



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INDUSTRIAL

**DETECCIÓN DE ALERTAS TEMPRANAS QUE INDIQUEN
LA NECESIDAD DE ACUERDOS DE
REESTRUCTURACIÓN FINANCIERA EN COMPAÑÍAS
COLOMBIANAS**

**TRABAJO FINAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE
MAGISTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

JUAN DAVID GIL ZULUAGA

DIRECTOR: DIEGO FERNANDO HERNÁNDEZ (Ph.D)

CODIRECTOR: LUÍS GUILLERMO DÍAZ (Ph.D (c))

BOGOTÁ, FEBRERO DE 2010

DETECCIÓN DE ALERTAS TEMPRANAS QUE INDIQUEN LA NECESIDAD DE ACUERDOS DE REESTRUCTURACIÓN FINANCIERA EN COMPAÑÍAS COLOMBIANAS

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO.....	2
1 INTRODUCCIÓN	3
2 ANTECEDENTES.....	7
3 METODOLOGÍA.....	12
4 MODELO Y RESULTADOS	24
5 CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS.....	45
6 BIBLIOGRAFÍA	50

1 INTRODUCCIÓN

Las compañías en general, tienen un comportamiento dinámico respecto al tiempo de duración de éstas dado elementos como la globalización, desarrollo de nuevas tecnologías o la misma competencia; según la publicación "The Economist", el período promedio de vida de una empresa familiar no es mayor a los 24 años, en contraste con los 45 años de una empresa que tiene sus acciones cotizando en Bolsa. Según cifras de las Cámara de Comercio regionales y la Superintendencia de Sociedades en Colombia la mayor parte de las empresas desaparecen en los primeros 5 años de vida, de aquellas que sobreviven, solamente 3 de cada 10 pasan a la segunda generación y solo 1 de cada 10 a la tercera; estos periodos de vida demuestran lo sensible, inestable y vulnerable que son las compañías.

Estas ocasiones en que muchas de las empresas, llamadas empresas no solventes, pierden la estabilidad financiera que soporta su sistema productivo, llevan a requerir de acuerdos de reestructuración financiera o concordatos, o en casos extremos a la liquidación de la sociedad. Como el caso Colombiano no es la excepción, estas alternativas las promueven entidades como la Superintendencia de Sociedades.

La búsqueda para identificar características financieras particulares que describan la necesidad de realizar un acuerdo de reestructuración financiera a estas compañías insolventes, son importantes para prevenir el cierre definitivo o liquidación de una compañía.

Basándonos en la información financiera de las empresas, buscamos identificar características financieras de análisis, como base de para la evaluación descriptiva, de la salud financiera de cada una de estas empresas. El análisis financiero de una empresa permite generar la información necesaria para conocer su situación real durante un período de tiempo.

Se puede realizar ésta evaluación respecto a un período de tiempo, características del sector al que pertenece o al tamaño. Para este análisis pueden utilizarse diferentes tipos de magnitudes, sin embargo, para hacer esta información comparable se utilizarán magnitudes relativas, razones financieras, que permitan un mejor estudio.

La fuente de información de este trabajo es la base de datos de la Superintendencia de Sociedades, que provee información de más de 120.000 empresas desde el año 1997 hasta el año 2008. Contando con esta fuente de información se realiza el proceso descriptivo de los datos y su estructuración para posteriores análisis estadísticos; la base de datos involucra adicionalmente variables categóricas como el mismo año y el tamaño de la compañía para establecer diferenciación entre cada registro de información.

El enfoque de este trabajo busca no sólo analizar en un modo global el grupo de empresas que se catalogan como insolventes, sino también, diferenciar éstas por su tamaño como elemento adicional de comparación.

Este trabajo presenta el uso de herramientas de la estadística multivariada, para identificar características particulares que hagan comparables las empresas que actualmente se encuentran adelantando procesos de reestructuración o liquidación, no solventes, con aquellas que no se encuentran en este estatus. Todo esto basándonos en razones financieras que se determinan con base en la información financiera de las empresas. Más allá se busca por medio de los modelos de la estadística multivariada encontrar funciones que permita diferenciar cuáles de estas empresas que se encuentran con estatus de no solvencia pueden tener una alerta temprana que indique la necesidad de una evaluación o reestructuración financiera en la compañía. Los modelos de análisis discriminante que se correrán son, toda base de información, según el tamaño, cada uno de los períodos de estudio y diferenciando el año de reporte de información y el grupo por tamaño al cual pertenece, para un total de 52 diferentes corridas para observar el ajuste de la información sobre los modelos de discriminación planteados.

El objetivo final es desarrollar elementos de juicio a través de variables financieras o funciones de éstas mismas que permitan establecer si el desempeño financiero de una compañía advierte si ésta requiere de una reestructuración financiera para mejorar su situación de solvencia. Este enfoque, aunque similar en términos metodológicos, difiere con los trabajos que se destacan en la revisión bibliográfica que busca encontrar una función de clasificación, la cual se encuentra como parte

de este trabajo, pero más allá se busca identificar el grupo de empresa las cuales tienen más elementos en común con las compañías que presentan la característica de no solvencia, que con las de propio grupo que se reflejan como solventes. Esto en sí es el enfoque de define la “alerta temprana” y que difiere de los estudios previos donde se busca encontrar un estado de insolvencia propiamente dicho.

Se utiliza para el desarrollo de este trabajo la herramienta de software SAS, la cual es una herramienta potente para el manejo de bases de datos de tamaño importante de información.

2 ANTECEDENTES

Para enmarcar en un contexto claro este documento se hace una revisión amplia de trabajos que dieron vida a los inicios del análisis de quiebra de empresas, comenzando por trabajos pioneros como los de Altman y los seguidores de éste, más adelante se habla de variaciones a estos modelos para diferentes contextos, países y aplicaciones, y por último una revisión a nivel local de trabajos desarrollados en este campo.

Edward Altman (1968) toma los indicadores económicos y financieros que son características empíricas del desempeño de las compañías y mediante el uso de la técnica de análisis discriminante múltiple (MDA por sus siglas en inglés) desarrolla un modelo como instrumento para la predicción de quiebras de compañías en los Estados Unidos; este modelo clasifica en dos grupos generales, los que se encuentran en bancarrota y lo que no se encuentran en bancarrota, para una muestra de 66 compañías. Con el modelo de Altman la mitad de las compañías habían quebrado durante los últimos 20 años y la otra mitad seguían en operación hasta esa fecha. Determinó 22 razones financieras clasificadas en 5 categorías genéricas: liquidez, rentabilidad, endeudamiento, solvencia y actividad. El modelo se desarrolla mediante cinco variables financieras y económicas: Capital de Trabajo / Total de Activos, Utilidades Retenidas / Total de Activos, Utilidades Antes de Intereses e Impuestos / Total de Activos, Valor de mercado del patrimonio / Valor en libros de la deuda y Ventas / Total de Activos. Luego de

muchos ensayos, seleccionó 5 variables que conjuntamente daban el mejor resultado en la clasificación de la insolvencia. Los elementos para definir estas variables fueron: 1. La observación estadística, 2. Evaluación de intercorrelaciones de las variables principales, 3. Precisión en la predicción de cada modelo y, 4. Criterio del investigador. (Ver modelo anexo 1).

Gordon Springate (1978) de la Universidad Simón Fraser de Canadá siguiendo los modelos de Altman, desarrolló un modelo de predicción de quiebra con una muestra de 50 compañías y la determinación de 19 razones financieras, de las que seleccionó cuatro: Capital de Trabajo / Activo Total, Utilidad neta antes de intereses e impuestos / Activo Total, Utilidad neta antes de impuestos / Pasivo Corriente y Ventas / Activo Total. Las variables dentro de un modelo de ponderación consideraban un umbral, el cual determinaba la insolvencia de la empresa que obtuvo un valor inferior a éste. La precisión del modelo era del 92.5%, sin embargo, una posterior corrida del modelo, arrojaron precisiones del 88%. (Ver modelo anexo 1).

Fulmer (1984) del mismo modo que en los modelos desarrollados por Altman, utiliza el análisis discriminante múltiple, pero a diferencia de Altman, simplifica la explicación de los resultados, que se muestra como una función dicotómica, dependiendo de si es mayor o menor que uno dicho resultado. Para una muestra de 60 empresas (30 empresas solventes y 30 insolventes), Fulmer determinó 40 razones financieras de las cuales nueve finalmente resultaron significativas, Utilidades retenidas / Activo Total, Ventas / Activo Total, Utilidad antes de impuestos / Capital Contable (Patrimonio), Flujo de caja / Pasivo Total, Pasivo

Total / Activo Total, Pasivo Corriente / Activo Total, Activo Total Tangible, Capital de Trabajo / Pasivo Total y Logaritmo de la Utilidad de Operación / Gastos Financieros. La ponderación de éstas variables se convierten en un indicador para clasificar la empresa como insolvente o no y por lo tanto podría afirmar que la compañía era sólida desde el punto de vista financiero. El modelo de Fulmer alcanzó un 98% de precisión con la aplicación de la ecuación con un año de anticipación a la declaración de bancarrota y con 81% en períodos superiores a un año. (Ver modelo anexo 1).

Jean Legault (1987), referido en Bilanas (1987), desarrolló el modelo de predicción de quiebra e insolvencia ca-score, con el análisis de 30 razones financieras de una muestra de 173 empresas del sector manufacturero con ventas entre uno y veinte millones de dólares canadienses, las variables finalmente utilizadas en el modelo fueron, Capital Contable (Patrimonio) / Activo Total, (Utilidad antes de impuestos y partidas extraordinarias + gastos financieros) / Activo Total y Ventas / Activo Total. El modelo fue desarrollado para su uso en empresas del sector manufacturero y con un nivel de predicción del 83%. (Ver modelo anexo 1).

En otros contextos y aplicaciones Robert Edmister (1972) trabaja con indicadores financieros mediante el uso de análisis discriminante múltiple, pero se enfoca en el grupo de pequeñas compañías de los Estados Unidos, desatendido en los anteriores estudios por ser información de difícil consecución.

William Blaszk (1984), quien es referenciado por Fulmer (1984), desarrolló el Sistema Blaszk que es uno de los pocos métodos de predicción de quiebra que no

fue desarrollado utilizando el análisis de discriminación múltiple. La esencia del sistema es que las razones financieras de la empresa a evaluar son calculadas, ponderadas y luego comparadas con el promedio de las razones para las empresas en ese mismo sector lo cual es una ventaja del método así como su simple cálculo.

Chang-Soo Kim, David Mauer y Ann Sherman (1998) analizan los determinantes de la liquidez financiera de una compañía incorporando elementos de quiebra dentro de sus modelos de estadística multivariada.

Donald Stevens (1973) realiza un análisis financiero de las compañías fusionadas en el período de 1940 a 1959 en los Estados Unidos con un enfoque en estadística multivariada y utilizando indicadores económicos y financieros. El tema principal era entender por qué las compañías se fusionaban y si la quiebra de alguna de éstas era un determinante importante sobre la decisión de fusión.

En cuanto al análisis de Componentes Principales, Alfredo Torres Fernández (2007), desarrolla un análisis de Componentes Principales aplicado a las razones financieras que muestran el desempeño industrial mexicano entre 1998 y 2001. Carlos Toledo (1992), desarrolla un modelo para el análisis de Componentes Principales dentro del sistema financiero colombiano.

Eva Ayala (2005), realiza un estudio comparativo de las empresas más representativas de países mediterráneos mediante la utilización de la base de datos del proyecto BACH (similar a la reportada por la Superintendencia de Sociedades en Colombia), revisando la solvencia y rentabilidad empresarial.

En Colombia Deysi Berrío y Leonor Cabeza (2003), desarrollan un modelo para predecir la quiebra en las empresas que reportan información a la Superintendencia de Sociedades de Colombia, adaptando el modelo de Altman. El objetivo era establecer cuáles son las mejores razones financieras que permiten clasificar a una empresa como activa o en liquidación. La investigación generó un modelo que permitía discriminar las empresas y se realiza una comparación con el modelo de Altman y verificar el que mejor hizo la discriminación.

Óscar Martínez (2002) en los Cuadernos del Banco de la República de Colombia utiliza técnicas de regresión *probit* para determinar la fragilidad de las empresas en el año 2001, incorporando en su modelo 7 diferentes indicadores financieros, clasificando su muestra de 9.000 compañías en aquellas que se encuentren en estado de insolvencia y aquellas que no lo estén.

Jorge Rosillo (2002) presenta un modelo de predicción de quiebra de empresas Colombianas, mediante la aplicación del modelo desarrollado por Altman y la selección de 106 empresas que contaban con la información requerida. Se estableció un ranking por cada uno de las razones financieras, para más adelante ser comparados con el modelo de discriminante de Altman.

3 METODOLOGÍA

El desarrollo de la metodología se describe en tres grandes grupos, la descripción del estatus de solvencia el cual es parte fundamental de este trabajo; la descripción de las fuentes de información y su estructuración, para la determinación de las razones financieras que permitan el desarrollo de este trabajo; y las herramientas de la estadística multivariada que nos permiten todo el análisis de la información, como lo son, análisis de componentes principales y análisis discriminante múltiple.

En primer lugar, en Colombia la Superintendencia de Sociedades es una de las encargadas de vigilar el desempeño y cumplimiento de las obligaciones de las empresas con sus entes vinculados, bien sea, socios, empleados, proveedores o clientes. Así mismo es la encargada de promover los acuerdos de reestructuración o liquidación de las empresas que así lo requieran.

Según este ente de control, se enmarca los acuerdos de reestructuración como:

“En el marco de la Ley 550 de 1999, de intervención económica, se establece un régimen que promueva y facilite la reactivación empresarial y la reestructuración de los entes territoriales para asegurar la función social de las empresas y lograr el desarrollo armónico de las regiones y se dictan disposiciones para armonizar el régimen legal vigente con las normas de esta ley...”

“...Se denomina acuerdo de reestructuración la convención que en los términos de la ley 550, se celebre a favor de una o varias empresas con el objeto de corregir deficiencias que presenten en su capacidad de operación y para atender obligaciones pecuniarias, de manera que tales empresas puedan recuperarse dentro del plazo y en las condiciones que se hayan previsto en el mismo.”

En el 2006 el Congreso de la República de Colombia, publicó la que se convierte en la nueva Ley de Insolvencia (Ley 1116) que reemplaza la anterior ley de quiebras y que está comenzando a ser utilizada, el cual define:

“El régimen judicial de insolvencia regulado en la presente ley, tiene por objeto la protección del crédito y la recuperación y conservación de la empresa como unidad de explotación económica y fuente generadora de empleo, a través de los procesos de reorganización y de liquidación judicial, siempre bajo el criterio de agregación de valor.

El proceso de reorganización pretende a través de un acuerdo, preservar empresas viables y normalizar sus relaciones comerciales y crediticias, mediante su reestructuración operacional, administrativa, de activos o pasivos...”

“...El régimen de insolvencia, además, propicia y protege la buena fe en las relaciones comerciales y patrimoniales en general y sanciona las conductas que le sean contrarias.”

Para comenzar con el desarrollo de este trabajo, partimos de la base de información financiera de uso público publicada por la Superintendencia de Sociedades, que incluye todo el desempeño financiero de las empresas que están vigiladas bajo este ente del estado desde el año 1997, se asume que esta información es real y suficiente. Se establecen variables, razones financieras, que

midan el desempeño y salud financiera de las compañías para cada uno de los años de estudio. Estas variables se enfocan en 5 elementos fundamentales: rentabilidad, liquidez, estructura de capital, tamaño y por supuesto el estatus de solvencia. Estas variables en muchos casos dependen del sector, tamaño de los activos o nivel de ventas, por lo que estas variables pueden dejar de ser comparables.

El uso de razones financieras tiene precisamente el objetivo de eliminar, a un importante nivel, la heterogeneidad de la información financiera de las compañías que esta afectada por estos diferentes elementos, tales como el sector y el tamaño.

Las muestras de las compañías que reportan en la Superintendencia de Sociedades para los años 1995 a 2007 se presentan en la Tabla 1.

SOCIEDADES QUE HAN REPORTADO ESTADOS FINANCIEROS DE FIN DE EJERCICIO A LA SUPERINTENDENCIA DE SOCIEDADES	
AÑO	NÚMERO DE SOCIEDADES
1997	9.602
1998	9.390
1999	9.755
2000	10.777
2001	10.136
2002	9.494
2003	9.457
2004	10.105
2005	19.728
2006	23.622
2007	21.734
2008	22.343

Tabla 1: Empresas que reportaron a la Superintendencia de Sociedades

Para poder limitar los datos que se encuentren afectados por condiciones diferentes de las que tiene por objetivo este trabajo, se establece un elemento filtro, para determinar las compañías que satisfagan condiciones mínimas que puedan ser involucrarlas en los modelos de la estadística multivariada a utilizar. Se utiliza una clasificación para establecer el tamaño de las compañías por volumen de ventas basado en el número de Salarios Mínimos Legales Vigentes (Ver Tabla 2) para cada año de estudio.

AÑO	SMLV
2008	461.500
2007	433.700
2006	408.000
2005	381.500
2004	358.000
2003	332.000
2002	309.000
2001	286.000
2000	260.100
1999	236.460
1998	203.826
1997	172.005

Tabla 2: Salario Mínimo Legal Vigente para cada año de estudio

Con base en este valor y la información del valor de las ventas para cada año se establecen los siguientes rangos como una medida de clasificación de las compañías, por tamaño de ventas, que rige la Ley 905 de 2004, tal y como se observa en la Tabla 3.

Clasificación	
Empresa Pequeña	$500 < x < 5.000$
Empresa Mediana	$5.000 < x < 30.000$
Empresa Grande	$30.000 < x$

Tabla 3: Clasificación de empresas por tamaño según Ley 905 de 2004

Las compañías que no cumplan en tamaño de ventas para el primer rango planteado, no se tienen en cuenta en el estudio, ya que éstas podrían derivar distorsiones en los ejercicios que plantean los modelos de estadística multivariada. Luego de este proceso el porcentaje de rechazo sobre las muestras originales se presenta en la tabla 4.

	Base Original	Filtro	% Rechazo
1997	9.602	8.038	16,29%
1998	9.390	7.828	16,63%
1999	9.755	7.878	19,24%
2000	10.777	8.305	22,94%
2001	10.136	8.004	21,03%
2002	9.494	7.506	20,94%
2003	9.457	7.564	20,02%
2004	10.105	8.278	18,08%
2005	19.728	16.180	17,98%
2006	23.622	19.501	17,45%
2007	21.734	17.994	17,21%
2008	22.343	18.220	18,45%

Tabla 4: Rechazo de registros, filtro por tamaño

Las variables a utilizar fueron seleccionadas utilizando el criterio del expertis financiero del analista, teniendo en cuenta la información disponible para la muestra escogida y basándose en la revisión de modelos previos descritos en los antecedentes de este documento, estas variables se clasifican en 4 grandes grupos:

1. Clasificación: Empresas solventes o no solventes y Tamaño.
2. Liquidez: Razón corriente y Cubrimiento del Gasto Financiero.
3. Rentabilidad: Margen Operativo, Margen Neto, Margen EBITDA, Rentabilidad del Patrimonio y Rentabilidad Operacional del Activo

4. Estructura de Capital: Endeudamiento Total, Endeudamiento Financiero, Rotación de Activos, Utilidades Retenidas sobre Activos y Pasivos sobre Patrimonio.

La variable de clasificación de insolvencia se determinó con base en la obligación que tiene las compañías de identificar en su razón social si se encuentra cursando algún proceso de liquidación o reestructuración. Sin embargo, esta no nos dice el período por el cual ha permanecido en este estatus.

A continuación se hace una breve descripción del significado y el cálculo de las razones financieras.

Margen Operacional: Se define como la utilidad operacional sobre las ventas netas y éste nos indica si la empresa es rentable independientemente de la estructura de capital o elementos que no pertenecen directamente de la operación de la empresa.

Margen Neto: se define como la utilidad neta sobre las ventas del periodo. La utilidad neta es igual a las ventas netas menos el costo de ventas, menos los gastos operacionales, más otros ingresos no operacionales y menos otros egresos no operacionales, como el gasto financiero, menos el impuesto de renta. Esta razón por sí sola no expresa la rentabilidad de la empresa pero es una medida de rentabilidad para los accionistas de la compañía.

Margen EBITDA: Se define el EBITDA como la utilidad antes de los gastos financieros e impuestos más depreciaciones y amortizaciones, el margen se

determina al dividir el EBITDA sobre las ventas netas del período. Dada la restricción en el cálculo de esta razón, al no tener el valor de las amortizaciones y depreciaciones, y dada la importancia de la misma dentro del estudio del análisis financiero; para este caso específico se hace una aproximación del EBITDA con base en el la Utilidad Operacional más los activos fijos netos divididos por un valor de 10, de esta forma, se aproxima al valor de las depreciaciones y amortizaciones de los activos. El Margen EBITDA mide la generación de recursos líquidos de la empresa con la cual sirve sus compromisos de, inversión, capital de trabajo, impuestos, deuda y los accionistas.

Endeudamiento: Se define como la utilización de recursos de terceros obtenidos para financiar la actividad de la empresa. Se determina como el valor total de los pasivos sobre el valor total de los activos. El endeudamiento en sí no tiene un efecto negativo, incluso es el que impulsa el desarrollo o crecimiento de una empresa (Van Horne, 1995). Cuando este endeudamiento no está soportado con una correcta generación de caja que permita servir los compromisos adquiridos, es cuando se pueden generar problemas.

Endeudamiento financiero: Es la porción del endeudamiento que corresponde a deuda adquirida principalmente ante las entidades financieras. Se determina como el valor de las obligaciones financieras de corto y largo plazo sobre el valor de los activos totales.

Razón corriente: Esta razón muestra por cada peso que la empresa debe a corto plazo, cuando tiene de respaldo en sus activos de corto plazo, bajo el hipotético de

que los activos corrientes se pueden llevar a liquidez pura en un período muy corto. Se determina como el activo corriente total sobre el pasivo corriente total.

Cubrimiento del Gasto Financiero (GF): Éste se define como el número de veces en que están cubiertos los intereses con la utilidad operacional del negocio antes de impuestos. Se determina como el EBITDA sobre el valor de los gastos financieros totales del año. La información disponible no presenta el valor del gasto financiero, y dada la importancia de este indicador en la determinación de solvencia se estima con base en el costo de deuda para cada año estimado como el DTF (Tasa de Deposito a Terminio Fijo) más un margen de 7% (este valor es una estimación dado la experiencia y el criterio del expertis del analista), se toma este valor y se multiplica por el valor total de la deuda financiera de la empresa.

AÑO	DTF Promedio	DTF + Margen
1997	24,2%	31,2%
1998	32,5%	39,5%
1999	21,6%	28,6%
2000	12,1%	19,1%
2001	12,5%	19,5%
2002	9,0%	16,0%
2003	7,8%	14,8%
2004	7,8%	14,8%
2005	7,0%	14,0%
2006	6,2%	13,2%
2007	8,0%	15,0%
2008	9,7%	16,7%

Tabla 5: Valor de la DTF promedio y el Costo Financiero estimado.

Rotación de Activos: Éste se define como la eficiencia en que se está utilizando los activos de la compañía en la generación de ventas. Se determina como ventas sobre el valor de los activos totales.

Rentabilidad del Patrimonio: Se define como la razón que mide la rentabilidad de las utilidades producidas en el período con respecto al patrimonio con que se contaba en el período inmediatamente anterior. Se determina como la utilidad neta sobre el valor total del patrimonio. Es comúnmente conocido como el ROE que es la rentabilidad del accionista.

Rentabilidad Operacional del Activo: Comúnmente conocido como el ROA, mide que tan rentable es una compañía respecto a los activos, éste da una idea de cómo es la eficiencia en la generación de utilidades con los activos que tiene disponibles (Van Horne, 1995), se determina como utilidad operacional sobre el valor de los activos totales.

Utilidades Retenidas Sobre Activos: Esta razón se da en un plazo más largo porque se refiere a la política de retención de utilidades de los accionistas, resulta del valor retenido por los accionistas sobre el valor total de los activos.

Patrimonio sobre Pasivos: Esta razón mide por cada peso invertido por los accionistas cuántos pesos la compañía debe a terceros. Se determina como el valor del patrimonio total sobre el valor total de los pasivos.

Dados los indicadores anteriormente descritos, se realiza el cálculo de cada uno de éstos para las muestras anteriormente definidas y se presenta la caracterización de los mismos por años en el anexo 2.

Las técnicas de estadística multivariada que se aplican para el análisis de la información recolectada son el análisis de componentes principales con el que se

busca hacer una reducción de variables perdiendo la menor cantidad de información para incorporar en un modelo de análisis discriminante que permitirá la identificación de compañías que requiera de una reestructuración financiera.

Como última parte de este capítulo se describen las técnicas de la estadística multivariada que se utilizan para el análisis de la información.

Análisis de Componentes principales:

El Análisis de Componentes Principales es una técnica estadística cuyo objetivo principal es la reducción e interpretación de la información (Richard Arnold Jonson, 1987). Es decir, si se considera un conjunto de variables, todas de tipo cuantitativo, éste se puede reemplazar por un número menor de “variables” que serán los componentes principales y mostrarán casi la misma información de las variables originales.

Los componentes principales son combinaciones lineales (T. W. Anderson, 2003) de las variables iniciales que representan un nuevo sistema de coordenadas obtenido al rotar el sistema original, donde los nuevos ejes representan las direcciones con máxima variabilidad y brindan una descripción más sencilla de la estructura de covarianza de los datos. En pocas palabras son combinaciones lineales no correlacionadas cuyas varianzas son tan grandes como sea posible. Así el primer componente principal es la combinación lineal con máxima varianza, de modo que si gran parte de la varianza de los datos se puede atribuir al primer componente, éste podrá reemplazar entonces las N variables. Si el primer componente no representa un alto porcentaje de la varianza de los datos entonces

se debe proceder a revisar la varianza explicada por el segundo componente, el tercero, etc. hasta que la varianza acumulada por un número C de componentes sea lo suficientemente alto para reemplazar el conjunto original de variables. El desarrollo matemático de la técnica de Componentes Principales se presenta en el Apéndice A.

Análisis discriminante:

El Análisis Discriminante es una técnica estadística multivariable cuyo objetivo es analizar si existen diferencias significativas entre grupos de objetos respecto a un conjunto de variables medidas sobre los mismos para, en el caso de que existan, explicar en qué sentido se dan y proporcionar procedimientos de clasificación sistemática de nuevas observaciones de origen desconocido en uno de los grupos analizados (Carl Huberty, 1990).

Esta técnica discrimina la pertenencia a diferentes grupos dentro de una muestra, asignando diferentes pesos relativos a cada variable independiente analizada, el objetivo es establecer una relación con otra variable dependiente cualitativa (Solvencia o no solvencia).

En el análisis discriminante se obtiene una función que separa entre varios grupos definidos a priori, esta función es una combinación, generalmente lineal, del conjunto de variables de identificación, la cual minimiza los errores de clasificación. El problema de la discriminación es entonces comprobar si tales variables permiten diferenciar las clases definidas previamente y precisar cómo se puede hacer (Luis Guillermo Díaz, 2007).

Se debe resaltar que el problema es identificar la clase a la que se debe asignar una empresa, de la cual se sabe que pertenece a una de las clases definidas de antemano (en este caso en particular, solvencia o no solvencia financiera), y para el cual sólo se conocen los valores de las variables explicativas (razones financieras). Se sigue entonces una tarea de discriminación descriptiva, en primer lugar, con las que se asignan las empresas a las clases, mas no se agrupan, puesto que no se trata de construir grupos sino de asignar individuos a éstos (Luis Guillermo Díaz, 2007). El desarrollo matemático de la técnica de Análisis Discriminante se presenta en el Apéndice A.

4 MODELO Y RESULTADOS

Este capítulo se divide en 3 secciones, la primera realiza un análisis descriptivo de la información, luego del proceso de cálculo de las razones financieras a estudiar, estructuración y depuración y presenta un paralelo con información macroeconómica donde a modo descriptivo enseña elementos para análisis. La segunda parte se enfoca en el ejercicio de reducción de variables con el uso de la técnica de la estadística multivariada de análisis de componentes principales, esta sección presenta las interpretaciones de las variables resultantes y su análisis. Finalmente, se presentan los modelos y resultados del análisis discriminante orientado por períodos y tamaños de las empresas.

Análisis Descriptivo

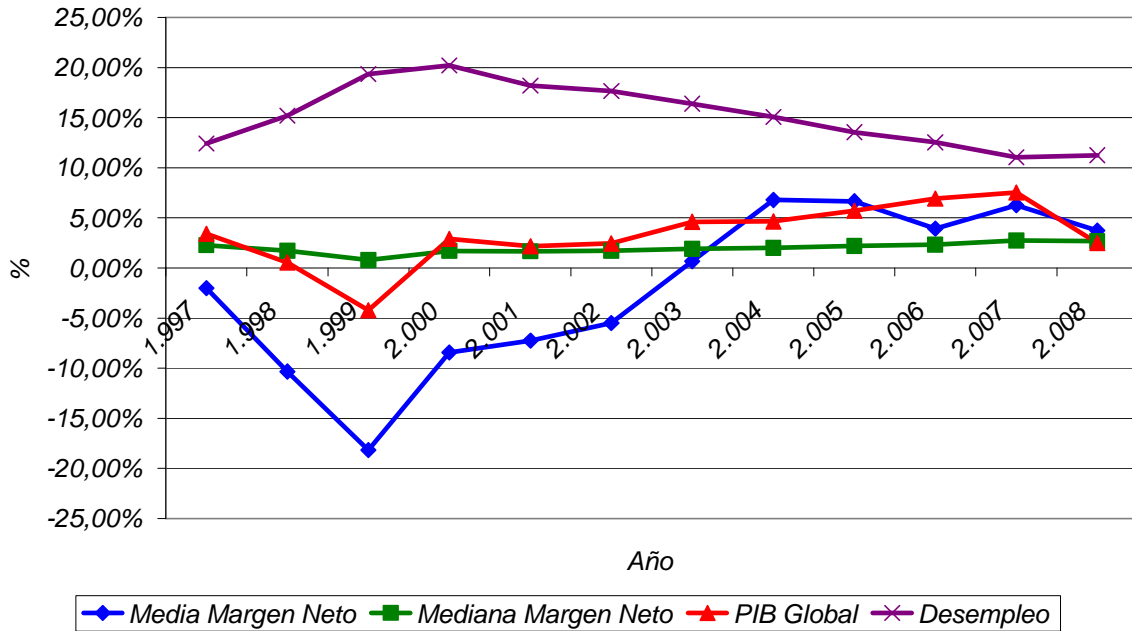
Inicialmente tenemos que una vez es estructurada y depurada la información se hace un análisis descriptivo de cada uno de las razones financieras determinadas para los años de estudio y que se encuentra en el Anexo 2.

En esta sección se seleccionan para el ejercicio descriptivo, variables que contrastan con los indicadores macroeconómicos básicos. Las empresas son

afectadas por el entorno macroeconómico, influyen las condiciones macroeconómicas como los ciclos de expansión, recesión y los cambios en el nivel general de vida, tipo de sistema político y finalmente la condición del ecosistema, demografía y sistema cultural (C. León y M Miranda, 2002).

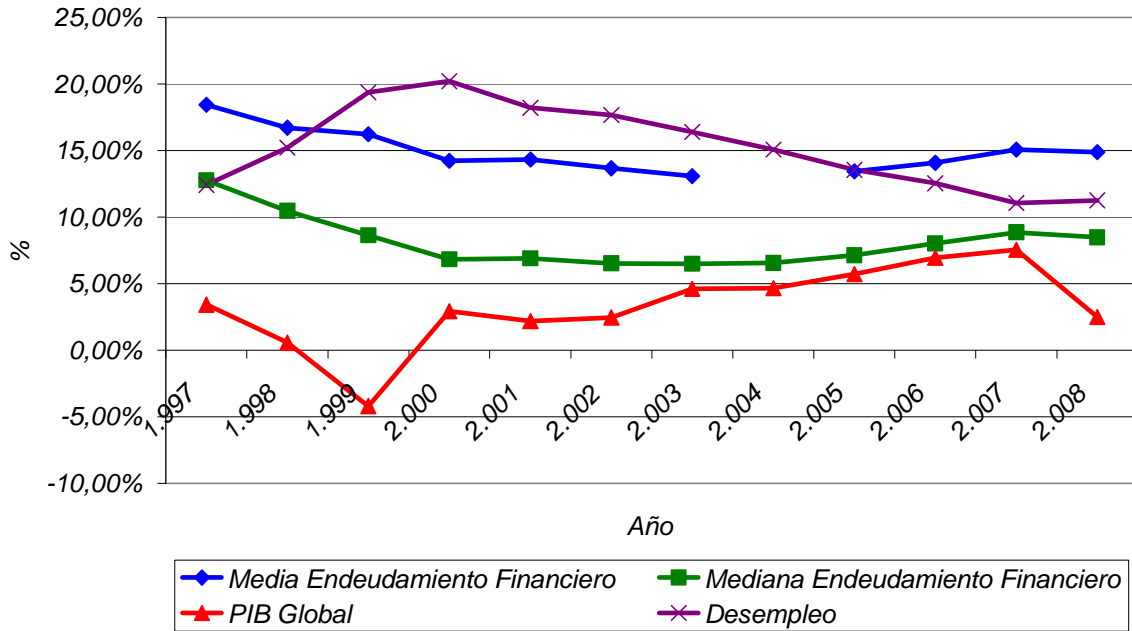
Para iniciar el análisis se toman como referencia aquellas variables generalmente usadas en las referencias bibliográficas, en cuanto a estructura de capital, rentabilidad y liquidez y característica de solvencia y tamaño. La Gráfica 1 muestra una relación entre el valor de los márgenes netos promedios para cada uno de los años y las variables macroeconómicas como son el Producto Interno Bruto (PIB) y la Tasa de desempleo. Es importante contrastar el Margen Neto debido a que éste recoge no sólo la rentabilidad operativa sino también elementos de la estructura de capital que pueden al igual que la rentabilidad variar dependiendo del estado de la economía. Visualmente podemos observar una relación directa entre los desempeños netos de las empresas y el PIB, y una leve vinculación indirecta entre los márgenes netos y la tasa de desempleo. Esto tiene una lógica simple y es que si el mercado global se reduce, así mismo, los retornos de las empresas y por ende éstas prescindirán de parte del personal buscando mejorar los márgenes vía reducción de costos, lo que lleva a un aumento en la tasa de desempleo.

Gráfica 1: Margen Neto Vs. PIB - Tasa Desempleo



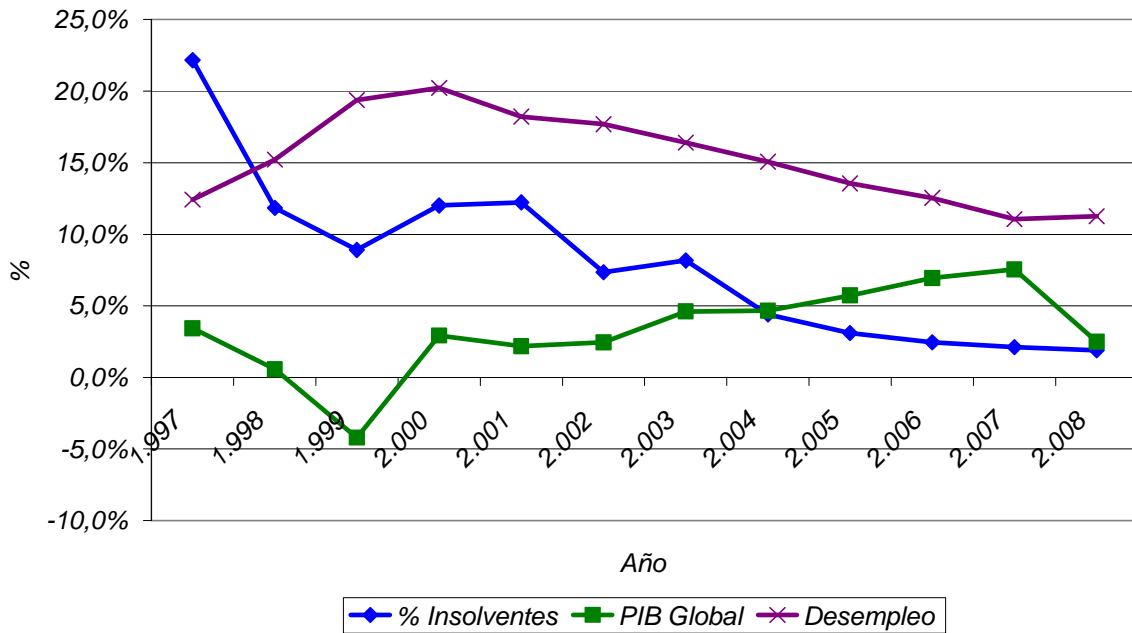
La Gráfica 2 presenta los indicadores macroeconómicos en paralelo con el endeudamiento financiero promedio de todas las compañías para los años de estudio. El endeudamiento es una de las causas de las insolvencias de las compañías, aunque éste en sí no tiene un efecto negativo (Van Horne, 1995), cuando no tiene un sistema de generación de liquidez que lo respalde genera turbulencia que se traducen en insolvencia. En períodos de crisis agudiza su efecto adverso al perder las compañías la posibilidad de servir sus compromisos con terceros. Visualmente podemos ver como las empresas en los periodos de crecimiento económico buscan aumentar su endeudamiento con el ánimo de fortalecer su aparato productivo y así mismo en períodos de crisis reducir éste como elemento de protección ante posibles estados de insolvencia.

Gráfica 2: Endeudamiento Financiero Vs. PIB - Tasa Desempleo



En la Gráfica 3 se presenta la relación de los parámetros macroeconómicos con el porcentaje de empresas que se clasifican como insolventes, los períodos de crisis intensifican los síntomas de insolvencia en las compañías, sin embargo, cabe resaltar que muestra de información disponible puede estar incompleta para la determinación del porcentaje de insolvencia.

Gráfica 3: % Insolventes Vs. PIB - Tasa de DEempleo



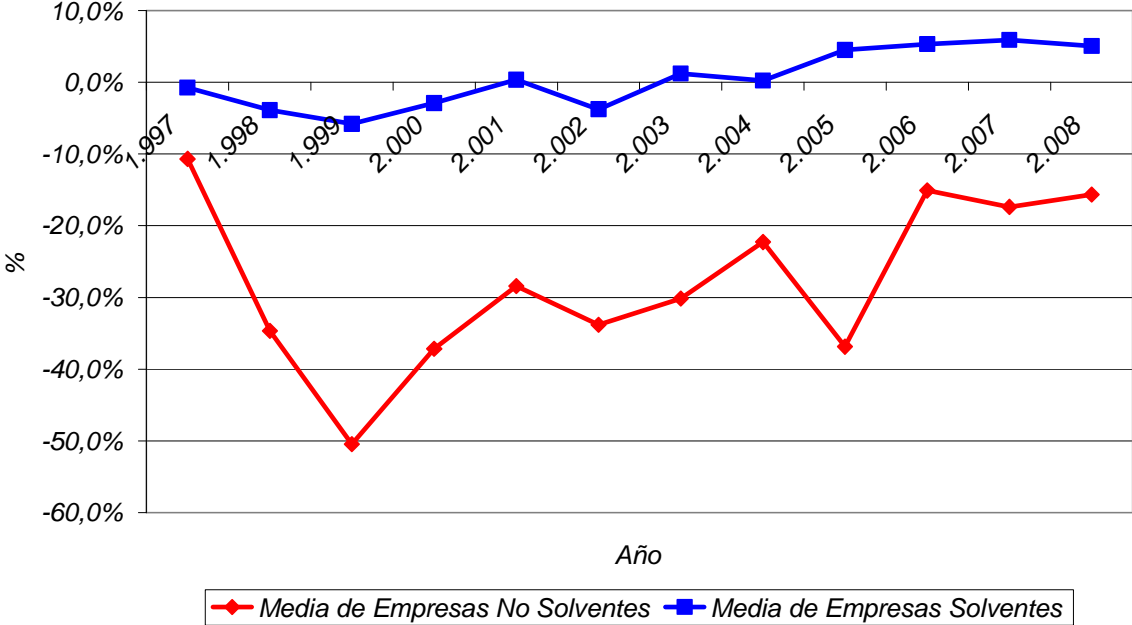
Como se había presentado anteriormente en este trabajo se busca dar un enfoque hacia la característica de tamaño de las empresas, En el Anexo 2 se observa como están caracterizadas las empresas por su tamaño y el estatus de solvencia. Las gráficas presentadas en el Anexo 3 muestran como es la participación de las empresas por su tamaño con la característica de no solvencia, así como el porcentaje de compañías insolventes dentro de las muestras de cada años por las categorías de tamaño.

Es importante observar cómo el tamaño es diferenciador en el porcentaje de compañías insolventes, el grupo de empresas clasificadas como grandes tienen un porcentaje menor que las otras dos categorías. En los últimos años estas diferencias se han acortado, teniendo en cuenta el mejor desempeño de la economía, lo que nos induce a pensar que las grandes empresas son más

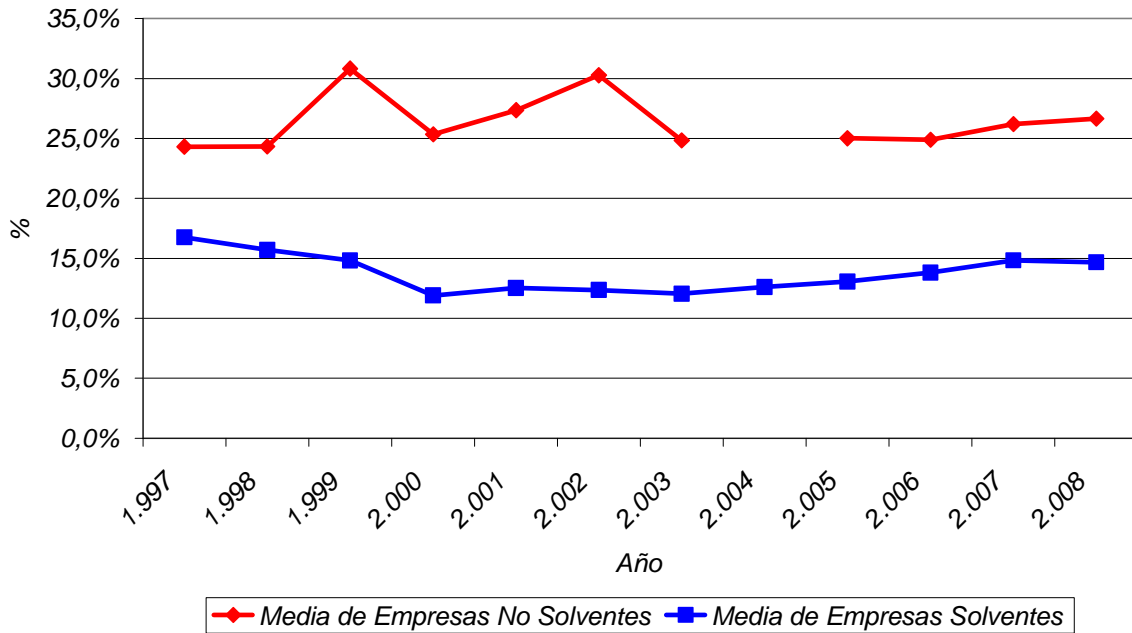
resistentes a los períodos de crisis, tal como se evidencia en las estadísticas de la Cámaras de Comercio Regionales donde el promedio de vida de las empresas grandes es el doble de las empresas de tamaños pequeños.

Se seleccionan las variables más representativas que presenten evidencia de diferencia entre las medias de las variables evaluadas con la característica de solvencia y sin ésta característica. En las Gráficas 4 y 5 El margen operacional promedio y el endeudamiento promedio haciendo la diferencia entre las compañías que poseen el estatus de insolvencia y aquellas que no. A simple vista se refleja que existe una diferencia entre los grupos que se evalúan, y podríamos hacer una prueba de hipótesis para determinar si esta diferencia es significativa o no, sin embargo, con la técnica de análisis discriminante que se desarrolla más adelante se estimará este criterio de significancia de la diferencia.

Gráfica 4: Margen Operacional



Gráfica 5: Endeudamiento Financiero



En el Anexo 3 se presentan los promedios de las razones financieras adicionales determinadas y su clasificación por estatus de solvencia (los valores no graficados, fueron eliminados para no distorsionar los rangos de las gráficas presentadas, y se pueden observar en las tablas adjuntas), en todos los casos si se presenta una diferencia entre ambos grupos.

Hasta este momento se ha presentado una descripción de la información recolectada y los cálculos desarrollados para la determinación de las razones financieras, teniendo en cuentas las variables principales como lo son la identificación de solvencia y el tamaño de la empresa. En la siguiente sección se utiliza la técnica de componentes principales para la reducción del número de variables.

Componentes Principales

Los componentes principales, como se describió anteriormente, busca reducir el número de variables con el que se trabaja sin reducir la variabilidad de la información, en otras palabras sin perder información.

Fundamentados en las variables originales que fueron seleccionadas para el desarrollo de este trabajo, se busca establecer cómo las correlaciones de estas variables pueden generar nuevas variables síntesis. El modelo de componentes principales se corre con la base de los 12 años de evaluación completa con el fin de conservar los mismos parámetros de homogeneidad para todos los períodos. En el Anexo 4 se presentan las correlaciones temporales de cada variable, que describe como cada variable puede tener vinculación con su par de los períodos anteriores o posteriores, sin embargo, como los modelos que se correrán más adelante sean diferenciados por años para que no se presenten problemas con las correlaciones temporales. En anexo 5 presenta la tabla de la matriz de correlaciones entre las variables originales que es la base para el procedimiento de componentes principales.

Luego de varias corridas de los modelos de componentes principales con la ayuda de SAS, de tipo ensayo y error y probando variables que puedan tener efectos adversos sobre los modelos, se presenta en la Tabla 6 los resultados de la corrida definitiva, con las estadísticas básicas que arroja el procedimiento de componentes principales.

Componente	Autovalor	Diferencia	Proporción	Acumulada
1	4,9998	2,9862	0,4166	0,4166
2	2,0136	0,6838	0,1678	0,5844
3	1,3298	0,3298	0,1108	0,6953
4	1,0000	0,0012	0,0833	0,7786
5	0,9988	0,2141	0,0832	0,8618
6	0,7846	0,1157	0,0654	0,9272
7	0,6689	0,4647	0,0557	0,9830
8	0,2043	0,2041	0,0170	1,0000
9	0,0002	0,0002	-	1,0000
10	0,0000	0,0000	-	1,0000
11	0,0000	0,0000	-	1,0000
12	0,0000		-	1,0000

Tabla 6: Salida SAS procedimiento PRINCOMP

La Tabla 7 presenta las combinaciones lineales de las variables originales que derivaron la corrida del modelo, que culminó reduciendo a 8 variables, de las 12 originales, sin perder información significativamente alta.

	COMP 1	COMP 2	COMP 3	COMP 4	COMP 5	COMP 6	COMP 7	COMP 8
Margen Operacional	-0,0008	0,6420	-0,0285	0,0034	0,0002	-0,2899	-0,0227	-0,7088
Margen Neto	-0,0020	0,4191	-0,0260	0,0037	0,0040	0,9036	0,0841	0,0083
Margen EBITDA	-0,0009	0,6403	-0,0278	0,0025	0,0031	-0,3015	-0,0303	0,7053
Endeudamiento	0,4472	0,0009	-0,0000	-0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	-0,0000
Endeudamiento financiero	0,4472	0,0009	-0,0000	-0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	0,0000
Razón corriente	-0,0001	0,0006	0,0770	-0,1481	0,9848	-0,0062	0,0471	-0,0019
Cubrimiento Gasto Financiero	-0,0000	0,0324	0,7031	0,0123	-0,0871	-0,0599	0,7024	0,0031
Rotación de Activos	0,4472	0,0009	0,0001	-0,0000	0,0000	0,0008	-0,0000	-0,0001
Rentabilidad del Patrimonio Operacional del Activo	0,0001	-0,0058	0,0014	0,9889	0,1486	-0,0019	-0,0002	0,0003
Utilidades Retenidas Sobre Activos	-0,4472	-0,0007	-0,0000	0,0000	-0,0000	-0,0006	-0,0000	-0,0003
Patrimonio / Pasivos	-0,4472	-0,0009	-0,0000	0,0000	-0,0000	-0,0006	-0,0000	0,0000
	-0,0001	0,0342	0,7053	0,0023	-0,0207	0,0701	-0,7043	-0,0035

Tabla 7: combinaciones lineales de los componentes resultado

Las componentes resultantes de las combinaciones lineales de las variables originales deben ser explicadas con base en las variables que las conforman, su peso y su sentido de orientación.

Componente 1: Este componente recoge la información de 5 de las variables originales, las cuales estaban altamente correlacionadas entre sí, esto se fundamenta en que las 5 variables se miden respecto de la estructura de capital de la empresa, el valor de los activos, el pasivo y por ende el patrimonio, que cumplen la ecuación fundamental de la contabilidad: pasivos + patrimonio = activos. Claramente el endeudamiento tiene un peso en el sentido contrario de las rentabilidades sobre el patrimonio y los activos. Podemos definir este componente principal como el que mide la estructura de capital asociada a la rentabilidad de la misma.

Componente 2: Este componente está claramente marcado por los márgenes, neto, operacional y EBITDA, los cuales tienen una importante correlación. Se observa una presencia del cubrimiento de los gastos financieros el cual es calculado con base en el valor del EBITDA y que a su vez, el EBITDA, se refleja como margen. Este componente se caracteriza y se define por medir la generación de recursos, liquidez, a nivel de márgenes y cubrimiento de gastos financieros, involucrando los conceptos de financiación que presenta el margen neto.

Componente 3: Este componente lo resaltan principalmente el cubrimiento del gasto financiero y la razón de patrimonio sobre pasivos totales. El cubrimiento se basa en el valor de los pasivos financieros y la generación de caja, EBITDA, y que se observa reflejada al final de ejercicio contable en el patrimonio vía las utilidades netas, al revisar la correlación de estas variables, tenemos que es de 0,33 con una

significancia alta. Dado esto, se dificulta otorgar significado financiero a este indicador más que la relación que tiene por los conceptos de cálculo.

Componente 4: Este componente está definido principalmente por el retorno del patrimonio, con un ligero aporte negativo sobre el indicador de la razón corriente. Sin embargo, este efecto otorgado por la razón corriente es pequeño dado el peso que tiene el primero; por lo que el concepto de este indicador corresponde a la rentabilidad del patrimonio en general.

Componente 5: Este componente es fundamentalmente la razón corriente con un aporte, similar al componente anterior, de la rentabilidad del patrimonio. Este se conserva como el indicador de la razón corriente.

Componente 6: Este componente está claramente marcado por los márgenes, neto, operacional y EBITDA, similar al componente 2. Se observa que el sentido del margen neto cambia, esto debido a la presencia del componente financiero y no operacional que se involucra en este indicador. Este componente se caracteriza y define por medir la generación netamente operativa de recursos y liquidez a nivel de márgenes.

Componente 7: Al igual que el componente 3 pero en sentido contrario, este componente lo resaltan principalmente el cubrimiento del gasto financiero en sentido negativo, y la razón de patrimonio sobre pasivos totales. Por los mismos argumentos señalados anteriormente esto dificulta el otorgar significado financiero a este indicador más que la relación que tiene por los conceptos de cálculo.

Componente 8: Este componente está construido por los márgenes operacionales y EBITDA, cada uno en sentido contrario al otro, la diferencia se fundamenta en el valor de los activos netos de la empresa que se usó para determinar el valor del EBITDA como una aproximación de éste, es un componente con un peso relativo, respecto a los otro componentes, pequeño.

Los componentes 9 al 12 no se presentan ya que no aportan información adicional significativa al ejercicio desarrollado. Por lo que para las corridas de los modelos de discriminación, que más adelante se presentan, se toman en cuenta los componentes 1 al 8, los cuales reflejan el 100% de la información originalmente suministrada.

En el anexo 6 se presenta la matriz de correlación entre los 8 componentes principales definidos, así como las estadísticas fundamentales, se observa como se eliminan las altas correlaciones que existían entre las variables originales. En el anexo 7 se presentan los resultados de los cálculos de los componentes principales promedio para toda la base de datos, en este anexo se puede observar los valores medios calculados para cada uno de los años y dividiendo entre los diferentes tamaños de empresas así como en indicador de estatus de solvencia los cuales son los parámetros de fundamentales de este trabajo y de la próxima sección en la cual se desarrollan los modelos de análisis discriminante con base en esta fuente de información generada por los procedimientos de componentes principales.

Análisis Discriminante

Los modelos de análisis discriminante que se corrieron son en su orden, 1) toda base entera sin distinción del período de reporte de información (1997 – 2008) o tamaño de la empresa, 2) corrida por cada grupo de empresas según el tamaño (3 modelos), 3) corrida por cada uno de los períodos de estudio (12 modelos) y 4) finalmente se realizó una corrida diferenciando el año de reporte de información y el grupo por tamaño al cual pertenece (36 modelos). Todo esto para un total de 52 diferentes corridas para observar el ajuste de la información sobre los modelos de discriminación planteados. Los resultados que arrojan las corridas de los modelos nos permitirá identificar grupos que clasificados a priori presentan un estado de solvencia y que posteriormente se encuentran en estado de no solvencia, esto con base en la identificación de las funciones de discriminación lineales del modelo de análisis discriminante.

Modelo General

La Tabla 8 muestra los valores de la función de discriminación lineal encontrada por la corrida en SAS que involucra toda la información. Estos parámetros son comprados con los que presentaba Altman en sus modelos de discriminación y los trabajos posteriores basados en esta técnica. Cada una de las constantes hace parte del modelo lineal que traducen en la línea multidimensional que divide entre la clasificación, arrojada por el modelo, de las compañías solventes y las no solventes.

	Solventes	No Solventes
Constant	-0,00529	-0,04420
COMP 1	-0,00003	0,00021
COMP 2	0,03027	-0,07929
COMP 3	-0,00125	0,00394
COMP 4	0,00005	-0,00321
COMP 5	0,00043	0,00022
COMP 6	-0,01431	-0,00323
COMP 7	-0,00207	-0,00241
COMP 8	0,16979	0,43572

Tabla 8: Función de discriminación información completa

Los resultados de la discriminación para esta corrida, se presentan en la tabla 9.

	Solventes	No Solventes	TOTAL
Solventes	116.892 92,3%	9.768 7,7%	126.660 100,0%
No Solventes	6.092 70,6%	2.535 29,4%	8.627 100,0%
Total	122.984 90,9%	12.303 9,1%	135.287 100,0%
Total Errores de clasificación	15.860		
% Error de Clasificación Total	11,72%		

Tabla 9: Resultados de clasificación general

El grupo de compañías clasificadas a priori como solventes y que posteriormente a la corrida del modelo fue clasificada como no solventes y que equivale al 7,7% de las compañías evaluadas (9.768 compañías), presentan una situación que definimos como una alerta temprana y que merecen de atención.

Modelos por tamaño

Una característica fundamental de este trabajo es que se desarrolla con toda la información disponible en un modelo muy general, diferente de los modelos desarrollados anteriormente los cuales tiene un proceso de depuración mayor en

busca de encontrar los mejores registros que destaquen las características particulares de cada grupo a clasificar. Aunque el porcentaje de error de clasificación total es bajo, las compañías que poseen el estatus de insolvencia muestran un error en la clasificación parcial alto, esto derivado a múltiples factores que se analizan en los próximos modelos, como el tamaño de la compañía y el año en que reportan información, sin embargo, otros elementos como el sector al que pertenecen pueden tener un efecto importante en la clasificación final del modelo.

En las Tablas 10, 11 y 12 se presentan los resultados de clasificación teniendo en cuenta el tamaño de las empresas como modelos independientes. En las empresas pequeñas mejora levemente el error de clasificación parcial para las empresas con estatus de insolvencia y se conserva el error de clasificación total. Para las empresas medianas mejora el error de clasificación parcial sin embargo el error de clasificación total se deteriora. Para las empresas grandes el error parcial mejora significativamente pero así mismo se deteriora el error total.

En estas corridas se observa que la proporción de empresas que reflejan las alertas tempranas, definidas anteriormente, solo se conserva en las empresas de tamaño pequeño. Sin embargo, al hacer la diferenciación por tamaño las empresas medianas y grandes presentan un incremento en la proporción que requieren de atención para normalizar su situación y éstas se asemejan más a las compañías que están en estado de insolvencia que a su propio grupo de empresas solventes.

	Solventes	No Solventes	TOTAL
Solventes	43.498 92,3%	3.631 7,7%	47.129 100,0%
No Solventes	2.275 70,2%	965 29,8%	3.240 100,0%
Total	45.773 90,9%	4.596 9,1%	50.369 100,0%
Total Errores de clasificación	5.906		
Error de Clasificación Total	11,73%		

Tabla 10: Resultados de clasificación para empresas pequeñas

	Solventes	No Solventes	TOTAL
Solventes	43.209 89,6%	5.040 10,4%	48.249 100,0%
No Solventes	2.294 60,8%	1.481 39,2%	3.775 100,0%
Total	45.503 87,5%	6.521 12,5%	52.024 100,0%
Total Errores de clasificación	7.334		
Error de Clasificación Total	14,10%		

Tabla 11: Resultados de clasificación para empresas medianas

	Solventes	No Solventes	TOTAL
Solventes	22.430 71,7%	8.852 28,3%	31.282 100,0%
No Solventes	800 49,6%	812 50,4%	1.612 100,0%
Total	23.230 70,6%	9.664 29,4%	32.894 100,0%
Total Errores de clasificación	9.652		
Error de Clasificación Total	29,34%		

Tabla 12: Resultados de clasificación para empresas grandes

En el anexo 8 se presentan las funciones de discriminación, combinaciones lineales de las variables, para los modelos teniendo en cuenta el tamaño de las empresas.

Modelos por período

El elemento de tiempo es fundamental en el análisis, ya que éste puede derivar variaciones importantes en la economía del país que diferencie un año de otro en términos de los desempeños financieros de las compañías, tal como se verifica con la revisión de variables macroeconómicas la cuales evidencian el estado de la economía y su efecto a nivel de las empresas.

La tabla 13 presenta el los resultados de clasificación para cada uno de los años de estudio, en la mayoría de los casos el error total como el error parcial es menor, como se buscaba, dando una mayor diferenciación a la información de cada modelo.

Bajo este enfoque la proporción de compañías que evidencian una alerta temprana, identificadas como “solventes Error”, incrementa en todos los casos. Este enfoque como se mencionó anteriormente es el que hace la diferencia con los modelos desarrollados por los autores referenciados.

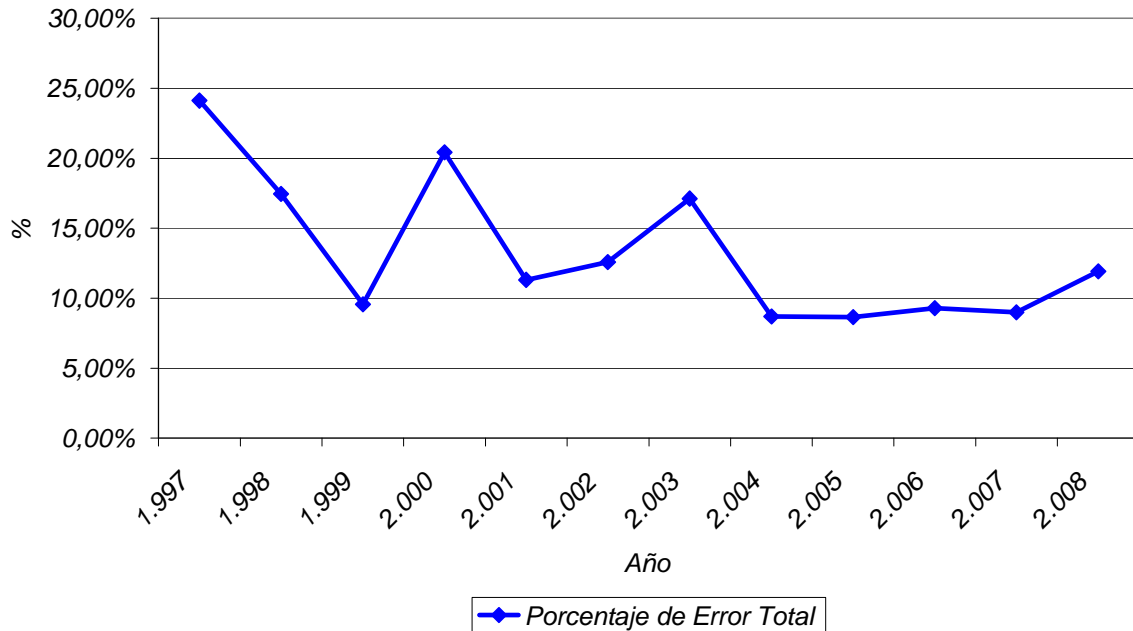
	Solventes Ok	Solventes Error	No Solve Ok	No Solve Error	Error Total
1997	4.877 77,9%	1.380 22,1%	559 31,4%	1.222 68,6%	1.939 24,12%
1998	5.828 84,5%	1.073 15,5%	293 31,6%	634 68,4%	1.366 17,45%
1999	6.613 92,1%	564 7,9%	190 27,1%	511 72,9%	754 9,57%
2000	6.001 82,1%	1.306 17,9%	390 39,1%	608 60,9%	1.696 20,42%
2001	6.407 91,2%	618 8,8%	288 29,4%	691 70,6%	906 11,32%
2002	6.189 89,0%	765 11,0%	180 32,6%	372 67,4%	945 12,59%
2003	5.886 84,7%	1.060 15,3%	235 38,0%	383 62,0%	1.295 17,12%
2004	7.285	628	92	273	720

2005	92,1%	7,9%	25,2%	74,8%	8,70%
	14.413	1.264	135	368	1.399
2006	91,9%	8,1%	26,8%	73,2%	8,65%
	17.408	1.615	196	282	1.811
2007	91,5%	8,5%	41,0%	59,0%	9,29%
	16.109	1.503	116	266	1.619
2008	91,5%	8,5%	30,4%	69,6%	9,00%
	15.791	2.077	92	251	2.169
	88,4%	11,6%	26,8%	73,2%	11,91%

Tabla 12: Resultados de clasificación diferenciado por años

En la gráfica 6 se muestra el error de clasificación total donde se refleja una mejor discriminación en los últimos años de estudio donde existe una mayor cantidad de información pero a su vez el porcentaje de empresas con el estatus de insolvencia es menor, estas en particular son las que tienen el mayor error de clasificación.

Gráfica 6: Porcentaje de Error de Clasificación Total



Por último, se busca discriminar teniendo en cuenta el año de reporte de la información financiera y el tamaño de las empresas como elementos

diferenciadores, lo que como resultado genera 36 diferentes modelos corridos y que se presentan a continuación.

Modelos por tamaño y período

Las Tablas 14, 15 y 16 muestran los resultados de clasificación para cada tipo de empresa en cada año de evaluación.

	Solventes Ok	Solventes Error	No Solve Ok	No Solve Error	Error Total
1997	1.090	327	170	473	497
	76,9%	23,1%	26,4%	73,6%	24,13%
1998	1.346	275	102	196	377
	83,0%	17,0%	34,2%	65,8%	19,65%
1999	1.759	269	117	186	386
	86,7%	13,3%	38,6%	61,4%	16,56%
2000	1.794	342	170	253	512
	84,0%	16,0%	40,2%	59,8%	20,01%
2001	1.701	225	112	276	337
	88,3%	11,7%	28,9%	71,1%	14,56%
2002	1.787	144	78	155	222
	92,5%	7,5%	33,5%	66,5%	10,26%
2003	1.636	254	119	151	373
	86,6%	13,4%	44,1%	55,9%	17,27%
2004	2.389	102	26	119	128
	95,9%	4,1%	17,9%	82,1%	4,86%
2005	6.931	755	83	137	838
	90,2%	9,8%	37,7%	62,3%	10,60%
2006	7.971	711	96	108	807
	91,8%	8,2%	47,1%	52,9%	9,08%
2007	7.120	442	43	110	485
	94,2%	5,8%	28,1%	71,9%	6,29%
2008	5.873	650	47	99	697
	90,0%	10,0%	32,2%	67,8%	10,45%

Tabla 14: Resultados de clasificación diferenciado por años para empresas pequeñas

	Solventes Ok	Solventes Error	No Solve Ok	No Solve Error	Error Total
1997	2.112	674	358	510	1.032
	75,8%	24,2%	41,2%	58,8%	28,24%
1998	2.451	566	159	273	725
	81,2%	18,8%	36,8%	63,2%	21,02%
1999	2.866	201	100	192	301
	93,4%	6,6%	34,2%	65,8%	8,96%

2000	2.434	551	182	223	733
	81,5%	18,5%	44,9%	55,1%	21,62%
2001	2.336	503	167	255	670
	82,3%	17,7%	39,6%	60,4%	20,55%
2002	2.282	511	119	110	630
	81,7%	18,3%	52,0%	48,0%	20,85%
2003	2.306	343	100	151	443
	87,1%	12,9%	39,8%	60,2%	15,28%
2004	2.633	327	60	99	387
	89,0%	11,0%	37,7%	62,3%	12,41%
2005	4.456	694	100	102	794
	86,5%	13,5%	49,5%	50,5%	14,84%
2006	6.209	757	105	101	862
	89,1%	10,9%	51,0%	49,0%	12,02%
2007	5.720	794	63	100	857
	87,8%	12,2%	38,7%	61,3%	12,84%
2008	15.791	2.077	92	251	2.169
	88,4%	11,6%	26,8%	73,2%	11,91%

Tabla 15: Resultados de clasificación diferenciado por años para empresas medianas

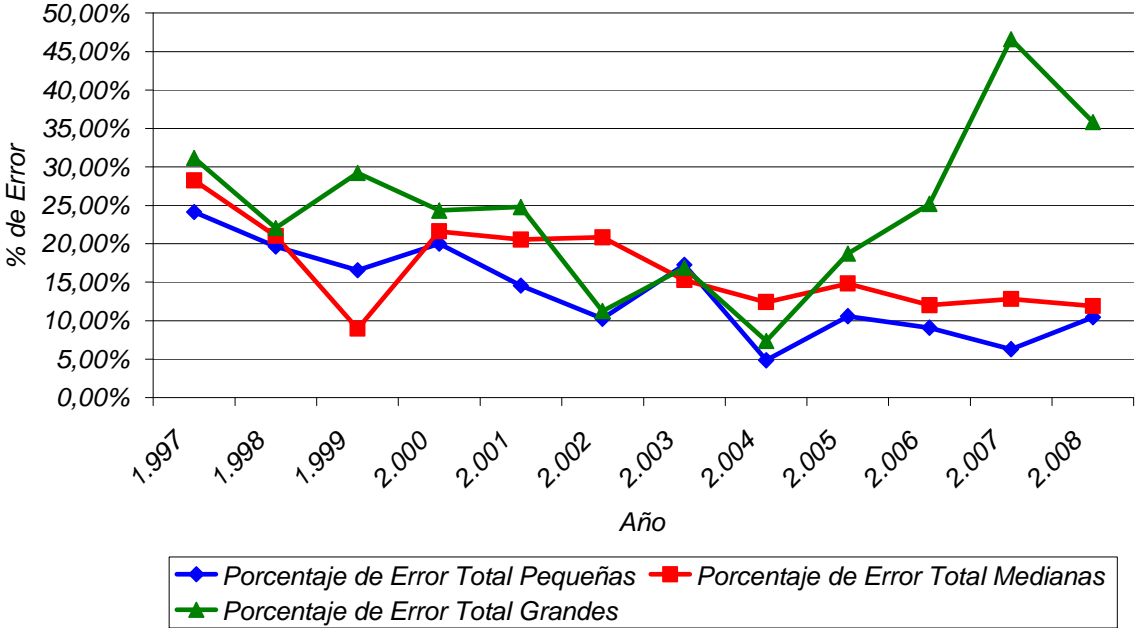
	Solventes Ok	Solventes Error	No Solve Ok	No Solve Error	Error Total
1997	1.475	579	198	242	777
	71,8%	28,2%	45,0%	55,0%	31,15%
1998	1.809	454	88	109	542
	79,9%	20,1%	44,7%	55,3%	22,03%
1999	1.493	589	50	56	639
	71,7%	28,3%	47,2%	52,8%	29,20%
2000	1.694	492	81	89	573
	77,5%	22,5%	47,6%	52,4%	24,32%
2001	1.723	537	65	104	602
	76,2%	23,8%	38,5%	61,5%	24,78%
2002	1.999	231	30	60	261
	89,6%	10,4%	33,3%	66,7%	11,25%
2003	2.028	379	44	53	423
	84,3%	15,7%	45,4%	54,6%	16,89%
2004	2.322	140	46	15	186
	94,3%	5,7%	75,4%	24,6%	7,37%
2005	2.336	505	42	39	547
	82,2%	17,8%	51,9%	48,1%	18,72%
2006	2.531	844	23	45	867
	75,0%	25,0%	33,8%	66,2%	25,18%
2007	1.898	1.638	40	26	1.678
	53,7%	46,3%	60,6%	39,4%	46,59%
2008	2.312	1.274	35	32	1.309
	64,5%	35,5%	52,2%	47,8%	35,83%

Tabla 16: Resultados de clasificación diferenciado por años para empresas grandes

La Gráfica 7 muestra los errores totales de clasificación para cada tamaño de empresa. Se puede apreciar que no hay distinción en la mejor discriminación por parte de alguno de los grupos.

Las empresas con la proporción que evidencian una alerta temprana, nuevamente incrementa en casi todos los casos, lo que refleja una necesidad de atención a este grupo de compañías.

Gráfica 7: Errores Totales de Clasificación



Dentro de esta parte del trabajo se corrieron diferentes alternativas con los componentes principales, probando con diferentes combinaciones de variables, sin embargo, el mejor ajuste fue logrado involucrando los 8 componentes dentro de los moldeos de análisis discriminante.

5 CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS

Es indispensable tener una buena preparación de la información para tener la mayor cantidad de esta información válida y que se va a involucrada en los modelos adelantados. Sin embargo, la información de la Superintendencia de Sociedades, que desde un principio asumimos era confiable para la elaboración de este trabajo, puede estar afectada por las mismas empresas que reportan en busca de beneficios, por ejemplo, tributarios. Esto puede derivar en una información que no es necesariamente real y que deja de ser comparable con las demás compañías que reportan fielmente a esta entidad.

La información veraz ante los entes de control está mejorando cada día más con los sistemas que implementan entes como la DIAN, esto permitirá en un futuro tener información mucho más confiable para el desarrollo de este tipo de estudios. La variable de clasificación de insolvencia, tiene una limitación por la forma en que se determina, acceder a una información más completa, como por ejemplo conocer el período en que se declaró en reestructuración o liquidación, o el estado de ese procesó frente a los acreedores para ver la evolución cada proceso; en este sentido permitiría arrojar resultados aún más contundentes en el uso del análisis discriminante como herramienta para predecir insolvencia financiera.

Otros elementos que se han analizado en la bibliografía (Rhoades, 1986; Linder y Crane, 1992 y Pilloff 1996), son los procesos de fusiones y escisiones los cuales involucran en muchos de los casos empresas que se encuentran en un estado de insolvencia financiera y que esto puede generar oportunidades para otras empresas que puede adquirirla, fusionarla o escindir alguna división rentable. Esto puede cambiar la información de este trabajo, este tipo de información es de difícil consecución y puede plantearse como un trabajo futuro sobre el efecto de los procesos de frucción o escisión en el desempeño financiero de las empresas.

La selección de las variables, razones financieras, que se involucran en el trabajo es un aspecto primordial para el mismo, éstas se basaron en los modelos que se habían desarrollado anteriormente y por criterio del expertis financiero del analista.

Hay razones financieras que fueron fundamentales en el análisis desarrollado, por ejemplo, el nivel de endeudamiento financiero es una variable de alto impacto así como la rentabilidad operacional de activo. En la revisión bibliográfica se evidenció que estos indicadores estaban presentes en algunos de los modelos revisados, sin embargo, la influencia en el presente trabajo es más fuerte dada las características particulares con las que se decidió implementar el trabajo, entre estas, 1) la información de mayor tamaño, bases de más de 135.000 registros, 2) clasificación dada por un ente de control, como lo es el estatus de solvencia, 3) evaluación en diferentes años de estudio, 1997 a 2008 y enfoque por tamaño de la organización, 4) el uso del análisis de componentes principales para la selección de las variables de trabajo en los modelos de discriminación, siendo este último un

elemento diferente de los planteados en la totalidad de los modelos los cuales se basan en razones financieras de cálculo básico.

Existe un grupo importante de razones financieras que pueden evaluarse para ser involucradas en el desarrollo de trabajos similares, posteriores y que en éste momento se imposibilita trabajar dadas las restricciones de la información, como el valor de mercado del capital sobre el pasivo total, la utilidad neta antes de impuestos sobre el pasivo circulante y el flujo de caja sobre el pasivo total. Por otro lado, podemos usar razones financieras mezclando las determinadas anteriormente como el capital de trabajo sobre el activo total, las utilidades antes de impuestos sobre capital contable y la utilidad operativa sobre los gastos financieros. La incorporación de más o menos variables siempre se da con el objetivo de mejorar el ajuste del modelo de detección de alertas tempranas.

El análisis de componentes principales nos permitió identificar redundancias en las variables que eran objeto de estudio y que se habían seleccionado en un principio, además de eliminar las correlaciones entre estas variables que surgen del resultado del procedimiento de la estadística multivariada. Este ejercicio nos llevó a la reducción significativa de variables sin la pérdida de información, lo que era una de los objetivos principales del presente trabajo. El análisis de componentes principales es uno de los diferenciadores del presente trabajo, ya que no se había trabajado anteriormente con esta técnica en la revisión bibliográfica que permite involucrar mayor información en el análisis discriminante.

La técnica de análisis discriminante es una herramienta poderosa para hacer análisis de clasificación y predicción. Como objetivo principal del presente trabajo busca identificar elementos de juicio para determinar si una compañía requiere de acuerdos de reestructuración como alternativa para una pronta solución a problemas de insolvencia.

Los modelos de análisis discriminante permiten hacer predicción para la clasificación de una de estas empresas en alguno de los grupos identificados, esto nos llevaría a establecer la necesidad de requerir reestructuraciones o no según el resultado.

Encontramos un grupo interesante como resultado del desarrollo el cual se encuentra en el cuadrante de compañías que se encuentran en estado de no solvencia pero que sus características hacen que se clasifiquen en el grupo de compañías insolvente. Este grupo en particular requiere de una revisión cuidadosa de su salud financiera pues pueden estar reflejando fragilidad que indique la necesidad de una reestructuración financiera que permita mejorar los indicadores. Este grupo representa un 7,7% de las compañías que se presentan como solventes, y que tal como se mencionó se definen una alerta tempranas que requiere de atención.

Finalmente, tenemos el grupo de empresas que se identifican como no solventes y que se clasifican dentro del modelo como compañías solventes. Como se menciona anteriormente, la identificación es parte del procedimiento de la Superintendencia de Sociedades, más aún, esto no quiere decir que la compañía

no este desarrollando los programas de reestructuración correctamente y que ya se encuentre en un estado de salud financiera positivo al que tenía cuando debió incorporarse a este acuerdo. Información sobre el período de declaración del acuerdo sería de mucha ayuda para permitirnos validar un modelo general como el que se desarrolla en esta oportunidad.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Edward I. Altman, The Prediction of Corporate Bankruptcy: A Discriminant Analysis, *The Journal of Finance*, Vol. 23, No. 1 (March, 1968), pp. 193-194
- Edward I. Altman, Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy". *Journal of Finance*, (September, 1968): pp. 589-609
- Gordon L.V Springate, Predicting the Possibility of Failure in a Canadian Firm, Simon Fraser University publications, (January, 1978).
- Fulmer, John G. Jr., Moon, James E., Gavin, Thomas A., Erwin, Michael J., A Bankruptcy Classification Model For Small Firms. *Journal of Commercial Bank Lending* (July, 1984): pp. 25-37.
- Sands, Earl G., Gordon L.V. Springate, and Turgut Var, Predicting Business Failures. *CGA Magazine* (May, 1983): pp. 24-27.
- Bilanas, C.A. - Score, A Warning System for Small Business Failures, University of Quebec publications, (June, 1987): pp. 29-31.
- Donald A. Botheras, Use of a Business Failure Prediction Model for Evaluating Potential and Existing Credit Risk. Simon Fraser University, (March, 1979).
- Robert O. Edmister, Financial Ratios as Discriminant Predictors of Small Business Failure, *The Journal of Finance*, Vol. 27, No. 1 (March, 1972): pp. 139-140

- Chang-Soo Kim, David C. Mauer, Ann E. Sherman, The Determinants of Corporate Liquidity: Theory and Evidence, *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 33, No. 3 (September, 1998): pp. 335-359
- Donald L. Stevens, Financial Characteristics of Merged Firms: A Multivariate Analysis, *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 8, No. 2 (March, 1973): pp. 149-158
- Torres Fernández, Alfredo, Análisis de Componentes Principales Aplicado a las razones financieras que muestran el desempeño industrial mexicano entre 1998 y 2001. *Entelequia. Revista Interdisciplinaria* 5, (2007).
- Toledo, Carlos, Análisis de Componentes Principales en el sistema financiero colombiano. *Uniandes*, (1992).
- Ayala, E. Comparación de la solvencia y rentabilidad empresarial de países mediterráneos incluidos en el proyecto BACH. V Jornada ASEPUC de contabilidad financiera. Madrid, (2005).
- Berrío D., Cabeza L., Verificación y adaptación del modelo de ALTMAN a la Superintendencia de Sociedades de Colombia, *pensamiento & gestión*, 15. Universidad del Norte (2003): pg. 26-51.
- Martínez A. Oscar, Determinantes de fragilidad en las empresas colombianas, Banco de la República de Colombia, Cuadernos de Economía, (2001).
- Ohlson, J., "Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy", *Journal of Accounting Research* 18, (1980).

- Platt, Harlan y Marjorie Platt, "A note on the use of industry-relative ratios in bankruptcy prediction", Journal of Banking and Finance, (1991).
- Rosillo, Jorge, "Modelo de predicción de quiebras de las empresas colombianas", Revista Innovar, Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional, No.19, (2002).
- Rencher, Alvin C., Methods of Multivariate Analysis, Wiley-Interscience Second Edition (2002).
- Astorga Hilbert, Alejandro, Modelos de predicción de la insolvencia empresarial, <http://www.ifecom.cjf.gob.mx/PDF/estudio/3.pdf>
- Anthony, La Contabilidad en la Administración de Empresas, UTEHA, (1971).
- Bernstein A. Leopoldo, Análisis de Estados Financieros. Teoría, Aplicación e Interpretación. Irwin, (1995).
- Chamorro Saéñz, Carlos, Los Ratios Financieros, ESAN, (1978).
- Helfert, Técnicas de Análisis Financiero, Labor S.A., (1975).
- Pareja Velez, Ignacio, Ebook: Análisis y Planeación Financiera. Decisiones de Inversión. Disponible en http://sigma.poligran.edu.co/politecnico/apoyo/Decisiones/libro_on_line/contenido.html, (2005)
- Van Horne, James C., Administración Financiera. Décima Edición, Prentice Hall, (1995).
- León C. y Miranda M., Análisis Macroeconómico para empresas, biblioteca virtual eumed.net, (2002).

- Johnson Richard Arnold, Applied Multivariate Statistical Análisis, Dean W. Wichern. (1987).
- Anderson, T. W., , An Introduction To Multivariate Statistical Analysis, Wiley-Interscience, (2003).
- Carl J. Huberty, Applied Multivariate Statistics Textbooks, University of Georgia, (1990).
- Luis G. Díaz M., Estadística Multivariada, Publicaciones Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia 2da edición, (2007).
- Carl J. Huberty, , Applied Discriminant Analysis, University of Georgia, (1994)
- Rhoades, S., The Operating Performance of Acquired Firms in Banking Before & After Acquisition, Sta Economic Studies 149, Board of Governors of the Federal Reserve System, Washington, DC., (1986).
- Linder, J. y Crane, D., Bank Mergers: Integration y Profitability, Working paper, Harvard Business School, Cambridge MA., (1992).
- Pilloff, S., Bank Merger Activity in the United States, (1994-2003). Board of Governors of the Federal Reserve System, Sta® Study No. 176, (2004).
- Darío Estrada, Efectos de las fusiones sobre el mercado Financiero Colombiano, Banco de la República de Colombia, (2005).
- Ley 550 de 1999
- Ley 1116 de 2006
- Ley 905 de 2004

Apéndice A

Componentes Principales¹:

Supongamos que existe una muestra con n individuos para cada uno de los cuales se han medido m variables (aleatorias) F_j . El Análisis de Componentes Principales permite encontrar un número de factores subyacentes $p < m$ que explican aproximadamente el valor de las m variables para cada individuo. El hecho de que existan estos p factores subyacentes puede interpretarse como una reducción de la dimensionalidad de los datos: donde antes necesitábamos m valores para caracterizar a cada individuo ahora nos bastan p valores. Cada uno de los p encontrados se llama componente principal, de ahí el nombre del método.

Existen dos formas básicas de aplicar el Análisis de Componentes Principales:

1. Método basado en la matriz de covarianzas, que se usa cuando los datos son dimensionalmente homogéneos y presentan valores medios similares.
2. Método basado en la matriz de correlación, cuando los datos no son dimensionalmente homogéneos o el orden de magnitud de las variables aleatorias medidas no es el mismo.

Método basado en las covarianzas:

Es el más usado cuando todos los datos son homogéneos y tienen las mismas unidades. Cuando se usan valores muy variables o magnitudes que tienen unidades resulta más adecuado para interpretar los resultados el método basado en correlaciones, que siempre es aplicable sin restricción alguna.

Método basado en correlaciones:

¹ Tomado de <http://www.sn1.salk.edu/~shlens/pca.pdf>

El método parte de la matriz de correlaciones, consideremos el valor de cada una de las m variables aleatorias F_j . Para cada uno de los n individuos tomemos el valor de estas variables y escribámosla el conjunto de datos en forma de matriz:

$$(F_j^\beta)_{j=1, \dots, m}^{\beta=1, \dots, n}$$

Obsérvese que cada conjunto

$$\mathcal{M}_j = \{F_j^\beta | \beta = 1, \dots, n\}$$

puede considerarse una muestra aleatoria para la variable F_j . A partir de los $m \times n$ datos correspondientes a las m variables aleatorias, puede construirse la matriz de correlación muestral viene definida por:

$$\mathbf{R} = [r_{ij}] \in M_{m \times m} \quad \text{con } r_{ij} = \frac{\text{cov}(F_i, F_j)}{\sqrt{\text{var}(F_i)\text{var}(F_j)}}$$

Puesto que la matriz de correlaciones es simétrica entonces resulta diagonalizable y sus valores propios λ_i verifican:

$$\sum_{i=1}^m \lambda_i = 1$$

Debido a la propiedad anterior estos m valores propios reciben el nombre de pesos de cada uno de los m componentes principales. Los factores principales identificados matemáticamente se representan por la base de vectores propios de la matriz \mathbf{R} . Está claro que cada una de las variables puede ser expresada como combinación lineal de los vectores propios o componentes principales.

Análisis Discriminate²:

Supóngase que se tiene p variables aleatorias, Y_1, Y_2, \dots, Y_p , y que se toman muestras aleatorias correspondientes a 2 grupos (ó poblaciones). Supóngase que es el valor j -ésimo de la población i -ésima, de la combinación lineal de las Y que produce la máxima diferencia entre las 2 poblaciones mencionadas.

$$Z_{ij} = a_1 Y_{1ij} + a_2 Y_{2ij} + \dots + a_p Y_{p ij}$$

$$i=1, 2; j=1, 2, \dots, n_j \quad (1)$$

Sean \underline{Y}_1 y \underline{Y}_2 los vectores cuyos elementos son las medias muestrales de las variables Y_1, Y_2, \dots, Y_p de las poblaciones 1 y 2, respectivamente, tenemos que:

$$\underline{\bar{Y}}_1 = \begin{bmatrix} \bar{Y}_{11} \\ \bar{Y}_{21} \\ \vdots \\ \bar{Y}_{p1} \end{bmatrix} \quad \underline{\bar{Y}}_2 = \begin{bmatrix} \bar{Y}_{12} \\ \bar{Y}_{22} \\ \vdots \\ \bar{Y}_{p2} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Nótese que en (2), el primer subíndice identifica las variables, en tanto que el segundo subíndice identifica la población correspondiente.

Entonces se tiene que, usando (1)

$$\bar{Z}_i = a_1 \bar{y}_{1i} + a_2 \bar{y}_{2i} + \dots + a_p \bar{y}_{pi} \quad (3)$$

$$i=1, 2$$

$$\text{ó } \underline{\bar{Z}}_i = \underline{a}' \underline{\bar{Y}}_i$$

donde $\underline{a} = [a_1, a_2, \dots, a_p]'$ y $\underline{\bar{Y}}_i$ es como en (2).

² Tomado de http://www.avepagro.org.ve/agrotrop/v20_1/v201a001.html

La estadística

$$T_z = \frac{\frac{\hat{z}_1 - \hat{z}_2}{a}}{\hat{\sigma}(\hat{z}_1 - \hat{z}_2)} \quad (4)$$

donde $a = \left(\frac{\hat{z}_1 - \hat{z}_2}{a} \right)$ es el error típico estimado de la diferencia entre los promedios estimados \hat{z}_1 y \hat{z}_2 sigue la distribución t de Student con grados de libertad $n_1 + n_2 - 2$, donde n_1 y n_2 son el número de observaciones en los grupos 1 y 2, respectivamente. La estadística T_z arriba se usa para docimar la hipótesis

$$H_0: a'\mu_1 = a'\mu_2 \quad (5)$$

donde $\mu_1 = [\mu_{1i}, \mu_{2i}, \dots, \mu_{pi}]'$ es el vector cuyos elementos son las medias verdaderas de las variables Y_1, Y_2, \dots, Y_p , correspondientes a la población i-ésima. Se puede demostrar que si se acepta la hipótesis nula en (5) para un vector dado a , esto implica aceptar la hipótesis

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \quad (6)$$

El error típico $\hat{\sigma}(\hat{z}_1 - \hat{z}_2)$ en (4) se obtiene por la fórmula

$$\hat{\sigma}(\hat{z}_1 - \hat{z}_2) = \sqrt{C.M.Ez \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)} \quad (7)$$

donde $C.M.Ez$ es el Cuadrado Medio del Error en el Análisis de la Variancia, en términos de la variable Z .

Se puede demostrar que la estadística T_z^2 sigue la distribución F de Snedecor, (bajo la hipótesis nula: $\bar{z}_1 = \bar{z}_2$) con grados de libertad $f_1 = 1, f_2 = n_1 + n_2 - 2$, es decir que

$$T^2_z \xrightarrow{H_0} Fz(1, n1 + n2 - 2)$$

Se puede escribir usando (4) y (7)

$$T^2_z = \frac{(\hat{z}_1 - \hat{z}_2)^2}{\sqrt{C.M.Ez\left(\frac{1}{n1} + \frac{1}{n2}\right)}}$$

Usando (2) y (3) se tiene

$$\begin{aligned} T^2_z &= \frac{(\hat{a}'\bar{Y}_1 - \hat{a}'\bar{Y}_2)(\bar{Y}_1\hat{a} - \bar{Y}_2\hat{a})}{\frac{\hat{a}'E\hat{a}}{n1 + n2 - 2} \left(\frac{1}{n1} + \frac{1}{n2}\right)} = \frac{\hat{a}'(\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2)(\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2)\hat{a}}{\hat{a}'E\hat{a}} \frac{n1 + n2 - 2}{\frac{1}{n1} + \frac{1}{n2}} \\ &= \frac{\hat{a}'B\hat{a}}{\hat{a}'E\hat{a}} \text{ (constante)} \quad (8) \end{aligned}$$

donde B y E son las matrices cuyos elementos en la diagonal principal son las sumas de los cuadrados corregidos por la media, y aquellos fuera de la diagonal son las sumas de los productos corregidos por la media, de las Y , correspondientes a los renglones "entre poblaciones" y "dentro de poblaciones" ó Error, respectivamente.

Se puede demostrar que una generalización de (8) a k poblaciones y p variables, corresponde al valor Fz que se obtiene como la razón del Cuadrado Medio de Poblaciones al Cuadrado Medio del Error, haciendo el Análisis de la Variancia en términos de Z . En los casos de datos agrupados con 2 ó más criterios, siempre existirá una matriz de Sumas de Cuadrados y de Productos del Error como en (8) y, a semejanza de B en (8) podrá determinarse la matriz correspondiente en el numerador en cada caso (ejemplo: Filas, Columnas, Interacciones, etc.).

El problema estadístico que se plantea es estimar los elementos del vector a para hacer

$$\frac{\underline{a}'\underline{B}\underline{a}}{\underline{a}'\underline{E}\underline{a}} = \text{m\u00e1ximo} \quad (9)$$

Hacemos

$$f = \frac{\underline{a}'\underline{B}\underline{a}}{\underline{a}'\underline{E}\underline{a}} = \frac{u}{w}$$

Por lo tanto, f es un m\u00e1ximo para aquellos valores de \underline{a} , para los cuales

$$\frac{\partial f}{\partial \underline{a}} = \frac{1}{w^2} \left(\frac{\partial u}{\partial \underline{a}} w - u \frac{\partial w}{\partial \underline{a}} \right) = 0$$

$$\frac{\partial f}{\partial \underline{a}} = \frac{1}{(\underline{a}'\underline{E}\underline{a})^2} \left[2\underline{B}\underline{a}(\underline{a}'\underline{E}\underline{a}) - 2\underline{a}'\underline{B}\underline{a}(\underline{E}\underline{a}) \right] = 0$$

$$\frac{\partial f}{\partial \underline{a}} = \underline{B}\underline{a} - \underline{f}\underline{E}\underline{a} = 0$$

Sustituyendo \underline{a} por su estimaci\u00f3n (a partir de la muestra), $\hat{\underline{a}}$, se tiene

$$\frac{\partial f}{\partial \underline{a}} = \underline{B}\hat{\underline{a}} - \hat{f}\underline{E}\hat{\underline{a}} = 0 \quad (10)$$

donde \hat{f} es una estimaci\u00f3n del valor m\u00e1ximo de f arriba.

Premultiplicando ambos miembros de (10) por \underline{E}^{-1} , se tiene

$$\underline{E}^{-1}\underline{B}\hat{\underline{a}} - \hat{f}\hat{\underline{a}} = \left[\underline{E}^{-1}\underline{B} - \hat{f}\underline{I} \right] \hat{\underline{a}} = 0$$

El sistema de ecuaciones (11) tiene soluciones no triviales si y s\u00f3lo si

$$\left| \underline{E}^{-1}\underline{B} - \hat{f}\underline{I} \right| = 0 \quad (12)$$

El determinante $|E^{-1} B - f I|$ en (12) es un polinomio de grado p en f (polinomio característico). Se puede demostrar que la ecuación (12) (ecuación característica) tiene sólo soluciones reales (raíces características ó autovalores).

Sea f^* el mayor autovalor en (12). Sustituyendo f^* en (11), y resolviendo por a , se obtiene una estimación del autovector a^* , cuyos elementos son los coeficientes de la Función Discriminante buscada. Finalmente, usando (9) con a^* en lugar de a , una estimación del máximo requerido es

$$\frac{\hat{a}^* B \hat{a}^*}{\hat{a}^* B \hat{a}^*}$$

Por lo tanto, la Función Discriminante estimada es

$$Z^{ij} = \hat{a}_1 Y_{1ij} + \hat{a}_2 Y_{2ij} + \dots + \hat{a}_p Y_{pij}$$

$$i = 1, 2 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Anexo 1

Modelos de Predicción de la Insolvencia Empresarial³

Modelos de Altman

Para todos los modelos de Altman se define que:

X1 =Capital de trabajo / Activo total

X2 =Utilidades retenidas / Activo total

X3 =Utilidades antes de intereses e impuestos / Activo total

X4 =Valor de mercado del capital / Pasivo total

X5 = Ventas / Activo total

Modelo Z-Altman

La función discriminante es:

$$Z = 1.2 X1 + 1.4 X2 + 3.3 X3 + 0.6 X4 + 0.99 X5$$

El resultado indica que, Si $Z \geq 2.99$, la empresa no tendrá problemas de insolvencia en el futuro; si $Z \leq 1.81$, entonces es una empresa que de seguir así, en el futuro tendrá altas posibilidades de caer en insolvencia. El modelo considera que las empresas se encuentran en una "zona gris" o no bien definida si el resultado de Z se encuentra entre 1.82 y 2.98.

Modelos Z1- Altman

La función discriminante es:

$$Z1 = 0.717 X1 + 0.847 X2 + 3.107 X3 + 0.420 X4 + 0.998 X5$$

Si $Z1 \geq 2.90$, la empresa no tendrá problemas de insolvencia en el futuro; si $Z1 \leq 1.23$, entonces es una empresa que de seguir así, en el futuro tendrá altas

³ Compilación de modelos tomado del estudio Modelos de predicción de la insolvencia empresarial Autor: Ing. Alejandro Astorga Hilbert, publicado en <http://www.ifecom.cjf.gob.mx>

posibilidades de caer en insolvencia. Si el resultado de Z1 es de entre 1.24 y 2.89, se considera que la empresa se encuentra en una "zona gris" o no bien definida.

Modelo Z2-Altman

La función discriminante es:

$$Z2 = 6.56X1 + 3.26X2 + 6.72 X3 + 1.05 X4$$

Si $Z2 \geq 2.60$, la empresa no tendrá problemas de insolvencia en el futuro; si $Z2 \leq 1.10$, entonces es una empresa que de seguir así, en el futuro tendrá altas posibilidades de caer en insolvencia. Las empresas se ubicarán en una zona no bien definida si el resultado de Z2 se encuentra entre 1.11 y 2.59.

Modelos CA-SCORE:

Para el modelo CA-SCORE se define que:

$X1 = \text{Capital contable} / \text{Activo total}$

$X2 = (\text{Utilidades antes de impuestos} + \text{Gastos financieros}) / \text{Activo total},$

$X3 = \text{Ventas} / \text{Activo total}.$

La función discriminante es:

$$\text{CA-SCORE} = 4.5913 X1 + 4.5080 X2 + 0.3936 X3 - 2.7616$$

Cuando $\text{CA-SCORE} < -0.3$, la empresa puede considerarse como "insolvente".

Modelo Springate

Para el modelo de Springate se define que:

$A = \text{Capital de trabajo} / \text{Activo total}$

$B = \text{Utilidad neta antes de intereses e impuestos} / \text{Activo total}$

C = Utilidad neta antes de impuestos / Pasivo circulante

D = Ventas / Activo total.

La función discriminante es:

$$Z = 1.03A + 3.07B + 0.66C + 0.40D$$

Cuando $Z < 0.862$, la firma podría considerarse como "insolvente".

Modelo Fulmer

Para el modelo de Fulmer se define que:

X1 = Utilidades retenidas / Activo total

X2 = Ventas / Activo total

X3 = Utilidades antes de impuestos / Capital contable

X4 = Flujo de caja / Pasivo total

X5 = Deuda / Activo total

X6 = Pasivo circulante / Activo total

X7 = Activo total tangible

X8 = Capital de trabajo / Pasivo total

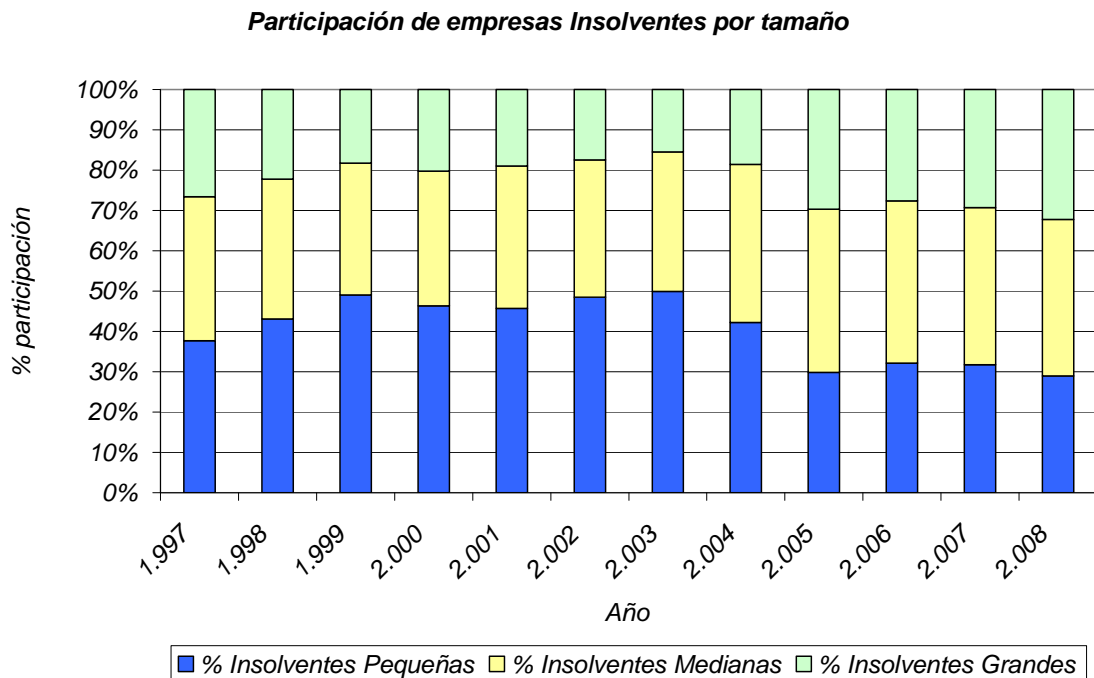
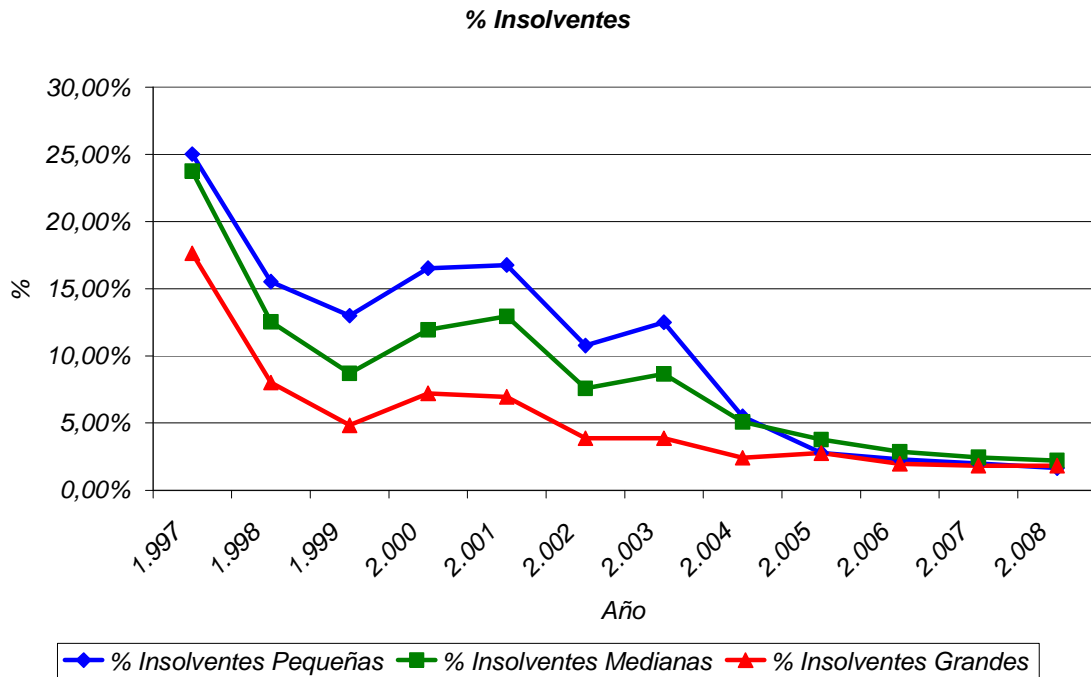
X9 = log Utilidad operativa / Gastos financieros.

La función discriminante es:

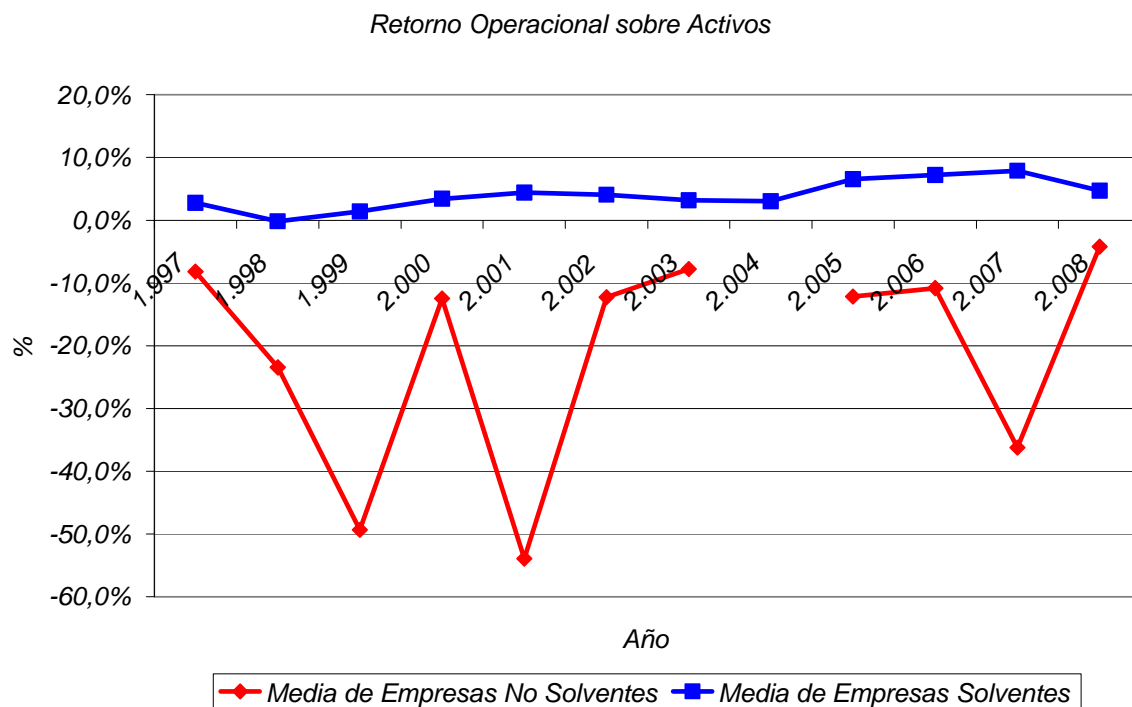
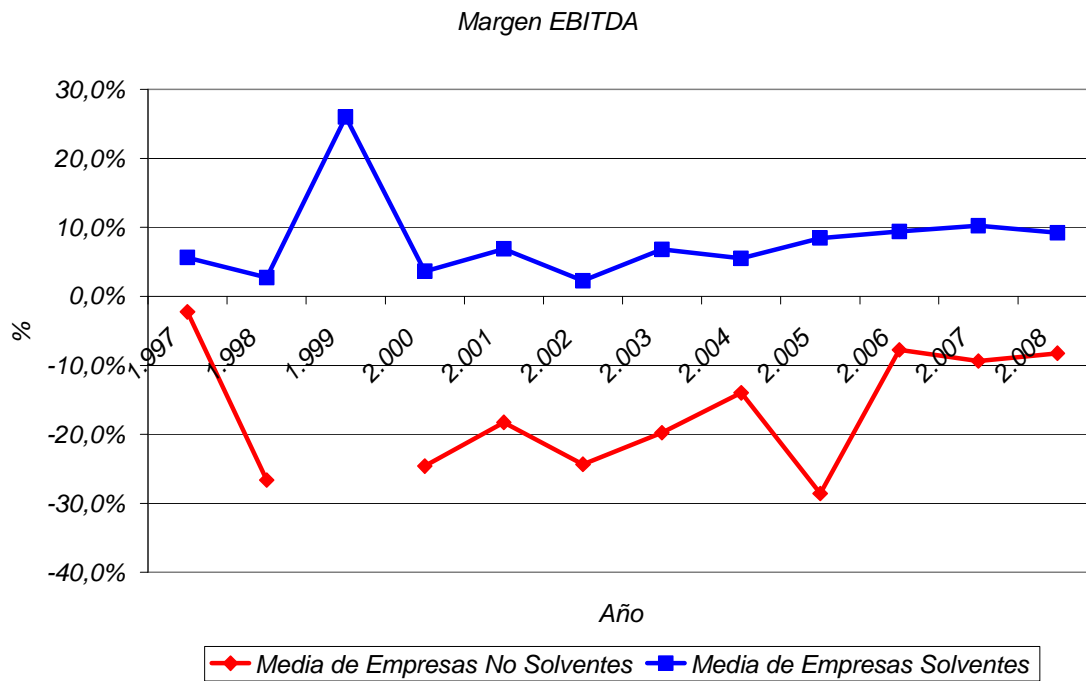
$$H = 5.528 X1 + 0.212 X2 + 0.073 X3 + 1.270 X4 - 0.120 X5 + 2.335 X6 + 0.575 X7 + 1.083 X8 + 0.894 X9 - 6.075$$

Cuando $H < 0$, la empresa puede calificarse como "insolvente".

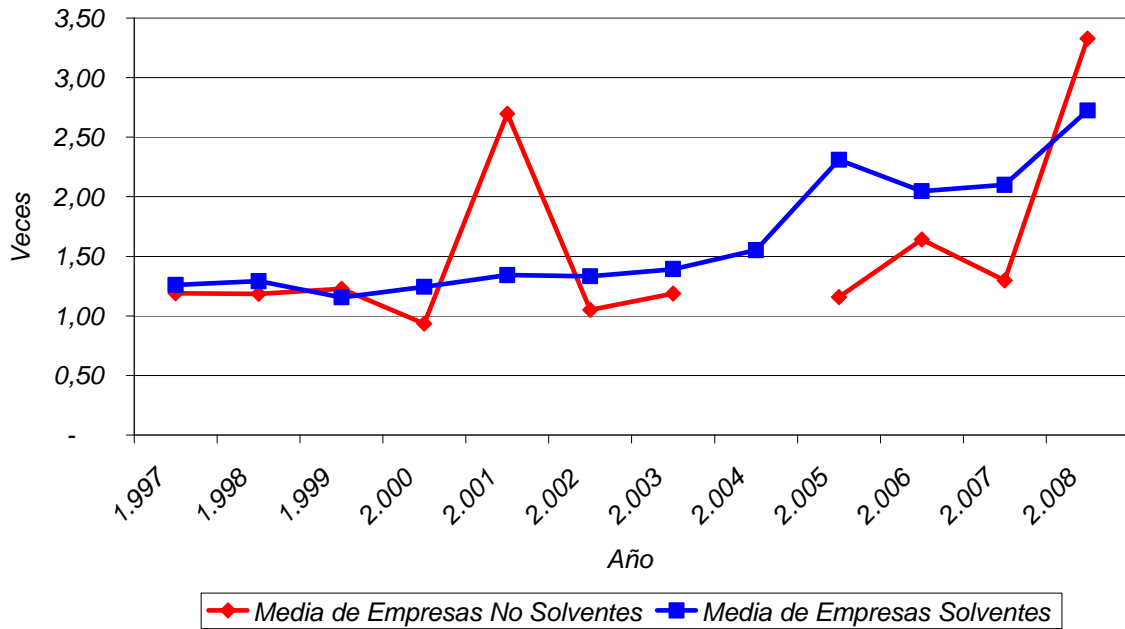
Anexo 2 – Caracterización de las empresas insolventes por tamaño.



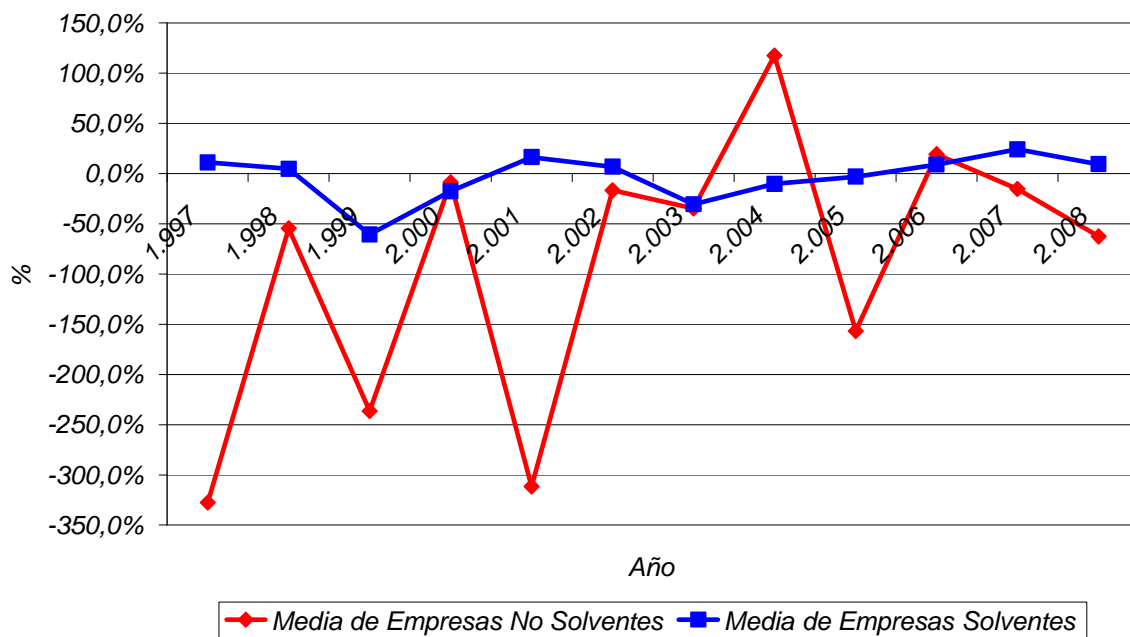
Anexo 3 – Medias de las Variables discriminadas por el estatus de Solvencia



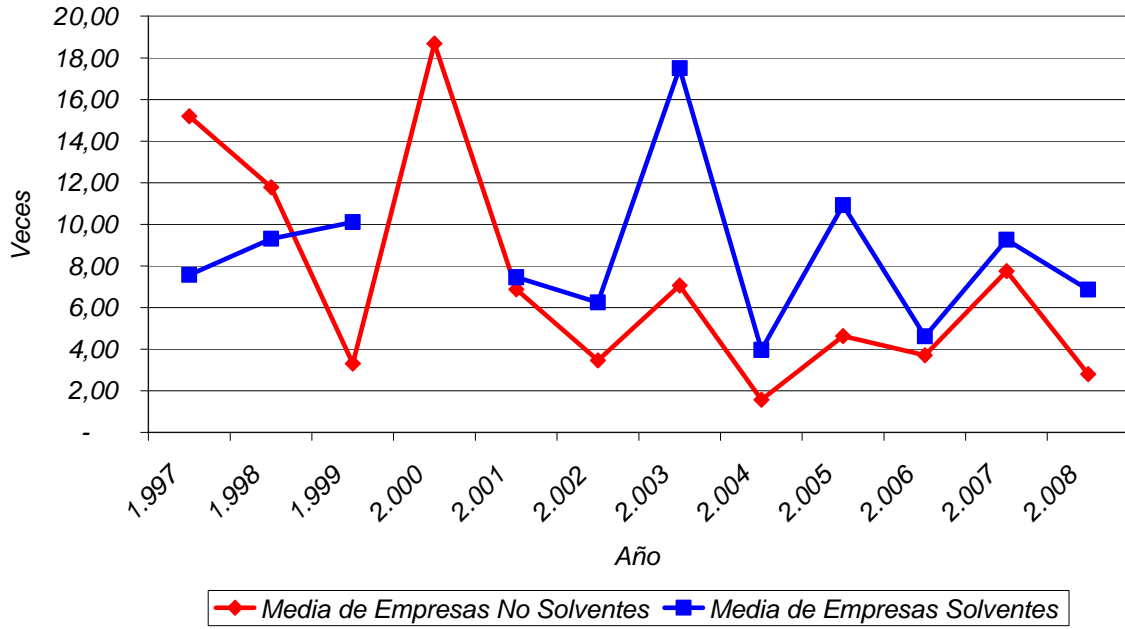
Rotación de Activos



Rentabilidad del Patrimonio



Razón Corriente



Anexo 2 - Caracterización de la información

Caracterización Información Año 1997

1997	Empresas	Insolventes	% Insolvencia
Total Muestra	8.038	1.781	22,2%
Pequeña	1.890	473	25,0%
Mediana	3.654	868	23,8%
Grande	2.494	440	17,6%

1997	Media	Mediana	Desviación	Máximo	Mínimo	Percentil 5	Percentil 95
Margen Operacional	-0,03	0,04	1,45	1,00	-112,52	-0,54	0,57
Margen Neto	-0,02	0,02	2,20	22,01	-142,61	-0,46	0,58
Margen EBITDA	0,04	0,06	1,40	5,81	-111,53	-0,44	0,79
Endeudamiento	0,53	0,52	0,49	15,09	0,00	0,04	0,94
Endeudamiento financiero	0,18	0,13	0,25	12,61	0,00	0,00	0,56
Razón corriente	9,27	1,48	236,80	16.338,33	0,00	0,42	9,29
Cubrimiento GF	118,45	0,94	3.189,20	166.440,21	-51.561,32	-7,81	39,31
Rotación de Activos	1,25	0,89	2,79	140,51	0,00	0,06	3,27
Rentabilidad del Patrimonio	-0,64	0,05	47,01	601,59	-3.208,67	-0,57	0,51
Rentabilidad Operacional del Activo	0,00	0,03	0,57	12,36	-22,91	-0,22	0,24
Utilidades Retenidas Sobre Activos	-0,01	0,07	2,57	1,55	-221,40	-0,32	0,32
Patrimonio / Pasivos	151,02	0,93	8.971,81	794.036,20	-0,93	0,06	21,06

1997	Margen Operacional	Margen EBITDA	Endeudamiento financiero	Razón corriente	Rotación de Activos	Rentabilidad del Patrimonio	ROA
Media de Empresas No Solventes	-0,11	-0,02	0,24	15,20	1,19	-3,28	-0,08
Media de Empresas Solventes	-0,01	0,06	0,17	7,57	1,26	0,11	0,03

Caracterización Información Año 1998

1998	Empresas	Insolventes	% Insolvencia
Total Muestra	7.828	927	11,8%
Pequeña	1.919	298	15,5%
Mediana	3.449	432	12,5%
Grande	2.460	197	8,0%

1998	Media	Mediana	Desviación	Máximo	Mínimo	Percentil 5	Percentil 95
Margen Operacional	-0,08	0,03	1,65	1,00	-102,86	-0,68	0,53
Margen Neto	-0,10	0,02	2,85	31,57	-180,36	-0,62	0,47
Margen EBITDA	-0,01	0,06	1,61	5,02	-98,07	-0,52	0,76
Endeudamiento	0,52	0,49	0,79	42,38	0,00	0,04	0,95
Endeudamiento financiero	0,17	0,10	0,20	4,13	0,00	0,00	0,53
Razón corriente	9,61	1,51	294,32	23.830,34	0,00	0,40	9,80
Cubrimiento GF	73,17	0,75	6.029,61	238.095,79	-239.232,21	-8,39	44,02
Rotación de Activos	1,28	0,90	2,10	86,42	0,00	0,06	3,52
Rentabilidad del Patrimonio	-0,02	0,04	7,19	359,61	-415,28	-0,77	0,49
Rentabilidad Operacional del Activo	-0,03	0,03	2,20	56,27	-134,81	-0,25	0,23
Utilidades Retenidas Sobre Activos	-0,05	0,06	2,44	16,14	-136,69	-0,44	0,33
Patrimonio / Pasivos	28,68	1,02	782,17	57.633,84	-0,98	0,05	21,32

1998	Margen Operacional	Margen EBITDA	Endeudamiento financiero	Razón corriente	Rotación de Activos	Rentabilidad del Patrimonio	ROA
Media de Empresas No Solventes	-0,35	-0,27	0,24	11,77	1,19	-0,54	-0,23
Media de Empresas Solventes	-0,04	0,03	0,16	9,31	1,29	0,05	-0,00

Caracterización Información Año 1999

1999	Empresas	Insolventes	% Insolvencia
Total Muestra	7.878	701	8,9%
Pequeña	2.331	303	13,0%
Mediana	3.359	292	8,7%
Grande	2.188	106	4,8%

1999	Media	Mediana	Desviación	Máximo	Mínimo	Percentil 5	Percentil 95
Margen Operacional	-0,10	0,03	2,04	1,00	-157,43	-0,69	0,46
Margen Neto	-0,18	0,01	3,60	62,98	-250,76	-0,87	0,37
Margen EBITDA	0,30	0,08	1,65	91,59	-0,07	0,01	0,95
Endeudamiento	0,53	0,48	1,62	132,27	0,00	0,04	0,97
Endeudamiento financiero	0,16	0,09	0,41	24,82	0,00	0,00	0,53
Razón corriente	9,51	1,49	251,70	17.507,41	0,00	0,34	9,42
Cubrimiento GF	418,01	1,79	16.545,23	1.278.904,76	-30,83	0,18	107,91
Rotación de Activos	1,16	0,81	2,03	112,53	0,00	0,05	3,25
Rentabilidad del Patrimonio	-0,76	0,02	55,27	317,25	-4.713,08	-0,92	0,54
Rentabilidad Operacional del Activo	-0,03	0,02	2,19	2,35	-188,21	-0,26	0,22
Utilidades Retenidas Sobre Activos	-0,03	0,03	1,85	4,35	-151,94	-0,29	0,25
Patrimonio / Pasivos	44,08	1,08	1.056,20	68.490,78	-0,99	0,03	21,36

1999	Margen Operacional	Margen EBITDA	Endeudamiento financiero	Razón corriente	Rotación de Activos	Rentabilidad del Patrimonio	ROA
Media de Empresas No Solventes	-0,50	0,70	0,31	3,31	1,23	-2,36	-0,49
Media de Empresas Solventes	-0,06	0,26	0,15	10,11	1,15	-0,61	0,01

Caracterización Información Año 2000

2000	Empresas	Insolventes	% Insolvencia
Total Muestra	8.305	998	12,0%
Pequeña	2.559	423	16,5%
Mediana	3.390	405	11,9%
Grande	2.356	170	7,2%

2000	Media	Mediana	Desviación	Máximo	Mínimo	Percentil 5	Percentil 95
Margen Operacional	-0,07	0,04	1,44	1,37	-75,72	-0,58	0,43
Margen Neto	-0,08	0,02	1,77	20,78	-83,36	-0,62	0,39
Margen EBITDA	0,00	0,07	1,42	6,13	-75,72	-0,44	0,68
Endeudamiento	0,52	0,47	0,64	28,61	0,00	0,04	0,96
Endeudamiento financiero	0,14	0,07	0,29	17,35	0,00	0,00	0,50
Razón corriente	2.069,29	1,51	187.137,50	17.047.960,00	0,00	0,35	9,46
Cubrimiento GF	108,05	2,17	10.084,93	542.306,30	-495.148,80	-16,14	120,78
Rotación de Activos	1,25	0,92	1,51	30,75	0,00	0,06	3,43
Rentabilidad del Patrimonio	-0,16	0,04	11,07	197,93	-711,51	-0,57	0,54
Rentabilidad Operacional del Activo	0,01	0,04	0,37	1,91	-15,01	-0,22	0,23
Utilidades Retenidas Sobre Activos	-0,04	0,05	1,10	10,00	-61,57	-0,57	0,33
Patrimonio / Pasivos	221,92	1,12	16.933,97	1.541.367,97	-0,97	0,04	21,28

2000	Margen Operacional	Margen EBITDA	Endeudamiento financiero	Razón corriente	Rotación de Activos	Rentabilidad del Patrimonio	ROA
Media de Empresas No Solventes	-0,37	-0,25	0,25	18,69	0,94	-0,09	-0,12
Media de Empresas Solventes	-0,03	0,04	0,12	2.347,25	1,24	-0,18	0,03

Caracterización Información Año 2001

2001	Empresas	Insolventes	% Insolvencia
Total Muestra	8.004	979	12,2%
Pequeña	2.314	388	16,8%
Mediana	3.261	422	12,9%
Grande	2.429	169	7,0%

2001	Media	Mediana	Desviación	Máximo	Mínimo	Percentil 5	Percentil 95
Margen Operacional	-0,03	0,04	0,89	1,00	-29,03	-0,49	0,45
Margen Neto	-0,07	0,02	1,36	12,73	-46,22	-0,56	0,39
Margen EBITDA	0,04	0,07	0,90	17,30	-29,03	-0,35	0,70
Endeudamiento	0,52	0,47	1,28	104,36	0,00	0,04	0,97
Endeudamiento financiero	0,14	0,07	0,31	21,06	0,00	0,00	0,49
Razón corriente	7,38	1,52	131,32	8.902,88	0,00	0,35	9,65
Cubrimiento GF	1.646,35	2,28	64.429,96	3.427.676,76	-74.229,53	-13,25	148,66
Rotación de Activos	1,51	0,98	16,88	1.504,37	0,00	0,06	3,67
Rentabilidad del Patrimonio	-0,24	0,04	31,22	706,99	-2.539,38	-0,53	0,50
Rentabilidad Operacional del Activo	-0,03	0,04	4,99	2,18	-445,77	-0,18	0,24
Utilidades Retenidas Sobre Activos	-0,08	0,05	2,23	4,52	-142,46	-0,62	0,34
Patrimonio / Pasivos	42,35	1,14	1.046,22	80.210,07	-0,99	0,03	25,53

2001	Margen Operacional	Margen EBITDA	Endeudamiento financiero	Razón corriente	Rotación de Activos	Rentabilidad del Patrimonio	ROA
Media de Empresas No Solventes	-0,28	-0,18	0,27	6,87	2,70	-3,12	-0,54
Media de Empresas Solventes	0,00	0,07	0,13	7,45	1,34	0,16	0,04

Caracterización Información Año 2002

2002	Empresas	Insolventes	% Insolvencia
Total Muestra	7.506	552	7,4%
Pequeña	2.164	233	10,8%
Mediana	3.022	229	7,6%
Grande	2.320	90	3,9%

2002	Media	Mediana	Desviación	Máximo	Mínimo	Percentil 5	Percentil 95
Margen Operacional	-0,06	0,04	2,32	1,00	-155,51	-0,44	0,44
Margen Neto	-0,05	0,02	3,01	73,80	-158,67	-0,47	0,39
Margen EBITDA	0,00	0,07	2,31	3,99	-155,51	-0,30	0,68
Endeudamiento	0,50	0,46	0,57	28,65	0,00	0,04	0,96
Endeudamiento financiero	0,14	0,07	0,32	21,98	0,00	0,00	0,48
Razón corriente	6,04	1,53	120,39	8.605,02	0,00	0,38	8,70
Cubrimiento GF	805,41	2,80	55.896,14	2.409.171,60	-2.201.798,63	-16,92	185,03
Rotación de Activos	1,31	0,97	1,61	38,64	0,00	0,06	3,60
Rentabilidad del Patrimonio	0,05	0,04	5,03	320,33	-171,22	-0,51	0,46
Rentabilidad Operacional del Activo	0,03	0,04	0,31	1,89	-19,03	-0,19	0,23
Utilidades Retenidas Sobre Activos	-0,13	0,06	6,94	4,83	-592,34	-0,64	0,34
Patrimonio / Pasivos	158,57	1,18	9.578,79	774.560,07	-0,97	0,04	21,28

2002	Margen Operacional	Margen EBITDA	Endeudamiento financiero	Razón corriente	Rotación de Activos	Rentabilidad del Patrimonio	ROA
Media de Empresas No Solventes	-0,34	-0,24	0,30	3,45	1,05	-0,17	-0,12
Media de Empresas Solventes	-0,04	0,02	0,12	6,24	1,33	0,07	0,04

Caracterización Información Año 2003

2003	Empresas	Insolventes	% Insolvencia
Total Muestra	7.564	618	8,2%
Pequeña	2.160	270	12,5%
Mediana	2.900	251	8,7%
Grande	2.504	97	3,9%

2003	Media	Mediana	Desviación	Máximo	Mínimo	Percentil 5	Percentil 95
Margen Operacional	-0,01	0,04	1,06	1,00	-52,94	-0,36	0,46
Margen Neto	0,01	0,02	1,38	38,88	-42,69	-0,32	0,47
Margen EBITDA	0,05	0,06	1,04	3,57	-52,73	-0,25	0,70
Endeudamiento	0,49	0,46	0,46	17,43	0,00	0,04	0,96
Endeudamiento financiero	0,13	0,07	0,18	3,60	0,00	0,00	0,46
Razón corriente	16,66	1,56	1.001,43	86.817,25	0,00	0,38	9,58
Cubrimiento GF	106,97	2,80	31.824,61	586.527,51	-2.208.406,77	-13,88	188,91
Rotación de Activos	1,38	1,02	1,79	46,06	0,00	0,07	3,78
Rentabilidad del Patrimonio	-0,31	0,04	22,60	584,49	-1.588,54	-0,35	0,43
Rentabilidad Operacional del Activo	0,02	0,04	0,63	6,36	-36,35	-0,16	0,24
Utilidades Retenidas Sobre Activos	-0,07	0,06	1,96	5,76	-94,24	-0,63	0,35
Patrimonio / Pasivos	134,46	1,18	8.639,31	745.767,17	-0,94	0,05	25,52

2003	Margen Operacional	Margen EBITDA	Endeudamiento financiero	Razón corriente	Rotación de Activos	Rentabilidad del Patrimonio	ROA
Media de Empresas No Solventes	-0,30	-0,20	0,25	7,07	1,19	-0,35	-0,08
Media de Empresas Solventes	0,01	0,07	0,12	17,51	1,39	-0,30	0,03

Caracterización Información Año 2004

2004	Empresas	Insolventes	% Insolvencia
Total Muestra	8.278	365	4,4%
Pequeña	2.636	145	5,5%
Mediana	3.119	159	5,1%
Grande	2.523	61	2,4%

2004	Media	Mediana	Desviación	Máximo	Mínimo	Percentil 5	Percentil 95
Margen Operacional	-0,01	0,04	1,71	1,00	-113,04	-0,31	0,41
Margen Neto	0,07	0,02	2,25	125,76	-71,74	-0,24	0,39
Margen EBITDA	0,05	0,06	1,66	6,43	-105,71	-0,23	0,63
Endeudamiento	59,45	0,47	5.363,79	488.017,00	0,00	0,04	0,94
Endeudamiento financiero	8,93	0,07	800,42	72.825,00	0,00	0,00	0,46
Razón corriente	3,86	1,56	23,92	1.253,57	0,00	0,43	8,97
Cubrimiento GF	265,34	3,04	16.915,29	905.477,13	-779.348,30	-14,22	204,79
Rotación de Activos	34,59	1,14	3.008,20	273.698,00	0,00	0,07	4,07
Rentabilidad del Patrimonio	-0,05	0,05	9,35	334,63	-760,38	-0,30	0,44
Rentabilidad Operacional del Activo	-6,88	0,05	628,25	1,71	-57.160,00	-0,16	0,25
Utilidades Retenidas Sobre Activos	-77,83	0,07	7.078,35	4,04	-644.013,00	-0,58	0,37
Patrimonio / Pasivos	17,43	1,13	472,31	41.131,33	-1,00	0,07	21,09

2004	Margen Operacional	Margen EBITDA	Endeudamiento financiero	Razón corriente	Rotación de Activos	Rentabilidad del Patrimonio	ROA
Media de Empresas No Solventes	-0,22	-0,14	199,83	1,57	750,94	1,18	-156,69
Media de Empresas Solventes	0,00	0,06	0,13	3,96	1,55	-0,10	0,03

Caracterización Información Año 2005

2005	Empresas	Insolventes	% Insolvencia
Total Muestra	16.180	503	3,1%
Pequeña	7.906	220	2,8%
Mediana	5.352	202	3,8%
Grande	2.922	81	2,8%

2005	Media	Mediana	Desviación	Máximo	Mínimo	Percentil 5	Percentil 95
Margen Operacional	0,03	0,05	1,05	1,00	-115,81	-0,18	0,30
Margen Neto	0,07	0,02	1,54	100,80	-72,24	-0,13	0,26
Margen EBITDA	0,07	0,06	1,04	4,94	-115,81	-0,13	0,46
Endeudamiento	0,54	0,53	0,55	43,78	0,00	0,07	0,94
Endeudamiento financiero	0,13	0,07	0,19	10,18	0,00	0,00	0,46
Razón corriente	10,74	1,51	774,59	97.170,00	0,00	0,49	7,78
Cubrimiento GF	590,11	3,97	31.917,66	3.218.708,74	-261.348,36	-9,19	159,40
Rotación de Activos	2,27	1,40	35,44	4.448,65	0,00	0,12	4,77
Rentabilidad del Patrimonio	-0,08	0,07	22,12	316,09	-2.682,50	-0,26	0,51
Rentabilidad Operacional del Activo	0,06	0,06	0,59	2,31	-62,84	-0,14	0,31
Utilidades Retenidas Sobre Activos	0,05	0,09	1,01	12,56	-88,73	-0,36	0,44
Patrimonio / Pasivos	55,14	0,88	4.221,91	529.340,50	-0,98	0,06	12,70

2005	Margen Operacional	Margen EBITDA	Endeudamiento financiero	Razón corriente	Rotación de Activos	Rentabilidad del Patrimonio	ROA
Media de Empresas No Solventes	-0,16	-0,14	0,08	3,92	1,28	0,05	0,04
Media de Empresas Solventes	0,05	0,08	0,13	10,93	2,31	-0,03	0,07

Caracterización Información Año 2006

2006	Empresas	Insolventes	% Insolvencia
Total Muestra	19.501	478	2,5%
Pequeña	8.886	204	2,3%
Mediana	7.172	206	2,9%
Grande	3.443	68	2,0%

2006	Media	Mediana	Desviación	Máximo	Mínimo	Percentil 5	Percentil 95
Margen Operacional	0,05	0,05	0,33	1,00	-24,52	-0,16	0,31
Margen Neto	0,04	0,02	0,57	34,33	-25,13	-0,11	0,24
Margen EBITDA	0,09	0,07	0,35	13,82	-21,45	-0,11	0,47
Endeudamiento	0,55	0,55	0,36	15,89	0,00	0,08	0,94
Endeudamiento financiero	0,14	0,08	0,18	4,55	0,00	0,00	0,47
Razón corriente	4,60	1,47	82,89	8.586,93	0,00	0,49	7,31
Cubrimiento GF	2.826,05	4,32	193.279,80	20.998.273,02	-380.097,14	-7,18	183,08
Rotación de Activos	2,04	1,39	8,25	846,41	0,00	0,12	4,69
Rentabilidad del Patrimonio	0,09	0,08	4,40	201,84	-270,78	-0,23	0,52
Rentabilidad Operacional del Activo	0,07	0,07	0,31	17,49	-17,81	-0,12	0,30
Utilidades Retenidas Sobre Activos	0,06	0,09	0,81	22,08	-71,79	-0,33	0,43
Patrimonio / Pasivos	33,26	0,81	2.620,11	361.544,62	-0,94	0,06	11,24

2006	Margen Operacional	Margen EBITDA	Endeudamiento financiero	Razón corriente	Rotación de Activos	Rentabilidad del Patrimonio	ROA
Media de Empresas No Solventes	-0,15	-0,08	0,25	3,70	1,64	0,19	-0,11
Media de Empresas Solventes	0,05	0,09	0,14	4,62	2,05	0,09	0,07

Caracterización Información Año 2007

2007	Empresas	Insolventes	% Insolvencia
Total Muestra	17.994	382	2,1%
Pequeña	7.715	153	2,0%
Mediana	6.677	163	2,4%
Grande	3.602	66	1,8%

2007	Media	Mediana	Desviación	Máximo	Mínimo	Percentil 5	Percentil 95
Margen Operacional	0,05	0,06	0,54	1,00	-49,66	-0,14	0,32
Margen Neto	0,06	0,03	0,90	57,91	-31,18	-0,10	0,26
Margen EBITDA	0,10	0,08	0,60	36,61	-48,59	-0,09	0,50
Endeudamiento	0,55	0,55	1,00	117,47	0,00	0,08	0,93
Endeudamiento financiero	0,15	0,09	0,37	43,37	0,00	0,00	0,49
Razón corriente	9,23	1,52	333,97	37.328,86	0,00	0,52	7,92
Cubrimiento GF	1.194,14	4,02	57.382,40	4.994.503,27	-519.201,21	-4,80	153,79
Rotación de Activos	2,08	1,37	8,35	400,22	0,00	0,12	4,61
Rentabilidad del Patrimonio	0,23	0,09	20,60	2.750,00	-193,31	-0,20	0,50
Rentabilidad Operacional del Activo	0,07	0,07	0,95	3,01	-121,52	-0,11	0,31
Utilidades Retenidas Sobre Activos	0,10	0,10	2,65	84,80	-288,28	-0,31	0,71
Patrimonio / Pasivos	147,50	0,83	11.749,42	1.362.035,72	-0,99	0,07	11,93

2007	Margen Operacional	Margen EBITDA	Endeudamiento financiero	Razón corriente	Rotación de Activos	Rentabilidad del Patrimonio	ROA
Media de Empresas No Solventes	-0,17	-0,09	0,26	7,75	1,30	-0,15	-0,36
Media de Empresas Solventes	0,06	0,10	0,15	9,26	2,10	0,24	0,08

Caracterización Información Año 2008

2008	Empresas	Insolventes	% Insolvencia
Total Muestra	18.220	344	1,9%
Pequeña	7.896	130	1,6%
Mediana	6.671	147	2,2%
Grande	3.653	67	1,8%

2008	Media	Mediana	Desviación	Máximo	Mínimo	Percentil 5	Percentil 95
Margen Operacional	0,05	0,06	0,91	1,00	-109,77	-0,17	0,34
Margen Neto	0,04	0,03	1,01	17,44	-110,09	-0,13	0,29
Margen EBITDA	0,09	0,07	0,92	9,66	-109,77	-0,12	0,53
Endeudamiento	0,54	0,53	1,32	159,30	0,00	0,07	0,93
Endeudamiento financiero	0,15	0,08	0,20	9,41	0,00	0,00	0,49
Razón corriente	6,79	1,55	168,03	14.401,49	0,00	0,51	8,35
Cubrimiento GF	1.556,81	3,41	105.355,85	11.744.362,09	-198.819,72	-6,44	154,81
Rotación de Activos	2,74	0,78	13,77	1.054,14	0,00	0,22	9,83
Rentabilidad del Patrimonio	0,08	0,08	9,09	944,38	-472,44	-0,24	0,50
Rentabilidad Operacional del Activo	0,05	0,07	2,99	4,89	-398,51	-0,12	0,31
Utilidades Retenidas Sobre Activos	0,13	0,13	2,94	44,53	-365,81	-0,05	0,52
Patrimonio / Pasivos	45,98	0,89	1.807,11	130.764,85	-0,99	0,08	13,70

2008	Margen Operacional	Margen EBITDA	Endeudamiento financiero	Razón corriente	Rotación de Activos	Rentabilidad del Patrimonio	ROA
Media de Empresas No Solventes	-0,16	-0,08	0,27	2,79	3,33	-0,63	-0,04
Media de Empresas Solventes	0,05	0,09	0,15	6,86	2,72	0,09	0,05

Anexo 7 – Caracterización Información Componentes Principales (Medias)

Empresas Pequeñas

Empresas Pequeñas		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
COMP 1	Solv	0,33	0,56	0,46	0,52	0,48	0,59	0,51	0,67	0,88	0,83	0,81	2,16
	No Solv	0,80	1,47	1,08	0,56	3,94	2,54	1,64	4.738,05	1,44	1,64	2,08	3,52
COMP 2	Solv	24,59	0,41	28,61	3,82	3,39	-42,16	10,82	-4,81	5,01	38,44	15,42	13,97
	No Solv	12,77	-1,67	1,27	123,79	1,25	-2,61	-265,59	10,53	-0,58	1,24	4,23	-0,05
COMP 3	Solv	512,23	14,37	615,26	86,08	71,03	-917,22	230,70	-105,21	103,79	830,04	324,19	298,08
	No Solv	276,19	-14,56	26,52	2.574,50	41,11	-32,08	-5.738,43	36,89	9,31	36,62	102,55	8,09
COMP 4	Solv	-1,35	-5,46	3,06	-6,20	-2,63	-19,70	1,35	-3,53	-2,27	13,39	2,34	2,83
	No Solv	-12,27	-1,20	-5,69	2,91	-9,43	-1,35	-102,94	0,35	-4,60	-0,17	-0,50	-0,54
COMP 5	Solv	7,23	35,96	-39,59	37,28	17,69	138,76	-11,79	21,51	12,91	-94,48	-15,27	-19,96
	No Solv	32,60	7,94	1,92	-40,72	11,35	7,72	726,09	-2,54	6,93	1,86	0,93	4,79
COMP 6	Solv	50,23	12,35	-32,80	4,76	10,93	104,35	-3,38	12,96	4,08	-67,73	-0,09	-14,21
	No Solv	12,20	3,03	-1,39	257,13	5,33	3,13	491,82	3,12	0,59	-2,50	-5,86	3,08
COMP 7	Solv	-505,28	-135,29	396,52	-46,53	-114,60	-1.200,11	54,44	-146,43	-36,19	796,84	26,04	176,47
	No Solv	-111,66	-36,15	8,23	-2.587,30	-55,88	-40,16	-5.765,50	36,38	-3,73	27,99	71,86	-32,39
COMP 8	Solv	-2,43	-0,58	2,21	-0,21	-0,48	-5,33	0,28	-0,59	-0,19	3,57	0,07	0,78
	No Solv	-0,54	-0,06	1,42	-12,69	-0,18	-0,08	-25,56	-0,02	0,06	0,20	0,38	-0,06

Empresas Medianas

Empresas Medianas		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
COMP 1	Solv	0,83	0,81	0,82	0,85	0,84	0,74	0,82	0,99	1,65	1,29	1,12	0,94
	No Solv	1,05	1,07	2,13	1,16	1,34	1,46	1,50	1,38	1,23	1,64	1,45	1,35
COMP 2	Solv	1,43	1,50	4,28	1,08	9,06	71,66	24,39	8,00	33,47	3,38	47,34	7,63
	No Solv	3,08	19,29	1,68	3,65	0,89	-1,42	1,12	0,19	0,34	2,12	0,39	0,02
COMP 3	Solv	29,05	31,43	91,14	22,61	195,06	1.543,02	518,20	171,21	722,32	70,72	1.022,63	162,46
	No Solv	67,20	425,28	42,07	81,11	25,41	-28,01	28,01	6,34	8,63	47,77	9,28	0,90
COMP 4	Solv	-0,11	-0,04	0,84	-0,22	3,02	23,41	-0,19	2,47	12,34	0,81	17,01	2,27
	No Solv	-2,30	5,48	0,38	-0,10	-0,26	-0,84	-0,32	0,25	-0,23	0,67	-0,91	-1,86
COMP 5	Solv	0,80	-0,27	-6,21	0,30	-19,56	-166,41	-7,41	-17,38	-86,15	-5,35	-119,83	-15,79
	No Solv	-4,67	-44,24	-3,09	0,54	-0,26	4,94	-1,61	0,71	0,83	-3,74	4,70	2,03
COMP 6	Solv	-1,06	-1,77	-6,82	-1,33	-15,43	-94,56	-6,50	-13,57	-60,29	-5,20	-84,56	-12,02
	No Solv	-4,04	-30,02	-3,63	6,38	-1,84	2,53	-2,29	-0,46	-0,55	-3,93	-0,72	0,03
COMP 7	Solv	13,73	21,35	79,72	15,74	181,62	1.141,95	109,26	159,97	708,39	61,67	993,87	142,53
	No Solv	48,40	355,96	37,99	-63,99	19,22	-30,65	26,54	5,45	6,43	45,76	7,69	-0,70
COMP 8	Solv	0,07	0,11	0,45	0,08	0,82	4,99	0,32	0,72	3,16	0,28	4,42	0,64
	No Solv	0,23	1,58	0,70	-0,30	0,11	-0,11	0,15	0,07	0,06	0,23	0,06	0,01

Empresas Grandes

Empresas Grandes		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
COMP 1	Solv	1,08	1,11	1,00	0,53	0,92	1,03	1,11	1,14	1,48	1,20	1,68	0,53
	No Solv	1,33	1,75	1,32	1,41	1,26	1,40	1,37	1,12	1,77	1,27	1,13	0,89
COMP 2	Solv	10,03	4,05	13,14	13,84	136,70	32,52	16,49	19,15	18,03	306,68	59,26	162,98
	No Solv	-0,90	1,79	2,25	3,78	2,07	1,76	17,00	2,19	18,37	23,31	8,89	0,67
COMP 3	Solv	214,69	86,35	282,37	788,35	2.960,06	703,15	355,25	412,13	387,34	6.638,27	1.272,43	3.528,45
	No Solv	-19,72	43,74	47,17	80,71	43,56	39,43	367,97	48,08	398,98	504,10	191,72	14,68
COMP 4	Solv	3,37	1,41	4,65	-1.152,09	51,34	11,94	5,89	6,75	6,10	114,81	17,86	61,05
	No Solv	-0,64	-5,69	0,19	-3,21	-0,16	-0,94	5,69	6,01	6,65	8,97	3,21	-0,23
COMP 5	Solv	-23,57	-8,49	-32,82	7.660,87	-362,97	-84,95	-41,58	-47,72	-42,90	-811,99	-127,43	-432,10
	No Solv	4,08	30,58	-4,11	20,18	0,94	4,90	-44,09	-3,35	-46,92	-60,64	-21,79	-0,04
COMP 6	Solv	-17,08	-7,08	-23,80	-63,50	-250,85	-59,52	-29,81	-32,56	-29,26	-549,86	-74,31	-297,83
	No Solv	1,82	-2,97	-3,96	7,55	2,52	-1,36	-31,28	-3,99	-33,84	-42,83	-16,23	-1,13
COMP 7	Solv	201,20	82,94	278,59	542,21	2.942,57	697,99	349,85	384,06	346,44	6.462,45	902,08	3.495,06
	No Solv	-21,74	33,74	45,30	-76,99	-24,21	17,10	366,62	46,85	396,27	502,24	190,13	13,08
COMP 8	Solv	0,90	0,38	1,30	-14,39	13,10	3,11	1,56	1,71	1,54	28,71	3,90	15,54
	No Solv	-0,09	0,08	0,33	-0,41	-0,11	0,08	1,65	0,23	1,77	2,25	0,85	0,07

Anexo 4 – Correlaciones temporales

Retorno del Patrimonio	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1997	1,00	-0,00	-0,00	0,00	0,03	-0,02	-0,00	-0,01	0,00	0,00	0,01
1998		1,00	-0,02	-0,00	0,00	-0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
1999			1,00	0,01	0,02	-0,02	-0,00	-0,01	0,01	0,01	-0,00
2000				1,00	0,05	-0,01	-0,00	0,01	-0,01	0,00	-0,00
2001					1,00	0,02	0,01	0,02	-0,03	0,02	-0,01
2002						1,00	-0,05	0,02	-0,08	-0,01	0,01
2003							1,00	-0,00	0,00	0,01	0,00
2004								1,00	0,01	0,01	0,00
2005									1,00	0,04	0,09
2006										1,00	0,05
2007											1,00

Margen Operacional	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1997	1,00	0,57	0,34	0,19	0,15	0,29	0,31	0,17	0,11	0,17	0,06
1998		1,00	0,48	0,22	0,12	0,25	0,25	0,13	0,10	0,15	0,05
1999			1,00	0,30	0,22	0,22	0,22	0,11	0,07	0,15	0,07
2000				1,00	0,31	0,23	0,23	0,12	0,06	0,10	0,08
2001					1,00	0,21	0,28	0,29	0,50	0,18	0,04
2002						1,00	0,47	0,33	0,25	0,30	0,13
2003							1,00	0,59	0,41	0,42	0,25
2004								1,00	0,53	0,45	0,20
2005									1,00	0,49	0,20
2006										1,00	0,28
2007											1,00

Endeudamiento Financiero	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1997	1,00	0,81	0,71	0,66	0,58	0,54	0,48	0,44	0,44	0,42	0,41
1998		1,00	0,81	0,74	0,66	0,60	0,52	0,47	0,46	0,43	0,40
1999			1,00	0,83	0,74	0,67	0,60	0,52	0,50	0,45	0,40
2000				1,00	0,84	0,74	0,65	0,56	0,52	0,48	0,43
2001					1,00	0,83	0,75	0,66	0,60	0,56	0,49
2002						1,00	0,80	0,67	0,63	0,58	0,54
2003							1,00	0,84	0,77	0,72	0,59
2004								1,00	0,80	0,75	0,63
2005									1,00	0,88	0,73
2006										1,00	0,83
2007											1,00

Estatus de Solvencia	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1997	1,00	1,00	0,40	0,88	0,94	0,88	0,97	0,89	0,90	0,88	0,81
1998		1,00	0,40	0,88	0,94	0,88	0,97	0,89	0,90	0,88	0,81
1999			1,00	0,45	0,38	0,46	0,41	0,43	0,35	0,34	0,31
2000				1,00	0,85	0,94	0,87	0,88	0,81	0,78	0,71
2001					1,00	0,87	0,95	0,87	0,95	0,89	0,82
2002						1,00	0,90	0,93	0,84	0,78	0,71
2003							1,00	0,91	0,92	0,86	0,79
2004								1,00	0,85	0,79	0,72
2005									1,00	0,91	0,83
2006										1,00	0,91
2007											1,00

Anexo 5 – Matriz de correlación de variables originales

Matriz de Correlaciones		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	Corr	1,0000	0,0001	0,0000	1,0000	1,0000	0,0007	0,0020	0,0006	0,0000	0,0000	0,9999	-0,9998
	Sig		0,9847	0,9899	<,0001	<,0001	0,7870	0,4667	0,8382	0,9908	0,9977	<,0001	<,0001
B	Corr		1,0000	0,0002	0,0001	0,0001	0,0034	0,0076	0,0034	-0,0000	-0,0001	-0,0004	0,0003
	Sig			0,9558	0,9732	0,9722	0,2096	0,0052	0,2078	0,9983	0,9694	0,8970	0,9053
C	Corr			1,0000	-0,0000	-0,0001	0,0160	-0,0002	0,0178	0,3293	0,0070	0,0001	-0,0000
	Sig				0,9898	0,9880	<,0001	0,9533	<,0001	<,0001	0,0241	0,9871	0,9944
D	Corr				1,0000	1,0000	-0,0007	-0,0019	-0,0005	-0,0000	-0,0000	-0,9999	0,9998
	Sig					<,0001	0,8033	0,4774	0,8558	0,9894	0,9979	<,0001	<,0001
E	Corr					1,0000	-0,0007	-0,0020	-0,0005	-0,0000	-0,0000	-0,9999	0,9998
	Sig						0,8035	0,4698	0,8545	0,9883	0,9971	<,0001	<,0001
F	Corr						1,0000	0,3757	0,8126	-0,1998	-0,0005	0,0014	-0,0008
	Sig							<,0001	<,0001	<,0001	0,8622	0,5985	0,7779
G	Corr							1,0000	0,4422	-0,1376	-0,0002	0,0023	-0,0019
	Sig								<,0001	<,0001	0,9328	0,3909	0,4775
H	Corr								1,0000	-0,1956	-0,0003	0,0013	-0,0006
	Sig									<,0001	0,9126	0,6325	0,8360
I	Corr									1,0000	0,0029	0,0000	0,0001
	Sig										0,2873	0,9934	0,9667

J	Corr Sig		1,0000	0,0000	-0,0000
				0,9981	0,9973
K	Corr Sig			1,0000	-0,9998
					<,0001
L	Corr Sig				1,0000

A	Utilidades Retenidas Sobre Activos
B	Rentabilidad del Patrimonio
C	Cubrimiento GF
D	Endeudamiento
E	Endeudamiento financiero
F	Margen EBITDA
G	Margen Neto
H	Margen Operacional
I	Patrimonio / Pasivos
J	Razon corriente
K	Rentabilidad Operacional del Activo
L	Rotación de Activos

Anexo 6 – Matriz de correlación de los componentes principales

Variable	Media	Desviación	Mínimo	Máximo
COMP 1	6,13	1.867,00	-1.158,00	686.791,00
COMP 2	29,35	2.550,00	-71.659,00	681.352,00
COMP 3	640,10	55.346,00	-1.552.683,00	14.763.426,00
COMP 4	-9,83	6.932,00	-2.524.667,00	258.593,00
COMP 5	60,16	46.153,00	-1.828.631,00	16.789.274,00
COMP 6	-43,57	4.719,00	-1.257.586,00	132.261,00
COMP 7	517,26	55.191,00	-1.551.074,00	14.748.135,00
COMP 8	2,03	26.161.471,00	-33.175,00	65.599,00

	COMP 1	COMP 2	COMP 3	COMP 4	COMP 5	COMP 6	COMP 7	COMP 8
COMP 1	1,0000	-0,0003 0,9260	-0,0018 0,5059	0,0014 0,5982	-0,0014 0,5991	0,0022 0,4117	-0,0017 0,5387	-0,0013 0,6310
COMP 2		1,0000	0,9986 <,0001	0,1266 <,0001	-0,1352 <,0001	-0,9773 <,0001	0,9812 <,0001	0,9152 <,0001
COMP 3			1,0000	0,0742 <,0001	-0,0829 <,0001	-0,9795 <,0001	0,9822 <,0001	0,8960 <,0001
COMP 4				1,0000	-1,0000 <,0001	-0,0772 <,0001	0,0991 <,0001	0,4712 <,0001
COMP 5					1,0000	0,0858 <,0001	-0,1076 <,0001	-0,4787 <,0001
COMP 6						1,0000	-0,9996 <,0001	-0,9158 <,0001
COMP 7							1,0000	0,9243 <,0001
COMP 8								1,0000

