

Modelo para la predicción de indicadores de riesgo de crédito mediante razones financieras usando modelos estructurales, regresión *PLS*, análisis factorial y datos de panel: Una aplicación al mercado colombiano

Santiago de Cali, Junio de 2015

RESUMEN

Este artículo presenta los resultados del estudio sobre la construcción de un modelo predicción de indicadores de riesgo de crédito mediante razones financieras. A partir del modelo de flujo de activos líquidos, se seleccionan un conjunto de firmas incluidas en el IGBC durante el periodo 2005-2007. Considerando como variables a explicar la probabilidad de incumplimiento y la tasa de recuperación dado el incumplimiento de las firmas, estimadas mediante el enfoque estructural de Merton y, como variables explicativas, las razones financieras obtenidas con la información contable, se construye el modelo de predicción utilizando la regresión PLS, el análisis factorial y los modelos de datos de panel. Los resultados de la investigación coinciden con los planteamientos del modelo de flujo de activos líquidos e indican que las probabilidades de incumplimiento y las tasas de recuperación se pueden predecir a través de razones de endeudamiento de las empresas. El modelo propuesto constituye una alternativa en los sistemas de gestión de riesgo de crédito en la estimación de las probabilidades de incumplimiento y las tasas de recuperación como dos de los tres factores fundamentales a tener en cuenta en la cuantificación de las pérdidas por exposición a riesgo de crédito.

Palabras clave: probabilidades de incumplimiento, modelo estructural de Merton, regresión *PLS*, modelo de datos de panel.

Clasificación JEL: C38 G32 G33

Abstract

This paper presents the results of study on the construction of a model to predict credit risk indicators through financial ratios. Taking into account the liquid-asset-flow model, we select a set of firms listed on Colombian market and belonged to IGBC in the period 2005-2007. Considering variables to explain both default probability and recovery rates estimated by the structural approach of Merton and explanatory variables financial ratios obtained from accounting information, we construct the prediction model using *PLS* regression, factor analysis and panel data models. The outcomes of our research are consistent with the liquid-asset-flow model approach and indicate that both default probability and recovery rates can be predicted through a set of debt ratios. The proposed model is an alternative for credit risk management systems in the estimation of default probabilities and recovery rates as two of the three key factors that must be taken into account in measuring losses from exposure to credit risk.

Key words: Default Probabilities, Merton Structural Models, *PLS* regression, Panel Data Model, Financial Ratios.

JEL CODES: C38 G32 G33

1. INTRODUCCIÓN*

La medición del riesgo de crédito incluye la cuantificación de las probabilidades de incumplimiento y las tasas de recuperación dado el incumplimiento. Para la estimación de estos indicadores de riesgo de crédito se proponen los modelos estructurales y los modelos de forma reducida (Jackson et al., 1999 y Márquez, 2006). Generalmente cuando se usan los modelos de forma reducida se estiman probabilidades de incumplimiento pero poco o nada se dice de las tasas de recuperación, excepto cuando se aplican en empresas del sector financiero ya que dichas tasas están determinadas por los colaterales que soportan el crédito.

Los modelos estructurales que incluyen el modelo de Merton (1974) y de Geske (1977), suponen que se dispone de información de mercado de firmas, específicamente, de información bursátil. Esta información bursátil en ocasiones no está disponible para las empresas que tienen un índice de baja, mínima o ninguna bursatilidad.

Los modelos de forma reducida incluyen el modelo tradicional de Altman (1968, 2000), los modelos que se basan en modelos logit, probit y lineales de probabilidad (Greene, 2000 y Gujarati, 2003); los modelos que utilizan simulación (Ramaswamy, 2005, Dunkel y Weber, 2007); redes neuronales artificiales (Atiya, 2001) y metodología borrosa (Wei, 2008 y Zhu y Chiu, 2007). Estos modelos suponen que se tiene información a priori de las empresas o de los créditos clasificados como cumplidos o incumplidos en torno a las obligaciones que implica el crédito y que este incumplimiento se puede relacionar con variables internas y externas de sus clientes.

* Este trabajo forma parte del proyecto de investigación: “Metodología para la Medición del Riesgo de Crédito en Empresas no Financieras”, que se desarrolla dentro del proyecto ECO2010-22065-C03-03: Modelos Actuariales de Medición y Transferencia del Riesgo: Riesgo de Crédito y Riesgo de Suscripción, el cual es financiado por el Gobierno de España-Ministerio de Ciencia e Innovación, la Universitat de Barcelona-España y la Universidad del Valle-Colombia. Nuestros agradecimientos a las entidades financiadoras del proyecto y a Maite Mármol y Anna Castañer por las observaciones y comentarios realizados a versiones previas de este documento. Todos los errores, comentarios y observaciones son de la absoluta y total responsabilidad de los autores y no comprometen en ningún sentido a las instituciones en las cuales laboran.

Este trabajo tiene como objetivo presentar un modelo para la medición del riesgo de crédito, que se construye mediante un proceso metodológico que se basa en tres etapas: 1) Medición de las probabilidades de incumplimiento y las tasas de recuperación dado el incumplimiento mediante el modelo de Merton (1974) para un conjunto de firmas que pertenecieron al Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia (IGBC), 2) Para dichas compañías obtención de las razones financieras con la información contable y 3) Predicción de las probabilidades de incumplimiento y las tasas de recuperación a partir de las razones financieras utilizando un modelo de regresión de mínimos cuadrados parciales (*PLS* por sus siglas en Inglés) y un modelo de datos de panel.

Teniendo en cuenta el objetivo de este trabajo, se plantea como hipótesis que durante el periodo 2005-2007 para las empresas no financieras que cotizaron sus acciones en el mercado colombiano y que están inscritas en la Bolsa de Valores de Colombia, existió una relación entre los indicadores de riesgo de crédito obtenidos mediante la aplicación de modelos estructurales, como el modelo de Merton (1974), y algunos de los indicadores contables como medidas de desempeño de las mismas empresas. La importancia de validar esta hipótesis es que, de existir dicha relación, se podría construir una ecuación a través de técnicas estadísticas o matemáticas que exprese dicha relación.

Hasta donde se ha revisado en la literatura sobre riesgo de crédito, el cumplimiento del objetivo de este estudio constituye una novedad, en tanto que el modelo que se presenta en este documento puede ser usado tanto por directores de compañías del sector financiero y no financiero como por reguladores e inversionistas para tomar decisiones relacionadas con la gestión de riesgo de crédito.

Lo que sigue del documento se ha estructurado de la siguiente manera. En la sección dos se realiza una breve revisión de la literatura. La sección tres corresponde a la metodología; en esta parte del documento se realiza una

descripción de los datos empleados en el trabajo y se hace una descripción del modelo *PLS*. En la sección cuatro se presentan los resultados de la investigación y en la sección cinco, se listan las conclusiones del estudio. Finalmente se presentan las referencias y anexos del estudio.

2. MODELOS DE PROBABILIDADES DE INCUMPLIMIENTO Y RAZONES FINANCIERAS: BREVE REVISIÓN DE LA LITERATURA

Las razones financieras permiten analizar el desempeño de las empresas y se expresan en función de cifras contables, cifras del mercado o una combinación de ambas (Haugen, 1997) y se agrupan en distintas categorías que hacen referencia a los niveles de liquidez, actividad, rentabilidad, endeudamiento y la dinámica de la empresa.

El razonamiento teórico del análisis con razones financieras se explica a través del modelo de flujo de efectivo (o flujo de activos líquidos). En este modelo la firma es vista como una reserva de activos líquidos, la cual se incrementa o se agota por la entrada o salida de flujos respectivamente. Las reservas sirven como un tope o amortiguador contra las variaciones de los flujos. La solvencia de la firma puede ser definida como la probabilidad de que los flujos sean suficientes para atender el pago de las obligaciones de la firma en la medida que se vencen (Beaver, 1966).

Según Beaver (1966) cuatro conceptos son importantes para describir la relación entre el modelo de flujo de activos líquidos y las razones financieras. El primero, es el tamaño de las reservas mismas. El segundo, es el flujo neto de activos líquidos de la operación, los cuales miden la cantidad neta de activos líquidos que incrementan o disminuyen las reservas para atender las operaciones corrientes de la empresa. El tercero, es el nivel de deuda de la compañía, que constituye una medida de la disminución potencial de las reservas. El cuarto, son los fondos gastados en la operación, los cuales son

una medida de la cantidad de activos líquidos agotados de las reservas para atender los gastos de la operación de la empresa.

Dados los cuatro conceptos anteriores, manteniendo los demás factores constantes, cuatro proposiciones pueden ser establecidas: 1) cuando se incrementan las reservas, disminuye la probabilidad de incumplimiento de la firma, 2) cuanto mayor es el flujo neto de activos líquidos de la operación, menor es la probabilidad de incumplimiento, 3) cuanto mayor es el nivel de deuda de la compañía, mayor es la probabilidad de incumplimiento y, 4) cuanto mayores son los fondos gastados en la operación, mayor es la probabilidad de incumplimiento (Beaver, 1966). Estas cuatro proposiciones pueden contrastarse tomando como referencias las razones financieras.

Entre los trabajos que utilizan razones financieras como predictores de las probabilidades de incumplimiento o quiebra de una empresa se pueden mencionar, por ejemplo, los estudios de Beaver (1966), Edmister (1972) y Ohlson (1980), Altmant et al. (1994), Altman et al. (1977), Altmant (2000) Altman y Sabato (2005), Beaver et al. (2005), Back (2005), Sun y Li (2008), Hua et al. (2007), Huang et al. (2008), Sun y Li (2009), Chen y Guo (2011) y, Du-jardin y Séverin (2011). En Colombia se encuentran, por ejemplo, los trabajos de Rosillo (2002), Martínez (2003), Arango et al. (2005), Gómez et al. (2006), Zamudio (2007) y Gómez y Reyes (2011).

Rosillo (2002) utiliza el análisis discriminante en una muestra de 106 empresas con el fin de identificar una situación financiera difícil o la antesala a la quiebra. Dejando 26 empresas para validar el modelo, divide las 80 empresas restantes en 50 fuertes y 30 débiles utilizando 12 razones financieras de las cuales identifica tres como las que pueden discriminar entre empresas fuertes y débiles: endeudamiento (pasivo sobre activo) apalancamiento (pasivo sobre patrimonio) y rendimiento del patrimonio (utilidad / patrimonio). Según los resultados de Rosillo (2002) una empresa es más fuerte cuanto menor sea su

endeudamiento, mayor su rentabilidad del patrimonio y mayor su nivel de apalancamiento.

Martínez (2003) emplea un modelo probit para estudiar los factores que determinan la fragilidad de las empresas colombianas. Selecciona una muestra de 9.000 empresas agrupadas por sectores, de las cuales 171 son clasificadas como frágiles. Considerando 10 indicadores financieros (cuatro de liquidez, tres de rentabilidad y tres de endeudamiento) encuentra que la fragilidad de las empresas disminuye con la rentabilidad (utilidad antes de impuestos sobre activo) y con la liquidez (disponible sobre activos y disponible sobre pasivo corriente) pero se incrementa con el nivel de deuda (obligaciones financieras sobre activo).

Arango et al. (2005) emplean un modelo probit para datos de panel (desbalanceado) suponiendo efectos aleatorios que incluye 8.481 empresas para 10 años con 16.301 observaciones, con el fin de determinar la probabilidad de liquidación de las firmas. Sus resultados indican que la probabilidad de liquidación de las firmas es mayor cuando las firmas tienen rendimiento negativo o entre 0% y 10% comparado con las compañías que tienen un rendimiento superior al 10%. Dicha probabilidad también se incrementa con el endeudamiento (deuda interna sobre activos) y disminuye con el tamaño de la empresa ($\ln(\text{ventas})$). Manifiesta que, comparadas con las empresas del sector industrial, las empresas de los sectores agrícola, servicios, transporte y comunicaciones tienen menor probabilidad de liquidación y se espera que, a mayores niveles de actividad económica (tasa de crecimiento real del PIB) menor es la probabilidad de liquidación de las firmas.

Gómez et al. (2006) utilizan un modelo de riesgos proporcionales para estimar la probabilidad condicional de incumplimiento de los 2.000 mayores deudores privados del sistema financiero colombiano. La muestra final quedó conformada por 989 empresas. Los resultados de este estudio indican que la probabilidad de incumplimiento se incrementa cuando la rentabilidad (utilidad antes de

impuestos sobre activos) es negativa, con el endeudamiento (deuda sobre activos). La probabilidad de incumplimiento disminuye con el tamaño de la firma ($\ln(\text{ventas})$) y con el nivel de capitalización (patrimonio sobre activos). El coeficiente de la liquidez (activo corriente sobre pasivo corriente) no tiene un efecto significativo en la probabilidad de incumplimiento. Con relación a los sectores las empresas del sector industrial, contrario a las del sector de la construcción, presentaron mayor probabilidad de incumplimiento.

Zamudio (2007) emplea un modelo logit ordenado para calcular la probabilidad de que la cartera de créditos de compañía se deteriore. Los resultados de esta investigación indican que la probabilidad de deterioro de un crédito disminuye con la liquidez (disponible sobre activos) y con los niveles altos de actividad económica (tasa de crecimiento del PIB), pero se incrementa con la carga financiera (gastos financieros / utilidad antes de impuestos). Los créditos otorgados a empresas del sector de la construcción tienen una mayor probabilidad de deterioro que los otorgados a las firmas del sector de los servicios, comercio, minería y agricultura.

Gómez y Reyes (2011) utilizan un modelo de riesgos proporcionales para estimar las probabilidades de quiebra de las firmas relacionadas con los créditos. Para una muestra de pequeñas, medianas y grandes empresas, emplean como predictores de la probabilidad de incumplimiento cinco razones financieras. Los coeficientes de tres de ellas son significativos: rentabilidad de los activos, ineficiencia (costos operacionales sobre total activos) y composición de la deuda (deuda de corto plazo sobre total deuda) sólo para las pequeñas empresas. Los coeficientes de la razón de liquidez (activo corriente más inversiones de corto plazo sobre pasivo corriente más deuda de largo plazo) y de la razón de apalancamiento financiero no resultan significativos.

3. METODOLOGÍA

3.1 Los datos

El estudio incluye empresas que cotizaron en el mercado colombiano durante el periodo 2005-2007 y pertenecieron al Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia. Estas compañías se seleccionaron por presentar un índice de alta bursatilidad en la transacción de sus acciones en el mercado de valores colombiano. En el Cuadro 1 se presenta la distribución de las empresas por sectores económicos.

Cuadro 1
Distribución del número de empresas por sectores y por año

Sector económico	Año					
	2005		2006		2007	
	No. de Emp.	% Empresas	No. de Emp.	% Empresas	No. de Emp.	% Empresas
Mat. Básicos/Industria/Constr./Bienes de Consumo	9	52.94	11	55.00	12	48.00
Petróleo y Energía					3	12.00
Serv. Financieros e Inmob.	3	17.65	4	20.00	5	20.00
Servicios de Consumo	5	29.41	5	25.00	5	20.00
Total	17	100	20	100	25	100

Fuente: Elaboración propia.

Las probabilidades neutrales de incumplimiento y las tasas de recuperación (anexo 1) se calcularon en Caicedo et al. (2011a) mediante el modelo Merton (1974). Se estimó que las empresas presentaron unas probabilidades neutrales de incumplimiento equivalentes en promedio al 2.6332%, 6.3007% y 0.4115% en los años 2005, 2006 y 2007 respectivamente. También se estimó que las tasas de recuperación fueron equivalentes en promedio al 91.00%, 86.70% y 94.69% en los años 2005, 2006 y 2007.

La información de balances y estados de resultados se tomó con frecuencia anual y fue obtenida del Registro Nacional de Valores y Emisores (RNVE) de la Superintendencia Financiera de Colombia (Superfinanciera). También se consultaron los formatos 180 a 187 exigidos por la Superfinanciera en Colombia a las compañías que están inscritas en el RNVE. La información de la tasa de crecimiento del PIB se obtuvo del Departamento Nacional de Estadística de Colombia (DANE) y del Banco de la República de Colombia.

Con la información de los balances y estados de resultados se calculan 82 razones financieras las cuales se agruparon en cinco categorías: liquidez, actividad, rentabilidad, endeudamiento y productividad. Los criterios para la selección de las razones financieras fueron dos: 1) la popularidad de la razón financiera, es decir, que aparece con frecuencia en los manuales de textos de finanzas y 2) que la razón financiera haya sido usada en estudios previos.

Para las 82 razones financieras se calculan sus estadísticas básicas y las correlaciones con las probabilidades de incumplimiento y las tasas de recuperación (anexo 2). Del análisis efectuado de las correlaciones se observa que 33 razones presentaron, por lo menos en uno de los años del periodo 2005-2007, una correlación significativa con la probabilidad de incumplimiento o con la tasa de recuperación (Cuadro 2). Estas 33 razones se emplean en la construcción del modelo de predicción.

Cuadro 2.
Razones financieras incluidas en modelo de predicción
de las probabilidades de incumplimiento y de las tasas de recuperación

Notación	RAZON	TIPO (*)
X1	Razon corriente(\$)-	L
X2	Flujo de efectivo/ Patrinomio(\$)-	L
X3	patrimonio / Activos(%)-	L
X4	Activos fijos / Ventas(%)+	A
X5	Activos fijos /patrinomio	A
X6	Patrimonio / Ventas(%)-	A
X7	Capital de trabajo / Ventas(%)-	A
X8	Tamaño(LN(ventas))()-	A
X9	Ventas / Pasivo(Veces)-	A
X10	Utilidad neta / Activos(%)-	R
X11	EBIT / Activos totales - ROA(%)-	R
X12	Utilidad neta / Patrimonio - ROE(%)-	R
X13	Margen de utilidad(%)-	R
X14	Utilidades retenidas / Activos(%)-	R
X15	Flujo de efectivo / Activos(%)-	R
X16	Utilidad antes de impuesto / Activos(%)-	R
X17	Utilidad antes de impuestos / ventas(%)-	R
X18	Retorno del capital invertido (%) - ROI(%)-	R
X19	Flujo de efectivo / Ventas(%)-	R
X20	EBITDA / Activos(%)-	R
X21	Utilidad antes de impuestos / Patrimonio(%)-	R
X22	Utilidad neta / Activos fijos(%)-	R
X23	Utilidad operativa / Patrimonio(%)-	R
X24	Razon de deuda .(%)+	E
X25	Apalancamiento(\$)+	E
X26	Pasivo Corriente / Pasivo(%)+	E
X27	Gastos financieros / Utilidad antes de impuestos(%)+	E
X28	Obligaciones bancarias / Activos(%)+	E
X29	Pasivo Corriente / Patrimonio(\$)+	E
X30	Pasivo no corriente / Activos(%)+	E
X31	Intereses / (Ventas + Ingresos financieros)(%)+	E
X32	Pasivo / Utilidad neta(\$)+	E
X33	Pasivo no corriente / Utilidad neta(\$)+	E

Fuente: Elaboración propia.

(*) Tipo: L=Liquidez, A=Actividad, R=Rentabilidad, E=Endeudamiento.

3.1 Modelo de Predicción de las probabilidades de incumplimiento y las tasas de recuperación.

Para la predicción de las probabilidades de incumplimiento y las tasas de recuperación se aplica el modelo de regresión de mínimos cuadrados parciales (*PLS* por sus siglas en inglés), el cual fue introducida por Wold (1966, 1973) y es aplicable principalmente cuando interesa hacer pronósticos de una o más variables dependientes a través de variables independientes en un contexto donde se presenta multicolinealidad en las variables regresoras, se dispone de más variables que de individuos y/o hay datos ausentes. Una amplia exposición de las técnicas *PLS* se presentan en detalle en Wold (1985), Lohmöller (1989), Tenenhaus (1998) y Valencia et al. (2003).

Los métodos de estimación *PLS* cuando se dispone de una variable independiente se denominan *PLS1* y cuando se dispone de dos o más variables regresoras se denominan *PLS2* (Valencia et al., 2003; Tenenhaus, 1998). Las técnicas de regresión *PLS1* son un caso particular de las *PLS2*.

Sean q el número de variables a explicar y p el número de variables explicativas, $\mathbf{Y} = \{y_1, y_2, \dots, y_q\}$ la matriz de datos de variables a explicar y $\mathbf{X} = \{x_1, x_2, \dots, x_p\}$ la matriz de datos de variables explicativas. La regresión *PLS2* consiste en efectuar un análisis de componentes principales del conjunto de variables de \mathbf{X} , bajo la condición de que estas componentes principales sean también lo más explicativas posibles del conjunto de variables de \mathbf{Y} (Valencia et al., 2003).

Sean n el número de empresas, \mathbf{E}_0 la matriz $n \times p$ de datos de p variables explicativas centradas y reducidas y, \mathbf{F}_0 la matriz $n \times q$ de datos de q variables respuestas centradas y reducidas. El procedimiento iterativo para la regresión *PLS2* es:

Paso 1: se construye una combinación lineal \mathbf{u}_1 de las columnas de \mathbf{F}_0 y una combinación lineal \mathbf{t}_1 de las columnas de \mathbf{E}_0 que maximicen:

$$Cov(\mathbf{u}_1, \mathbf{t}_1) = \sqrt{var(\mathbf{u}_1) * var(\mathbf{t}_1) * corr(\mathbf{u}_1, \mathbf{t}_1)},$$

donde $\mathbf{t}_1 = \mathbf{E}_0 \mathbf{w}_1$ y $\mathbf{u}_1 = \mathbf{F}_0 \mathbf{c}_1$, tal que $\|\mathbf{w}_1\| = \|\mathbf{c}_1\| = 1$, siendo \mathbf{w}_1 y \mathbf{c}_1 los vectores propios correspondientes a los mayores valores propios de las matrices $\mathbf{E}_0^t \mathbf{F}_0 \mathbf{F}_0^t \mathbf{E}_0$ y $\mathbf{F}_0^t \mathbf{E}_0 \mathbf{E}_0^t \mathbf{F}_0$ respectivamente.

Se construyen las siguientes regresiones:

$$\begin{aligned} \mathbf{E}_0 &= \mathbf{t}_1 \mathbf{p}_1^t + \mathbf{E}_1 \\ \mathbf{F}_0 &= \mathbf{t}_1 \mathbf{r}_1^t + \mathbf{F}_1, \end{aligned}$$

donde $\mathbf{p}_1 = \frac{\mathbf{E}_0^t \mathbf{t}_1}{\mathbf{t}_1^t \mathbf{t}_1}$ es el vector de los coeficientes de la regresión de \mathbf{t}_1 con cada una de las columnas de \mathbf{E}_0 y $\mathbf{r}_1 = \frac{\mathbf{F}_0^t \mathbf{t}_1}{\mathbf{t}_1^t \mathbf{t}_1}$ es el vector de los coeficientes de la regresión de \mathbf{t}_1 con cada una de las columnas de \mathbf{F}_0 .

Paso 2: Se repite el Paso 1, reemplazando $\mathbf{E}_0^t \mathbf{F}_0 \mathbf{F}_0^t \mathbf{E}_0$ por las nuevas matrices $\mathbf{E}_0^t \mathbf{F}_0 \mathbf{F}_0^t \mathbf{E}_0$, obteniéndose dos nuevas componentes \mathbf{t}_2 (combinación lineal de las columnas de \mathbf{E}_1) y \mathbf{u}_2 (combinación lineal de las columnas de \mathbf{F}_1).

Los pasos 1 y 2 se repiten hasta que las componentes ortogonales $\mathbf{t}_1, \mathbf{t}_2, \dots, \mathbf{t}_h$ expliquen suficientemente \mathbf{F}_0 . De la descomposición:

$$\mathbf{F}_0 = \mathbf{t}_1 \mathbf{r}_1^t + \mathbf{t}_2 \mathbf{r}_2^t + \dots + \mathbf{t}_h \mathbf{r}_h^t + \mathbf{F}_h ,$$

se obtienen las ecuaciones de regresión *PLS*:

$$\hat{y}_k = \hat{\beta}_{k,0} + \hat{\beta}_{k,1}x_1 + \hat{\beta}_{k,2}x_2 + \dots + \hat{\beta}_{k,p}x_p$$

$$\forall k = 1, 2, \dots, q.$$

A partir de la matriz \mathbf{E}_h obtenida en el Paso h en el proceso de extracción de las componentes ortogonales $\mathbf{t}_1, \mathbf{t}_2, \dots, \mathbf{t}_h$, se desprenden un conjunto de pruebas estadísticas relacionadas con el número de componentes a extraer y con el poder explicativo de cada una de las variables x_j sobre el modelo con las componentes ortogonales $\mathbf{t}_1, \mathbf{t}_2, \dots, \mathbf{t}_h$. Este conjunto de pruebas se presentan en Valencia et al. (2003) y Tenenhaus (1998).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Liquidez, rentabilidad y endeudamiento de las empresas analizadas.

Tradicionalmente en la literatura financiera la razón corriente, la rentabilidad de los activos y la razón de endeudamiento de las empresas han sido usadas como indicadores de liquidez, rentabilidad y endeudamiento de las empresas. En el Cuadro 3 se ilustran las estadísticas de estas tres razones y su correlación con las probabilidades de incumplimiento.

Cuadro 3
Liquidez, rentabilidad y endeudamiento de las compañías analizadas

RAZON	Estadísticas básicas periodo 2005 2007				Correlaciones con las probabilidades de incumplimiento		
	Mínimo	Máximo	Media	Desv.	2005	2006	2007
Razon corriente(\$)-	0.08	23.97	2.59	3.17	-2.13%	-17.19%	-18.63%
EBIT / Activos totales - ROA(%)-	-3.02%	28.21%	5.55%	5.88%	-7.74%	-24.48%	-36.10%
Razon de deuda .(%)+	0.68%	64.29%	25.64%	17.00%	62.30%	49.09%	27.36%

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 3 se observar que la liquidez, la rentabilidad y el endeudamiento representado a través de las razones mencionadas no son homogéneos en el grupo de compañías estudiadas. Las compañías analizadas presentaron razón corriente en un rango de \$0.08 y \$23.97 y en promedio durante el 2005 al 2007, las firmas respaldaron cada \$1de obligaciones corrientes con \$2.59 de activos corrientes. La rentabilidad de los activos de las compañías estuvo en un rango entre el -3.02% y 28.21%. En promedio, durante el periodo analizado, las utilidades operativas de las firmas representaron el 5.55% del total de los activos.

En consonancia con las proposiciones que se desprenden del modelo de flujo de activos líquidos, se observa una correlación negativa entre la rentabilidad y la liquidez de las firmas con sus probabilidades de incumplimiento, es decir, que a mayor liquidez y rentabilidad de las firmas menores fueron sus probabilidades de incumplimiento. Igualmente se observa una correlación positiva entre el nivel de endeudamiento y la probabilidad de incumplimiento de las firmas, es decir, que las firmas con mayor nivel de endeudamiento

presentaron una mayor probabilidad de incumplimiento. Estos resultados son consistentes con los hallazgos de los estudios mencionados en la sección 2.2 relacionados con el uso de razones financieras como predictores de las probabilidades de incumplimiento o de quiebra de las firmas.

4.2 Desarrollo de los modelos de predicción

4.2.1 Predicción probabilidades de incumplimiento

En el Cuadro 4 se presentan los resultados del modelo de regresión PLS para la probabilidad de incumplimiento en cada uno de los años del periodo de estudio.

El criterio del indicador Q_h^2 de Stone Geiser, para un nivel de confianza del 95%, establece que el componente h es significativo para explicar una o varias variables respuesta si $Q_h^2 \geq 0.0975$. De acuerdo con este criterio la componente seleccionada es significativa para explicar las probabilidades de incumplimiento de las empresas analizadas.

Los indicadores de redundancia obtenidos de la regresión indican que con la componente seleccionada se explica el 87.50%, 77.90% y 82.3% de la variabilidad de las razones financieras y el 80.40%, 74.80% y 51.00% de la variabilidad de las probabilidades de incumplimiento en 2005, 2006 y 2007 respectivamente, presentándose una correlación entre la componente seleccionada y las probabilidades de incumplimiento del 89.66%, 86.50% y 71.37% en 2005, 2006 y 2007 respectivamente. Estos indicadores de las características del ajuste del modelo sugieren que la componente seleccionada es adecuada para predecir a través de las razones financieras las probabilidades de incumplimientos en los años analizados.

Cuadro 4
Coeficientes e importancia de las razones financieras en el modelo PLS
Modelo para la probabilidad de incumplimiento

RAZON	AÑO 2005		AÑO 2006		AÑO 2007	
	Coeficientes	VIP(*)	Coeficientes	VIP(*)	Coeficientes	VIP(*)
Constante	-0.00273		-0.03251		-1.388E-09	
Patrimonio / Activos	-0.01244	0.8	-0.04209	0.8	-1.577E-09	1.2
Activos Fijos / Patrimonio	0.00835	1.0	0.04432	1.1	5.815E-10	1.1
Utilidades retenidas / Activos	-	-	-0.07157	1.0	1.268E-10	1.1
Razon de deuda	0.01244	0.8	0.04209	0.8	1.577E-09	1.1
Apalancamiento	0.00640	1.0	0.02487	1.0	9.418E-10	1.0
Gastos financieros / Utilidad antes de impuestos	0.00352	1.1	0.01460	1.0	2.601E-10	1.0
Obligaciones bancarias / Activos	0.03026	1.1	-	-	-	-
Pasivo no corriente / Activos	0.01464	0.7	0.08788	0.9	2.297E-09	0.9
Intereses / (Ventas + Ingresos financieros)	-	-	0.22588	0.8	2.757E-09	0.9
Pasivo / Utilidad neta	0.00021	1.1	0.00140	1.1	3.192E-11	0.9
Pasivo no corriente / Utilidad neta	0.00031	1.1	0.00287	1.3	6.494E-11	0.8
CARACTERISTICAS DE LOS MODELOS						
Número de Componentes	1		1		1	
Variabilidad explicada de las razones financieras	87.50%		77.90%		82.30%	
Variabilidad explicada de PI	80.40%		74.80%		51.00%	
Indice Q ² de Stone Geiser	0.529		0.255		0.170	
Correlación componente con PI	89.66%		86.50%		71.37%	

Fuente: Elaboración propia.

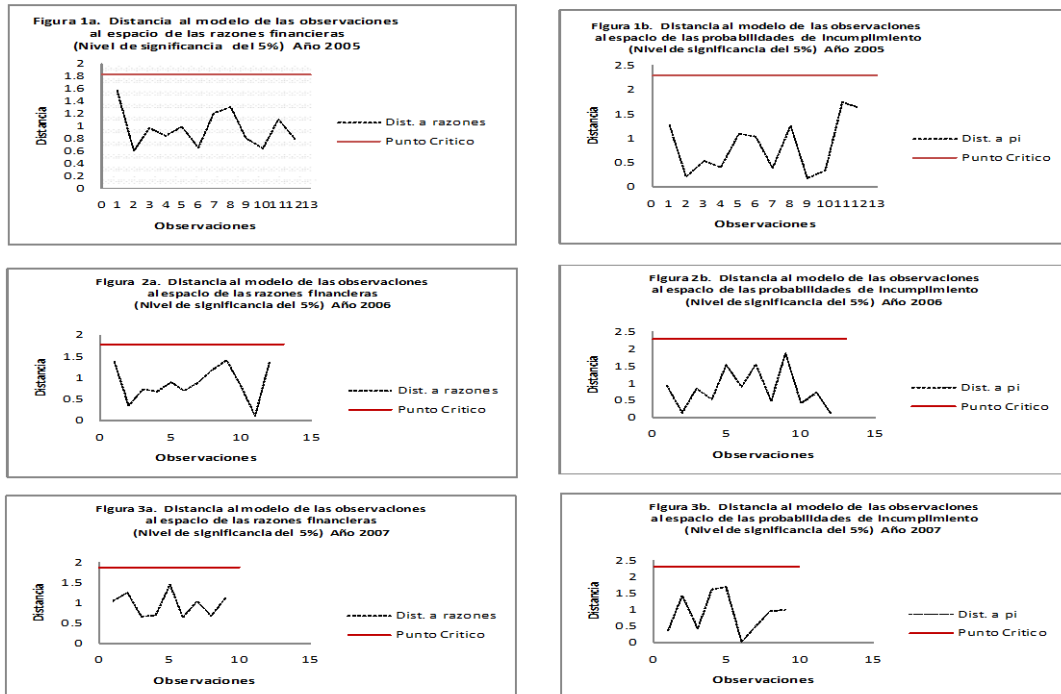
(*) VIP= Importancia de la variable en la proyección

Los signos de los coeficientes de las razones financieras son consistentes con las proposiciones que se derivan del modelo de flujo de activos líquidos, es decir, a mayor liquidez representada en la capitalización de las firmas (patrimonio sobre activos), menor probabilidad de incumplimiento y a mayores niveles de endeudamiento de las firmas, mayores son sus probabilidades de incumplimiento.

En términos generales, las razones financieras incluidas en el Modelo (Cuadro 4) tienen una importancia en la predicción de las probabilidades de incumplimiento ($VIP \geq 0.8$), pero las razones de endeudamiento tuvieron mayor importancia en la predicción de las probabilidades de incumplimiento en 2005 y 2006 mientras que en 2007, la más importante fue la razón de capitalización de las firmas.

Sobre la validez de los modelos presentados en el Cuadro 4 para la predicción de las probabilidades de incumplimiento, el análisis de los residuales indica, a un 95%, que las distancias de las observaciones al modelo en el espacio que generan las razones financieras (Figuras 1a, 2a y 3a) y en el espacio que

generan las probabilidades de incumplimiento (Figuras 1b, 2b y 3b) pertenecen al grupo de predicción en 2005, 2006 y 2007 respectivamente.



4.2.2 Predicción de las tasas de recuperación.

En este apartado se propone un modelo PLS para las tasas de recuperación en función de las probabilidades de incumplimiento debido a que no se encontró correlaciones significativas entre la tasa de recuperación y las razones financieras consideradas en este estudio.

De acuerdo con el criterio del indicador Q_h^2 de de Stone Geiser la componente seleccionada es significativa para explicar la tasa de recuperación de las empresas analizadas (Cuadro 5).

Los indicadores de redundancia obtenidos de la regresión indican que con la componente seleccionada se explica el 46.80%, 77.30% y 95.70% de la variabilidad de la tasa de recuperación en 2005, 2006 y 2007 respectivamente, presentándose una correlación entre la componte seleccionada y las tasas de

recuperación del 68.43%, 87.92% y 97.81% en 2005, 2006 y 2007 respectivamente (Cuadro 5). Estos indicadores de las características del ajuste del modelo sugieren que la componente seleccionada es adecuada para predecir a través de las probabilidades de incumplimiento las tasas de recuperación en los años analizados.

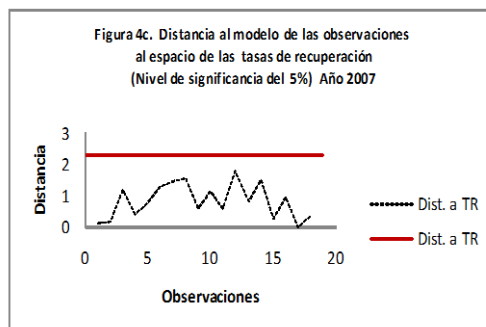
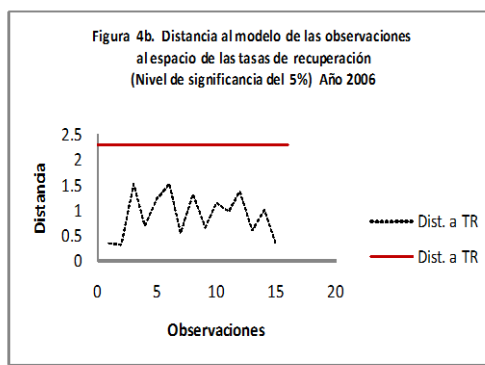
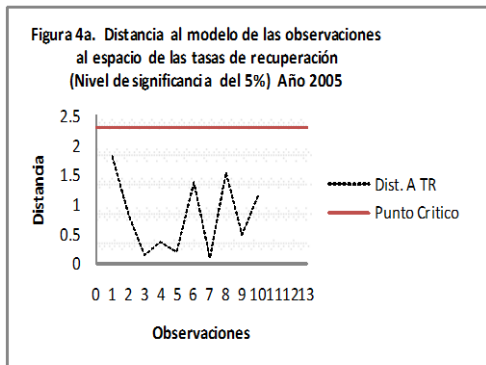
Cuadro 5
Coeficientes e importancia de las razones financieras en el modelo PLS
Modelo para la tasa de recuperación

RAZON	AÑO 2005		AÑO 2006		AÑO 2007	
	Coeficientes	VIP(*)	Coeficientes	VIP(*)	Coeficientes	VIP(*)
Constante	0.9645		0.9408		0.9720	
Probabilidad de Incumplimiento	-0.1365	1.0	-0.4739	1.0	-20.9183	1.0
CARACTERISTICAS DE LOS MODELOS						
Número de Componentes	1		1		1	
Varibilidad explicada de TR	46.80%		77.30%		95.70%	
Indice Q ² de Stone Geiser	0.443		0.754		0.936	
Correlación componente con TR	68.43%		87.92%		97.81%	

Fuente: Elaboración propia.

(*) VIP= Importancia de la variable en la proyección

El signo del coeficiente de la probabilidad de incumplimiento es el esperado puesto que la tasa de recuperación estimada mediante modelos estructurales es inversamente proporcional a la probabilidad de incumplimiento. La probabilidad de incumplimiento tiene importancia en la predicción de las tasas de recuperación ($VIP \geq 0.8$). En relación con la validez de los modelos presentados en el Cuadro 5 para la predicción de las tasas de recuperación, el análisis de los residuales indica, a un 95%, que las distancias de las observaciones al modelo en el espacio que generan las tasas de recuperación (Figuras 4a, 4b y 4c) pertenecen al grupo de predicción en los años 2005, 2006 y 2007.



4.2.3 Un modelo alternativo basado en regresión de datos de panel para la predicción de las probabilidades de incumplimiento y las tasas de recuperación.

Como se observa en el anexo 1, las probabilidades de incumplimiento en 2007 de las firmas consideradas en el estudio son cercanas a cero, excepto para cuatro firmas. En el proceso de obtención de las componentes que mejor expliquen tanto la variable respuesta como las explicativas los algoritmos de la regresión PLS sugieren eliminar las observaciones atípicas, con el fin de identificar el grupo de observaciones más homogéneo para hacer la predicción. Esta es una estrategia, que se sigue generalmente en los métodos de predicción y funciona bajo el supuesto que en una población objeto de estudio son pocas las observaciones que son atípicas relativamente al número total de observaciones. Esta situación se refleja en el presente trabajo en el modelo de predicción propuesto para el 2007; los coeficientes de la razones financieras son cercanos a cero ya que en el grupo de observaciones para establecer la predicción se han incluido las que tienen una probabilidad homogénea (casi cero) en relación con el resto de observaciones del mismo año.

Los modelos presentados en los Cuadros 4 y 5 se realizan individualmente para cada año. Por lo tanto no se captura en ellos la variabilidad en las probabilidades de incumplimiento ocasionadas por el cambio en el tiempo que presentan las razones financieras de las firmas. Es necesario mencionar que recientemente Tenenhaus y Tenenhaus (2011) proponen un método para trabajar múltiples tablas que involucra la regresión PLS, pero debido a la novedad de este método, los algoritmos para su aplicación aún no están disponibles.

Dadas las características de los datos en este estudio y con el fin de robustecer el estudio frente a las situaciones planteadas se propone un modelo de datos de panel (desbalanceado) basado en el análisis factorial.

Aplicación del análisis factorial

La aplicación del análisis factorial tiene dos propósitos en este trabajo. Primero, eliminar el problema de colinealidad que se podría presentar en la estimación de las probabilidades de incumplimiento con el modelo de datos de panel en lo referente a las razones financieras y segundo, reducir la dimensionalidad en las razones financieras para obtener mayor ganancia en los grados de libertad para la aplicación del modelo de datos de panel. Una descripción del análisis factorial se presenta, por ejemplo en, Cea (2002) y García et al. (2000). Los resultados del análisis factorial se obtienen mediante el programa *SPSS 17.2*.

Las 33 razones financieras, se agrupan por categorías de liquidez, actividad, rentabilidad y riesgo. En cada grupo se aplica el análisis factorial con el fin de extraer los factores que explicaran las razones en cada grupo y que presentaran una correlación significativa con la probabilidad de incumplimiento. La prueba de esfericidad de Bartlett's y la prueba de adecuación de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) indican que es de utilidad aplicar el análisis factorial para las razones de endeudamiento y rentabilidad pero no para las razones de

liquidez (Cuadro 6). Con relación a los indicadores de actividad, la prueba de esfericidad de Bartlett's indica que se pueden expresar mediante una combinación lineal; la prueba KMO sugiere que el nivel de adecuación de los factores en que se pueden expresar las razones de liquidez es de 0.3 (se espera un valor mayor o igual 0.5), sin embargo se incluyen en el modelo de datos de panel dado que superan la prueba de Bartlett's.

Cuadro 6
Pruebas para verificar la utilidad el análisis factorial

Pruebas	Factores			
	Liquidez	Actividad	Rentabilidad	Deuda
Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)	0.50	0.30	0.63	0.64
Bartlett's (Approx. Chi-Square)	1.208	260.5	2206.3	1063.0
grados de libertad	1	10	78	45
p-valor	27.2%	0.00%	0.00%	0.00%
Variación explicada	93.60%	99.87%	100.00%	99.97%
Número de factores extraídos	1	4	12	9

Fuente: Elaboración propia.

Para los indicadores de actividad, rentabilidad y riesgo se extrajeron 4, 12 y 9 factores resultando que 1, 3 y 3 respectivamente, estaban correlacionados significativamente con las probabilidades de incumplimiento (anexo 3). Estos factores se tienen en cuenta para el desarrollo del modelo de datos de panel que se presenta a continuación.

Modelo de datos de panel para las probabilidades de incumplimiento.

El modelo de datos de panel incluye la información del conjunto de empresas para cada uno de los años en el periodo de estudio, es decir, se combina la dimensión temporal y la estructural que se pueden considerar en las razones financieras, en las probabilidades de incumplimiento y en la tasa del crecimiento real del PIB que se considera en esta parte del estudio. Una descripción detallada de los modelos de datos de panel se encuentra, por ejemplo, en Hsiao (1986), Baltagi (1995) y Greene (2000). Los resultados del modelo de datos de panel se obtienen mediante el programa *Eviews 5.0*.

Es necesario mencionar que la variable sector económico no fue incluida puesto que Caicedo et al. (2011) encuentran que no hubo diferencias significativas en las probabilidades de incumplimiento a nivel de sectores, obtenida mediante modelos estructurales, entre el 2005 y 2007 para las empresas incluidas en este estudio.

En el Cuadro 7 se presentan los resultados del modelo de efectos fijos y de efectos aleatorios para la probabilidad de incumplimiento. La prueba de Hausman indica que los residuales del modelo de efectos fijos son significativos al 1% en el modelo de efectos aleatorios, razón por la cual el modelo de efectos fijos es mejor para la explicación de las probabilidades de incumplimiento usando como predictores las variables incluidas en el modelo.

Los signos de los indicadores de los coeficientes de rentabilidad y los factores de actividad, rentabilidad y endeudamiento en el *modelo 1*, están conforme a lo esperado según el modelo de flujo de activos líquidos. Es decir, a mayores niveles de rentabilidad y liquidez menores probabilidades de incumplimiento y a mayor endeudamiento mayor probabilidad de incumplimiento. Sin embargo, sólo los coeficientes de dos factores de endeudamiento resultaron significativos al 1%. Razón por la cual se ejecuta el *modelo 2* donde se han excluido los factores que no resultaron significativos en el *modelo 1*.

Los resultados del *modelo 2* indican que las probabilidades de incumplimiento se pueden explicar solamente con uno de los indicadores de endeudamiento. Incluyendo este único factor en el modelo de panel se obtienen los resultados del *modelo 3*, en el cual el signo del coeficiente del factor es coherente con lo expresado en la literatura.

Cuadro 7
Resultados modelo de datos de panel predicción de la probabilidad de incumplimiento

Modelo 1						
FACTOR O VARIABLES	Modelo efectos fijos		Modelo efectos aleatorios		Test de Hausman	
	Coefficiente	valor p (T.Student)	Coefficiente	valor p (T.Student)	Coefficiente	valor p (T.Student)
C	0.00363	91.96%	0.02582	28.51%	0.02443	13.46%
Razon corriente	-0.00500	36.06%	-0.00417	18.21%	-0.00683 ***	0.09%
Flujo de efectivo / Patrimonio	0.38595	22.93%	0.02643	78.05%	0.16070 **	4.28%
Factor de actividad 3	0.00651	77.81%	-0.00860	44.27%	-0.00023	97.75%
Factor rentabilidad 4	-0.02178	56.41%	-0.00723	48.04%	-0.00767	35.97%
Factor rentabilidad 10	-0.02477	22.07%	-0.01303	25.48%	-0.01208	10.58%
Factor rentabilidad 11	-0.02761	25.36%	-0.01451	17.97%	-0.01271	10.51%
Fartor deuda 1	0.04757 ***	0.11%	0.03822 ***	0.02%	0.03781 ***	0.00%
Factor deuda 4	0.08763 ***	0.30%	0.02655 **	3.61%	0.04596 ***	0.00%
Factor deuda 9	-0.02233	17.62%	-0.02812 ***	0.48%	-0.02778 ***	0.01%
Tasa de crecimiento PIB	0.02701	93.17%	0.17968	53.25%	0.13294	37.64%
Residuos efectos fijos					1.00000 ***	0.00%
Grado de ajuste del modelo						
R-cuadrado	84.37%		52.65%		87.04%	
Estadística F	4.28745 ***		5.67087 ***		30.53600 ***	
valor p	0.01%		0.00%		0.00%	
Modelo 2						
FACTOR O VARIABLES	Modelo efectos fijos		Modelo efectos aleatorios		Test de Hausman	
	Coefficiente	valor p (T.Student)	Coefficiente	valor p (T.Student)	Coefficiente	valor p (T.Student)
C	0.02920 ***	0.16%	0.02956 ***	0.39%	0.03030 ***	0.32%
Fartor deuda 1	0.03911 ***	0.28%	0.05065 ***	0.00%	0.03979 ***	0.00%
Factor deuda 4	0.01887	37.29%	0.02998 ***	0.27%	0.02020 ***	0.00%
Residuos efectos fijos					1.00000 ***	0.00%
Grado de ajuste del modelo						
R-cuadrado	69.84%		40.19%		98.60%	
Estadística F	3.11755 ***		19.82013 ***		1361.72500 ***	
valor p	0.10%		0.00%		0.00%	
Modelo 3						
FACTOR O VARIABLES	Modelo efectos fijos		Modelo efectos aleatorios		Test de Hausman	
	Coefficiente	valor p (T.Student)	Coefficiente	valor p (T.Student)	Coefficiente	valor p (T.Student)
C	0.02920 ***	0.15%	0.02957 ***	1.00%	0.02922 **	1.06%
Fartor deuda 1	0.03324 ***	0.25%	0.04668 ***	0.00%	0.03449 ***	0.00%
Residuos efectos fijos					1.00000 ***	0.00%
Grado de ajuste del modelo						
R-cuadrado	69.14%		29.04%		94.86%	
Estadística F	3.22628 ***		24.55077 ***		544.77540 ***	
valor p	0.07%		0.00%		0.00%	

Fuente: Elaboración propia.

*** Significativo al 1%, ** Significativo al 5% y *Significativo al 10%.

En el Cuadro 8 se presenta el modelo de datos de panel seleccionado, con los coeficientes para las razones de endeudamiento incluidas en el factor. Aunque los valores de los coeficientes en el Cuadro 8 no son interpretables, sí lo son sus signos y se destaca que, en el modelo propuesto, las probabilidades de incumplimiento medidas a través del modelo estructural de Merton (1974) para las empresas incluidas en el estudio, disminuyen a mayor concentración de la deuda en el corto plazo (pasivo corriente sobre pasivo total).

Cuadro 8
Modelo de datos de panel con las variables originales

RAZON	Coeficiente
Constante	0.166466
Pasivo no corriente / Activos	0.030212
Apalancamiento	0.029942
Razon de deuda .	0.028503
Obligaciones bancarias / Activos	0.027940
Pasivo / Utilidad neta	0.025677
Pasivo no corriente / Utilidad neta	0.025593
Gastos financieros / Utilidad antes de impuestos	0.025327
Intereses / (Ventas + Ingresos financieros)	0.023918
Pasivo Corriente / Patrimonio	0.013011
Pasivo Corriente / Pasivo	-0.019920

Fuente: Elaboración propia.

Modelo de datos de panel para las tasas de recuperación.

Al igual que en el modelo PLS se propone para las tasas de recuperación un modelo en función de las probabilidades de incumplimiento por las mismas razones que se aplicaron anteriormente.

En el Cuadro 9 se presentan los resultados del modelo de efectos fijos y el modelo de efectos aleatorios para la tasa de recuperación. Al igual que para las probabilidades de incumplimiento, la prueba de Hausman indica que el modelo de efectos fijos es mejor para la explicación de las tasas de recuperación usando como predictor la probabilidad de incumplimiento. El signo de los coeficientes en el modelo se interpreta de la misma manera que el modelo de datos de panel para la probabilidad de incumplimiento.

Cuadro 9

Resultados modelo de datos de panel predicción de la tasa de recuperación en función de la probabilidad de incumplimiento

FACTOR O VARIABLES	Modelo efectos fijos		Modelo efectos aleatorios		Test de Hausman	
	Coefficiente	p-value (T.Student)	Coefficiente	p-value (T.Student)	Coefficiente	p-value (T.Student)
C	0.9474 ***	0.00%	0.9338 ***	0.00%	0.9393 ***	0.00%
PI	-1.2310 ***	0.00%	-0.7888 ***	0.00%	-1.0084 ***	0.00%
Residuos efectos fijos					1.0000 ***	0.00%
Grado de ajuste del modelo						
R-squared	81.56%		50.65%		87.32%	
F-statistic	6.19		60.54		199.71	
Prob(F-statistic)	0.00% ***		0.00% ***		0.00% ***	

Fuente: Elaboración propia.

*** Significativo al 1% , ** Significativo al 5% y *Significativo al 10%

4.3 Comparación de los resultados con otros estudios realizados en Colombia.

Al comparar los resultados del presente estudio con los trabajos de Rosillo (2002), Arango et al. (2005), Martínez (2003), Arango et al. (2005), Gómez et al. (2006), Zamudio (2007) y Gómez y Reyes (2011), se encuentra que, aunque los coeficientes de los indicadores de rentabilidad no resultan significativos en el presente estudio, los signos de dichos indicadores coinciden con los signos de los coeficientes en los trabajos mencionados. Igualmente ocurre con los signos de coeficientes de los indicadores de endeudamiento.

El trabajo de Rosillo (2002) presenta una diferencia con el presente estudio en términos del signo esperado para el nivel de apalancamiento según las proposiciones planteadas en el modelo de flujo de activos líquidos.

Con relación a la tasa de crecimiento del PIB, los resultados manifiestan que el indicador de actividad económica no fue significativo en la predicción de las probabilidades de incumplimiento obtenidas mediante el modelo estructural de Merton (1974) empleando las distintas técnicas utilizadas en este estudio. Este resultado es contrario a los resultados obtenidos por Arango et al. (2005),

Zamudio (2007) y Gómez y Reyes (2011), lo cual se puede explicar por la frecuencia de la información y la longitud del periodo de análisis que se emplean en los trabajos mencionados.

5. CONCLUSIONES

En esta investigación se emplean las probabilidades de incumplimiento y las tasas de recuperación obtenidas mediante el modelo estructural de Merton (1974) y se usan los modelos de regresión PLS y el modelo de panel para predecir dichos indicadores de riesgo de crédito mediante razones financieras.

Los resultados indican que las probabilidades de incumplimiento obtenidas a través del modelo estructural de Merton (1974) se pueden predecir a través de los indicadores de endeudamiento de las empresas, por lo que no se rechaza la hipótesis formulada inicialmente. Estos resultados coinciden con los hallazgos de otros trabajos realizados en Colombia.

Los estudios realizados en Colombia, que se referencian en este documento, han utilizado el análisis discriminante (Rosillo, 2002), modelos probit para datos de panel (Arango et al., 2005), modelos probit (Martínez, 2003), modelo logit ordenados (Zamudio, 2007) y modelos de riesgos proporcionales (Gómez et al., 2006, Gómez y Reyes, 2011). Estos trabajos parten de la clasificación de los individuos objeto de estudio diferenciando los que están en una situación de dificultades y los que no lo están, para luego determinar los indicadores financieros que pueden explicar la situación de dificultades.

En el presente estudio no se realiza ninguna clasificación previa de los individuos y se emplea un mayor número de razones financieras que de empresas analizadas. Esto es posible por la complementariedad que se realiza de los modelos estructurales, los modelos de regresión de PLS, análisis factorial y los modelos de datos panel. Con esto se supera una de las

limitaciones citadas en la literatura financiera con relación al reducido número de empresas que se cotizan en la Bolsa de Valores de Colombia, y se hace posible la utilización de modelos estructurales obteniéndose unos resultados que no difieren de los planteamientos sugeridos desde Beaver (1966) con relación al modelo de flujo de activos líquidos.

De esta manera, el modelo propuesto constituye una alternativa en los sistemas de gestión de riesgo de crédito en la estimación de las probabilidades de incumplimiento y las tasas de recuperación como dos de los tres factores fundamentales a tener en cuenta en la cuantificación de las pérdidas por exposición a riesgo de crédito.

Referencias

- Altman, E. (1968). Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. *Journal of Finance*, 23, 589-609.
- Altman, E. (2000). *Predicting financial distress of companies: Revisiting the Z-Score and Zeta Models*. Recuperado el 29 de septiembre de 2008, de www.stern.nyu.edu/~ealtman.
- Altman, E., Haldeman, R., & Narayanan P. (1977). Zeta analysis. A new model to identify bankruptcy risk of corporations. *Journal of Banking and Finance*, 1, 589-609.
- Altman, E., Marco, M., & Varetto, F. (1994). Corporate distress diagnostics: Comparison using linear discriminant analysis and neural networks (the Italian experience). *Journal of Banking and Finance*, 18, 505-529.
- Altman, E., & Sabato, G. (2005). *Modeling credit risk for SMEs: Evidence from the US market*. Recuperado el 29 de septiembre de 2008, de <http://ssrn.com/abstract=872336>.
- Arango, J. P., Zamudio, N., Orozco I. (2005). Riesgo de crédito: un análisis desde las firmas. *Reporte de Estabilidad Financiera-Banco de la República*, Diciembre.
- Atiya, A. F. (2001). Bankruptcy prediction for credit risk using neural networks: A survey and new results. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 12(4), 929-935.

- Back, P. (2005). Explaining financial difficulties based on previous payment behavior, management background variables and financial ratios. *European Accounting Review*, 14(4), 839-868.
- Baltagi, B. (1995). *Econometric Analysis of Panel Data*. Nex York: John Wiley & Sons.
- Beaver, W. (1966). Financial Ratios as Predictors of Failure. *Journal of Accounting Research Supplemen.* 71-111.
- Beaver, W. H., McNichols, M. F., & Rhie, J-W. (2005). Have financial statements become less informative? Evidence from the ability of financial ratios to predict bankruptcy. *Review of Accounting Studies*, 10(1), 93-122.
- Caicedo, C. E., Claramunt, B. M-M, & Casanovas, R. M. (2011a). Medición del Riesgo de Crédito Mediante Modelos Estructurales: Una Aplicación al Mercado Colombiano. *Revista Cuadernos de Administración*, 24(42),73-100.
- Caicedo, C. E., Claramunt, B. M-M., & Casanovas, R. M. (2011b). Teoría actuarial en la medición del riesgo de crédito: Una Aplicación al Mercado Colombiano. *Academia Revista Latinoamericana de Administración*, 47, 112-125.
- Carreras, P. M. (2006). *Credit risk modeling using insurance methods*. Tesis doctoral. Barcelona-España: Universidad de Barcelona.
- Cea, M. A. (2002). *Análisis multivariable. Teoría y práctica en la investigación social*. Madrid: Ed. Síntesis, S. A.
- Chen, L-H., & Guo, T-Y. (2011). Forecasting crises for an enterprise by using the Grey Markov forecasting model. *Quality & Quantity*, 45(4), 911-922.
- Du-jardin, P., & Séverin, E. (2011). Predicting corporate bankruptcy using a self-organizing map: An empirical study to improve the forecasting horizon of financial failure model. *Decision Support Systems*, 51(3), 701-711.
- Dunkel, J., & Weber, S. (2007). Efficient Monte Carlo methods for convex risk measures in portfolio credit risk models. *Proceedings of the 2007 Winter Simulation Conference*, 1-5, 937-945.
- Edmister, R. O. (1972). An empirical test of financial ratios analysis for small business failure prediction. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. 7(2), 1477-1493.
- García, E., Gil, J., & Rodríguez, G. (2000). *Análisis factorial*. Madrid: Ed. La Mu-ralla, S. A.

- Geske, R. (1977). The Valuation of Corporate Liabilities as Compound Options. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 12(4), 541-552.
- Gómez, G. J-E., Orozco, H. I-P., & Zamudio, G. N-E. (2006). Análisis de la probabilidad condicional de incumplimiento de los mayores deudores privados del sistema financiero colombiano. *Reporte de estabilidad financiera-Banco de la República*, Septiembre.
- Gómez, G. J-E., & Reyes, N-R. (2011). Firm failure and relationship lending: New evidence from small businesses. *Borradores de Economía*, 638.
- Greene, W. H. (2000). *Econometric Analysis*. (2nd ed.) New York: Prentice Hall Internacional Editions.
- Gujarati, D. (2003). *Econometría*. Mexico: McGraw Hill.
- Hsiao, C. (1986). *Analysis of Panel Data*. Econometric Society Monographs. Cambridge University Press.
- Haugen, R. (1997). *Modern Investment Theory*. (4a. Ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Hua, Z., Wang, Y., Xu, X., Zhang, B., & Liang, L. (2007). Predicting financial distress based on integration of support vector machine and logistic regression. *Expert Systems with Applications*, 33(2), 434-440.
- Huang, S-M., Tsai, C-F., Yen, D. C., & Cheng, Y-L. (2008). A hybrid financial analysis model for business failure prediction. *Expert Systems with Applications*, 35(3), 1034-1040.
- Jackson, P., Nickell, P., & Perraudin, W. (1999). *Credit risk modeling*. Bank of England: Financial Stability Review.
- Lohmöller, J. B. (1989). *Latent variables path modeling with Partial Least Squares*. Heidelberg: Physica-Verlag.
- Márquez, J. (2006). *Una nueva visión del riesgo de crédito*. Mexico: Limusa/Noriega Editores.
- Martínez, O. (2003). Determinantes de fragilidad en las empresas colombianas. *Borradores de Economía*, 259.
- Merton, R. (1974). On the pricing of the corporate debt: the risk structure of interest rates. *Journal of Finance*, 29(2), 449-470.
- Ohlson, J. A. (1980). Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy. *Journal of Accounting Research*, 18(1), 109-131.

- Ramaswamy, S. (2005). Simulated credit loss distribution. *Journal of Portfolio Management*, 31, 91-99.
- Rosillo, J. (2002). Modelo de predicción de quiebras de las empresas colombianas. *Revista Innovar*, 19.
- Sun, J., & Li, H. (2008). Data mining method for listed companies' financial distress prediction. *Knowledge-Based Systems*, 21(1), 1-5.
- Sun, J., & Li, H. (2009). Financial distress early warning base don group decisión making. *Computers & Operations Research*, 36(3), 885-906.
- Tenenhaus, A., & Tenenhaus, M. (2011). Regulariced generalizad canonical correlation analysis. *Psychometrika*, 76(2), 257-284.
- Tenenhaus, M. (1998). *La Régression PLS. Théorie et Pratique*. Paris: Éditions Technip.
- Valencia, D. J-L., Díaz, LL. J., & Calleja, S. (2003). *Regresión PLS en las ciencias experimentales*. Madrid: Editorial Complutense.
- Wei, R. (2008). Development of Credit Risk Model Based on Fuzzy Theory and Its Application for Credit Risk Management of Commercial Banks in China. *4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, 1-31, 10339-10342.
- Wold, H. (1966). Nonlinear estimation by iterative least squares procedures. In F. David (ed.), *Research Papers in Statistics: Festschrift for J. Neyman* (pp. 411-444). New York: Wiley.
- Wold, H. (1973). Nonlinear iterative partial least squares (NIPALS) modeling: some current developments. In P. Krishnaiah (ed.), *Maultivariate Analysis III* (pp. 383-407). New York: Academic Press.
- Wold, H. (1985). Partial least Squares. In S. Kotz & N. L. Jhonson (eds.), *Encyclopedia of Statistical Sciences* (Vol 6, pp. 581-591). New York: John Wiley & Spms. Academic Press.
- Zamudio, G. N-E. (2007). Determinantes de la Probabilidad de Incumplimiento de las Empresas Colombianas. *Borradores de Economía*, 466.
- Zhu, Y., & Chiu, W. H. (2007). Credit risk assessment using the RBF neural network. *Information. Management and Algorithms*, II, 125-128.

Anexo 1

Probabilidades de incumplimiento y tasas de recuperación

año 2007			año 2007			año 2005		
Empresa	Probabilidad	Tasa de Recuperación	Empresa	Probabilidad	Tasa de Recuperación	Empresa	Probabilidad	Tasa de Recuperación
ACERIAS	0.0004033367%	91.19%	ACERIAS	0.87457874333893800%	80.55%	ACERIAS	0.0217207271%	87.63%
CARTON COLOMBIA	0.0000000001%	97.35%	CARTON COLOMBIA	0.00001773814413131%	95.22%	CARTON COLOMBIA	0.0008231719%	93.92%
CEMENTOS ARGOS	0.0000000000%	97.77%	CEMENTOS ARGOS	41.02163065091230000%	38.19%	CHOCOLATES	0.0000000000%	97.59%
CHOCOLATES	0.0000000000%	99.19%	CHOCOLATES	0.0000000000000000%	95.15%	COLINVER	0.0000000000%	96.63%
COLINVER	0.0000000000%	98.10%	COLINVER	0.00003951622850051%	89.02%	COLTEJER	9.5549042183%	94.65%
COLTEJER	2.0730602712%	97.50%	COLTEJER	32.84534334529900000%	76.20%	CORFERIAS	0.6966666659%	81.63%
CORFERIAS	0.0000000000%	98.61%	CORFERIAS	1.60092593037930000%	74.86%	ÉXITO	0.0001396642%	96.19%
ECOPETROL	0.0023741175%	89.15%	ÉXITO	0.08856520351270270%	89.97%	FABRICATO	0.9513487042%	85.74%
ENKA	0.3488936738%	88.38%	FABRICATO	6.75613907985241000%	79.76%	GAS NATURAL	0.0000000000%	98.34%
ETB	0.3076913973%	99.88%	GAS NATURAL	0.0000000000000000%	99.15%	GENERAR	31.4509036161%	92.30%
ÉXITO	0.0000006827%	95.43%	GENERAR	42.80004102786630000%	75.57%	IMUSA	0.0000000000%	98.61%
FABRICATO	0.0471056253%	94.34%	IMUSA	0.0000000000004441%	98.47%	MARLY	0.0332877491%	90.93%
GAS NATURAL	0.0000000000%	96.68%	INV. ARGOS	0.00000000006319389%	91.85%	MINEROS	0.2181045621%	80.05%
GENERAR	6.1410109791%	84.44%	MARLY	0.00000021052972698%	97.94%	ODINSA	0.0000018969%	95.77%
IMUSA	0.0000000000%	99.14%	MINEROS	0.00002015585640613%	90.80%	PROMIGAS	0.0000000216%	94.86%
INV. ARGOS	0.0000000000%	98.37%	ODINSA	0.00207410220693927%	89.44%	SOCIEDAD BOLIVAR	1.8089622899%	74.43%
ISAGEN	0.0051231837%	99.93%	PROMIGAS	0.00000000000324185%	96.09%	TABLEMAC	0.0267758600%	87.77%
MARLY	0.0000000000%	98.70%	SOCIEDAD BOLIVAR	0.0000000000000000%	97.42%			
MINEROS	0.0000000000%	95.36%	TABLEMAC	0.01602438368895060%	85.44%			
ODINSA	0.0000000000%	97.91%	VALOREM	0.00947673495925727%	92.95%			
PROMIGAS	0.0000000000%	96.14%						
SOCIEDAD BOLIVAR	0.0000000000%	97.51%						
TABLEMAC	0.0000006462%	92.78%						
VALINDUSTRIA	1.3625416373%	69.55%						
VALOREM	0.0000003367%	93.95%						

Fuente: Caicedo et al. (2011a)

Anexo 2.
Estadísticas Básicas de las Razones financieras

RAZON	TIPO	Estadísticas básicas				Correlaciones en 2005				Correlaciones en 2006				Correlaciones en 2007				Sig.
		Mínimo	Máximo	Media	Desv.	Probabilidad de Incumplimiento		Tasa de recuperación		Probabilidad de Incumplimiento		Tasa de recuperación		Probabilidad de Incumplimiento		Tasa de recuperación		
						Corr	p-Value	Corr	p-Value	Corr	p-Value	Corr	p-Value	Corr	p-Value	Corr	p-Value	
1)Razon corriente(\$)-	L	0.08	23.97	2.59	3.17	-2.13%	93.52%	-44.57%	7.30%	-17.19%	46.87%	-1.24%	95.87%	-18.63%	38.35%	5.11%	81.27%	SI
2)Capital de trabajo / Activos(%)	L	0.25	0.53	0.10	0.13	-24.35%	34.64%	-23.42%	36.56%	-21.04%	37.33%	7.45%	75.48%	-11.98%	57.71%	-3.50%	87.11%	NO
3)Razon acida(\$)-	L	0.08	23.97	2.20	3.17	8.13%	75.65%	-39.92%	11.24%	-13.58%	56.82%	0.89%	97.02%	-17.50%	41.34%	13.33%	53.47%	NO
4)Disponible / Pasivos Corriente(\$)-	L	0.02	11.75	1.10	1.82	2.14%	93.50%	-18.66%	47.33%	-17.34%	46.47%	-0.86%	97.14%	-11.25%	60.06%	10.67%	61.98%	NO
5)Patrimonio / Activos(%)	L	0.36	0.99	0.74	0.17	-62.30%	0.75%	-33.72%	18.56%	-49.09%	2.80%	14.78%	53.41%	-39.01%	5.39%	-5.43%	79.65%	SI
6)Disponible/Activos(%)	L	0.00	0.47	0.07	0.08	-20.88%	42.13%	-24.96%	33.41%	-22.11%	34.89%	8.78%	71.27%	5.83%	78.68%	8.62%	68.88%	NO
7)Flujo de efectivo/ pasivos(\$)-	L	0.30	3.97	0.71	1.00	-18.23%	48.37%	-19.36%	45.65%	-32.15%	16.69%	26.62%	25.65%	-26.88%	20.40%	18.15%	39.60%	NO
8)Flujo de efectivo/ Pasivo corriente(\$)-	L	0.64	27.31	1.96	3.98	4.93%	85.10%	-39.33%	11.83%	-23.20%	32.51%	23.98%	30.85%	-29.52%	16.13%	18.07%	39.81%	NO
9)Activos Corriente / Activos(%)	L	0.00	0.61	0.21	0.15	-29.27%	25.43%	2.48%	92.48%	-16.73%	48.07%	10.19%	66.91%	0.82%	96.96%	5.95%	78.26%	NO
10)Activo corriente mas Inversiones LP / Pasivo corriente mas deuda LP(\$)-	L	0.95	129.91	12.48	28.01	-10.42%	69.07%	-1.33%	95.96%	-16.88%	47.69%	16.12%	49.71%	-10.35%	63.04%	13.69%	52.35%	NO
11)Activos líquidos / Activos(%)	L	0.00	0.54	0.15	0.11	-28.30%	27.11%	-2.40%	92.71%	-16.37%	49.05%	12.60%	59.66%	2.81%	89.61%	11.53%	59.18%	NO
12)Flujo de efectivo/ Patrimonio(\$)-	L	0.37	0.46	0.10	0.12	10.87%	67.79%	-10.82%	67.93%	-17.57%	45.88%	23.02%	32.88%	-65.20%	0.06%	2.69%	90.08%	SI
13)Activo Corriente / Activos(%)	L	0.04	6.84	1.14	1.15	-33.27%	19.19%	-21.98%	39.66%	-37.42%	10.40%	8.21%	73.08%	-16.12%	45.17%	4.57%	83.22%	NO
14)Activos fijos / Activos(%)	L	0.39	1.00	0.79	0.15	29.27%	25.43%	-2.48%	92.48%	16.73%	48.07%	-10.19%	66.91%	-0.67%	97.54%	-5.93%	78.31%	NO
15)Activos fijos / pasivo no corriente(\$)-	L	1.51	2,082.37	103.10	360.57	-19.44%	45.47%	23.54%	36.31%	-13.26%	57.74%	11.14%	64.00%	-10.80%	61.55%	7.26%	73.60%	NO
16)Cuentas por Cobrar / Activos(%)	L	0.00	0.27	0.08	0.07	-16.86%	51.76%	14.58%	57.66%	0.64%	97.87%	8.92%	70.85%	-3.00%	88.92%	8.77%	68.37%	NO
17)EBITDA / Pasivos(\$)-	L	0.05	3.96	0.71	0.98	-16.70%	52.17%	-19.34%	45.71%	-32.03%	16.86%	25.06%	28.66%	-21.26%	31.87%	15.29%	47.58%	NO
18)Utilidad Neta / Pasivos(\$)-	L	0.30	3.91	0.65	0.98	-17.67%	49.76%	-18.78%	47.05%	-31.88%	17.08%	26.36%	26.15%	-24.66%	24.53%	17.11%	42.41%	NO
19)Ventas / Activos(Veces)-	A	0.02	1.18	0.38	0.32	-24.65%	34.02%	15.76%	54.56%	-22.36%	34.33%	22.50%	34.01%	-16.71%	43.53%	6.40%	76.66%	NO
20)Activos fijos / Patrimonio(\$)+	A	0.57	1.67	1.04	0.19	89.02%	0.00%	22.18%	39.21%	57.84%	0.76%	-19.42%	41.20%	56.24%	0.34%	-5.77%	78.40%	SI
21)Activos fijos / Ventas(%)	A	0.47	44.51	7.18	10.45	7.97%	76.10%	26.13%	31.09%	-8.49%	72.19%	10.55%	65.80%	21.40%	31.53%	-39.16%	5.84%	SI
22)Cuentas por cobrar / Ventas(%)	A	0.00	1.29	0.25	0.22	0.88%	97.33%	15.50%	55.26%	27.80%	23.54%	-23.41%	32.05%	1.14%	95.77%	27.56%	19.24%	NO
23)Activo corriente / Ventas(%)	A	0.03	3.26	0.69	0.59	-11.42%	66.26%	23.03%	37.38%	1.45%	95.18%	-15.08%	52.57%	2.94%	89.15%	19.29%	36.65%	NO
24)Periodo de cobro(Dias)+	A	1.47	465.49	88.33	77.41	0.88%	97.33%	15.50%	55.26%	27.80%	23.54%	-23.41%	32.05%	1.14%	95.77%	27.56%	19.24%	NO
25)Tamaño(LN(activos))(-)	A	11.27	17.69	13.61	1.48	-30.86%	22.81%	32.77%	19.91%	3.55%	88.19%	-21.88%	35.40%	-14.62%	49.55%	14.52%	49.83%	NO
26)Patrimonio / Ventas(%)	A	0.52	43.93	6.44	9.87	-11.64%	65.65%	22.39%	38.77%	-14.48%	54.25%	11.68%	62.39%	21.68%	30.89%	-41.02%	4.65%	SI
27)Capital de trabajo / Ventas(%)	A	4.47	2.55	0.21	0.78	-12.09%	64.40%	13.21%	61.33%	-0.98%	96.73%	-3.89%	87.07%	-26.24%	21.54%	41.61%	4.32%	SI
28)Disponible / Ventas(%)	A	0.00	3.26	0.34	0.60	-8.94%	73.31%	17.81%	49.40%	-18.03%	44.68%	5.87%	80.58%	1.13%	95.81%	12.92%	54.75%	NO
29)Valor mercado acción / valor en libros de la deuda(Veces)-	A	0.56	145.36	12.42	27.43	-15.78%	54.53%	13.44%	60.71%	-18.54%	43.39%	14.64%	53.81%	-6.86%	75.00%	6.48%	76.35%	NO
30)Desembolsos para la operación / Pasivos(Veces)-	A	0.01	4.83	1.43	1.28	-38.05%	13.19%	-1.13%	96.58%	-35.28%	12.70%	13.93%	55.82%	-18.24%	39.37%	-1.05%	96.13%	NO
31)Sostenibilidad con activos rapidos descontado los creditos de CP(%)	A	25.64	23.40	0.19	5.06	-5.08%	84.66%	5.65%	82.96%	-0.47%	98.43%	-7.54%	75.21%	-0.99%	96.35%	5.25%	80.75%	NO
32)Sostenibilidad con los activos rapidos(%)	A	0.06	29.91	2.43	5.51	-4.60%	86.08%	3.40%	89.69%	-10.93%	64.65%	11.18%	63.89%	-11.33%	59.81%	15.13%	48.04%	NO
33)Activos rapidos / Ventas(%)	A	0.03	3.26	0.58	0.60	-8.67%	74.06%	23.44%	36.51%	-2.75%	90.83%	-6.21%	79.47%	1.44%	94.66%	20.48%	33.69%	NO
34)Capital / Activos fijos(%)	A	0.74	2.36	1.16	0.24	-23.47%	36.45%	-16.81%	51.90%	-21.67%	35.88%	9.71%	68.39%	-10.96%	61.00%	-3.75%	86.19%	NO
35)Sostenibilidad con el efectivo(%)	A	0.01	29.87	1.46	4.50	-6.58%	80.18%	16.42%	52.88%	-12.44%	60.13%	9.06%	70.41%	-8.32%	69.91%	12.04%	57.52%	NO
36)Tamaño(LN(ventas))(-)	A	8.54	17.22	12.20	1.59	-42.28%	9.08%	24.01%	35.32%	-4.35%	85.54%	-16.90%	47.64%	-24.51%	24.83%	26.73%	20.67%	SI
37)Proveedores / Ventas(%)	A	-	0.71	0.08	0.13	28.63%	26.53%	30.21%	23.85%	19.19%	41.78%	6.82%	77.50%	6.34%	76.84%	9.97%	64.29%	NO
38)Ventas / Pasivo no corriente(Veces)-	A	0.21	54.54	5.10	7.08	-3.78%	88.54%	-34.68%	17.27%	-23.32%	32.25%	17.57%	45.86%	-29.61%	16.00%	7.54%	72.61%	NO
39)Ventas / Pasivo(Veces)-	A	0.11	7.20	2.14	1.67	-35.89%	15.71%	-11.73%	65.40%	-47.11%	3.60%	26.92%	25.11%	-27.19%	19.88%	7.74%	71.93%	SI
40)Ventas / Pasivo corriente(Veces)-	A	0.15	656.74	23.36	87.40	-25.20%	32.91%	9.98%	70.30%	-32.45%	16.28%	25.31%	28.17%	-11.58%	59.01%	-4.76%	82.53%	NO

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2.
Estadísticas Básicas de las Razones financieras

Continuación

RAZON	TIPO	Estadísticas básicas				Correlaciones en 2005				Correlaciones en 2006				Correlaciones en 2007				Sig.
		Mínimo	Máximo	Media	Desv.	Probabilidad de		Tasa de		Probabilidad de		Tasa de		Probabilidad de		Tasa de		
						Corr	p-Value	Corr	p-Value	Corr	p-Value	Corr	p-Value	Corr	p-Value	Corr	p-Value	
41 Utilidad neta / Activos(-)	R	- 0.17	0.22	0.06	0.06	-22.07%	39.45%	-48.50%	4.85%	-33.55%	14.82%	24.91%	28.95%	-62.81%	0.10%	6.30%	76.99%	SI
42 EBIT / Activos totales - ROA(-)	R	- 0.03	0.28	0.06	0.06	-7.74%	76.78%	-57.42%	1.59%	-24.48%	29.83%	21.37%	36.56%	-36.10%	8.31%	9.76%	65.00%	SI
43 Utilidad neta / Patrimonio - ROE(-)	R	- 0.37	0.30	0.07	0.09	-12.26%	63.93%	-34.58%	17.40%	-27.58%	23.93%	22.17%	34.76%	-73.38%	0.00%	2.29%	91.53%	SI
44 Margen de utilidad(-)	R	- 0.92	1.23	0.30	0.40	-14.34%	58.29%	-12.01%	64.61%	-23.00%	32.92%	18.85%	42.61%	-37.31%	7.25%	-0.36%	98.68%	SI
45 Margen EBIT(-)	R	- 0.34	0.98	0.27	0.33	11.54%	65.92%	-27.23%	29.04%	-9.09%	70.30%	12.31%	60.52%	-8.63%	68.85%	-12.32%	56.64%	NO
46 Utilidades retenidas / Activos(-)	R	- 0.75	0.50	0.08	0.22	-47.75%	5.26%	-16.47%	52.76%	-33.10%	15.40%	20.71%	38.11%	-38.50%	6.32%	14.46%	50.02%	SI
47 Flujo de efectivo / Activos(-)	R	- 0.17	0.33	0.07	0.08	-11.97%	64.73%	-29.43%	25.16%	-28.14%	22.94%	26.86%	25.21%	-56.79%	0.38%	6.21%	77.31%	SI
48 Utilidad antes de impuesto / Activos(-)	R	- 0.17	0.32	0.07	0.07	-24.46%	34.41%	-52.66%	2.99%	-32.92%	15.64%	21.33%	36.66%	-60.95%	0.16%	7.92%	71.30%	SI
49 Utilidad antes de impuestos / ventas(-)	R	- 0.91	1.26	0.33	0.40	-16.73%	52.09%	-15.71%	54.72%	-24.30%	30.19%	17.35%	46.45%	-38.29%	6.48%	0.40%	98.53%	SI
50 Margen bruto(-)	R	- 0.00	1.00	0.47	0.33	23.63%	36.12%	-31.37%	22.01%	-6.18%	79.58%	4.89%	83.77%	-13.12%	54.10%	-14.21%	50.78%	NO
51 Retorno del capital invertido (%) - ROI(-)	R	- 0.15	0.43	0.10	0.09	-11.24%	66.76%	-36.15%	15.40%	-20.28%	39.13%	18.47%	43.56%	-59.81%	0.02%	13.18%	53.92%	SI
52 Flujo de efectivo / Patrimonio(-)	R	- 0.91	1.23	0.35	0.40	5.10%	84.58%	-8.82%	73.64%	-15.91%	50.28%	17.46%	46.16%	-40.40%	5.00%	0.68%	97.48%	SI
53 EBITDA / Activos(-)	R	- 0.03	0.30	0.07	0.07	1.23%	96.27%	-34.45%	17.57%	-20.53%	38.52%	23.80%	31.23%	-35.01%	9.35%	8.95%	67.75%	SI
54 Margen EBITDA (%) (-)	R	- 0.32	0.98	0.31	0.33	32.93%	19.68%	-22.32%	38.91%	0.55%	98.16%	10.09%	67.21%	-12.02%	57.57%	-11.33%	59.82%	NO
55 Utilidad neta / activos corriente(-)	R	- 2.47	21.15	1.31	3.69	-9.10%	72.84%	8.04%	75.89%	-16.01%	50.01%	20.97%	37.49%	-6.07%	77.82%	4.24%	84.42%	NO
56 Utilidad antes de impuestos / Patrimonio(-)	R	- 0.37	0.40	0.08	0.10	-16.55%	52.55%	-40.18%	10.99%	-28.59%	22.18%	20.04%	39.69%	-72.79%	0.01%	3.96%	85.43%	SI
57 Utilidad bruta / Activos(-)	R	- 0.00	0.38	0.13	0.11	-16.62%	52.38%	-15.94%	54.12%	-27.27%	24.47%	20.46%	38.70%	-34.15%	10.24%	8.89%	67.95%	NO
58 Utilidad neta / Activos fijos(-)	R	- 0.25	0.50	0.08	0.11	-22.90%	37.66%	-44.45%	7.39%	-29.04%	21.41%	20.93%	37.58%	-53.29%	0.73%	3.61%	86.69%	SI
59 Utilidad operativa / Patrimonio(-)	R	- 0.07	0.35	0.07	0.08	19.94%	44.29%	-40.66%	10.54%	-14.07%	55.39%	19.51%	40.98%	-41.86%	4.18%	10.32%	63.14%	SI
60 Razon de deuda .(%) +	E	0.01	0.64	0.26	0.17	62.30%	0.75%	33.72%	18.56%	49.09%	2.80%	-14.78%	53.41%	27.36%	19.58%	17.56%	41.17%	SI
61 Apalancamiento(S)+	E	0.01	1.80	0.43	0.41	79.29%	0.01%	27.88%	27.85%	56.72%	0.91%	-15.16%	52.35%	42.35%	3.92%	15.83%	46.01%	SI
62 Pasivo Corriente / Pasivo(+)	E	0.01	0.99	0.52	0.27	-41.78%	9.52%	12.24%	63.98%	-40.86%	7.36%	24.78%	29.21%	-10.26%	63.34%	5.44%	80.05%	SI
63 Gastos financieros / Utilidad antes de impuestos(+)	E	- 2.10	17.54	0.75	2.32	72.52%	0.10%	25.44%	32.45%	69.98%	0.06%	-26.74%	25.44%	-16.89%	43.02%	-9.84%	64.74%	SI
64 Obligaciones bancarias / Activos(+)	E	-	0.48	0.09	0.11	82.20%	0.01%	21.88%	39.88%	63.20%	0.28%	-11.59%	62.66%	29.69%	15.89%	25.28%	23.33%	SI
65 Pasivo Corriente / Patrimonio(S)+	E	0.00	0.59	0.17	0.16	0.76%	97.69%	35.33%	16.43%	10.46%	66.07%	4.45%	85.22%	46.17%	2.31%	19.49%	36.15%	SI
66 Pasivo no corriente / Activos(+)	E	0.00	0.62	0.15	0.14	76.24%	0.04%	20.78%	42.35%	60.15%	0.50%	-22.68%	33.62%	21.54%	31.21%	11.10%	60.56%	SI
67 Cobertura de intereses(Veces)-	E	- 1.28	8,504.62	187.83	1,086.44	-8.89%	73.45%	-32.30%	20.61%	-10.97%	64.52%	14.56%	54.03%	-9.62%	65.49%	16.38%	44.44%	NO
68 Pasivo + Capital aportado / Activos(+)	E	0.09	1.13	0.49	0.29	-3.55%	89.25%	9.85%	70.67%	-9.69%	68.46%	36.21%	11.67%	-15.77%	46.16%	24.23%	25.40%	NO
69 (Patrimonio + Pasivo no corriente) / Activos fijos(+)	E	0.74	2.36	1.16	0.24	-23.47%	36.45%	-16.81%	51.90%	-21.67%	35.88%	9.71%	68.39%	-10.96%	61.00%	-3.75%	86.19%	NO
70 Intereses / (Ventas + Ingresos financieros)(%) +	E	0.00	0.56	0.09	0.12	80.79%	0.01%	25.97%	31.41%	54.94%	1.21%	-28.54%	22.26%	30.30%	15.00%	4.76%	82.51%	SI
71 Intereses / Pasivos(+)	E	0.00	0.39	0.09	0.09	1.24%	96.23%	25.42%	32.49%	4.13%	86.26%	-6.60%	78.21%	-10.46%	62.65%	6.04%	77.92%	NO
72 Pasivo / Utilidad neta(S)+	E	- 26.14	190.48	10.16	26.58	59.48%	1.18%	23.29%	36.83%	70.06%	0.06%	-26.83%	25.28%	-11.50%	59.24%	-16.00%	45.53%	SI
73 Pasivo Corriente / Activos(+)	E	0.00	0.31	0.11	0.08	-15.66%	54.82%	32.70%	20.01%	2.02%	93.28%	6.23%	79.42%	27.04%	20.12%	21.69%	30.86%	NO
74 Pasivo no corriente / Utilidad neta(S)+	E	- 21.11	182.11	6.97	24.34	75.09%	0.05%	16.25%	53.31%	66.26%	0.15%	-23.76%	31.31%	-8.91%	67.89%	-15.83%	45.99%	SI
75 Utilidad antes de impuestos + Depreciación / Pasivo(-)	E	- 0.30	4.06	0.78	1.04	-19.74%	44.75%	-24.37%	34.59%	-33.91%	14.36%	25.33%	28.12%	-27.57%	19.23%	18.37%	39.02%	NO
76 Capital de trabajo por empleado(-)	P	-12,205.81	35,031.31	506.37	5,572.44	-5.18%	84.35%	4.47%	86.48%	-7.68%	74.77%	3.22%	89.28%	4.35%	84.02%	-7.59%	72.46%	NO
77 Activos por empleados(-)	P	156.52	6,723,555.72	282,194.58	1,176,101.30	-9.27%	72.34%	19.09%	46.30%	-12.49%	59.98%	11.46%	63.04%	-9.19%	66.95%	13.89%	51.73%	NO
78 Costo promedio por empleado(S)+	P	2.86	3,595.32	215.72	638.73	-11.71%	65.46%	8.99%	73.14%	-14.75%	53.49%	13.52%	56.97%	-12.66%	55.55%	15.51%	46.92%	NO
79 Costo de empleados / ingresos operativos(+)	P	0.01	0.21	0.06	0.05	-24.45%	34.43%	-16.16%	53.55%	-13.87%	55.96%	-19.99%	39.80%	1.88%	93.06%	-5.75%	78.96%	NO
80 Fondos propios por empleados(-)	P	90.73	6,671,575.27	277,348.35	1,167,518.46	-9.92%	70.48%	19.45%	45.45%	-12.46%	60.07%	11.40%	63.23%	-9.09%	67.26%	13.80%	52.02%	NO
81 Utilidad por empleado(-)	P	- 1,732.71	173,625.54	9,111.33	30,557.74	-9.77%	70.92%	-3.11%	90.56%	-15.31%	51.93%	15.68%	50.92%	-11.01%	60.85%	16.85%	43.12%	NO
82 Ingresos operativos por empleados(-)	P	89.79	179,163.90	10,852.04	32,767.70	-8.73%	73.90%	9.43%	71.88%	-16.10%	49.77%	17.05%	47.24%	-11.68%	58.68%	16.66%	43.66%	NO

Fuente: Elaboración propia

Anexo3
Resultados del análisis factorial

Cuadro A3.1
Factores de liquidez - Scores de las Razones financieras y correlación con
Las probabilidades de incumplimiento y la Tasa de recuperación
Periodo 2005- 2007

RAZONES LIQUIDEZ		FACTORES	
		1	
Flujo de efectivo/ Patrimonio		Corr	0.75600
Razon corriente		Significancia	0.75600
Correlación con la probabilidad de Incumplimiento		Corr	-3.87%
		Significancia	76.51%
Correlación con la tasa de recuperación		Corr	-4.10%
		Significancia	75.19%

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A3.2
Factores de actividad - Scores de las Razones financieras y correlación con
Las probabilidades de incumplimiento y la Tasa de recuperación
Periodo 2005- 2007

RAZONES DE ACTIVIDAD		FACTORES			
		1	2	3	4
Activos fijos / Ventas		0.97619	-0.01568	0.06899	0.19692
Patrimonio / Ventas		0.95127	0.09494	0.08444	0.27551
Capital de trabajo / Ventas		-0.16802	0.74261	-0.56662	0.31499
Ventas / Pasivo		-0.23876	0.64787	0.72119	0.05584
Tamaño(LN(ventas))		-0.52021	-0.39299	0.13588	0.74596
Correlación con la probabilidad de Incumplimiento		Corr	-10.9%	-3.8%	-31.8%
		Significancia	40.4%	77.4%	17.8%
Correlación con la tasa de recuperación		Corr	-0.5%	5.9%	11.0%
		Significancia	97.1%	64.9%	39.7%

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A3.3
Factores de rentabilidad - Scores de las Razones financieras y correlación con
Las probabilidades de incumplimiento y la Tasa de recuperación
Periodo 2005- 2007

RAZONES DE RENTABILIDAD		FACTORES											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Utilidad antes de impuesto / Activos		0.975	-0.083	-0.133	-0.061	-0.095	-0.063	-0.031	-0.050	0.051	-0.050	0.004	0.003
Utilidad neta / Activos		0.974	0.003	-0.100	-0.139	0.014	-0.100	-0.041	-0.066	-0.065	-0.024	0.011	-0.001
Utilidad antes de impuestos / Patrimonio		0.962	-0.069	-0.171	-0.154	0.067	0.067	-0.039	0.039	0.067	0.007	-0.004	0.006
Utilidad neta / Patrimonio - ROE		0.943	0.012	-0.146	-0.232	0.170	0.030	-0.043	0.036	-0.030	0.030	-0.009	-0.006
Utilidad neta / Activos fijos		0.940	-0.135	-0.177	-0.032	-0.200	-0.089	0.077	0.109	-0.018	0.013	0.004	0.000
Retorno del capital invertido (%) - ROI		0.924	-0.268	-0.106	0.003	-0.082	0.202	0.091	-0.085	-0.013	0.014	-0.005	-0.001
EBIT / Activos totales - ROA		0.851	-0.355	0.308	0.175	-0.114	-0.044	-0.087	-0.016	-0.002	0.027	-0.031	-0.002
Utilidad operativa / Patrimonio		0.819	-0.412	0.331	0.155	0.037	0.127	-0.039	0.068	-0.020	-0.037	0.023	0.001
EBITDA / Activos		0.798	-0.438	0.339	0.018	0.165	-0.129	0.099	-0.030	0.027	0.021	0.008	0.000
Utilidades retenidas / Activos		0.700	0.346	-0.401	0.463	0.119	-0.028	0.006	0.001	-0.002	-0.002	-0.003	0.000
Margen de utilidad		0.485	0.857	0.164	0.000	-0.032	0.013	-0.015	-0.016	-0.016	0.036	0.010	0.018
Utilidad antes de impuestos / ventas		0.517	0.839	0.143	0.014	-0.071	0.010	-0.021	-0.012	0.032	0.021	0.020	-0.017
Flujo de efectivo / Ventas		0.489	0.829	0.241	-0.066	0.046	0.015	0.066	0.028	-0.008	-0.051	-0.029	-0.001
Correlación con la probabilidad de Incumplimiento		Corr	-11.4%	-1.9%	-9.2%	-21.3%	-4.2%	10.5%	-15.1%	-19.9%	-2.2%	-31.3%	-38.8%
		Significancia	38.1%	88.7%	47.8%	9.9%	74.9%	41.9%	24.5%	12.4%	86.6%	1.4%	0.2%
Correlación con la tasa de recuperación		Corr	-6.5%	5.5%	5.4%	13.6%	4.1%	10.7%	25.1%	-12.3%	3.8%	-1.6%	9.2%
		Significancia	61.7%	67.6%	67.7%	29.8%	75.6%	41.2%	5.1%	34.7%	77.1%	90.2%	48.2%

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A3.4
Factores de Endeudamiento - Scores de las Razones financieras y correlación con
Las probabilidades de incumplimiento y la Tasa de recuperación
Periodo 2005- 2007

RAZONES DE ENDEUDAMIENTO		FACTORES								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pasivo no corriente / Activos		0.9089	0.1900	-0.2979	-0.1455	0.0402	0.1536	0.0269	0.0183	0.0221
Apalancamiento		0.9007	0.3801	0.0839	-0.0337	0.0140	0.1510	-0.0255	-0.1087	-0.0176
Razon de deuda .		0.8575	0.4641	0.0711	-0.1445	0.0942	0.0273	0.0524	0.1019	-0.0112
Obligaciones bancarias / Activos		0.8405	0.1376	0.0546	0.2934	-0.4291	-0.0122	-0.0231	0.0258	0.0042
Pasivo / Utilidad neta		0.7724	-0.5529	0.2423	-0.1458	0.0410	-0.0116	-0.1142	0.0316	-0.0398
Pasivo no corriente / Utilidad neta		0.7699	-0.6011	0.1701	-0.0931	0.0527	0.0016	-0.0482	-0.0046	0.0533
Gastos financieros / Utilidad antes de impuestos		0.7619	-0.5707	0.2461	0.0168	-0.0166	-0.0619	0.1662	-0.0321	-0.0129
Intereses / (Ventas + Ingresos financieros)		0.7195	-0.0009	-0.2956	0.5727	0.2507	-0.0607	-0.0194	0.0020	-0.0022
Pasivo Corriente / Patrimonio		0.3914	0.6882	0.5716	-0.0668	0.0732	-0.1881	-0.0195	-0.0221	0.0146
Pasivo Corriente / Pasivo		-0.5993	-0.0457	0.7149	0.2913	0.0629	0.1946	0.0113	0.0282	0.0047
Correlación con la probabilidad de Incumplimiento		Corr	55.64%	12.57%	14.00%	35.78%	22.31%	14.96%	11.35%	-7.61%
		Significancia	0.00%	33.43%	28.20%	0.46%	8.39%	24.98%	38.40%	56.00%
Correlación con la tasa de recuperación		Corr	-24.51%	8.26%	-10.82%	-8.93%	17.78%	13.52%	-12.59%	14.58%
		Significancia	5.69%	52.69%	40.65%	49.36%	17.03%	29.90%	33.35%	26.22%

Fuente: Elaboración propia.