

# **Estimación del riesgo de crédito en empresas del sector real en Colombia**

Claudia Sepúlveda Rivillas

Walter Reina Gutiérrez

Juan Carlos Gutiérrez Betancur

## **Resumen:**

Este trabajo propone un modelo probit para datos de panel desbalanceado con efectos aleatorios que permite estimar la probabilidad de quiebra (default) de las empresas del sector real en Colombia, para ser utilizada en la inferencia del riesgo de crédito, tomando información de empresas solventes y en estrés financiero, existentes en las bases de datos de la Superintendencia de Sociedades y B.P.R, correspondiente al período 2002-2008. Para el desarrollo del trabajo se partió del análisis fundamental, centrado en los indicadores de rentabilidad, apalancamiento, liquidez y solvencia, que propone Penman (2010). La presente investigación que hace hincapié en los apalancamientos operativo y financiero, encontró que estos indicadores, así como los de solvencia presentan una influencia estadísticamente significativa sobre la probabilidad de quiebra; otro hallazgo es que pertenecer a los sectores construcción e industria, incrementa dicha probabilidad, mientras que pertenecer al sector transporte la disminuye.

Palabras claves: Apalancamiento operativo y financiero, probabilidad de quiebra, panel de datos desbalanceado

## **Abstract:**

This paper proposes a Probit Model for unbalanced panel data with random effects to estimate the probability of bankruptcy (default) of the real sector firms in Colombia, to be used in the inferring of credit risk, taking information of solvent and in financial distress firms, existing in databases of the Superintendencia de Sociedades and B.P.R, for the period 2002-2008. The development of the work started with a fundamental analysis, focusing on indicators of profitability, leverage, liquidity and solvency proposed by Penman (2010). This research emphasizes the operational and financial leverage, found that these indicators as well as the solvency have a statistically significant influence on the probability of bankruptcy. Another finding

is that belonging to construction and manufacturing sectors, increases the bankruptcy likelihood, while belonging to the transport sector diminishes it.

**Key Words:** Operative and Financial leverage, bankruptcy likelihood, unbalanced panel data

## **Introducción**

El riesgo, entendido como la volatilidad de los resultados esperados, está presente en todas las decisiones que afrontan las organizaciones, lo cual hace necesario su eficiente identificación y medición, con el fin de que se puedan implementar estrategias y planes que permitan minimizarlo. Esto es aún más importante al considerar la dificultad para determinar con certeza el nivel de rentabilidad que se obtendrá en una inversión; por lo tanto, cobra mayor importancia la gestión del riesgo.

Los diferentes riesgos a los que se enfrenta una organización, según el Acuerdo de Basilea, son: Riesgo de mercado, riesgo operativo y riesgo de crédito. El riesgo de crédito representa la probabilidad de impago de las deudas o créditos contraídos con las entidades financieras. Dado que la mayor parte de las empresas del sector real colombiano operan con endeudamiento, representando este un porcentaje significativo de los activos, el riesgo crediticio debe ser monitoreado constantemente de tal forma que este se pueda identificar, cuantificar y gestionar para evitar posibles quiebras.

Existe la necesidad de generar nuevos y mejores modelos que pronostiquen y permitan al analista anticipar posibles procesos de quiebra; debido a que la imposibilidad de pago de los pasivos financieros ha sido una de las causantes de los procesos de quiebra que se han presentado en las últimas décadas en las empresas del sector real en Colombia. Además, en la actualidad no existe ningún tipo de regulación en cuanto al riesgo de crédito del sector real en Colombia, puesto que el Acuerdo de Basilea solo plantea criterios regulatorios para la gestión del riesgo crediticio en entidades del sector financiero definiendo metodologías para la cobertura de éste riesgo, dejando de lado el impacto que tiene la composición de la estructura de capital dentro de las empresas del sector real.

Por lo anterior, es necesario diseñar metodologías que se ajusten a la realidad económica de sector empresarial, que además de consistir en herramienta de apoyo a la toma de decisiones

financieras y a la generación de estrategias financieras para evitar la quiebra empresarial, constituyan un herramienta útil para el sector financiero y la banca de inversión, en los procesos de optimización de estructuras de capital, reestructuración, evaluación y otorgamiento de créditos, y gestión de la cartera.

Este trabajo propone una metodología para estimar el riesgo de crédito en empresas del sector real en Colombia y contrastar la hipótesis de que las empresas del sector real en Colombia que cuentan con mayores niveles de apalancamiento operativo y financiero, presentan un mayor riesgo de crédito.

Hasta ahora los trabajos desarrollados en materia de riesgo de crédito se han elaborado para establecer la probabilidad de que la o las deudas con una o varias entidades financieras, no sean canceladas de acuerdo a las condiciones pactadas en la negociación, de tal forma que los análisis han tomado como objeto de estudio el crédito mismo y no la empresa deudora (Zamudio 2007), probabilidad que se convierte en una herramienta para las entidades financieras, pero deja de lado al sector corporativo. La presente investigación dista de este planteamiento y propone la elaboración de un modelo donde el objeto de estudio es la empresa misma, a la cual se le determina la probabilidad de que esta entre en un proceso de estrés financiero. Ante este panorama, la investigación propone la utilización de variables que en los estudios tradicionales no se han contemplado, convirtiéndola en un aporte en materia de riesgo de crédito para el sector corporativo y el sector financiero.

Algunos de los elementos de ésta investigación que se constituyen en un aporte para el tema de riesgo de crédito en Colombia, son:

Se identifican como causantes del incremento de la probabilidad de quiebra, no sólo el nivel de apalancamiento financiero como lo han hecho los autores (Zamudio 2007) sino que involucra el apalancamiento operativo, rubro que dentro de las economías emergentes como la colombiana tiene una participación bastante elevada. Ya que si se parte de la premisa de que un mayor nivel de endeudamiento aumenta la probabilidad de default (Gómez, Orozco y Zamudio), no se puede dejar de lado una de las principales fuentes de apalancamiento de las empresas en Colombia.

Si bien los estudios existentes en riesgo de crédito han incluido indicadores elaborados a partir de los estados financieros relacionados con el nivel de endeudamiento, la liquidez y la rentabilidad, no se ha incluido un indicador que mida el impacto de la carga financiera y la operativa sobre el

ROCE, indicador que según los estudios anteriores, permite hacer aproximaciones a la probabilidad de quiebra.

Se incluyen tanto el apalancamiento operativo y financiero, como sus impactos sobre la rentabilidad del patrimonio (ROCE), este último indicador calculado con las siguientes relaciones:

$$ROCE = RNOA + FLEV * (RNOA - NBC)^1$$

$$ROCE = RNOA - \left( \frac{AFN}{CSE} * RNOA - RNFA \right)$$

Este documento está organizado en nueve secciones incluyendo ésta introducción. En la segunda sección se encuentra la conceptualización de riesgo y los modelos o teorías para la medición de riesgo de crédito. En la sección tres se presentan los trabajos previos elaborados en Colombia en éste tema. La cuarta sección presenta los datos utilizados para el estudio. La sección cinco contiene la metodología y la sección seis muestra el análisis fundamental del desempeño financiero de los sectores. La sección siete presenta el modelo y por último las secciones ocho y nueve incluyen los resultados y las conclusiones respectivamente.

## Marco Teórico

### 1. Conceptualización de Riesgo

Desde el punto de vista de las ciencias de la decisión, el concepto de riesgo está asociado con la volatilidad de los resultados esperados, la posibilidad o la probabilidad de pérdida. La literatura relacionada con el tema presenta diferentes definiciones del mismo, entre las cuales se encuentran las siguientes:

Riesgo es diferente de incertidumbre.

Riesgo es la dispersión de los resultados actuales con respecto a los esperados o la probabilidad de que el resultado sea diferente al esperado.

El riesgo es la medida de la probabilidad de ocurrencia de un evento y la estimación de la gravedad de sus consecuencias posibles.

---

1 RNOA: Rentabilidad de los activos operativos netos. FLEV: Apalancamiento financiero. NBC: Costo neto de endeudamiento. AFN: Activos financieros netos. CSE: Patrimonio común. RNFA: Rentabilidad neta de los activos financieros

Riesgo es la posibilidad de ocurrencia de un evento que puede afectar el cumplimiento de objetivos.

Desde el punto de vista empresarial, el riesgo es la posibilidad de ocurrencia de cualquier evento interno o externo que pueda afectar a una empresa, generándole pérdidas que puedan disminuir la capacidad de operación y generación de valor. Existen dos tipos de riesgos: riesgos internos, es decir, relacionados con la operación de la empresa y riesgos externos, los relacionados con el entorno, como se puede observar en la siguiente gráfica:

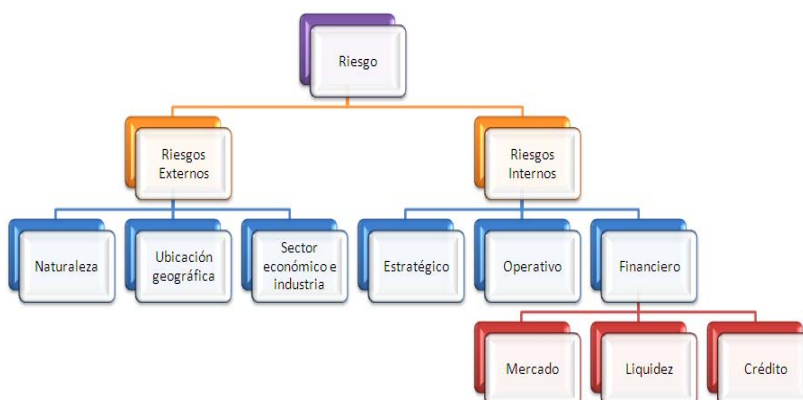


Gráfico No. 1 Fuente: Elaboración propia

El **riesgo de crédito**, objeto de estudio de la presente investigación, hace parte del riesgo financiero e involucra tanto el riesgo de incumplimiento que es la valuación objetiva de la probabilidad de que una contraparte incumpla, como la pérdida financiera que será experimentada si el cliente incumple.

### Conceptualización de Riesgo de Crédito

Los acuerdos emitidos por el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea constituyen el marco regulatorio a nivel mundial en materia de riesgo.

En 1988, El Comité de Basilea, conformado por el Grupo de los 10 (G-10), llegó al primer acuerdo, Basilea I, planteando los primeros parámetros para cobertura de riesgo y recomendando a las entidades financieras que establezcan un capital mínimo en función de los riesgos a los que están sometidas y para cubrirse de posibles pérdidas.

Este acuerdo propone las metodologías para calcular el capital mínimo requerido por riesgo crediticio, riesgo de mercado y riesgo operativo; y además plantea que “este capital está compuesto por tres elementos fundamentales: una definición de capital regulador, activos ponderados por nivel de riesgo y la relación mínima capital-activos ponderados por nivel de riesgo”.<sup>2</sup>

A pesar de que este primer acuerdo aportó al fortalecimiento de los sistemas bancarios en cuanto a cobertura de riesgos, presenta ciertas limitaciones en la medición del riesgo de mercado y el riesgo de crédito, “posiciones con muy distinto nivel de riesgo eran tratadas por una norma que prácticamente definía una única ponderación por riesgo, con poca discriminación en cuanto a su calidad crediticia”<sup>3</sup>, por lo que en el año 2004 fue sustituido por el Acuerdo de Basilea II, el cuál busca generar un estándar internacional para la cobertura de las entidades financieras ante riesgos operativos y financieros.

“Basilea II es reconocido como un avance significativo en el fortalecimiento de los mercados financieros. Supone cambios en el modo de concebir la regulación de capital, ejercer la supervisión bancaria e incentivar mejoras en la gestión y medición de los riesgos bancarios”.<sup>4</sup>

La normatividad relacionada con la gestión de riesgo para las entidades financieras se fundamenta en los acuerdos de Basilea, sin embargo, para el sector real no existen regulaciones definidas para la gestión del riesgo de crédito.

### **Modelos o Teorías para la medición del riesgo de crédito**

Algunas de las metodologías desarrolladas para el sector financiero en el tema de riesgo de crédito son las técnicas estadísticas de scoring de clasificación, los modelos multivariados, los arboles de decisión, los modelos de elección cuantitativa (Probit y Logit) y el análisis de matrices de transición, entre otras, los cuales permiten medir la probabilidad de incumplimiento de los pagos.

Otra clasificación de los modelos para medir el riesgo de crédito para las entidades financieras incluye los Modelos Tradicionales (las cinco C de crédito) y los Modelos de Enfoque Moderno, y

---

<sup>2</sup> Acuerdo Basilea I

<sup>3</sup> Acuerdo Basilea II

<sup>4</sup> Ibid

dentro de estos últimos los Modelos Condicionales (CreditPortfolio View y Credit Monitor) y los no Condicionales (las matrices de transición utilizadas por el CreditMetrics)<sup>5</sup>

Por su parte la literatura existente en el análisis de riesgo de crédito se ha centrado en determinar la probabilidad de incumplimiento para empresas que cotizan en bolsa, y se ha desarrollado para que las empresas del sector financiero puedan evaluar dicha probabilidad.

Los estudios hechos al respecto han partido de los trabajos realizados por autores como Altman con el Z-SCORE (1968) y el Modelo Z (1977). Altman utilizó un modelo multivariado y el método de Análisis discriminante múltiple para determinar el riesgo de crédito a partir de indicadores financieros. Posteriormente surgió el Modelo O-Score de Ohlson (1980), quien basó su trabajo en indicadores financieros y uso la metodología de estimación de máxima verosimilitud del modelo Logit Condicional. Seguidamente se desarrolló el Modelo de Flujos de Caja de Aziz, Emanuel y Lawson (1988) que busca predecir la probabilidad de quiebra así como el valor de la empresa, basados en los flujos de caja pasados y presentes, asumiendo que estos flujos son predictores eficientes de la situación financiera futura de la empresa.

Otros modelos utilizados con el mismo objetivo fueron el Modelo de Retorno de Mercado (Clark, Weinstein 1983), el Modelo de la Variación en los retornos del mercado (Aharony, Jones, Swary 1980) y el Modelo de precio de las opciones (Black, Scholes y Merton).

Sin embargo, las críticas a todos estos modelos han sido diversas. Autores como Moses y Liao, cuestionan el poder analítico de los modelos Z debido a la alta correlación que presentan las variables consideradas.

En cuanto al trabajo hecho por Aziz et al. autores como Casey y Bartczack (1984) llegaron a la conclusión de que el flujo de caja operativo (único flujo utilizado en el modelo) no incrementaba la capacidad de los modelos anteriores para clasificar entre empresas sana y no sanas (cerca de la quiebra) y que se requería de otros flujos de caja como el financiero y el de inversiones. Por su parte autores como Gentry, Newbold y Witford (1985a, 1985b) construyeron un modelo que indicaba que los flujos de fondos basados en el flujo de caja ofrecen una alternativa viable para clasificar las empresas en sanas y no sanas (los autores utilizaron los componentes del flujo de fondos netos que utilizó Helfert (1972): fondos operacionales, capital de trabajo, dividendos

---

<sup>5</sup> Ibid.

financieros, gastos fijos de cobertura, gastos de capital, pago de dividendos, otros flujos de activos y pasivos , cobros en efectivo y valores negociables).

Hillegeist, S. A., E. K. Keating, D. P. Cram and K. G. Lundstedt (2004), comparan dos medidas contables para evaluar la probabilidad de quiebra: Z-Score (Altman 1968) y O-Score (Ohlson 1980) con una medida basada en el modelo de precios de las opciones de Black–Scholes–Merton (BSM-Prob). Los resultados empíricos del estudio muestran que el BSM-Prob es una medida que proporciona más información acerca de la probabilidad de quiebra que las medidas contables mencionadas.

El trabajo resalta como deficiencia en los modelos de Altman (1968) y Ohlson (1980) el hecho de no incluir una medida de volatilidad de los activos, teniendo en cuenta que ésta mide la probabilidad de que el valor de los activos de una compañía se reduzca hasta el nivel de no poder cubrir sus pasivos, por lo cual se considera una variable relevante para la predicción de la quiebra.

Hillegeist, et al., también señalan que la principal ventaja de la utilización de modelos de valoración de precios de opciones en la predicción de la quiebra, es que proporcionan información sobre los determinantes teóricos de riesgo de quiebra y permiten obtener de los precios de mercado la información relacionada con la probabilidad de quiebra, aunque se admite la posibilidad de producir errores y sesgos en las estimaciones. Sin embargo resaltan que en el enfoque de opciones, el mercado de valores no puede reflejar de manera eficiente, a través de los precios, toda la información pública disponible sobre la probabilidad de quiebra, aunque sostienen que el modelo BSM ofrece una mayor flexibilidad que las medidas contables; ya que puede aplicarse en cualquier momento para cualquier empresa cotizada en bolsa, independientemente del período de tiempo y de la industria.

En este estudio se compara empíricamente el rendimiento de BSM-prob con cuatro medidas contables: Z-Score y O-Score utilizando los coeficientes originales y Z-Scoreu y O-Scoreu utilizando coeficientes actualizados, pero fuera de las estimaciones de los coeficientes muestrales.

Adicionalmente Hillegeist, et al., concluyen que las medidas basadas en el mercado BSM-Score, superan a las mejores medidas basadas en datos contables, Z y O-Scoreu.



## **Modelo Fundamental<sup>6</sup>**

Como complemento de estos trabajos está el análisis fundamental, sobre el cual Stephen H. Penman y Doron Nissim han explicado el vínculo existente entre los indicadores financieros, los retornos de las acciones, la valoración del capital accionario y la relación precio valor en libros (B/P) para empresas cotizadas en bolsa, con los niveles de apalancamiento operativo y financiero, y han demostrado el efecto que de manera independiente genera cada uno de estos apalancamiento sobre el riesgo de incumplimiento en los pagos. Para su modelación Penman et. al., parten de los estados financieros y establecen una serie de indicadores que permiten observar los efectos de los apalancamientos (por separado) sobre las variables mencionadas anteriormente.

Es importante recalcar que en el trabajo hecho por Penman y Nissim (2003) es vital la distinción entre apalancamiento operativo y financiero, lo cual para la presente investigación será tema central en la explicación de la probabilidad del riesgo de crédito.

Los estudios empíricos realizados por Penman y Nissim (2003) muestran que el apalancamiento operativo tiene un efecto más positivo sobre la rentabilidad que el apalancamiento financiero y que dichos efectos tienen una más alta frecuencia. Lo anterior implica que aquellas compañías con un mayor apalancamiento provenientes de pasivos operativos tendrán una mejor relación precio-valor en libros, en promedio. En consecuencia podemos concluir que la composición de los pasivos es determinante para obtener mayores o menores niveles de rendimiento sobre el capital y estar más o menos expuestos a una quiebra.

La tarea del analista entonces consistirá en principio en separar los efectos que sobre la rentabilidad para el accionista, genera cada uno de los apalancamientos.

Como complemento a los trabajos anteriores, Penman (2010) propone una metodología para el cálculo del ROCE a partir de inductores de primero, segundo y tercer nivel, haciendo una diferenciación del efecto operativo y financiero, así:

Inductores de primer nivel:

- Rentabilidad de las actividades operativas
- Rentabilidad de las actividades financieras

---

<sup>6</sup> Para mayor detalle ver Anexo 1

Inductores de segundo nivel:

- Rentabilidad neta de los activos operativos: RNOA
- Apalancamiento financiero: FLEV
- Apalancamiento operativo: OLLEV

Inductores de tercer nivel:

- Margen de beneficio: PM
- Rotación de activos: ATO
- Costo neto del endeudamiento: NBC

Los anteriores inductores y su formulación se pueden observar en el esquema de árbol propuesto por Penman (2010):

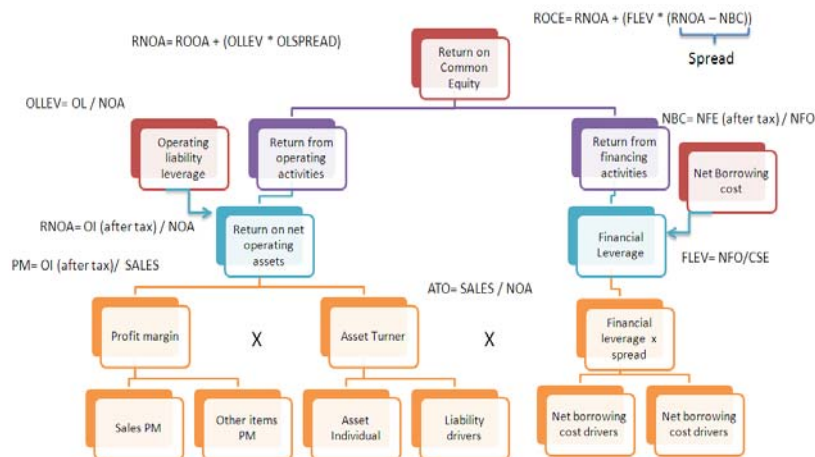


Gráfico No. 2 Fuente: Stephen Penman, 2010

## 2. Trabajos hechos en Colombia

Por su parte los trabajos realizados en Colombia han tenido la misma intención (definir para el sector financiero el impacto del incumplimiento) y para ello han trabajado sobre empresas que cotizan y que no cotizan en bolsa. La diferencia entre unos y otros se ha basado en las metodologías utilizadas y en los períodos de tiempo analizados, usando para el análisis variables macroeconómicas, características de los créditos y variables microeconómicas relacionadas con el desempeño de las empresas. Así, Arango, Zamudio y Orozco (2005) evaluaron los riesgos que el

sector empresarial colombiano genera a la estabilidad financiera, mediante un modelo probit para datos de panel (desbalanceado) con efectos aleatorios.

El trabajo se elaboró para el período entre 1995-2004, mejorando así el trabajo hecho por Martínez (2003), quien estimó un modelo probit usando indicadores financieros para medir la fragilidad financiera de las empresas en un período determinado. El trabajo de Arango et al. usó la información de 8.481 empresas que figuraban en la Superintendencias de Sociedades, donde se incluyeron variables de rentabilidad, endeudamiento, liquidez e inversión extranjera y variables dummy para cada uno de los grandes sectores de la economía y como variable macroeconómica se tomó la tasa de crecimiento anual del PIB real.

Los resultados del estudio muestran que la probabilidad de quiebra está afectada negativamente por la rentabilidad, el tamaño y el mejoramiento de las condiciones macroeconómicas y positivamente por el apalancamiento. Además se concluyó que los sectores minas y comercio presentan una mayor probabilidad de quiebra de sus empresas comparadas con el sector industrial, aunque los coeficientes de estas variables no son estadísticamente significativos. Así mismo, que la probabilidad de quiebra esperada es menor para las empresas que pertenecen a los sectores: agrícola, servicios, transporte y comunicaciones, comparadas con las empresas del sector industrial.

En cuanto al análisis por tamaño se encontró que la mayor probabilidad de quiebra, durante todo el período analizado, se concentra en las firmas pequeñas; por el contrario, las empresas de mayor tamaño concentran el mayor nivel de deuda interna en riesgo y la menor probabilidad de quiebra estimada.

Posteriormente, Gómez, Orozco y Zamudio (2006), definen las variables que más influyen sobre la tasa de riesgo o probabilidad condicional de incumplimiento de las obligaciones financieras para las empresas del sector privado colombiano, para lo cual usaron un modelo de duración y retomaron las variables del modelo Camel (Capital protection, Asset quality, Management competence, Earnings strength, Liquidity risk.) para aplicar estimaciones por máxima verosimilitud parcial. El modelo trata de dar respuesta al siguiente interrogante: “¿Cuál es la probabilidad de que una firma incumpla sus obligaciones financieras en un momento  $t$  dado que no lo ha hecho hasta ese momento?”.

En este trabajo se uso en particular el modelo de riesgos proporcionales semiparamétricos de Cox (1972), dada la monotonidad de la función de riesgo.

Los datos para el análisis correspondieron a dos mil deudores del sistema financiero colombiano, de los cuales se tomo información que contiene la historia de las clasificaciones de las carteras de cada una de las empresas. Los datos presentan una periodicidad trimestral y van desde 1997-4 hasta 2006-1, pero finalmente se trabajo con 989 empresas.

Las variables que representan el modelo Camel son: capitalización, calidad de los activos, gerencia o eficiencia, ganancias y liquidez. En la estimación se incluyeron tres variables dicotómicas y se construyeron dos variables sectoriales para la industria y la construcción.

Como resultado de la investigación se obtuvo que las variables: tamaño de la deuda, rentabilidad, tamaño y el pertenecer a algunos sectores de la economía, eran las determinantes de la probabilidad condicional de incumplimiento, siendo el tamaño de la deuda la principal causante, es decir que mientras mayor sea la deuda más grande es la probabilidad de incumplimiento de la empresa. Pero mientras más tiempo se demore la empresa en hacer default, la probabilidad de incumplimiento se aminora. También se encontró que las empresas más grandes tienen menor probabilidad de incumplimiento y que las firmas pertenecientes al sector construcción presentan una mayor probabilidad.

Otro estudio que aporta en el análisis de riesgo de crédito es el de Zamudio (2007), trabajo que toma como periodos 1998 al 2005, y caracteriza el endeudamiento del sector empresarial privado en Colombia con el sistema financiero, buscando las variables que determinan la probabilidad de que estas empresas incumplieran el pago de sus obligaciones financieras, desarrollando para ello un modelo Logit Multinomial, el cual arrojo como variables explicativas de la probabilidad de incumplimiento, la liquidez, el número de entidades con las que las empresas tienen créditos, los plazos, las garantías y el tipo de establecimiento de crédito.

Los datos tomados para el estudio de Zamudio (2007) corresponden a la Cartera Comercial y los estados financieros de las empresas colombianas inscritas en el mercado público de valores y las vigiladas por la superintendencia de sociedades. El número de empresas con que se hizo el análisis vario a través del tiempo, así: inició con 3.543 empresas en diciembre de 1998 y terminó con 11.493 en el año 2005. Este trabajo observó las probabilidades de incumplimiento de acuerdo al

sector económico (agricultura, comercio, construcción industria, minas, servicio y transporte), identificando que las empresas mineras y las comercializadoras presenta la menor probabilidad de incumplimiento, mientras que el sector de la construcción presenta la mayor probabilidad.

Los resultados obtenidos en el modelo de Zamudio (2007) muestran que los indicadores financieros de las empresas, las características de los créditos, las variables de la industria y ciclo, son determinantes en la probabilidad de incumplimiento en las empresas, la cual según el mismo estudio aumenta significativamente durante la época de recesión y se reduce ostensiblemente en el último año del estudio (2005). El aporte de este modelo al estudio de riesgo de crédito consiste en:

“Combinar en un mismo análisis indicadores de desempeño de las empresas (derivados directamente de sus estados financieros y su relaciones crediticias), con características de los créditos como las garantías exigidas, los plazos y el tipo de entidad crediticia, variables de industria que recogen características del entorno en donde se desenvuelve la firma, una variable macroeconómica que ubica al crédito en el momento y la intensidad del ciclo económico”.

Por su parte Laverde (2008), con la asesoría de Azuero, construyó un modelo que captura la fragilidad de los bancos colombianos en el período 1997-2005, a través de la estimación de un modelo probit para datos de panel desbalanceado con efectos aleatorios, usando indicadores financieros de 134 empresas que reportan a Superintendencia Financiera. Este modelo incorpora un indicador adicional llamado la Distancia de Default, basado en el modelo de Merton (1974), dicho indicador tiene en cuenta la estructura de capital del banco, e indica que un banco quiebra cuando el valor de sus activos es igual o menor a sus pasivos al vencimiento.

Este trabajo, al igual que muchos de los hasta ahora desarrollados, concluyó que la fragilidad de las empresas, en el período en estudio, está asociada al nivel de endeudamiento, a la liquidez, así como a la influencia de las variables macroeconómicas. También se encontró que los sectores más vulnerables son los de construcción, manufactura, comercio y servicios.

Dos trabajos recientes en el tema de riesgo de crédito son: el trabajo hecho por Gutiérrez (2010) en “Reporte de Estabilidad Financiera” del Banco de la República, el cual tiene como objetivo identificar los determinantes del riesgo de crédito medido por la probabilidad de incumplimiento de pagos por parte de una empresa. El estudio fue elaborado para el período 1998-2007, donde se

utiliza un modelo probit heterocedastico con efectos no lineales y un modelo de regresión por cuantiles que identifica los efectos de las variables macroeconómicas sobre la probabilidad de incumplimiento. El estudio concluye que las variables Rentabilidad, liquidez y endeudamiento son las principales determinantes de que una empresa incumpla sus compromisos financieros.

El estudio de Gutierrez (2010) utiliza razones como ROA, rotación de activos (en el sentido de Altman), la proporción de activos corrientes frente a pasivos corrientes, igualmente usa una medida de liquidez de largo plazo definida como la razón entre la suma de activos corrientes e inversiones y deudores de largo plazo sobre la suma de pasivos corrientes, obligaciones financieras y laborales de largo plazo, cuentas por pagar y bonos de largo plazo. También incluye la razón entre los pasivos y los activos totales y el número de relaciones bancarias que una empresa tiene con diferentes intermediarios de crédito.

Como complemento del anterior, está el trabajo elaborado por González (2010) en “Reporte de Estabilidad Financiera” del Banco de la Republica, donde se estima la probabilidad de incumplimiento de las empresas, sus determinantes y el nivel de riesgo crediticio corporativo agregado del sistema financiero, para lo cual se utiliza un modelo logit ordenado generalizado con variables explicativas que contienen información a nivel de firmas y variables macroeconómicas.

Algunas de las razones empleadas en el trabajo, son razones financieras propias de las empresas, el sector de la economía al que pertenece cada firma, las entidades que otorgaron los créditos, el crecimiento económico, la inflación y el desempleo, entre otras.

Este artículo complementa los realizados para Colombia, agregando un conjunto de variables macroeconómicas (crecimiento económico, precios, sector económico, desempleo) y explicativas (tipo de entidad que otorgó el crédito, garantía idónea, tamaño).

El trabajo de González (2010), concluye que las variables de liquidez, rentabilidad y crecimiento económico tienen efectos negativos sobre la probabilidad de incumplimiento mientras que el endeudamiento, el desempleo y la inflación la incrementan, igualmente se encuentra que tanto las variables específicas de las firmas así como el conjunto de variables macroeconómicas son significativas para la estimación de la probabilidad de incumplimiento de las empresas colombianas y sus determinantes.

Los datos utilizados por González (2010), son los de las operaciones activas de crédito de los deudores de la cartera comercial de la Superintendencia Financiera de Colombia (2007) (monto de la deuda, calificación del crédito, tipo de garantía) y sector económico al que pertenece la actividad del deudor, entre otras. Para el análisis de este documento sólo se trabajó con los créditos otorgados al sector corporativo colombiano que corresponden al 31,3% del total de créditos y al 86,5% en términos del monto de capital, además se utilizaron los balances generales y estados de resultados de las empresas de 1998 a 2007 con cerca de 21900 empresas.

González (2010) plantea que las empresas que se encuentran en acuerdo de reestructuración, concordato, reorganización o algún tipo de liquidación podrían ser consideradas como empresas con cartera vencida. De hecho al analizar las empresas no activas, es decir en un estado como los descritos al inicio de este párrafo, y el indicador de mora, se concluye que esta situación puede ser uno de los determinantes de la probabilidad de incumplimiento de las firmas.

Expuesto lo anterior, la presente investigación divide la base de datos en empresas solventes y en estrés financiero, para lo cual clasifica las empresas usando la información de la Superintendencia de Sociedades, donde se especifica qué empresas se encuentran en uno de los estados descritos arriba, y se parte del supuesto de que son estas empresas las que presentan una mayor probabilidad de quiebra o de incumplimiento.

### **3. Datos y cálculo de la muestra**

La información financiera de las empresas que conforman la muestra fue tomada de la base de datos de La Superintendencia de Sociedades y de BPR Benchmark, y comprende empresas solventes y empresas bajo estrés financiero del sector real en Colombia.

#### **Empresas Solventes:**

Los criterios tenidos en cuenta para la selección de estas empresas fueron los siguientes:

1. Niveles de ventas entre 1.700 y 100.000 millones de pesos anuales
2. Existencia de reportes de información financiera entre los años 2002 y 2008
3. Permanencia en su clasificación según código CIIU durante los años 2002 al 2008

El marco muestral inicial comprendió 2430 empresas, clasificadas por sectores según código CIIU, de la siguiente forma:

Sector		No. de empresas
<b>A</b>	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	239
<b>B</b>	Pesca, producción de peces en criaderos y granjas piscícolas	5
<b>C</b>	Explotación de minas y canteras	22
<b>D</b>	Industrias manufactureras	932
<b>E</b>	Suministro de electricidad, gas y agua	6
<b>F</b>	Construcción	93
<b>G</b>	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos	774
<b>H</b>	Hoteles, restaurantes, bares y similares	57
<b>I</b>	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	68
<b>J</b>	Intermediación financiera	25
<b>K</b>	Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	159
<b>M</b>	Educación	4
<b>N</b>	Servicios sociales y de salud	3
<b>O</b>	Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	43
		<b>2.430</b>

Tabla No. 1 Fuente: Elaboración propia

Se realizó un análisis de concentración para cada uno de los sectores con el fin de apoyar la selección de la muestra, a través de los siguientes indicadores:

Razón de la concentración  $C_k$ : 
$$C_k = \frac{\sum_{i=1}^k Ventas_i}{\sum_{i=1}^N Ventas_i} \quad \text{Con } i = 1, 2, \dots, k \quad \text{y } i = 1, 2, \dots, N$$

Donde:

K = número de empresas tomadas para el análisis de concentración, dentro de la muestra.

N: número de empresa en el mercado

Ventasi = ventas de la empresa i

El cuál relaciona las ventas acumuladas en un período de las empresas con mayor participación en el sector, con las ventas acumuladas totales para todo el sector.

Índice de Herfindhal (H): 
$$H = \sum_{i=1}^N S_i^2 \quad \text{con } i = 1, 2, \dots, N$$

Donde:

N= número total de empresas.

$S_i$  = A la participación porcentual de cada empresa dentro del mercado



El cuál representa la suma de los cuadrados de las participaciones de todas las empresas en un mercado.

Un  $H < 1000$  se considera un mercado desconcentrado, para un  $H$  entre 1000 y 1800 se considera medianamente concentrado y para un  $H$  superior a 1800 se considera altamente concentrado.

A partir de estos resultados se descartan los sectores B: Pesca, producción de peses en criaderos y granjas piscícolas, E: Suministro de electricidad, gas y agua, J: Intermediación financiera, M: Educación, N: Servicios sociales y de salud, O: Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales; debido a que la información financiera de éstas empresas difiere significativamente de los demás tipos de empresas y además el bajo número de empresas del marco muestral pertenecientes a éstos sectores genera un alto índice de concentración, distorsionando así la información.

Después de este filtro, el marco muestral quedó conformado por 2344 empresas, a partir del cual se calculó la muestra estratificada por sectores, asumiendo normalidad en los datos, de acuerdo al Teorema Central del Límite<sup>7</sup>, obteniendo los siguientes resultados:

Veces de la media		0,1		0,2		0,5	
Sector		Tamaño de la Muestra	Tamaño Ajustado	Tamaño de la Muestra	Tamaño Ajustado	Tamaño de la Muestra	Tamaño Ajustado
A	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	504	162	126	83	20	19
C	Explotación de minas y canteras	342	21	86	18	14	13
D	Industrias manufactureras	311	233	78	72	12	12
F	Construcción	217	65	54	35	9	8
G	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos	290	211	73	66	12	11
H	Hoteles, restaurantes, bares y similares	529	52	132	40	21	20
I	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	515	60	129	45	21	19
K	Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	305	105	76	52	12	12
					410		

Tabla No. 2 Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a estos resultados la muestra está conformada por 410 empresas, que corresponden a 2870 registros empresa-año.

### Empresas en Estrés Financiero:

Fueron seleccionadas 50 empresas que entraron en procesos de reestructuración administrativa, concordato o liquidación durante los años 2004 al 2008, las cuales se clasificaron por sectores económicos de acuerdo al código CIIU para realizar el cálculo y análisis de los indicadores financieros de manera coherente con el procedimiento utilizado para las empresas solventes.

<sup>7</sup> Sea  $X_{1t}, X_{2t}, \dots, X_{nt}$  una muestra aleatoria de una población  $X$  que tiene mediana  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$  entonces  $\left(\bar{x} \sim N\left(0, \frac{\sigma^2}{n}\right)\right)$  cuando  $N$  tiende a infinito

Cabe resaltar que esta muestra tiene un sesgo hacia el sector de la industria manufacturera, dado que éste representa el 22% del total de las empresas. Igualmente se aclara que la muestra de empresas solventes no es equivalente a la de empresas en estrés financiero debido a la disponibilidad de información en las bases de datos.

La distribución de las empresas solventes y en estrés financiero, por sectores económicos se puede observar en el siguiente gráfico:

Distribución de la muestra por sectores - Número de empresas									
Sectores	A	C	D	F	G	H	I	K	TOTAL
Empresas solventes	78	17	77	40	65	41	43	53	414
Empresas en estrés financiero	9	1	24	4	9	1	1	1	50
TOTAL	87	18	101	44	74	42	44	54	464
Distribución de la muestra por sectores - Porcentaje de empresas									
Sectores	A	C	D	F	G	H	I	K	TOTAL
Empresas solventes	19%	4%	19%	10%	16%	10%	10%	13%	100%
Empresas en estrés financiero	18%	2%	48%	8%	18%	2%	2%	2%	100%
TOTAL	19%	4%	22%	9%	16%	9%	9%	12%	100%

Tabla No. 3 Fuente: Elaboración propia

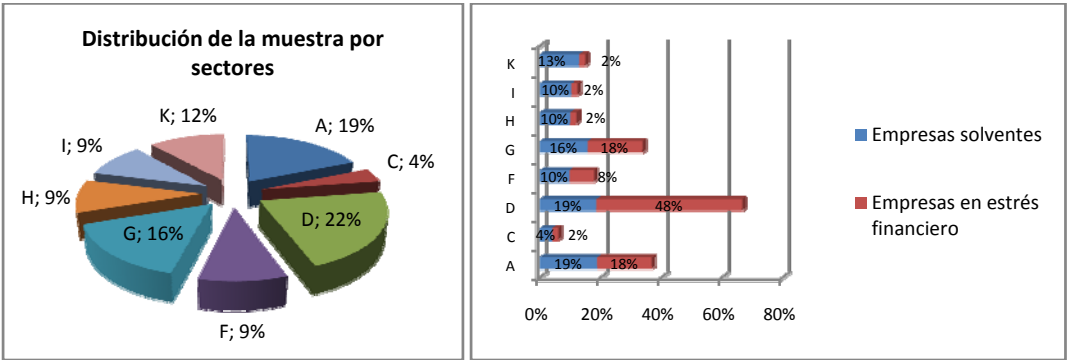


Gráfico No. 3 Fuente: Elaboración propia

#### 4. Metodología

La investigación abordó un trabajo de evidencia empírica a partir de la recolección de información financiera de empresas del sector real en Colombia solventes y en estrés financiero, clasificadas por sectores económicos.

Posteriormente se procesó la información realizando un análisis fundamental empírico de los estados financieros a través de indicadores financieros aplicables al sector real colombiano. Esto con el fin de analizar el apalancamiento y medir los inductores de la rentabilidad del capital propio, distinguiendo entre la rentabilidad de las actividades de operación y la rentabilidad de las actividades de financiación, basados en los indicadores propuestos por Penman (2010).

Tomando como base los modelos de regresión logística, se diseñó un modelo probit con panel de datos desbalanceado para estimar la probabilidad de que las empresas del sector real en Colombia se encuentren en una situación de acuerdo de reestructuración, concordato o liquidación y a partir de esto concluir que está en riesgo de crédito.

Finalmente, el modelo se verificó en las empresas de la muestra, con el fin de corroborar su poder de predicción para evaluar el cambio en el perfil de riesgo crediticio ante cambios en los apalancamientos operativo y financiero.

## 5. Análisis del desempeño financiero de los sectores:

El análisis se realizó de acuerdo a la metodología propuesta por Stephen H. Penman (2010), para lo cual se calcularon los siguientes indicadores:

**ROCE<sub>it</sub>**: Rentabilidad del patrimonio común =  $RNOA + (FLEV * (RNOA - NBC))$  o  $RNOA - ((AFN/CSE) * (RNOA - RNFA))$

**RNOA<sub>it</sub>**: Rentabilidad de los activos operativos netos =  $UODT/NOA$  (Utilidad operativa después de impuestos / Activos operativos netos)

**PM<sub>it</sub>**: Margen operativo =  $UODT/Ventas$

**ATO<sub>it</sub>**: Rotación de los activos operativos =  $Ventas/NOA$

**OLLEV<sub>it</sub>**: Apalancamiento operativo =  $Pasivos\ operativos / NOA$

**FLEV<sub>it</sub>**: Apalancamiento financiero =  $NFO/CSE$  (Obligaciones financieras netas / Patrimonio común)

**NBC<sub>it</sub>**: Tasa neta de endeudamiento =  $NFE/NFO$  (Gastos financieros netos sobre Obligaciones financieras netas)

## Resultados del Análisis Fundamental:

Para las empresas solventes, el comportamiento del ROCE promedio durante el período de análisis es positivo para todos los sectores. Se destacan el sector K: Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler con un ROCE promedio de 18,2% y el sector C: Explotación de Minas y Canteras con un 16,5%. Por su parte el sector A: Agricultura, ganadería, caza y silvicultura presenta el menor ROCE del 4,2%.

Sector		ROCE promedio 2002-2008
A	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	4,22%
C	Explotación de minas y canteras	16,46%
D	Industria manufacturera	8,95%
F	Construcción	7,01%
G	Comercio al por mayor y por menor	9,60%
H	Hoteles, restaurantes, bares y similares	10,22%
I	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	9,89%
K	Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	18,24%

Tabla No. 4 Fuente: Elaboración propia

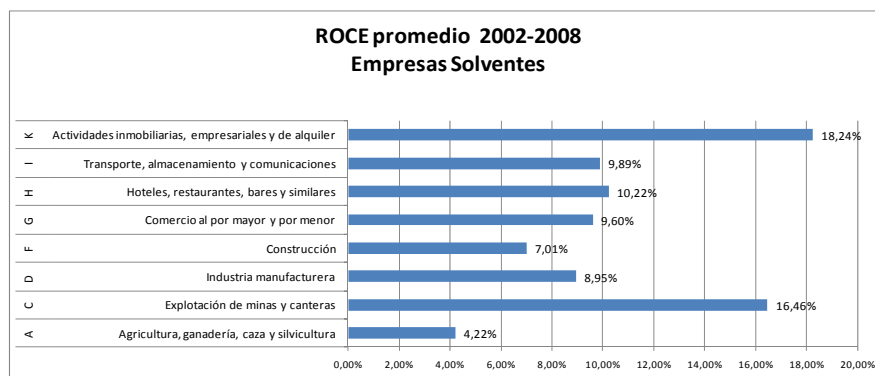


Gráfico No. 4 Fuente: Elaboración propia

En el caso de las empresas en estrés financiero, El ROCE muestra una tendencia a la baja con respecto a las empresas solventes, donde seis de los ocho sectores analizados presentan un ROCE negativo, sólo los sectores F: Construcción (1.29%) e I: Transporte, almacenamiento y comunicaciones (19.34%), presentan un ROCE promedio positivo, en el caso del sector I, esto se debe a que en dicho sector sólo se contaba con una empresa en estrés financiero durante el período de evaluación, sin embargo, se aclara que el ROCE de dicha empresa se disminuye significativamente desde el año 2002 al año 2007 pasando de 25.7%% a 5.6%.

	Sector	ROCE promedio 2002-2008
A	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	-86.15%
C	Explotación de minas y canteras	-3207.87%
D	Industria manufacturera	-138.23%
F	Construcción	1.29%
G	Comercio al por mayor y por menor	-46.39%
H	Hoteles, restaurantes, bares y similares	-44.24%
I	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	19.34%
K	Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	-7.59%

Tabla No. 5 Fuente: Elaboración propia

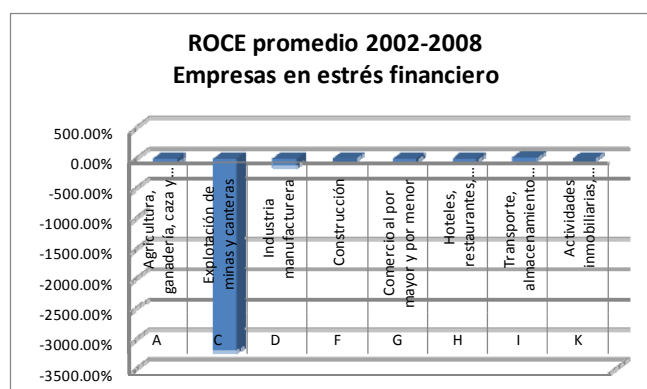


Gráfico No. 5 Fuente: Elaboración propia

Como estrategia de apalancamiento las empresas solventes analizadas, porcentualmente muestran una mayor tendencia a apalancarse con pasivos operativos. Sectores como: A: Agricultura, ganadería, caza y silvicultura y F: construcción tienden al equilibrio entre el apalancamiento operativo y financiero, mientras que las empresas industriales se alejan del comportamiento de los demás sectores y acuden a un mayor apalancamiento financiero.

Es notorio el nivel de apalancamiento operativo de las empresas de los sectores H: Hoteles, restaurantes, bares y similares y K: Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler, cuyo nivel supera el 100%.

Una posible explicación a este comportamiento es que las empresas se están endeudando con pasivos de corto plazo para financiar inversiones de largo plazo, lo que genera un nivel de pasivos operativos superior a los activos operativos violando así el principio de conformidad financiera.

	Sector	OLLEV	FLEV
A	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	46,10%	52,44%
C	Explotación de minas y canteras	19,17%	1,20%
D	Industria manufacturera	40,03%	54,10%
F	Construcción	36,44%	44,73%
G	Comercio al por mayor y por menor	67,38%	41,64%
H	Hoteles, restaurantes, bares y similares	119,78%	15,87%
I	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	55,26%	11,75%
K	Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	129,83%	59,32%

Tabla No. 6 Fuente: Elaboración propia

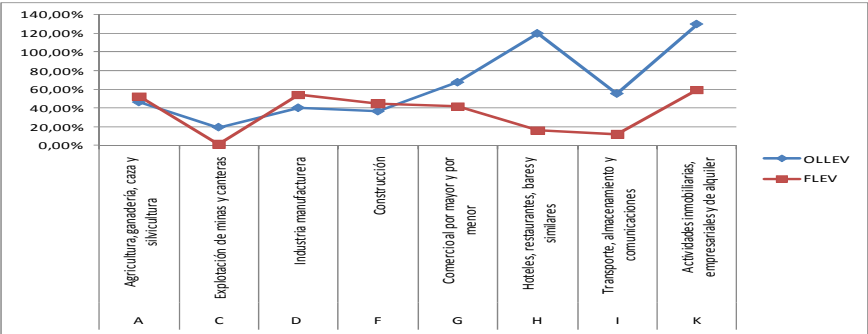


Gráfico No. 6 Fuente: Elaboración propia

En las empresas en estrés financiero, tanto el apalancamiento financiero como el operativo son positivos y muy altos en todos los sectores excepto en el sector I: Transporte, almacenamiento y comunicaciones, que presenta un apalancamiento operativo negativo de -128%, lo que representa que las empresas de este sector, están sobre explotando los activos.

Una de las razones por los cuales los apalancamientos son tan altos es porque a medida que las empresas entran e estrés financiero, el patrimonio empieza a reducirse en términos reales, al menos para el caso del apalancamiento financiero.

	Sector	OLLEV	FLEV
A	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	64,32%	218,30%
C	Explotación de minas y canteras	871,57%	130,28%
D	Industria manufacturera	1210,03%	412,51%
F	Construcción	1047,27%	417,92%
G	Comercio al por mayor y por menor	115,44%	390,94%
H	Hoteles, restaurantes, bares y similares	104,66%	28,33%
I	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	-128,04%	16,35%
K	Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	43,71%	134,85%

Tabla No. 7 Fuente: Elaboración propia

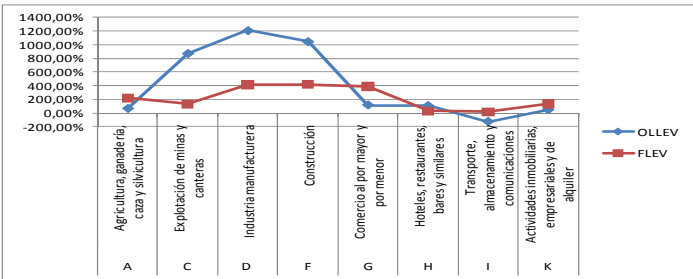


Gráfico No. 7 Fuente: Elaboración propia

El comportamiento del ROCE, tal como lo explica Stephen H. Penman (2010), está afectado por los niveles de apalancamiento, financiero y operativo, y por los spread que se generen. Según los datos obtenidos del análisis, el mayor aporte al ROCE, lo genera el apalancamiento operativo, en parte debido a su peso dentro la estructura de las empresas, mientras el apalancamiento financiero tiene un efecto negativo o mínimo, en todos los sectores, incluido el sector Industria que es de los que más usan este tipo de apalancamiento, pese a que en cinco de los sectores analizados (A: Agricultura, ganadería, caza y silvicultura, C: Explotación de minas y canteras, D: Industrias manufactureras, G: Comercio al por mayor y al por menor y K: Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler), el apalancamiento financiero en los últimos años tiende a incrementarse, aumentando así el riesgo de quiebra.

Sector	Aporte operativo (RNOA)	Aporte financiero	ROCE
A Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	3,39%	0,84%	4,22%
C Explotación de minas y canteras	17,89%	-1,42%	16,46%
D Industria manufacturera	10,79%	-1,84%	8,95%
F Construcción	7,01%	0,00%	7,01%
G Comercio al por mayor y por menor	10,11%	-0,50%	9,60%
H Hoteles, restaurantes, bares y similares	13,60%	-3,38%	10,22%
I Transporte, almacenamiento y comunicaciones	9,70%	0,19%	9,89%
K Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	16,90%	1,34%	18,24%

Tabla No. 8 Fuente: Elaboración propia

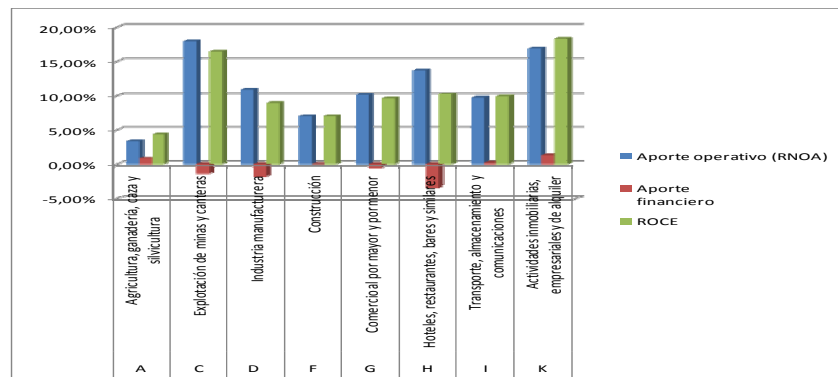


Gráfico No. 8 Fuente: Elaboración propia

A diferencia de las empresas solventes, el análisis permite observar como en las empresas en estrés financiero el apalancamiento operativo y financiero hacen un aporte negativo al ROCE, siendo mucho más negativo el aporte del apalancamiento financiero, lo cual permitiría concluir que el apalancamiento operativo no sólo tiene un efecto más positivo sobre el ROCE en épocas de solvencia, sino que es menos nocivo en épocas de crisis.

El efecto negativo del apalancamiento financiero se debe a que la participación del apalancamiento financiero en los años más cercanos a la quiebra es mucho mayor, lo cual sumado a un spread negativo genera este efecto.

	Sector	Aporte operativo (RNOA)	Aporte financiero	ROCE
A	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	-20,84%	-65,32%	-86,15%
C	Explotación de minas y canteras	-1463,04%	-1744,83%	-3207,87%
D	Industria manufacturera	-26,61%	-111,62%	-138,23%
F	Construcción	2,78%	-1,48%	1,29%
G	Comercio al por mayor y por menor	2,86%	-49,24%	-46,39%
H	Hoteles, restaurantes, bares y similares	-2,88%	-41,36%	-44,24%
I	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	21,52%	-2,19%	19,34%
K	Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	-0,67%	-6,92%	-7,59%

Tabla No. 9 Fuente: Elaboración propia

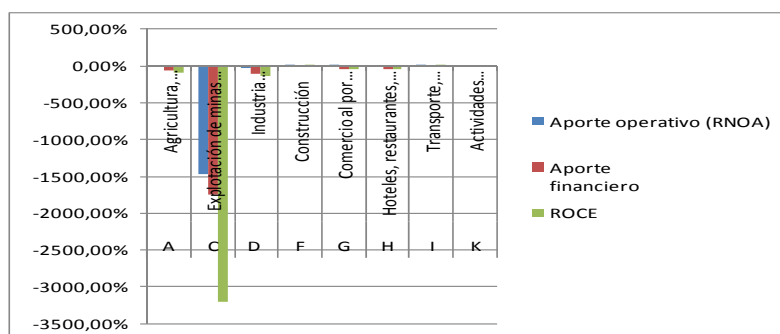


Gráfico No. 9 Fuente: Elaboración propia

El análisis del ROCE como resultado de los flujos caja, debe permitir intuir la probabilidad quiebra de las empresas, toda vez que los flujos de caja presentes sean buenos predictores de los flujos de caja futuros, tal como lo plantea la literatura sobre el tema de default.

A continuación se presenta un análisis de los sectores Construcción y Comercio para las empresas solventes:

Sector Construcción:

	F							
	Construcción							
Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total
ROCE	0,071	0,050	0,040	0,031	0,053	0,117	0,128	0,070
RNOA	0,176	0,050	0,048	0,041	0,158	-0,081	0,100	0,070
PM	0,023	0,024	0,018	0,011	0,019	0,040	0,048	0,026
ATO	8,105	2,554	2,972	2,714	2,174	-2,676	1,396	2,463
FLEV	0,196	0,205	0,478	0,538	0,673	0,550	0,490	0,447
OLLEV	0,825	0,618	0,695	0,586	1,240	-1,364	-0,049	0,364
Efecto financiero	-0,105	0,001	-0,007	-0,010	-0,105	0,198	0,028	0,000

Tabla No. 10 Fuente: Elaboración propia

El ROCE presenta un descenso en los años 2002 a 2005, pero a partir de este último año presentó un incremento considerable, pasando de 7,1% en el 2002 a 12,8% en el 2008, este



comportamiento estuvo acompañado de incrementos en el apalancamiento financiero durante los primeros 5 años, para declinar en los últimos dos años, pero sin dejar de ser positivo.

El comportamiento del ROCE en los primeros años se explica por una caída en el RNOA en los primeros cuatro años pasando de 17,6% en el 2002 a un 4,1% en el 2005, y una leve mejoría de este en el último año ubicándose en un 10%. El incremento en el margen operacional a costa de una menor rotación de los activos operativos - ATO, permite que el aporte del RNOA al ROCE sea positivo.

Otro elemento que puede explicar el comportamiento del ROCE es la tendencia creciente del apalancamiento financiero, pasando de un 19,6% en el 2002 a un 49% 2008, que acompañado de una caída en el RNOA genera un spread negativo y por ende un aporte financiero negativo sobre el ROCE los primeros 5 años.

Sector Comercio:

	G							
	Comercio al por mayor y al por menor; reparacion de vehiculos							
Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total
ROCE	0,072	0,066	0,096	0,081	0,096	0,092	0,170	0,096
RNOA	0,104	0,076	0,099	0,073	0,081	0,137	0,137	0,101
PM	0,032	0,025	0,034	0,035	0,034	0,039	0,042	0,035
ATO	5,211	5,234	-11,395	5,554	5,514	5,017	5,293	2,918
OLLEV	1,202	0,793	0,530	0,742	0,615	0,571	0,264	0,674
FLEV	-0,228	0,729	0,686	0,635	-0,598	0,118	1,573	0,416
Efecto financiero	-0,032	-0,010	-0,003	0,008	0,015	-0,045	0,033	-0,005

Tabla No. 11 Fuente: Elaboración propia

El ROCE presenta una tendencia creciente a lo largo del período analizado, pasando de un 7.2% en el año 2002 a un 17% en el año 2008.

Este comportamiento se explica debido a que el RNOA se incrementa de 10.4% en el año 2002 a 13.7% en el año 2008, manteniendo valores positivos en todos los años. La tendencia del RNOA obedece a un leve incremento del margen operativo (PM) y una tendencia estable de la rotación de activos operativos (ATO).

Por su parte el apalancamiento operativo (OLLEV) disminuye a lo largo del período analizado mientras que el financiero se incrementa.

A continuación se presenta un análisis de las cifras de los sectores A: Agricultura, ganadería, caza y silvicultura y G: Comercio para las empresas en estrés financiero:

Sector A: Agricultura, ganadería, caza y silvicultura:

	<b>A</b>							
	<b>Agricultura, ganadería, caza y silvicultura</b>							
<b>Año</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>Total</b>
<b>ROCE</b>	0,057	-0,142	-0,796	-0,328	-2,380	-0,990	-0,932	<b>-0,857</b>
<b>RNOA</b>	-0,003	-0,077	-0,260	-0,125	-0,166	-0,311	-0,435	<b>-0,208</b>
<b>PM</b>	-0,013	-0,014	-0,047	-0,070	-0,111	-0,199	-0,106	<b>-0,087</b>
<b>ATO</b>	2,477	4,267	3,593	2,139	2,070	-0,294	1,984	<b>2,185</b>
<b>OLLEV</b>	0,477	1,231	1,346	0,359	0,470	-0,001	0,867	<b>0,643</b>
<b>FLEV</b>	1,355	1,058	1,327	1,569	5,300	1,875	2,019	<b>2,183</b>
<b>Efecto financiero</b>	0,025	-0,063	-0,537	-0,203	-2,215	-0,679	-0,497	<b>-0,653</b>

Tabla No. 11 Fuente: Elaboración propia

El ROCE presenta una marcada tendencia decreciente pasando de 5.7% en el año 2002 a -86% en el año 2008, este comportamiento viene acompañado por una disminución en el apalancamiento operativo a partir del año 2005, mientras que el apalancamiento financiero muestra una tendencia creciente.

Tal como se señaló anteriormente, los efectos de ambos apalancamientos sobre el ROCE son negativos. En el período de análisis, el aporte promedio del apalancamiento operativo es de -20.8%, mientras que el efecto del apalancamiento financiero es -65,3%.

Sector G: Comercio al por mayor y al por menor:

	<b>G</b>							
	<b>Comercio al por mayor y al por menor; reparacion de vehiculos</b>							
<b>Año</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>Total</b>
<b>ROCE</b>	-0,611	-0,439	-0,483	0,083	-0,574	-0,282	-1,106	<b>-0,464</b>
<b>RNOA</b>	-0,235	-0,126	-0,112	0,092	-0,059	0,220	0,444	<b>0,029</b>
<b>PM</b>	-5,353	-3,926	-1,378	0,036	-0,019	0,008	-0,341	<b>-1,339</b>
<b>ATO</b>	-5,044	4,669	2,335	2,159	1,978	15,096	-0,019	<b>2,801</b>
<b>OLLEV</b>	0,078	0,697	0,453	0,253	0,417	8,146	0,017	<b>1,154</b>
<b>FLEV</b>	1,047	2,410	2,158	1,524	10,316	5,623	2,799	<b>3,909</b>
<b>Efecto financiero</b>	-0,377	-0,313	-0,371	-0,009	-0,514	-0,501	-1,550	<b>-0,492</b>

Tabla No. 12 Fuente: Elaboración propia

El ROCE promedio en el sector comercio presenta una tendencia a la baja, pasando de -61% en el 2002 a -110% en el 2008, efecto que es causado en parte por el efecto negativo del apalancamiento financiero, el cuál pasa de -38% en el año 2002 a -155% en el año 2008, y aunque el RNOA presenta un mejoramiento a partir del año 2005, cerrando en el 2008 con un aporte del 44% sobre el ROCE, no alcanza a compensar el efecto negativo del apalancamiento financiero como consecuencia de su baja participación dentro del sector frente al apalancamiento financiero.

## Arboles de empresas solventes:

Como ejemplo de la aplicación del modelo de Penman (2010), se presenta la información de tres empresas (de los sectores industria y construcción) que presentan diferentes niveles de apalancamiento operativo y financiero, donde se evidencian los efectos sobre el ROCE de ambos apalancamientos.



Gráfico No. 10 Fuente: Elaboración propia

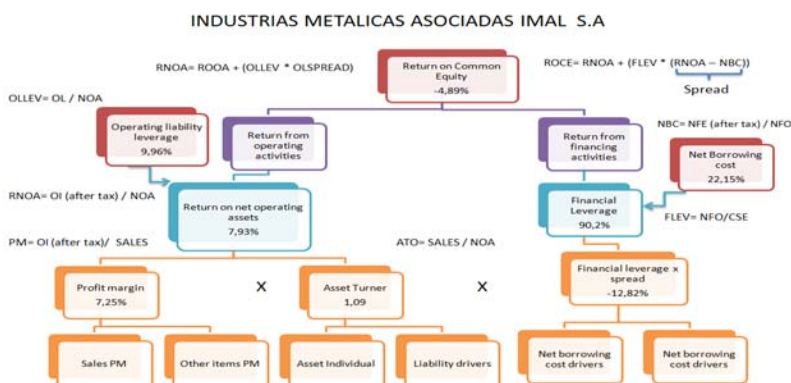


Gráfico No. 11 Fuente: Elaboración propia

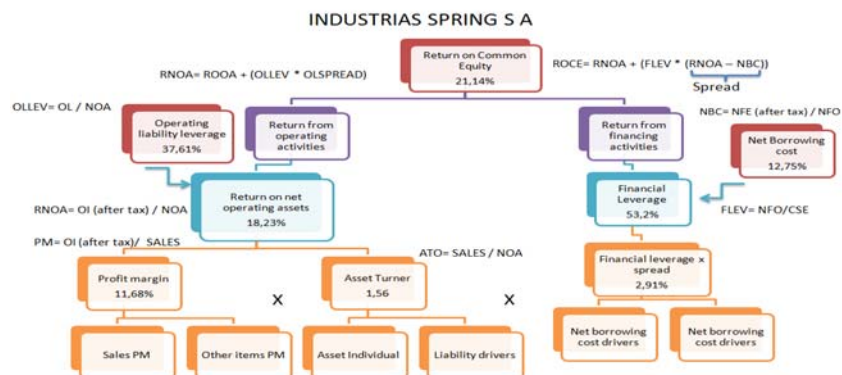


Gráfico No. 12 Fuente: Elaboración propia

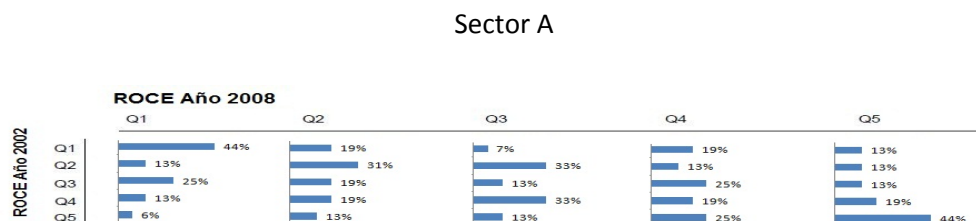
En los arboles se puede observar como en aquellas empresas donde el apalancamiento operativo es mayor, presentan un mayor ROCE.

### Análisis de persistencia del ROCE

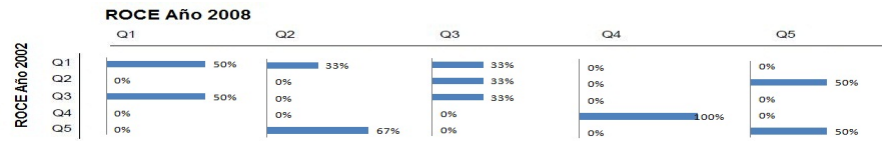
Para este análisis, el ROCE de las compañías solventes pertenecientes a cada sector fue agrupado en cinco quintiles, donde el quintil 1 (Q1) representa el 20% de las compañías con el ROCE más alto, mientras que el quinto quintil comprende las compañías con menor ROCE, con el fin de analizar la persistencia del ROCE a través de los años 2002-2008.

Se debe aclarar que el análisis de la persistencia solamente permite observar los cambios de posición de las compañías en el año de inicio y el año de terminación pero no se evidencia lo que ocurre en los años intermedios.

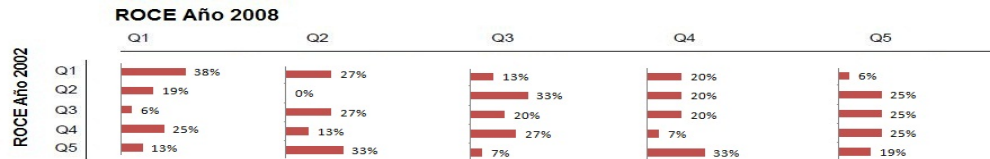
El siguiente gráfico muestra el porcentaje de empresas de cada sector que inician en un determinado quintil en el año 2002 (eje vertical) y su respectiva migración a los diferentes quintiles en el año 2008 (eje horizontal)



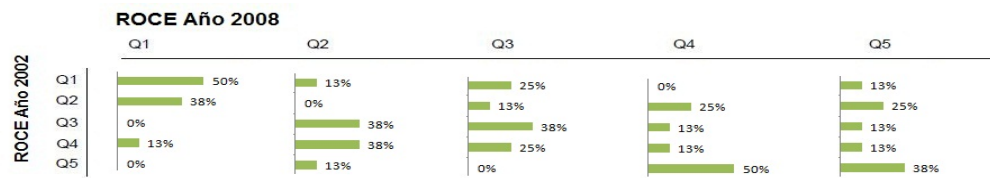
## Sector C



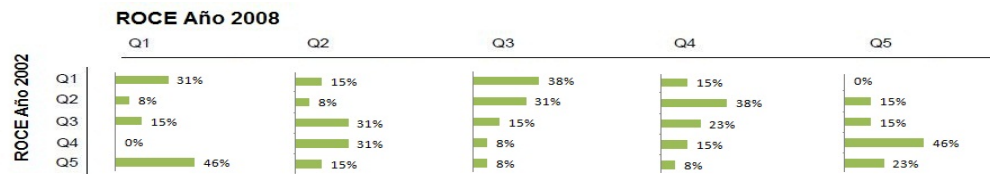
## Sector D



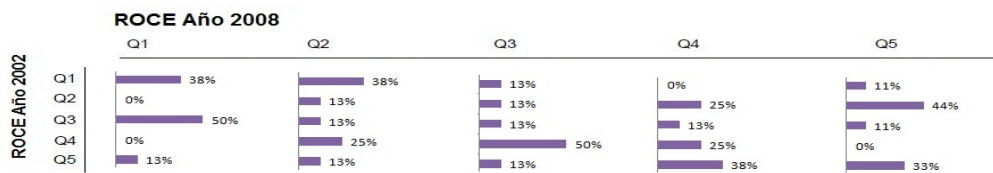
## Sector F



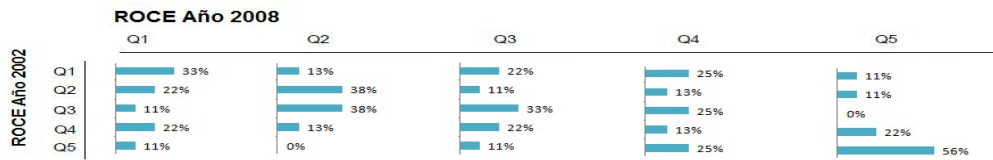
## Sector G



## Sector H



## Sector I



## Sector K

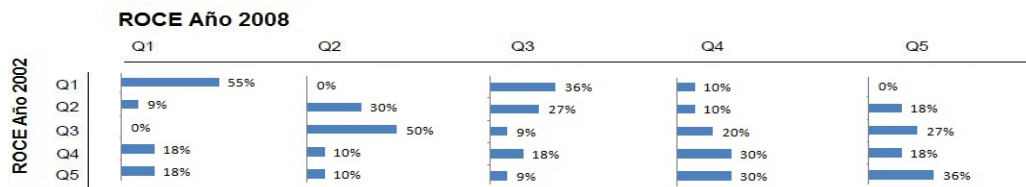


Gráfico No. 13 Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se puede observar el porcentaje de las compañías que inician en una posición y permanecen allí después de 7 años y también se evidencian las compañías que migran de un quintil a otro, aunque las evidencias muestran que no son muy comunes las migraciones del quintil 1 al 5 o del quintil 5 al 1, es decir, compañías que inician el período muy bien y terminan muy mal o viceversa según Mauboussin Michael (2007).

La tabla 12 muestra el ROCE y la desviación estándar promedios de las compañías de cada sector que se encuentran en cada uno de los quintiles.

2008												
			Q1		Q2		Q3		Q4		Q5	
	Sector		Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand
2002	A	Q1	31,94%	13,51%	18,40%	2,36%	21,17%	N.A	13,83%	3,41%	6,60%	2,57%
		Q2	18,48%	1,35%	11,90%	1,39%	9,20%	1,79%	4,58%	0,99%	-25,33%	38,58%
		Q3	41,42%	50,15%	10,25%	1,34%	6,25%	1,29%	3,41%	1,37%	-62,11%	77,99%
		Q4	13,89%	2,18%	7,29%	1,03%	5,70%	1,07%	1,89%	1,47%	-6,71%	5,88%
		Q5	10,12%	N.A	2,04%	8,59%	0,92%	4,76%	-0,43%	2,42%	-13,45%	10,06%
2008												
			Q1		Q2		Q3		Q4		Q5	
	Sector		Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand
2002	C	Q1	58,58%	7,20%	31,86%	N.A	30,52%	N.A				
		Q2					18,99%	N.A			6,37%	3,87%
		Q3	21,53%	1,64%			12,30%	N.A				
		Q4							7,97%	1,12%		
		Q5			-31,79%	68,42%					3,69%	0,07%
2008												
			Q1		Q2		Q3		Q4		Q5	
	Sector		Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand
2002	D	Q1	27,02%	4,88%	23,17%	3,95%	14,89%	0,87%	15,83%	2,53%	-25,04%	N.A
		Q2	25,26%	5,71%			11,52%	1,28%	8,93%	0,55%	5,66%	0,60%
		Q3	16,09%	N.A	11,54%	1,94%	8,90%	1,01%	6,60%	1,60%	0,23%	7,66%
		Q4	23,43%	7,44%	9,45%	0,99%	6,35%	1,10%	3,48%	N.A	0,72%	3,32%
		Q5	1,04%	16,08%	-1,48%	17,02%	5,93%	N.A	-3,45%	4,16%	-3,51%	6,08%
2008												
			Q1		Q2		Q3		Q4		Q5	
	Sector		Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand
2002	F	Q1	41,39%	27,02%	13,70%	N.A	13,79%	0,87%			13,41%	N.A
		Q2	19,68%	10,82%			11,13%	N.A	4,76%	0,17%	3,81%	1,10%
		Q3			9,56%	1,56%	5,60%	0,63%	3,58%	N.A	1,83%	N.A
		Q4	11,47%	N.A	8,46%	1,82%	6,13%	0,27%	4,22%	N.A	-0,25%	N.A
		Q5			2,90%	N.A			-2,32%	5,00%	-2,56%	1,84%
2008												
			Q1		Q2		Q3		Q4		Q5	
	Sector		Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand
2002	G	Q1	58,54%	27,15%	33,45%	12,64%	15,24%	1,31%	22,21%	16,67%		
		Q2	20,70%	N.A	15,98%	N.A	11,22%	2,21%	8,17%	1,71%	-1,31%	8,61%
		Q3	21,50%	6,55%	13,43%	2,37%	9,00%	1,55%	5,61%	1,29%	2,53%	2,09%
		Q4			10,30%	1,72%	6,11%	N.A	3,65%	0,37%	-2,07%	5,59%
		Q5	13,57%	61,60%	6,17%	4,73%	-1,16%	N.A	1,51%	N.A	-9,55%	9,91%
2008												
			Q1		Q2		Q3		Q4		Q5	
	Sector		Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand
2002	H	Q1	40,03%	20,41%	22,39%	3,42%	25,11%	N.A			8,98%	N.A
		Q2			15,58%	N.A	11,51%	N.A	9,06%	0,45%	2,05%	5,75%
		Q3	21,06%	6,95%	11,33%	N.A	8,65%	N.A	2,97%	N.A	3,61%	N.A
		Q4			12,33%	3,03%	4,25%	1,23%	2,03%	0,23%		
		Q5	-3,24%	N.A	3,32%	N.A	-7,60%	N.A	-14,30%	20,47%	-33,57%	40,80%
2008												
			Q1		Q2		Q3		Q4		Q5	
	Sector		Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand
2002	I	Q1	50,28%	8,35%	19,73%	N.A	16,66%	1,70%	25,75%	9,50%	22,26%	N.A
		Q2	23,21%	0,89%	14,65%	1,87%	11,48%	N.A	12,71%	N.A	-69,24%	N.A
		Q3	20,03%	N.A	12,04%	1,79%	9,01%	0,29%	3,05%	0,44%		
		Q4	22,02%	9,81%	8,10%	N.A	4,29%	1,05%	1,88%	N.A	-20,83%	19,64%
		Q5	8,05%	N.A			-21,51%	N.A	-20,22%	25,49%	-12,67%	8,23%
2008												
			Q1		Q2		Q3		Q4		Q5	
	Sector		Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand	Media	Desv. Estand
2002	K	Q1	55,30%	11,97%			34,90%	7,67%	28,86%	N.A		
		Q2	39,01%	N.A	29,87%	4,20%	20,06%	0,43%	20,57%	N.A	13,53%	2,29%
		Q3			24,13%	1,85%	16,79%	N.A	12,13%	0,21%	8,64%	1,69%
		Q4	28,25%	2,04%	20,66%	N.A	13,70%	1,62%	9,73%	0,87%	0,38%	9,02%
		Q5	40,78%	21,44%	23,04%	N.A	8,75%	N.A	5,81%	1,53%	1,60%	3,37%

Tabla No. 12 Fuente: Elaboración propia

N.A: No aplica, divisibilidad por cero

En esta tabla se puede observar que las empresas que tienen un buen desempeño en el período de tiempo analizado, son aquellas que inician en el 2002 en los quintiles 4 y 5, es decir, con bajos ROCE y terminan en el 2008 en los quintiles 1 y 2, es decir, altos ROCE (esquina inferior-izquierda de la tabla). Así mismo, los malos desempeños se observan en las compañías que inician en el 2002 en los quintiles 1 y 2 y finalizan el período en el 2008 en los quintiles 4 y 5 (esquina superior-derecha de la tabla).

Por otro lado, las compañías que mantienen su posición durante el período de tiempo analizado, son aquellas que inician en el 2002 en buenas posiciones como los quintiles 1 y 2 y finalizan en estos mismos quintiles en el 2008, presentando altos ROCE, o el caso contrario de las empresas que inician en los quintiles 4 y 5 y permanecen en la misma posición presentando generalmente ROCE muy bajos o negativos.

A manera de ejemplo se presenta el análisis del sector D (Industrias Manufactureras):

En promedio, el 21% de las empresas evidencian un buen desempeño en el periodo analizado, debido a que inician en el 2002 en los quintiles 4 y 5 y después de 7 años se ubican en los quintiles 1 y 2, estas empresas en promedio generan un ROCE de 8.11% y un riesgo asociado a estos rendimientos (desviación estándar) de 10.39%. En contraste, el 17.8% de las empresas en promedio presentan un mal desempeño en el período analizado, debido a que inician en el año 2002 en los quintiles 1 y 2 y en el año 2008 terminan en los quintiles 4 y 5 presentando en promedio un ROCE de 1.35% y una desviación estándar promedio de 1.23%.

En cuanto a los casos extremos de persistencia del ROCE, el 37.5% de las empresas que persisten en su posición, son aquellas que inician en el 2002 en el quintil 1 y permanecen allí durante los 7 años analizados, con un ROCE promedio de 27% y una desviación estándar de 4.88%. Así mismo, el 18.8% de las empresas inician en el quintil 5 y mantienen su posición con un ROCE promedio de -3.51% y una desviación estándar de 6.08%.

El análisis general de los sectores permite evidenciar que las empresas de los sectores A: Agricultura, ganadería, caza y silvicultura (26.6%) e I: Transporte, almacenamiento y comunicaciones (26.4%) mantienen una mayor persistencia del ROCE en los quintiles altos (Q1 y Q2) con un ROCE promedio de 20.2% y 27% respectivamente durante los años 2002-2008, mientras que los sectores C: Explotación de minas y canteras (38%) y el I: Transporte,



almacenamiento y comunicaciones (28.8%) mantienen una mayor persistencia del ROCE en los quintiles bajos (Q4 y Q5), presentando un ROCE promedio de 5.83% y -12.96% respectivamente.

Así mismo las empresas de los sectores G: Comercio al por mayor y por menor (23%) y D: Industrias manufactureras (21%), presentaron una mayor migración en sentido positivo, generando un ROCE promedio de 10% y 8.11% respectivamente, por su lado, los sectores H: Hoteles, restaurantes y bares (20%) y D: Industrias Manufactureras (17.8%) presentaron una mayor migración en sentido negativo con un ROCE promedio de 1.35% y 6.7% respectivamente.

Las empresas del sector D: Industrias Manufactureras que es el sector con el menor nivel de concentración, con un índice H= 19, presentaron altas volatilidades en los retornos, debido a que presenta uno de los mayores porcentajes de empresas que migraron positiva y negativamente en el período analizado.

En las empresas del sector I: Transporte, almacenamiento y comunicaciones se observa que no es frecuente la migración del ROCE, las empresas presentan una alta persistencia en el ROCE, tanto en los quintiles altos como en los bajos, siendo un sector con un índice H= 341.

Dado que los sectores analizados no presentan altos niveles de concentración, en algunos casos no existe una relación directa entre los niveles de concentración con el ROCE, su volatilidad y su migración.

## **6. Modelo**

Se estimó un modelo de panel de datos desbalanceado con un probit estático, que permite hacer inferencia sobre el impacto marginal que tiene cada una de las variables independientes en la probabilidad de quiebra así como determinar la probabilidad de quiebra global para una empresa en un momento dado en el tiempo.

También se estima la probabilidad de quiebra de los sectores económicos, con el objetivo de determinar si pertenecer a un determinado sector aumenta la probabilidad de quiebra de una empresa.

## Especificaciones para modelos de Datos de Panel

La estimación de modelos de datos de panel depende del modelo que se elija, según Mayorga y Muñoz (2000) existen tres diferentes especificaciones partiendo de un modelo lineal de datos de panel:

- 1) Cuando se asume que todos los coeficientes, tanto el intercepto como las pendientes, son constantes. En este caso se habla de un modelo donde los supuestos de la regresión lineal básica se cumplen.
- 2) Cuando varía el intercepto y los coeficientes de las pendientes son constantes. De esta formulación se desprenden dos posibilidades:
  - a. El intercepto varía solo entre individuos (regresión one way).
  - b. El intercepto varía entre individuos y en el tiempo (regresión two ways).
- 3) Cuando tanto el intercepto como las pendientes varían, los cuales pueden variar entre individuos, en el tiempo o una combinación de ambos.

### El modelo de Efectos Fijos (Fixed Effects Model)

Los modelos de panel de datos se pueden estimar a través de efectos fijos si se supone que el término de perturbación es ruido blanco y el coeficiente del intercepto varía entre individuos pero para cada individuo es fijo, pero dadas las características de los datos y de la estimación, en este trabajo se utiliza un modelo de efectos aleatorios.

### El modelo de Efectos Aleatorios (Random Effects Model)

Este modelo diferencia los individuos por medio del intercepto y/o pendientes pero dicha diferencia es aleatoria en tanto que los coeficientes de intercepto y/o pendiente están distribuidos aleatoriamente alrededor de un valor dado. Para el caso donde solo se diferencia los interceptos y las pendientes no varían, el modelo tiene la siguiente forma:

$$y_{it} = (\alpha + \mu_i) + x_{it}\beta + \varepsilon_{it} \quad i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T.$$

Una forma más reducida de esta especificación la muestran Mayorga y Muñoz (2000) de la siguiente manera:

$$y_{it} = \alpha + x_{it}\beta + U_{it} \quad i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T.$$

En donde  $U_{it} = \delta_t + \mu_i + \varepsilon_{it}$ , donde  $\delta_t$  recoge el error asociado al tiempo  $\mu_i$  a la obser (5) de corte transversal y  $\varepsilon_{it}$  el efecto combinado de ambas. Como se observa el termino de error en este caso ya no cumple con el supuesto estándar de no autocorrelación, por lo que la estimación de esta última regresión no se puede hacer por MCO sino por GLS.

En este estudio el modelo de datos de panel incluye como variable dependiente una variable dicotómica que muestra si la empresa  $i$  en el momento  $t$  se encontraba en acuerdo de reestructuración, concordato o liquidación<sup>8</sup>, así pues la variable  $y_{it}$  está definida así:

$$y_{it} = \begin{cases} 1, & \text{1 si la empresa } i \text{ se encontraba en acuerdo de reestructuración, concordato o liquidación en el año } t \\ 0, & \text{en otro caso.} \end{cases} \quad (6)$$

De esta manera el modelo empírico que se formuló es el que se representa en (5), en donde la variable  $y_{it}$  se define como se muestra en (6).

La inclusión de un modelo econométrico permite contrastar empíricamente las afirmaciones hechas por otros autores sobre la importancia de indicadores de liquidez, solvencia, rentabilidad, apalancamientos (operativo y financiero) y los efectos operativos y financieros en la probabilidad de quiebra de las empresas; además, permite medir la importancia que tienen o no dichos indicadores en la probabilidad de quiebra así como también su dirección, es decir, si el impacto del indicador  $i$  es positivo o negativo para aumentar dicha probabilidad. Cabe resaltar que dichos análisis son in simple y las conclusiones a las que se llegan en este trabajo consideran que esto se cumple para las empresas que hacen parte de la muestra en el período de tiempo analizado. También, los datos de panel permiten controlar factores que no son observables o medibles y reducir los sesgos por variables omitidas y las variaciones entre unidades individuales.

Diversos autores han elaborado modelos econométricos similares al presentado en este trabajo para calcular la probabilidad de quiebra en diferentes empresas, tanto del sector real como del sector financiero. En el trabajo de Mongrut et al (2009)<sup>9</sup>, la muestra está conformada por 32 empresas solventes y 30 en estrés financiero, la metodología utilizada por este autor es un modelo

---

<sup>8</sup> Ley 550 de 1999

<sup>9</sup> Determinantes de la Insolvencia financiera en empresas Peruanas.

Logit con datos de panel en el período 1995-2007, por su parte Laverde (2008)<sup>10</sup> utilizó una muestra compuesta de 134 empresas del sector financiero durante el período 1996-2005 con periodicidad trimestral, la metodología utilizada por este autor fue la estimación de un modelo Probit de efectos aleatorios con datos de panel desbalanceado utilizando la corrección de Ecuaciones de Estimación Generalizada (GEE) para corregir problemas de autocorrelación. Por otro lado, Arango et al<sup>11</sup>, trabajaron con una muestra de 8481 empresas del sector corporativo privado durante el período 1995-2004 con datos anuales, estos autores utilizan una estimación similar a la expuesta en este trabajo, puesto que proponen un modelo Probit para datos de panel desbalanceado con efectos aleatorios para estimar la probabilidad de quiebra de las empresas.

Según Greene (2003) casi ninguno de los modelos de datos de panel con variable discreta puede ser consistentemente estimado con métodos de regresión lineal, es por esto que en la mayoría de los casos el método de estimación es el de Máximo Verosímil. A continuación se explica brevemente en qué consiste este método basado en este autor.

### El estimador Máximo Verosímil<sup>12</sup>

Del modelo con probabilidad de éxito  $F(X'\beta)$  con observaciones independientes se obtiene la función de probabilidad conjunta o función de Verosimilitud:

$$Prob(Y_1 = y_1, Y_2 = y_2, \dots, Y_n = y_n/X) = \prod_{y_{t=0}} [1 - F(X_i'\beta)] \prod_{y_{t=1}} F(X_i'\beta) \quad (7)$$

Donde X representa las  $n_i$  variables explicativas. Esta función puede ser reescrita como:

$$L(\beta/X) = \prod_{y_{t=1}} [F(X_i'\beta)]^{y_i} [1 - F(X_i'\beta)]^{1-y_i} \quad (8)$$

Tomando logaritmos tenemos:  $Ln L = \sum_{i=1}^n \{y_i \ln F(X_i'\beta) + (1 - y_i) \ln [1 - F(X_i'\beta)]\}$

Por lo tanto la ecuación de verosimilitud que me permite encontrar los parámetros que maximizan

$$(9) \text{ es: } \frac{\partial \ln L}{\partial \beta} = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{y_i f_i}{F_i} + (1 - y_i) \frac{-f_i}{F_i} \right] x_i = 0 \quad (9)$$

$$(10)$$

10 Análisis de vulnerabilidad empresarial y sus efectos sobre la vulnerabilidad bancaria en Colombia: una aplicación del enfoque de hojas de balances.

11 Riesgo de crédito: un análisis desde las firmas.

12 Sea  $x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{nt}$  una muestra aleatoria de una población X que tiene mediana  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$  entonces  $\left( \bar{x} \sim N(0, \frac{\sigma^2}{n}) \right)$  cuando N tiende a infinito

Donde  $f_i$  es la función de densidad de  $F_i$ , es decir  $\frac{dF_i}{d(X_i'\beta)}$ . En este caso, como la variable dependiente es una variable discreta que determina la probabilidad de quiebra (*default*) en un modelo Probit, esta última ecuación se puede reescribir como:

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \beta} = \sum_{y_{it}=0} \frac{-\phi_i}{1-\Phi_i} x_i + \sum_{y_{it}=1} \frac{\phi_i}{\Phi_i} x_i \quad (11)$$

Donde  $\phi_i$  es la función de densidad normal estándar y  $\Phi_i$  su respectivo función de distribución. Los efectos marginales de de cada  $x_i$  se pueden obtener de la siguiente forma:

$$\Phi(X'\hat{\beta}) = \hat{\Phi} \longrightarrow \phi(X'\hat{\beta}) * \hat{\beta}$$

Lo que indica que para valores dados de X teniendo en cuenta los parámetros estimados  $\epsilon$  (12) bajo la forma especificada en el modelo (5) y aplicándoles una distribución normal estandar, se puede encontrar el efecto marginal que tiene la variable  $x_i$  con un coeficiente asociado  $\beta_i$  sobre la probabilidad de quiebra  $y_{it}$ .

### Propiedades de los Estimadores de Máxima Verosimilitud (EMV)

Las propiedades de los EMV se satisfacen en muestras grandes, es decir, asintóticamente. En Greene (2003) se definen las principales características de un EMV las cuales son:

- I. Consistencia. La probabilidad en el límite de  $\hat{\theta}$  es igual al verdadero valor del estimador poblacional ( $\text{plim } \hat{\theta} = \theta$ ).
- II. Normalidad asintótica.  $\hat{\theta} \sim aN[0, I^{-1}(\theta)]$ , donde  $I^{-1}(\theta) = -E[\partial \ln L / \partial \theta \partial \theta']$ .
- III. Es asintóticamente eficiente.  $V(\hat{\theta})$  es mínima comparada con cualquier otro estimador para  $\theta$ .
- IV.  $\theta$  tiene la propiedad de la invarianza. Si  $g(\theta)$  es una función continua de  $\theta$ , entonces el EMV de  $g(\theta)$  es  $g(\hat{\theta})$ .

Por último es de aclarar que todas estas propiedades son propias al EMV cuando no existen fallos de especificación en la distribución de la variable aleatoria observable. Cuando esto sucede se debe de construir la matriz de varianzas y covarianzas robusta asintóticamente<sup>13</sup>.

### **Variables independientes**

Las variables explicativas corresponden a indicadores de liquidez, solvencia, rentabilidad y apalancamiento. De acuerdo al análisis fundamental realizado con la información financiera de las empresas solventes y en estrés financiero, estas variables son:

Indicadores de liquidez:

L1<sub>it</sub>: Razon Corriente = Activos Corrientes/Pasivos Corrientes

L2<sub>it</sub>: Cash Flow Ratio = Flujo de Caja de la operación/Pasivos Corrientes

L3<sub>it</sub>: Flujo de Caja CAPEX = Flujo de Caja Operativo/CAPEX

La probabilidad de quiebra disminuye en la medida en que se cuenta con altos niveles de liquidez, por lo tanto se espera un signo negativo para los coeficientes de estas variables.

Indicadores de solvencia:

S1<sub>it</sub>: Relación deuda a patrimonio= Total Deuda/Total patrimonio

Para esta variable se espera un signo positivo debido a que el indicador relaciona la cantidad de deuda por cada peso de patrimonio, luego, mientras mayor sea esta relación significará que se cuenta con mas deuda, por lo tanto se incrementa la probabilidad de quiebra.

S2<sub>it</sub>: Cobertura de intereses (veces) : Utilidad Operacional/Gastos Financieros.

---

<sup>13</sup> En el caso de un modelo Probit la matriz de varianzas y covarianzas robusta utilizada para encontrar los efectos marginales es:  
 $Asy. Var[\hat{\gamma}] = \phi_i^2 [I - (\beta'X)\beta X'] V [I - (\beta'X)\beta X']'$

En donde  $\hat{\gamma}$   $V[.]$  es la varianza del vector de parámetros estimados. Para una mejor revisión sobre este caso ver Greene (2003), pag 674.

$S3_{it}$ : Relación Flujo de Caja Operativo a deuda = FCO Desapalancado /Deuda Total

Para las variables  $s2$  y  $s3$  se esperan signos negativos, dado que a mayor nivel de solvencia se disminuye la probabilidad de quiebra

$ROCE_{it}$ : Rentabilidad del patrimonio común

$RNOA_{it}$ : Rentabilidad de los activos operativos netos

Con respecto a estas variables, se espera que el modelo arroje un signo negativo, debido a que a mayor rentabilidad, menor es la probabilidad de quiebra.

$OLLEV_{it}$ : Apalancamiento operativo

$FLEV_{it}$ : Apalancamiento financiero

Para las variables de apalancamiento se esperan signos negativos, esto se explica debido a que la probabilidad de quiebra incrementa con mayores niveles de apalancamiento.

$OLDSPREAD_{it}$ : Efecto Operativo =  $ROOA$ - Tasa de interés de corto plazo

Efecto Financiero $_{it}$ :  $FLEV * (RNOA - NBC)$

Para estos efectos el signo esperado depende del resultado de estas variables, así, si los spread son positivos se esperan signos negativos en los coeficientes debido a que un spread positivo representa un incremento en la rentabilidad y una disminución en la probabilidad de quiebra, y si los spread son negativos se esperan signos positivos.

El problema de la autocorrelación en el modelo se abordó inicialmente por medio del método de las Ecuaciones de Estimación Generalizada (tal y como lo sugiere Laverde (2008)), pero no fue posible obtener resultados satisfactorios de los estimadores por este método. Ahora bien, aunque dichos problemas posiblemente existan en el modelo de efectos aleatorios, puesto que la composición del término de error es  $U_{it} = \delta_t + \mu_i + \varepsilon_{it}$ , es decir, el término de error no es completamente un paseo aleatorio sino que está compuesto por un término de tiempo, uno de clase y uno netamente aleatorio, el método por el cual se estimaron los parámetros tiende a ser más robusto cuando la muestra es más amplia, los estimadores son asintóticamente eficientes y

su varianza tiende a ser mínima. Además, el STATA 9 no permite hacer estimaciones robustas de la matriz de varianzas y covarianzas en modelos de datos de panel con un probit en efectos aleatorios.

En cuanto a la heteroscedasticidad, las variables aleatorias utilizadas de la muestra de empresas ( $x = x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{nt}$ ) las cuales son independientes entre sí, es decir, la probabilidad de quiebra de la empresa  $j$  es independiente de la probabilidad de quiebra de la empresa  $i$ , permiten afirmar que la media de dicha muestra tiene una distribución normal estándar ( $\bar{x} \sim N(0, \frac{\sigma^2}{n})$ ); se aclara que si bien dichas probabilidades son independientes para un análisis micro, no es cierto para un análisis macro en donde se toma a las empresas por sectores de la economía y se diferencia el riesgo de quiebra por sector económico, esto es, existe una correlación positiva entre pertenecer al sector  $z$  y tener una mayor probabilidad de quiebra, a si se esté dentro del sector  $y$ . Una vez aclarado esto se estimó el modelo sin correr riesgos de caer en fallos de especificación en la distribución de la variable aleatoria observable y por las propiedades asintóticas de los estimadores M.V. se obtiene una matriz de varianzas y covarianzas robusta. En el caso en que existan fallos de especificación en la distribución de la variable aleatoria se debe construir la matriz de varianzas y covarianzas robusta asintóticamente<sup>14</sup>.

Dado que se posee una muestra heterogénea de empresas es de esperarse que los  $\alpha_{it}$  sean diferentes para el conjunto de empresas utilizadas, por lo tanto se puede considerar que provengan de una variable aleatoria con una distribución de media  $\mu$  y varianza  $\sigma_\alpha^2$ . Para el análisis sectorial el modelo de efectos aleatorios permite encontrar un valor fijo sobre la incidencia en la probabilidad de quiebra de cada sector económico considerado y el valor aleatorio asociado a la empresa  $i$  en la muestra. Existen impactos de variables macroeconómicas que inciden en la probabilidad de quiebra tal y como se muestra en los trabajos de Mongrut et al (2009) y Arango et al, así por ejemplo, en este último trabajo el autor encuentra que a condiciones favorables de la economía la probabilidad de quiebra esperada es menor, conclusiones similares se encuentran en

---

14 En el caso de un modelo Probit la matriz de varianzas y covarianzas robusta utilizada para encontrar los efectos marginales es:

$$Asy. Var[\hat{\gamma}] = \phi_i^{-2} [I - (\beta'X)\beta X'] V [I - (\beta'X)\beta X']'$$

En donde  $\hat{\gamma}$   $V[.]$  es la varianza del vector de parámetros estimados. Para una mejor revisión sobre este caso ver Greene (2003), pag 674.



el trabajo de Mongrut pero además este autor encuentra que tanto la inflación como la tasa activa promedio en moneda nacional tienen efectos nocivos en la solvencia de las empresas. Por lo tanto, al utilizar el modelo de efectos aleatorios se pretende tener en cuenta efectos ajenos a la actividad económica de cada empresa que no pueden ser controlados y que además son estocásticos o aleatorios.

En la estructura del término de perturbación en el modelo de efectos aleatorios existen dos tipos de efectos no observables, aquellos que difieren entre las unidades de estudio o cross section y los que varían en el tiempo pero no entre las unidades de estudio. Dentro de los primeros se puede encontrar las condiciones empresariales internas como por ejemplo la estructura administrativa, el sentido de pertenencia, las políticas de incentivos y la capacidad administrativa de sus dirigentes. Por otro lado, aquellos efectos macroeconómicos que afectan de manera similar a las empresas que tienen la característica de variar en el corto plazo, pueden considerarse como efectos no observables de variación en el tiempo.

## 7. Resultados

Los resultados de la estimación se presentan en el siguiente cuadro dónde se pueden observar los coeficientes de las variables independientes y su significancia individual y conjunta. El modelo resulta ser significativo y todas las variables excepto el ROCE presentan el signo esperado y son relevantes para la explicación de la probabilidad de quiebra

Random-effects probit regression				Number of obs	=	3123
Group variable (i): cs				Number of groups	=	464
Random effects u_i ~ Gaussian				obs per group: min	=	2
				avg	=	6.7
				max	=	7
Log likelihood = -301.22891				wald chi2(8)	=	81.42
				Prob > chi2	=	0.0000
criterio	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
s2	-.0924114	.0200056	-4.62	0.000	-.1316217	-.053201
s3	-1.709942	.3791225	-4.51	0.000	-2.453008	-.9668754
roce	.0240458	.0105327	2.28	0.022	.0034021	.0446895
ollev	.0110718	.0056558	1.96	0.050	-.0000133	.0221569
fllev	.0363417	.0136509	2.66	0.008	.0095865	.063097
dd	1.120951	.3190092	3.51	0.000	.4957042	1.746197
df	1.078064	.4314115	2.50	0.012	.2325128	1.923615
di	-2.346808	.743943	-3.15	0.002	-3.804909	-.8887065
_cons	-3.669133	.2146542	-17.09	0.000	-4.089848	-3.248419
/lnsig2u	1.242459	.115931			1.015238	1.469679
sigma_u	1.861215	.1078862			1.661331	2.085147
rho	.7759917	.0201521			.734044	.8130086
Likelihood-ratio test of rho=0: chibar2(01) =				446.24	Prob >= chibar2 =	0.000

Tabla No. 13 Fuente: Software Stata 9.0

La especificación del modelo definitivo es la siguiente:

$$Y_{it} = -3,66 - 0,92 S_2 - 1,7 S_3 + 0,024 ROCE + 0,011 OLLEV + 0,036 FLEV + 1,12 dd + 1,07 df - 2,34 di + U_{it}$$

Del modelo inicial se excluyeron los indicadores de liquidez (L1: Razon Corriente, L2: Cash Flow Ratio, L3: Flujo de Caja CAPEX), el RNOA: Rentabilidad de los activos operativos netos, S1: Relación deuda a patrimonio, efecto financiero, oldspread: Efecto Operativo, y las dummies de los sectores A: Agricultura, ganadería, caza y silvicultura, G: Comercio al por mayor y por menor, H: Hoteles, restaurantes y bares y K: Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler. La variable ROCE, a pesar de ser significativa no arroja el signo esperado lo que se puede explicar debido a que el ROCE no es verdadera medida de la rentabilidad de los accionistas, ya que son los flujos de caja futuros los que garantizan la generación de valor, adicionalmente un mayor ROCE puede ser producto de mayores niveles de apalancamiento lo que generaría mayor probabilidad de quiebra.

Se puede observar que las variables que mas reducen la probabilidad de quiebra son en su orden: di (pertenecer al sector transporte), S3: Relación Flujo de Caja Operativo a deuda y S2: Cobertura de intereses; por su parte las variables que mas incrementan la probabilidad de quiebra son: dd (pertenecer al sector industria manufacturera), df (pertenecer al sector construcción), FLEV: Apalancamiento financiero y por último OLLEV: Apalancamiento operativo.

La probabilidad del coeficiente Wald permite comprobar la significancia conjunta de las variables del modelo, al rechazar la hipótesis nula de que los coeficientes son iguales a cero.

Otra forma de verificar el ajuste del modelo es confirmando el número de aciertos y desaciertos del modelo para predecir la probabilidad de quiebra dentro de las empresas de la muestra:

Predicciones del Modelo																				
Sectores	A		C		D		F		G		H		I		K		TOTAL			
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	Empresas	A	D	
Empresas solventes	61	17	15	2	77	0	39	1	62	3	39	2	32	11	51	2	414	90.82%	9.18%	
Empresas en estrés financiero	5	4	1	0	19	5	3	1	4	5	1	0	0	1	1	0	50	68.00%	32.00%	
TOTAL	66	21	16	2	96	5	42	2	66	8	40	2	32	12	52	2	464	88.36%	11.64%	
A: Aciertos   D: Desaciertos																				

Tabla No. 14 Fuente: Elaboración propia

El modelo predice correctamente el 88% de las situaciones de las empresas de la muestra (solvencia o estrés financiero), lo que demuestra su capacidad predictiva.

La matriz de correlaciones entre las variables independientes del modelo definitivo permite verificar que no existen problemas de colinealidad entre los regresores.

	corr	s2	s3	roce	ollev	flev	dd	df	di
(obs=3123)									
		s2	s3	roce	ollev	flev	dd	df	di
s2		1.0000							
s3		0.1000	1.0000						
roce		0.0038	0.0460	1.0000					
ollev		-0.0003	-0.0148	-0.6058	1.0000				
flev		-0.0041	-0.0310	-0.0857	-0.0013	1.0000			
dd		-0.0093	-0.0237	0.0097	0.0087	0.0572	1.0000		
df		-0.0565	-0.0446	0.0034	-0.0085	-0.0034	-0.1637	1.0000	
di		0.0086	-0.0548	0.0054	-0.0118	-0.0346	-0.1680	-0.1051	1.0000

Tabla No. 15 Fuente: Software Stata 9.0

### Probabilidad Promedio

Una vez se estableció el modelo definitivo, se calculó la probabilidad promedio de quiebra, para lo cual se tomaron los valores promedio de las variables significativas y sus respectivos coeficientes. El resultado obtenido es 0,00472%, dicho valor está afectado por el sesgo en la muestra de empresas en quiebra y empresas en estrés financiero.

Variables	Promedio	Coficiente
s2	1,36517	-0,0924114
s3	0,145636	-1,709942
ROCE	0,006079	0,0240458
OLLEV	1,104198	0,0110718
FLEV	0,630387	0,0363417
dd	0,207493	1,120951
df	0,092859	1,078064
di	0,097342	-2,346808
constante		-3,669133
<b>Probabilidad Promedio</b>		<b>0,00472%</b>

Tabla No. 16 Fuente: Elaboración propia

### Efectos Marginales

Un procedimiento adicional, es el cálculo de los efectos marginales para las variables discretas, lo que permite evidenciar como la probabilidad de quiebra se reduce en 1,48% al pertenecer al sector I: Transporte, mientras que hacer parte de los sectores D: Industria manufacturera y F: Construcción, incrementa dicha probabilidad en 0,71% y 0,68% respectivamente.

<b>Variables</b>	<b>Efectos Marginales</b>
s2	<b>-0,05813%</b>
s3	<b>-1,07561%</b>
ROCE	<b>0,01510%</b>
OLLEV	<b>0,00696%</b>
FLEV	<b>0,02286%</b>
dd	<b>0,70510%</b>
df	<b>0,67850%</b>
di	<b>-1,47600%</b>

Tabla No. 17 Fuente: Elaboración propia

### **Elasticidades**

Para las variables continuas se calcularon las elasticidades, con el fin de evidenciar el aporte que cada una de ellas tiene sobre la probabilidad de quiebra, así, un incremento del 1% en la variable S2: Cobertura de intereses, reduce la probabilidad de quiebra en 16.83%, mientras que S3: Relación Flujo de Caja Operativo a deuda, tiene un impacto más positivo sobre la probabilidad de quiebra, reduciéndola en 33%. En cuanto al ROCE, su efecto sobre la probabilidad de quiebra es mínimo, de tal forma que un incremento del 1% en éste solo genera un incremento de 0.02% en dicha probabilidad. Por su parte, los apalancamientos, incrementan la probabilidad pero es importante recalcar que el apalancamiento financiero tiene un efecto mayor (3.06%) que el operativo (1.63%).

<b>Variables</b>	<b>Elasticidades</b>
s2	<b>-16.83%</b>
s3	<b>-33.22%</b>
ROCE	<b>0.02%</b>
OLLEV	<b>1.63%</b>
FLEV	<b>3.06%</b>

Tabla No. 18 Fuente: Elaboración propia

## 8. Conclusiones

El modelo estimado permite concluir que las variables que resultan significativas en la estimación del riesgo de quiebra para las empresas del sector real en Colombia son: S2: Cobertura de intereses, S3: Relación Flujo de Caja Operativo a deuda, di (pertenecer al sector transporte), OLLEV: Apalancamiento operativo, FLEV: Apalancamiento financiero, dd (pertenecer al sector industria manufacturera), y df (pertenecer al sector construcción). De estas variables, S2, S3, y di, reducen dicha probabilidad. Contrariamente las variables OLLEV, FLEV, dd y df, incrementan la probabilidad de quiebra. Estos resultados se complementan con los datos de los efectos marginales y elasticidades donde se evidencia el mismo comportamiento. Adicionalmente las variables L1: Razon Corriente, L2: : Cash Flow Ratio, L3: : Flujo de Caja CAPEX, RNOA: Rentabilidad de los activos operativos netos, S1: Relación deuda a patrimonio, efecto financiero, oldspread: Efecto Operativo, y las dummies de los sectores A: Agricultura, ganadería, caza y silvicultura, G: Comercio al por mayor y por menor, H: Hoteles, restaurantes y bares y K: Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler, se excluyeron del modelo debido a que no resultaron significativas.

Si bien el análisis fundamental permite inferir la probabilidad de quiebra a partir de la tendencia de indicadores como los de apalancamiento (operativo y financiero), no ocurre lo mismo con los indicadores de rentabilidad como el ROCE, el cual contiene información que realmente no da cuenta la verdadera generación de flujo de caja y consecuentemente de la generación de valor.

Se puede comprobar la hipótesis propuesta de que un mayor apalancamiento incrementa la probabilidad de quiebra, sin embargo, se observa que existen otras variables consideradas en el modelo, que tienen una incidencia mayor que el apalancamiento en dicha probabilidad, tal es el caso de pertenecer a los sectores Industria manufacturera y Construcción.

Como complemento a los resultados de autores como Penman y Nissim (2003) quienes muestran que el apalancamiento operativo tiene un efecto más positivo sobre la rentabilidad que el apalancamiento financiero y que dichos efectos tienen una más alta frecuencia; la presente investigación permite concluir que el apalancamiento operativo tiene un efecto menos negativo sobre la probabilidad de quiebra que el apalancamiento financiero.

El resultado obtenido en la presente investigación sobre el ROCE, ratifica los resultados de autores como Aziz, Emanuel y Lawson (1988) donde se comprueba que los flujos de caja son mejores predictores de la probabilidad de quiebra que los indicadores contables de rentabilidad, los cuales no representan la verdadera generación de valor para los accionistas.

A pesar de la anterior conclusión, se encontró que el sector I: Transporte, el cual reduce la probabilidad de quiebra, presenta una menor volatilidad en el ROCE, es decir, presenta una mayor persistencia, mientras que el sector D: Industria manufacturera, que incrementa la probabilidad de quiebra presenta una mayor volatilidad en el ROCE (menor persistencia).

Posteriores investigaciones deberán estudiar en forma más explícita la relación entre las variables de caja, las expectativas y la probabilidad de quiebra, dado que en la presente investigación se pudo evidenciar la falta de poder explicativo del ROCE sobre la probabilidad de quiebra.

## Referencias Bibliográficas

ALTMAN, Edward I. (1968) "Financial Ratios discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. En: The Journal of Finance. Vol 23, No. 4

ARANGO, Juan Pablo; ZAMUDIO Nancy y OROZCO, Inés. "Riesgo de crédito: un análisis desde las firmas. En: Reporte de estabilidad financiera. Banco de la República.

BARTH, Mary E.; HODDER, Leslie D. y STUBBEN, Stephen R. (2008). "Fair value accounting for liabilities and own credit risk". En: The Accounting Review. Vol 83, No. 3. pp 629-664.

BEAVER, William H.; MCNICHOLS, Maurren F. y RHIE, Jung Wu (2005). "Have Financial Statements Become Less Informative? Have Financial Statements Become Less Informative? Evidence from the Ability of Financial Ratios to Predict Bankruptcy". En: Review of Accounting Studies. No.10. pp 93-122.

Comité de supervisión bancaria de Basilea (2001). El nuevo acuerdo de capital de Basilea.

\_\_\_\_\_ (2004). Basilea II en América Latina.

De la Fuente, María de Lourdes D. La Administración de Riesgos Financieros.

GOMEZ, González José Eduardo; OROZCO, Hinojosa Inés Paola y ZAMUDIO, Gómez Nancy Eugenia. Análisis de la probabilidad condicional de incumplimiento de los mayores deudores privados del sistema financiero colombiano. En: Reporte de estabilidad financiera. Banco de la República.

GONZÁLES, Arbeláez Ángela (2010). Determinantes del riesgo de crédito comercial en Colombia. En: Reporte de estabilidad financiera. Banco de la República.

GREENE, W. H. (2003), Econometric Analysis (Fifth ed.). Prentice Hall.

GUTIERREZ, Rueda Javier Alexander (2010). Un análisis de riesgo de crédito de las empresas del sector real y sus determinantes. En: Reporte de estabilidad financiera. Banco de la República.

HILLEGEIST, Stephen A. Et. al. (2004). "Assessing the probability of bankruptcy". En: Review of Accounting Studies. No.9. pp 5-34.

IBARRA, Mares Alberto. (2001). Análisis de las dificultades financieras de las empresas en una economía emergentes: Las bases de datos y las variables independientes en el sector hotelero en la bolsa mexicana de valores. Tesis doctoral en Dirección y administración de empresas. Universidad Autónoma de Barcelona. Departamento d'economía de l'empresa.

KISGEN, Darren J. (2006). "Credit ratings and capital structure". En: The Journal of Finance. Vol. LXI, No. 3. pp 1035-1072.

LAVERDE, Rojas Henry (2008). Análisis de vulnerabilidad empresarial y sus efectos sobre la vulnerabilidad bancaria en Colombia: una aplicación del enfoque de hoja de balances.

Martínez, O., 2003, Determinantes de fragilidad en las empresas Colombianas, Borradores de Economía, Banco de la República, n. 259.

MAYORGA, Mauricio y MUÑOZ Evelyn, La técnica de datos de panel una guía para su uso e interpretación. Banco Central de Costa Rica, División Económica, Departamento de Investigaciones Económicas, sep 2000.

MEJIA, Quijano Rubi Consuelo. (2006). Administración de Riesgos un enfoque empresarial. Colección Académica Eafit. Escuela de Administración. Medellín: Fondo Editorial Universidad Eafit.

MOSSMAN, Charles E. Et. al. (1998). "An empirical comparison of bankruptcy models". En: The Financial Review. No. 33. pp. 35-54.

MONGRUT, Samuel; FUENZALIDA Darcy; ALBERTI, Franco; AKAMINE, Mario. Determinantes de la insolvencia financiera en empresas peruanas. 2009.

MUR, Jesús y ANGULO Ana, Datos de Panel: modelos estáticos. Curso académico 2008/2009, tema 4, Universidad de Zaragoza, 2009.

NISSIM, Doron y PENMAN, Stephen H. (2001). "Ratio analysis and equity valuation". En: Review of Accounting Studies. No. 6. pp 109-154.

\_\_\_\_\_ (2003). "Financial statement analysis of leverage and how it informs about profitability and price-to-book ratios". En: Review of Accounting Studies. No. 8. pp 531-560.

OHLSON, James A. (1980). "Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy. En: Journal of accounting research. Vol 18, No. 1.

PENMAN, Stephen H. (2010). Financial Statement Analysis and security valuation. Cuarta edición. New York: Mc Graw Hill.

PENMAN, Stephen H.; NISSIN, Doron (2003). "Financial Statement Analysis of leverage and how it informs about profitability and Price-to-Book ratios".

PENMAN, Stephen H.; RICHARDSON, Scott A. y TUNA, Irem (2006). "The book-to-price in stock returns: Accounting for leverage". En: Journal of Accounting Research. Vol. 45, No. 2. pp 427-467.

TARZIJAN, Jorge; PAREDES, Ricardo, Organización industrial para la estrategia empresarial, segunda edición, 2006.

ZAMUDIO, Gómez Nancy Eugenia (2007). "Determinantes de la probabilidad de incumplimiento de las empresas colombianas". En: Borradores de economía. Banco de la República. No. 466.



## Anexo 1

La formulación propuesta por Penman (2010), comprende una serie de indicadores inductores del ROCE, cuya construcción parte de los componentes de las acciones comunes, así:

**Acciones comunes**<sup>15</sup> = activos de operación + activos financieros – pasivos de operación – pasivos financieros.

La anterior ecuación también se podría re-expresar como sigue:

**Acciones comunes** = (activos de operación - pasivos de operación) – (pasivos financieros - activos financieros), o

**Acciones comunes** = activos operativos netos – financiación de la deuda neta<sup>16</sup>

A partir del estado de resultados también se puede observar la diferenciación de las rentabilidades generadas por los apalancamientos, mediante la siguiente ecuación:

**Utilidad neta**<sup>17</sup> = utilidad operativa – gastos financieros netos.

De las dos ecuaciones anteriores se puede formular que:

$$\text{RNOA} = \frac{\text{utilidad operativa}}{\text{Activos operativos netos}} \quad \text{y} \quad \text{Costo neto de endeudamiento (NBC)} = \frac{\text{gastos financieros netos}}{\text{deuda financiera neta}}$$

A partir de esta construcción se puede establecer el efecto de cada apalancamiento sobre la rentabilidad del accionista, así:

### Apalancamiento Financiero y ROCE:

$$\text{ROCE} = \frac{\text{activos operativos netos}}{\text{patrimonio común}} \times \text{RONA} - \frac{\text{deuda financiera neta}}{\text{patrimonio común}} \times \text{NBC}$$

Donde,  $\frac{\text{deuda financiera neta}}{\text{patrimonio común}} = \text{FLEV}$  (medida de apalancamiento de las actividades de financiamiento).

---

<sup>15</sup> Las acciones preferentes son vistas como un pasivo financiero

<sup>16</sup> En la financiación neta están incluidas las acciones preferentes. Deuda Neta = Deuda - efectivo

<sup>17</sup> Tanto los ingresos operativos como los gastos netos financieros son después de impuestos

Reestructurando la ecuación del ROCE se obtiene:

$$\text{ROCE} = \text{RNOA} + (\text{FLEV} \times (\text{RNOA} - \text{NBC})) \quad (1)$$

### Apalancamiento Operativo y ROCE:

$$\text{OLLEV} = \frac{\text{pasivos operacionales}}{\text{activos operacionales netos}}$$

**Interés implícito en pasivos operacionales** = pasivos operacionales x tasa de endeudamiento del mercado, donde interés implícito representa un mayor valor sobre el precio.

La tasa de endeudamiento del mercado, se puede aproximar a la tasa de endeudamiento de corto plazo después de impuestos.

Con la formula anterior se puede calcular el efecto del apalancamiento operativo sobre los pasivos operativos:  $\text{ROOA} = \frac{\text{utilidad operacional} + \text{interés del mercado en pasivos operacionales}}{\text{activos operacionales}}$

Entonces,  $\text{RNOA} = \text{ROOA} + [\text{OLLEV} \times (\text{RNOA} - \text{tasa de endeudamiento del mercado})]^{18} \quad (2)$

De todo lo anterior podemos concluir que el apalancamiento total y su efecto sobre las rentabilidad de los accionistas esta dado por las siguientes variables:

$$\text{Apalancamiento total (TLEV)} = \frac{\text{deuda neta financiera} + \text{pasivos operacionales}}{\text{capital común}}$$

$$\text{Costo de endeudamiento total} = \frac{\text{gastos financieros netos} + \text{interés del mercado en pasivos operacionales}}{\text{deuda neta financiera} + \text{pasivos operacionales}}$$

El efecto total sobre la rentabilidad de los accionistas se puede calcular a través de la siguiente ecuación:  $\text{ROCE} = \text{ROOA} + [\text{TLEV} \times (\text{ROOA} - \text{tasa de endeudamiento total})] \quad (3)$

Las ecuaciones (1), (2) y (3) se puede observar a posteriori los efectos de los pasivos operacionales y financieros.

---

<sup>18</sup> La tasa de endeudamiento esta después de impuestos e intereses de corto plazo

Otra forma de expresar el ROCE es:  $ROCE = ROOA + (RNOA - ROOA) + (ROCE - RNOA)$

Donde  $[RNOA - ROOA]$  es el efecto de los pasivos operativos y  $[ROCE - RNOA]$  es el efecto del apalancamiento financiero.