	82,56	56,00	81,90
3	80,97	69,70	80,60	80,59	87,50	80,70
4	83,69	80,00	83,60	82,47	70,00	82,10
5	82,49	91,67	82,60	82,26	76,00	82,10
6	84,29	85,00	84,30	81,65	78,95	81,60
7	81,46	92,31	81,60	80,35	82,61	80,40
8	82,24	85,00	82,30	84,15	62,50	83,80
9	81,00	66,67	80,70	82,65	80,00	82,60
10	85,06	75,00	84,90	82,84	100,00	83,10
Promedio	82,75	80,42	82,66	82,10	76,86	81,96

Fuentes: Cálculos del autor.

declaró en reestructuración o liquidación obligatoria en el año 2002. Es decir, qué porcentaje de ese 18% de empresas clasificadas erróneamente como frágiles en el año 2001 fueron frágiles en el año 2002²⁴.

El modelo 2 fue capaz de pronosticar correctamente como frágiles a 69 de las 102 empresas declaradas en reestructuración o liquidación obligatoria durante el año 2002, es decir un 68% de las clasificadas como frágiles²⁵. Por su parte, el modelo 4 identificó 67 de las 102 para un grado de *specificity* de 66%.

Se puede concluir que las variables incluidas en los modelos 2 y 4 permiten diferenciar no solamente las empresas sanas de las frágiles un año adelante, sino

también identificar a dos de cada tres empresas frágiles con dos años de anticipación. Es decir, que con el 18% de empresas clasificadas como frágiles siendo sanas en el año 2001, se logró identificar correctamente como frágiles en 2002 el 68%. Tal como se esperaba, la proporción de empresas frágiles correctamente clasificadas fue menor al tratar de identificarlas dos años adelante que al hacerlo sólo un año adelante (se pasó de una clasificación correcta de 82% de empresas frágiles en 2001 a un 68% en 2002).

IX. CONCLUSIONES

El objetivo de este estudio fue desarrollar un modelo estadístico de pronóstico de fragilidad para las empresas en el año 2001. Aun cuando bastantes estudios han desarrollado este tipo de modelos en otros países del mundo, este trabajo trata de suplir la ausencia de estimaciones para el caso colombiano utilizando una muestra representativa de la población de empresas y técnicas *probit*.

²⁴ De las 277 empresas identificadas como frágiles durante el año 2002 (ya sea por declararse en reestructuración o en liquidación obligatoria) sólo se tuvo información contable para 116 de ellas en el año 2000, de las cuales 14 no se tuvieron en cuenta por presentarse en liquidación obligatoria en el año 2002 después de haber presentado reestructuración en el año 2001.

²⁵ Nuevamente, se utilizó $\alpha = 0,025$ para llevar a cabo la clasificación de ambos modelos.

La amplia muestra utilizada incluyó la información contable de 9.000 empresas, para las cuales se calcularon indicadores de rentabilidad, endeudamiento, liquidez y eficiencia frecuentemente utilizados al realizar análisis financieros. Utilizando un modelo *probit* heteroscedástico se identificaron como relevantes las razones financieras Utilidad antes de impuestos / Activos, obligaciones financieras/activos y Disponible / Activos. A partir de estas tres razones financieras y de variables *dummies* por sector económico, se pudo identificar correctamente el 82% de las empresas frágiles e igual proporción para las no frágiles.

El análisis marginal de las razones financieras del modelo 2 permitió afirmar que una empresa con indicadores de rentabilidad y endeudamiento similares a los del promedio no debería presentar ningún signo de fragilidad, sin importar su nivel de liquidez. Sin embargo, una vez se deteriora alguno de estos dos indicadores la liquidez va cobrando mayor importancia a la hora de determinar fragilidad empresarial. Pruebas

adicionales sobre el modelo permitieron confirmar la estabilidad de los resultados ante cambios en la muestra y la capacidad de dicho modelo para identificar con dos años de antelación a dos de cada tres empresas frágiles en el año 2002. A pesar de la importancia de la variable tamaño en otros estudios sobre el acceso al crédito en Colombia, ésta no es útil para identificar el empeoramiento en el estado legal de las empresas.

Este estudio permite identificar las razones financieras relevantes a la hora de pronosticar un deterioro en el estado legal de las empresas. Sin embargo, el modelo utilizado es de corte transversal y no es conveniente hacer análisis de carácter intertemporal a partir de estos resultados. Variables relevantes en estudios anteriores como edad y valor de mercado de la firma no se incluyeron por su falta de disponibilidad. Futuros trabajos en esta área permitirán saber si las razones financieras aquí presentadas siguen siendo determinantes a pesar de los cambios macroeconómicos de la economía.

Referencias

- Altman, Edward (1968). "Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy", *Journal of Finance*, No. 4.
- _____; Narayanan, Paul (1997). "An international survey of business failure classification models", *Financial markets, institutions and instruments*, Vol. 6, No. 2.
- Banco de la República (2002). *Reporte de Estabilidad Financiera*.
- Beaver, William (1966). "Financial ratios as predictors of failure", *Journal of Accounting Research*, No. 4.
- Bernhardsen, Eivind (2001). "A model of bankruptcy prediction", Working Papers, *Norges Bank*, 2001/10.
- Echeverry, Juan Carlos; Salazar, Natalia (1999). "¿Hay un estancamiento en la oferta de crédito?", *Archivos de Macroeconomía, Departamento Nacional de Planeación*, No.118.
- Echeverry, Juan Carlos (2001). "Memorias de la recesión de fin de siglo en Colombia: flujos, balances y política anticíclica", *Boletines de Divulgación Económica, Departamento Nacional de Planeación*, No. 7.
- Fedesarrollo (2003). *Encuesta de opinión empresarial sector industrial: resultados del módulo especial sobre estructura de financiamiento de las empresas y situación actual del crédito*.
- Greene (2000). *Econometric Analysis*, Prentice Hall (4a. edición).

- Higgins, Robert (2000). *Analysis for Financial Management*.
- International Monetary Fund (2001). *Macprudential analysis: selected aspects*.
- Laitinen, Erkki y Teija Laitinen (2000). "Bankruptcy prediction application of the Taylor's expansion in logistic regresión", *Internacional Review of Financial Analysis*, Vol. 9, No. 4.
- Lennox, Clive (1999). "Identifying failing companies: a reevaluation of the logit, *probit* and DA approaches", *Journal of Economics and Business*, Vol. 51, No. 4.
- Lin, Lin; Piesse, Jenifer (2001). "The identification of corporate distress: a conditional probability analysis approach", *Department of Management Working Paper Series*, Birkbeck College, *University of London*, 01/03.
- Lo, Andrew (1986). "Logit versus discriminant analysis", *Journal of Econometrics*, No. 31.
- Neophytou, Evridiki, Andreas Charitou; Charalambous, Chris (2000). "Predicting corporate failure: empirical evidence for the UK", Working paper series, *University of Southampton*, No. 01-173.
- Ohlson, J. (1980), "Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy", *Journal of Accounting Research*, No. 18.
- Platt, Harlan; Platt, Marjorie (1991). "A note on the use of industry-relative ratios in bankruptcy prediction", *Journal of Banking and Finance*, No. 15.
- _____; _____ (2002). "Predicting corporate financial distress: reflections on choice based sample bias", *Journal of Economics and Finance*, Vol. 26, No. 2.
- Rosillo, Jorge (2002). "Modelo de predicción de quiebras de las empresas colombianas", *Revista Innovar*, Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional, No. 19.
- Tenjo, Fernando; García, Guillermo (1998). "Desarrollo financiero y estructura de capital de las empresas", en *El ahorro en Colombia*, Departamento Nacional de Planeación, Tercer Mundo Editores.
- Tirapat, Sunti; Nittayagasetwat, Aekkachai (1999). "An investigation of Thai listed firms financial distress using macro and micro variables", *Multinational Finance Journal*, Vol. 3, No. 2.
- Urrutia, Miguel (1999). "Crédito y reactivación económica", *Revista del Banco de la República*, No. 860.
- _____; Zárate, Juan Pablo (2000). "La crisis financiera de fin de siglo", Mimeo, Banco de la República.
- Villar, Leonardo; Rincón, Hernán (2001). "Flujos de capital y regímenes cambiarios en la década de los 90", *Ensayos Sobre Política Económica*, Banco de la República, No. 39.