

Determinantes de la probabilidad de insolvencia societaria en Colombia

Ernesto Amador Mesa

Asesor: José Eduardo Gómez González

Memoria de grado

Facultad de Economía

Universidad de los Andes

Resumen

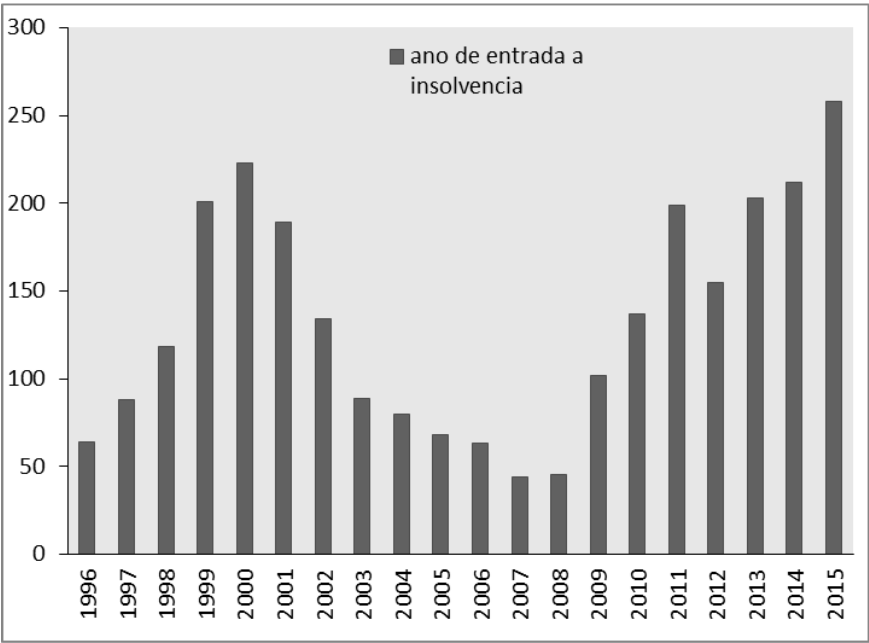
La protección de la empresa como unidad de producción económica es uno de los fines principales del régimen de insolvencia empresarial colombiano. Este trabajo busca encontrar los factores que afectan la probabilidad de la entrada de una sociedad al régimen de insolvencia. Con los datos disponibles para el periodo 2007-2015, se analiza la incidencia que tienen los factores financieros y contables, y algunas variables que determinan características organizacionales de las empresas. Mediante la aplicación de modelos de respuesta binaria se determinó que los indicadores financieros que mejor predicen la insolvencia son activo corriente /activo total, pasivo total / activo total, ingresos netos / activo total, e inventarios / activo total.

1. INTRODUCCION

La empresa tiene un rol fundamental en el sistema como unidad de producción económica, generadora de empleo, creadora de valor agregado, impulsora de innovaciones tecnológicas, y actora principal en los mercados de crédito. La quiebra empresarial trae consigo efectos indeseables tanto para el sistema económico en general como para los participantes del sistema. La economía en general pierde capacidad de producción, y puede afectar las expectativas de los participantes en los mercados. Uno de los efectos más graves que tiene la quiebra empresarial es la de destrucción de puestos de trabajo formales, por las consecuencias individuales que esto tiene para los trabajadores. Las empresas que entraron a procesos de insolvencia en el periodo 2007-2015 generaban 51.393 puestos de trabajo. Individualmente, hay pérdidas para los

trabajadores por la destrucción de su fuente de ingreso, para los dueños, inversionistas, y acreedores que asumen un riesgo con el fin de generar valor agregado. El pasivo total de las empresas que entraron al régimen de insolvencia durante este mismo periodo suman aproximadamente 124 mil millones de pesos.

Grafica 1. Número de empresas que entraron a procesos de insolvencia por año. (Elaboración propia con datos de la Superintendencia de Sociedades)



En la gráfica 1 se puede apreciar que el número de empresas que entran a procesos de insolvencia aumenta como resultado de una crisis económica. Para Colombia hubo un aumento considerable en los procesos de insolvencia durante la crisis de finales de siglo. En los años después de la recuperación, este número disminuyó a los niveles anteriores a la crisis; sin embargo la crisis financiera global de 2008 y la lenta recuperación de la economía mundial se refleja en un aumento desde el año 2009 en adelante. Este aumento también puede ser explicado parcialmente por la entrada en vigencia del nuevo régimen de insolvencia, el cual ha sido aprovechado por los empresarios. Esta relación entre la quiebra empresarial y las crisis económicas significa que un estudio específico para Colombia sobre los determinantes de la quiebra cobra una especial relevancia en el contexto particular de Colombia, donde varios factores han tenido efectos considerables sobre la economía y se prevé que la situación puede empeorar.

De la misma manera que conocer las causas y los efectos de una enfermedad es una herramienta invaluable para poder prevenir o tratar un caso, el estudio de las causas y las características de la quiebra empresarial es imprescindible para evitar la pérdida de valor que trae el fracaso empresarial. El régimen de insolvencia es un instrumento que protege tanto al deudor como a los acreedores¹, por lo cual el estudio de la quiebra empresarial ofrece beneficios tanto para la empresa como para sus acreedores. La primera, porque la detección temprana de situaciones que pueden llevar a la insolvencia permite tomar medidas correctivas con el fin de evitar la insolvencia empresarial. Con base en la información sobre la probabilidad de quiebra, los

¹ Artículo 1. Ley 1116 de 2006

acreedores actuales o potenciales tienen las herramientas para tomar decisiones de inversión y así mitigar el riesgo de crédito.

El presente trabajo se enfoca en estimar un modelo que utilice datos provenientes de la Superintendencia de Sociedades² para obtener una medición sobre la incidencia de razones financieras en la probabilidad de entrada al régimen de insolvencia. Para este fin se estima un modelo de respuesta binaria, el cual permite modelar la incidencia de los factores en la ocurrencia de la quiebra, por lo cual permite una medición precisa de los efectos de cada uno de los factores que se incluyen en el modelo.

El estudio de la probabilidad de quiebra en Colombia se ha centrado en utilizar modelos multivariados como el de Z-score de Altman para determinar la incidencia de los indicadores financieros en la probabilidad de quiebra. Los estudios que han utilizado modelos de duración para abordar el problema tienen un enfoque específico, como el sistema financiero (Gomez-Gonzalez y Kiefer, 2009) o la probabilidad de quiebra en empresas de familia en el sector manufacturero (Soto, 2014).

El presente trabajo está organizado en las siguientes partes. Una revisión de la literatura relevante, la cual ordena y analiza dependiendo de los factores determinantes que los autores estudian y utilizan en sus modelos. Un marco teórico incluye una exposición de la teoría económica que subyace el estudio de la quiebra y de sus determinantes. Un análisis y descripción de los datos y de los modelos de duración utilizados. Finalmente se presentaran los resultados de la aplicación del modelo, junto con un análisis de los mismos.

2. REVISION DE LITERATURA

No existe una teoría académica predominante sobre las causas de las crisis empresariales (De Andrés, 2000) por lo que las variable utilizadas en los modelos no se basan en el razonamiento teórico sino en la experiencia empírica de los modelos de predicción de quiebra. (Tascón y Castaño, 2012). Por esta razón el análisis del estado del arte en cuanto a los modelos de predicción de quiebra se organiza con base en los distintos grupos de factores que ha analizado la literatura económica. En el primer grupo se analizan los estudios que han utilizado variables financieras y contables para la predicción de la quiebra. En el segundo grupo se analizan estudios que incluyen variables y características organizacionales además de variables financieras. Por último, se analizan aquellos estudios que buscan determinar la incidencia de variables que reflejan el entorno económico.

El primer desarrollo en los modelos de predicción de la quiebra empresarial fue realizado por Beaver (1966), cuando analiza la incidencia de las razones financieras de una empresa en su probabilidad de quiebra. Después de analizar 30 razones financieras, Beaver encontró que las seis variables que mejor predecían la quiebra eran: Flujo de caja libre / Deuda Total; Ingresos Netos / Activo Totales; Deuda Total / Activos Totales; Capital de trabajo / Activos Totales; la

² La Superintendencia de Sociedades es el ente encargado de la inspección, vigilancia y control de las sociedades comerciales en Colombia; como tal, le fueron asignadas funciones jurisdiccionales dentro de las cuales se encuentra el conocimiento de los procesos de insolvencia de las sociedades comerciales.

razón corriente; y la longitud del periodo en el cual la empresa no ha tomado nuevos créditos. Esta análisis no tuvo en cuenta la relación entre cada una de las variables, ya que Beaver utilizó un análisis univariado. Altman (1968) realiza un análisis discriminante multivariado en el cual selecciona las cinco variables cuya interrelación predecía la quiebra empresarial. Estas cinco variables son: Capital de Trabajo / Activos Totales; Utilidades retenidas / Activos Totales; EBIT / Activos Totales; Valor de mercado del Equity; y las Ventas / Activos Totales.

La importancia de los estudios de Beaver (1966) y Altman (1986) radica en que sentaron las bases metodológicas para la predicción de la quiebra empresarial. Los estudios que le siguieron expandieron el estudio para encontrar otras variables que pueden predecir la quiebra, tales como el Capital propio / Deuda Total (Blum, 1974) y Gastos Financieros / Pasivos exigibles (Martin, 1977). Otros estudios han utilizado estas razones financieras con otras metodologías estadísticas, tales como modelos de respuesta binaria (Martin, 1977; Ohlson, 1980; Jones & Henscher, 2004), modelos computacionales de inteligencia artificial (Bell, 1990; Serrano y Cinca, 1996), y modelos de duración (Schumway, 2001).

Otros estudios han incluido variables y características de la organización empresarial distintas a las razones financieras. El primero de estos trabajos fue el de Argenti (1976), que si bien no es un trabajo empírico, fue pionero en la inclusión de las características organizacionales de la empresa. Desde la publicación de este estudio, otros investigadores empezaron a incluir este tipo de variables junto con las razones financieras para comprobar la tesis de Argenti. Stein y Ziegler (1984) prueban la relevancia de indicadores sobre despido de trabajadores y los cambios de dirección en la empresa. Keasey y Watson (1987) utilizan la cantidad de correcciones realizadas a los estados financieros como una variable proxy para comprobar la relevancia de la manipulación de la información contable en la probabilidad de quiebra., y encuentran que esta variable contribuye a la predicción de quiebra empresarial. Barniv et al. (1997) incluye en su modelo la edad de la empresa y el nivel de concentración de la propiedad del capital, sobre los cuales encuentra que el efecto de la edad de la empresa sobre la probabilidad de quiebra disminuye en el tiempo.

Con base en el estudio de Argenti (1976), la literatura también empezó a buscar otros factores determinantes que fueran externos a la empresa. Así, Stein y Ziegler (1984) utilizan variables para medir el efecto de la reducción de la demanda por los productos de la firma y los cambios en la competencia en el mercado. Marais et al. (1984) incorporan a su modelo un índice de la cotización bursátil y el precio de los bonos de deuda pública como mediciones del entorno económico. Atiya (2001) incluyó la tasa de cambio y la volatilidad de los precios del mercado.

3. MARCO TEORICO

Antes de analizar el razonamiento económico detrás de los modelos de predicción de quiebra, es necesario responder ¿Qué se entiende por la quiebra? Las respuestas a esta pregunta en la literatura de modelos de predicción de quiebra se pueden agrupar en tres conceptos. El primero de estos entiende que la quiebra se da cuando una empresa deja de pagar un porcentaje significativo de sus deudas vencidas. (Beaver, 1966; Marais et al, 1984). El segundo entiende la

quiebra desde una definición institucional, por lo cual consideran que una empresa entra en quiebra cuando se cumplen una serie de condiciones preestablecidas en la ley que activan la intervención estatal por medio de un proceso de insolvencia. (Deakin, 1972). Esta definición depende de cada una de las jurisdicciones en la que se realice el estudio. El tercer y último grupo entiende la quiebra como una situación patrimonial anterior al fracaso caracterizada por falta de liquidez (Altman, 1981), o un estado continuo de pérdidas (Gilbert et al, 1990).

Si se parte de la definición de Deakin (1972), podemos ver que la legislación colombiana vigente dispone que para que una empresa se pueda acoger al régimen de insolvencia, debe encontrarse en una de dos situaciones. En el artículo 9 de la Ley 1116 se puede ver que cada una de estas situaciones refleja una de las dos definiciones restantes adoptadas por la literatura. Así, la insolvencia empresarial en Colombia parte de una situación de cesación de pagos o de una situación de incapacidad de pago inminente.

No existe un modelo teórico que fundamente los estudios de predicción de quiebra (De Andrés, 2000; Tascón y Castaño, 2012). Sin embargo, la literatura considera la importancia de distinguir entre las causas y las características de la crisis. (Altman, 1968; Argenti, 1976; Slatter y Lovett, 1999). Para Argenti (1976) la crisis es causada por las características de las empresas, ya que estas características son la que llevan a cometer errores que precipitan el fracaso. Así, es importante la capacidad de los administradores para encontrar y superar las causas del problema. Argenti identifica dos etapas en las quiebras. La primera etapa se caracteriza por una mala gestión y una incapacidad de adaptarse al cambio. En la segunda etapa se manifiestan los síntomas de la quiebra, incluyendo el empeoramiento de las razones financieras de liquidez, endeudamiento, y rentabilidad.

Argenti (1976) clasifica las empresas fracasadas en tres grupos: las que nunca llegan a tener éxito, las que después de un éxito inicial crecen demasiado y no tienen una estructura de gestión correspondiente a su tamaño, y las empresas ya establecidas cuya gestión falla por mala administración. Smart y Thompson (1978) proponen un modelo teórico donde hay tres tipos de factores que aumentan la vulnerabilidad de la empresa a la crisis: las variables externas de mercado, las características de la administración y su capacidad de tomar buenas decisiones, y las características organizacionales que miden la capacidad de la empresa para implementar las decisiones.

Slatter y Lovett (1999) realizan una revisión de la literatura y definen las causas y características más relevantes de las quiebras. Las causas identificadas por estos autores son: la mala administración, los altos costos, toma de malas decisiones de inversión, embarcarse en grandes proyectos cuyo retorno es de largo plazo, cambios en la demanda, competencia externa, y cambios adversos en los precios de los insumos. Por otro lado, los síntomas más importantes que identifican son los malos rendimientos financieros (precio de las acciones, dividendos, liquidez, volumen de ventas), cambios repentinos en la administración, despidos de empleados, y refinanciaciones de la deuda.

A pesar de la distinción teórica entre causas y síntomas de la crisis, Altman (1993) encuentra que en los modelos de predicción de quiebra esta distinción no tiene impacto en la estimación del modelo. Sin embargo, es claro que la distinción entre causas y características de las crisis empresariales deben ser tenidas en cuenta cuando se analizan los resultados obtenidos en dichas estimaciones. Por razones de disponibilidad de datos, para el modelo de predicción de quiebras realizado en este trabajo se utilizan únicamente indicadores considerados síntomas.

4. ANALISIS DE DATOS

Los datos que se utilizan para la estimación del modelo provienen de la información de los estados financieros reportados anualmente por las empresas a la Superintendencia de Sociedades. Esto es el balance general, flujo de efectivo, y estado de resultados, con corte a 31 de diciembre para los años 2007-2015. Asimismo, se utilizan los datos reportados por la Superintendencia de Sociedades sobre las empresas que han entrado al régimen de insolvencia para el mismo periodo. Estas dos bases de datos se cruzan utilizando la identificación del NIT de las empresas.

La Superintendencia de Sociedades no tiene competencia sobre todas las sociedades constituidas en el país. Hay algunas que están excluidas por tener un régimen especial de insolvencia: entidades del sector salud, del sector financiero, del sector de economía solidaria, y las empresas de vigilancia. Por esta razón estos casos se excluyen del análisis.

Para los datos provenientes de los estados financieros es importante tener en cuenta que las empresas obligadas a reportar este tipo de información no son las mismas para todos los periodos, y que solo algunas empresas están obligadas a reportar.³ Por esta razón el número de empresas no es el mismo para todos los periodos, y hay algunos casos en donde una empresa desaparece de la base de datos de la Superintendencia, sin que esto signifique que haya entrado en un proceso de insolvencia. Esta situación significa que para la construcción de la base de datos fue necesario utilizar únicamente las empresas que reportaron información durante el periodo analizado. La base de datos final reporta 2343 empresas, de las cuales 111 se acogieron al régimen de insolvencia y 2232 no lo hicieron.

Del universo de empresas que se ve representado en esta base de datos, el 22% son empresas grandes, 44% son empresas medianas, 33% son empresas pequeñas, y, menos del 1% son microempresas. Esta clasificación se definió utilizando la definición de la Ley 905 de 2004, que toma en cuenta el valor de los activos.⁴

En cuanto al sector económico, la gráfica 2 muestra los sectores económicos representados en la muestra. Esta clasificación se realizó con base en la clasificación de actividades económicas CIIU.

³ La Superintendencia de Sociedades requiere cada año a un número determinado de empresas para la presentación de estados financieros de fin de ejercicio (31 de diciembre). Entre las empresas requeridas se encuentran las vigiladas (Decretos 4350 de 2006 y 2300 de 2008), controladas (Art. 85 de la Ley 222 de 1995) y una muestra de empresas inspeccionadas (Art. 83 de la Ley 222 de 1995).

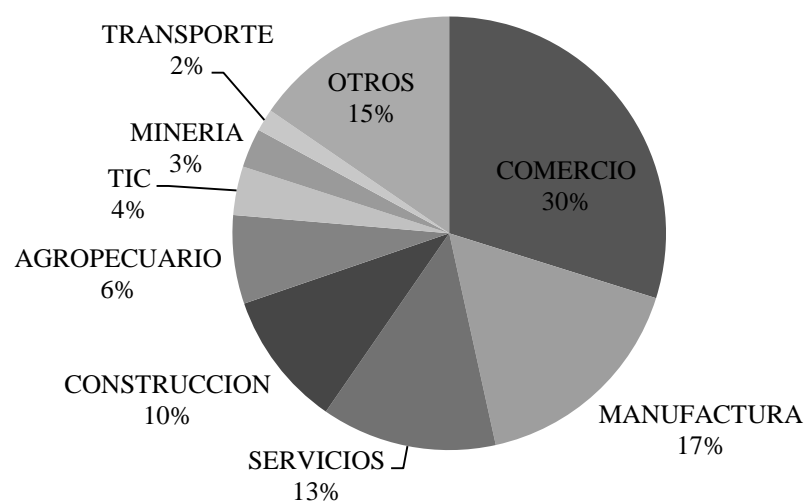
⁴ **Micro:** Valor en activos entre 0-500 SMLMV

Pequeña: Valor en activos entre 501 SMLMV -5,000 SMLMV

Mediana: Valor activos entre 5,001 SMLMV-30,000 SMLMV.

Grande: Valor activos mayor de 30,001 SMLMV.

Grafica 2. Clasificación de la muestra por sectores económicos



Para la definición de las variables explicativas del modelo se acudió a trabajos empíricos anteriores. En cuanto a las razones financieras utilizadas Tascón y Castaño (2012) identifican que la gran mayoría de los trabajos empíricos utilizan indicadores de rentabilidad, operación, liquidez, y endeudamiento. Bellovari et al. (2007) identifica las razones más utilizadas en la literatura, siendo estas Ingresos Netos / Activos Totales; EBIT / Activos Totales⁵; Utilidades retenidas⁶ / Activos Totales; Activo Corriente / Pasivo Corriente; y Activo Corriente/ Activo Total.

La Tabla 1 muestra las variables que fueron definidas para el modelo, las cuales incluyen indicadores de liquidez, operación, endeudamiento, y rentabilidad. Con base en los trabajos de Argenti (1976) y Barniv et al. (1997), se incluyen además variables Dummy para capturar el efecto del tamaño de la empresa (Microempresa, Pequeña, Mediana, Grande) y del sector económico (Comercio, Manufactura, Servicios, Construcción, Agropecuario, TIC, Minería, Transporte, y Otros)

Tabla 1. Descripción de las variables

Nombre	Descripción	Indicador
INSOLVENCIA	1 = entro a proceso de insolvencia en el año 2014 0 = no entro a proceso en el año 2014	
AC_PC	Activo Corriente / Pasivo Corriente	Liquidez
AC_AT	Activo Corriente/ Activo Total	Liquidez

⁵ EBIT representa, por sus siglas en inglés, los ingresos de la empresa antes de restar los rubros de los intereses pagados por obligaciones financieras e impuestos.

⁶ Las utilidades retenidas de una empresa son aquellas utilidades que no se reparten a los accionistas. La retención puede tener una fuente legal o contractual.

PC_AT	Pasivo Corriente / Activo total	Liquidez
PT_AT	Pasivo Total / Activo total	Endeudamiento
UR_AT	Utilidad retenida / Activo total	Endeudamiento
IN_AT	Ingresos Netos / Activo total	Rentabilidad
EBIT_AT	EBIT / Activo total	Rentabilidad
INV_AT	Inventario/ Activo total	Operación
Tamaño	2 variables Dummy: GRANDE, y MEDIANA. Se excluye PEQUENA	
SIZE	8 variables Dummy, para 9 sectores. Se incluyen COMERCIO, MANUFACTURA, SERVICIOS, CONSTRUCCION, AGROPECUARIO, TIC, MINERIA Y TRANSPORTE. Se excluyen las empresas clasificadas como OTROS.	

Las variables fueron escogidas preliminarmente de acuerdo a las variables que más se encuentran en los modelos de predicción de quiebra. Sin embargo, no van a ser incluidas todas las variables para evitar problemas de multicolinealidad. Por esta razón se presenta en la Tabla 2 un análisis de correlación de pares, con la cual se pretende analizar cuales variables no se deben incluir juntas en el modelo. Para los valores resaltados no se puede rechazar la hipótesis nula de que las dos variables no están correlacionadas.

Tabla 2. Correlación de las variables explicativas

	AC_PC	AC_AT	PC_AT	PT_AT	UR_AT	ING_AT	EBIT_AT	INV_AT
Activo Corriente / Pasivo Corriente	1.0000							
Activo Corriente / Activo Total	0.0218	1.0000						
Pasivo Corriente / Activo total	-0.0183	0.2032	1.0000					
Pasivo Total / Activo total	0.0091	0.1201	0.7993	1.0000				
Utilidad retenida / Activo total	-0.0029	-0.0126	0.0044	-0.0038	1.0000			
Ingresos Netos / Activo total	-0.0007	-0.0158	-0.0056	-0.0080	0.8662	1.0000		
EBIT / Activo total	-0.0023	0.0027	0.0134	0.0065	0.9099	0.7399	1.0000	
Inventario / activo total	-0.0223	0.4816	0.1273	0.0926	-0.0113	-0.0143	-0.0109	1.0000

No. observaciones	2343	2343	2417	2343	2343	2343	2298	2343
-------------------	------	------	------	------	------	------	------	------

Como se mencionó anteriormente, es necesario incluir indicadores de rentabilidad, endeudamiento, operación, y liquidez. Así, es necesario incluir la variable de inventario / activo total como indicador de operación. Por las correlaciones ente esta variable y las variables de liquidez, para minimizar la correlación es mejor escoger la variable activo corriente / pasivo corriente. Con respecto a los indicadores de endeudamiento y rentabilidad, se puede ver que los únicos que no están correlacionados son EBIT / activo total, y patrimonio total / activo total. Además, ninguna de estas dos variables presenta correlación con de inventario / activo total o con activo corriente / pasivo corriente.

A continuación se presenta la tabla 3, donde se realiza un análisis que compara la media de cada variable explicativa en las empresas que entraron a insolvencia y las que no entraron a insolvencia. Se espera que la prueba T muestre que las medias son estadísticamente diferentes, ya que esto significaría que estas variables son útiles para predecir la insolvencia. Se hace énfasis en las variables para las cuales se rechaza la hipótesis nula que las medias son estadísticamente iguales: Activo Corriente / Pasivo Corriente; Activo Corriente / Activo Total; Pasivo Total / Activo Total; Ingresos Netos / Activo Total; EBIT / Activo Total; e inventario / activo total. Estos resultados indican que estas variables que presentan una diferencia significativa pueden tener una incidencia importante en la predicción de la quiebra.

Tabla 3. Pruebas de diferencia de medias.

Variable	No insolvencia		Insolvencia		T	P-valor
	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.		
Activo Corriente / Pasivo Corriente	5.30	16.62	2.07	3.08	2.04	0.0409**
Activo Corriente/ Activo Total	0.58	0.33	0.51	0.32	1.99	0.0460**
Pasivo Corriente / Activo total	0.38	0.67	0.45	0.42	-1.11	0.2638
Pasivo Total / Activo total	0.52	0.81	0.76	0.48	-3.08	0.0020***
Utilidad retenida / Activo total	0.66	7.65	0.16	1.28	0.69	0.0318**
Ingresos Netos / Activo total	0.95	0.28	0.87	0.21	2.82	0.0047***
EBIT / Activo total	0.24	1.65	0.05	0.18	1.16	0.2424
Inventario / Activo total	0.12	0.12	0.17	0.19	-0.77	0.0477**

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

5. RESULTADOS

Los modelos logit y probit se basan en la existencia de una variable dicotómica que depende de un vector de variables x y el término del error.

$$y_{it}^* = \beta' * x_{it} + \varepsilon_{it}$$

La variable dependiente toma el valor de 0 si la empresa no quebró, y de 1 si la empresa entro al régimen de insolvencia. Existen dos tipos de modelos de respuesta binaria, el modelo probit se basa en la suposición que el término del error se distribuye normalmente, mientras que el modelo logit asume que el término del error tiene una distribución logarítmica.

5.1. Estimación del modelo

Como se vio anteriormente, se cuenta con algunas variables que no pueden ir juntas en la estimación para evitar problemas de multicolinealidad. En la tabla 4 se presentan los resultados de 4 especificaciones del modelo, en las cuales se intercambian las variables de liquidez y rentabilidad. Estas estimaciones se realizaron utilizando un modelo logit.

Con respecto al indicador de liquidez, se puede ver que activo corriente / activo total resulta mejor que activo corriente / pasivo corriente por sus respectivos niveles de significancia. Con respecto al indicador de rentabilidad se puede observar que ingresos netos / activo total resulta significativo en dos modelos, mientras que EBIT / activo total no resulta significativo en ninguno. La variable de utilidad retenida / activo total no resulta significativa en ninguna de las estimaciones, por lo cual se elimina. Con estos resultados es posible escoger la última especificación por ser la que mejor se ajusta. También se puede ver que tanto las variables dummy incluidas para capturar el efecto del tamaño de la empresa como algunas de las variables dummy del sector económico sí parecen tener efectos en la probabilidad de insolvencia.

Tabla 4. Comparación especificaciones

VARIABLES	(1) insolvencia	(2) insolvencia	(3) insolvencia	(4) insolvencia
Activo corriente / pasivo corriente	-0.0604* (0.0355)		-0.0597* (0.0356)	
Activo corriente / activo total		-1.333*** (0.426)		-1.310*** (0.426)
Pasivo total / activo total	0.160** (0.0742)	0.150** (0.0681)	0.161** (0.0734)	0.153** (0.0678)
Utilidad retenida / activo total	-0.0361 (0.0809)	-0.0310 (0.0748)	-0.0261 (0.0788)	-0.0231 (0.0733)
Ingresos netos / activo total			-0.233** (0.429)	-0.206** (0.431)
EBIT / activo total	-0.0462 (0.0700)	-0.0429 (0.0475)		
Inventarios / activo total	0.0917 (0.455)	0.972* (0.532)	0.0962 (0.455)	0.968* (0.532)
Mediana	0.720*** (0.279)	0.651** (0.281)	0.690** (0.283)	0.626** (0.286)
Grande	1.210*** (0.292)	1.088*** (0.297)	1.143*** (0.316)	1.031*** (0.321)
Comercio	1.307** (0.569)	1.664*** (0.575)	1.316** (0.569)	1.669*** (0.574)
Manufactura	1.554*** (0.571)	1.771*** (0.571)	1.563*** (0.571)	1.779*** (0.571)
Servicios	1.326** (0.586)	1.644*** (0.591)	1.335** (0.586)	1.658*** (0.590)
Construcción	1.764*** (0.589)	2.071*** (0.595)	1.777*** (0.589)	2.077*** (0.595)
Agropecuario	1.137* (0.659)	1.088* (0.660)	1.129* (0.659)	1.080 (0.660)
TIC	1.772*** (0.664)	2.171*** (0.670)	1.788*** (0.663)	2.176*** (0.670)
Minería	2.174*** (0.637)	2.371*** (0.638)	2.176*** (0.637)	2.369*** (0.638)
Transporte	1.400 (0.890)	1.499* (0.891)	1.396 (0.890)	1.499* (0.891)
Constant	-4.975*** (0.567)	-4.869*** (0.566)	-4.749*** (0.716)	-4.680*** (0.720)
Observations	2,343	2,343	2,343	2,343
Log - likelihood	-416.84	-415.85	-416.88	-414.08
Prob > Chi2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Pseudo R2	0.0671	0.0713	0.0670	0.0724

Errores estándar en paréntesis
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Sin embargo, se puede ver que las variables dummy para los sectores agropecuario y transporte no son significativos, por lo que se retiran del modelo. Así, el modelo final contiene la siguiente especificación.

Ecuación 1. Modelo final

$$\begin{aligned}
 \text{insolvencia} = & \beta_0 + \beta_1 * \frac{\text{activo corriente}}{\text{activo total}} + \beta_2 * \frac{\text{pasivo total}}{\text{activo total}} + \beta_3 * \frac{\text{ingresos netos}}{\text{activo total}} + \beta_4 * \frac{\text{inventarios}}{\text{activo total}} \\
 & + \beta_5 * \text{MEDIANA} + \beta_6 * \text{GRANDE} + \beta_7 * \text{COMERCIO} + \beta_8 * \text{MANUFACTURA} + \beta_9 \\
 & * \text{SERVICIOS} + \beta_{10} * \text{CONSTRUCCION} + \beta_{11} * \text{TIC} + \beta_{12} * \text{MINERIA} + \beta_{13} * \text{MINERIA} + \varepsilon
 \end{aligned}$$

Los resultados de esta estimación se presentan en la tabla 5, en la cual se puede apreciar que los cambios realizados en el modelo resultan en los respectivos indicadores de liquidez, rentabilidad, endeudamiento, y operación resultan significativos.

Tabla 5. Modelo final

VARIABLES	(1-LOGIT) insolvencia	(2-PROBIT) insolvencia
Activo corriente / Activo total	-1.347*** (0.425)	-0.638*** (0.192)
Pasivo total / Activo total	0.156** (0.0680)	0.0979*** (0.0355)
Ingresos netos / Activo total	-0.366** (0.414)	-0.176** (0.193)
Inventario / Activo total	1.083** (0.530)	0.518** (0.241)
Mediana	0.628** (0.285)	0.269** (0.124)
Grande	1.029*** (0.320)	0.476*** (0.145)
Comercio	1.032*** (0.394)	0.446*** (0.171)
Manufactura	1.141*** (0.388)	0.494*** (0.172)
Servicios	1.059** (0.427)	0.467** (0.189)
Construcción	1.444*** (0.424)	0.649*** (0.191)
TIC	1.566*** (0.530)	0.709*** (0.250)
Minería	1.754*** (0.488)	0.813*** (0.241)
Constant	-4.025*** (0.583)	-2.116*** (0.261)
Observations	2,343	2,343

Errores estándar en paréntesis
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

5.2. Análisis indicadores financieros

Activo corriente / activo total: De la estimación del modelo resulta que un aumento de esta razón financiera disminuye la probabilidad de insolvencia empresarial. Este resultado concuerda con la teoría ya que este es un indicador de liquidez, por lo cual ante una mayor liquidez la empresa tiene un mayor margen de maniobra. Este margen de maniobra significa que la razón de activo corriente / activo total actúa como causa de la crisis.

Pasivo total / activo total: Un aumento del pasivo como proporción del activo aumenta la probabilidad de insolvencia. Como se mencionó anteriormente es necesario diferenciar entre las causas y las características de la crisis. El indicador de pasivo total / activo total es una de las razones que la teoría encuentra como uno de los mayores síntomas de la crisis, por lo es apropiado que el modelo haya encontrado que es estadísticamente significativa.

Ingresos netos / activo total: Los resultados muestran que este indicador de rentabilidad tiene una incidencia en la probabilidad de insolvencia. Mientras mayores sean los ingresos netos de la empresa, menor probabilidad tiene de entrar en un proceso de insolvencia. La rentabilidad de la empresa actúa como una causa de la crisis y no como un síntoma.

Inversiones / activo total: Esta variable se incluyó como indicador de la operación de la compañía. El resultado arrojado por el modelo indica que la razón de inventario / activo total tiene una incidencia positiva sobre la probabilidad de insolvencia. Es decir, mientras mayor sea el inventario como proporción del activo total, es mayor la probabilidad de insolvencia.

5.3. Sectores económicos

Con respecto a las variables dummy incorporadas para capturar el efecto del sector económico en la probabilidad de insolvencia, se puede concluir que cada una tiene incidencia sobre la probabilidad. Cabe resaltar que los efectos marginales de cada una de estas variables deben ser comparados teniendo en cuenta que estos representan el aumento en la probabilidad de insolvencia con respecto a aquellas empresas que fueron clasificadas como de otros sectores.

Es necesario analizar si los coeficientes para cada una de las variables dummy de sector se diferencian entre sí, ya que los resultados de la regresión únicamente nos indican si estos son estadísticamente diferentes a aquellas empresas que se clasificaron como “otros”. Para este análisis se realiza una prueba chi-cuadrado en la cual la hipótesis nula es que los betas asociados a cada una de las variables dummy son iguales. En la tabla 7 se organizan los resultados, mostrando la probabilidad que el estadístico obtenido sea mayor al p-valor asociado. Se resaltan los valores

Tabla 6.

	Comercio	Manufactura	Servicios	Construcción	TIC	Minería
Comercio	NA					
Manufactura	0.6424	NA				
Servicios	0.9048	0.8228	NA			
Construcción	0.1047	0.2614	0.2477	NA		
TIC	0.2356	0.3737	0.3119	0.9063	NA	
Minería	0.0552*	0.1072	0.0899*	0.4310	0.5799	NA

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Como se puede ver en la gráfica 7, los resultados de cada una de las pruebas chi-cuadrado indican que los betas asociados a cada una de las variables dummy no son estadísticamente significativos. Esto significa que no se puede concluir, por ejemplo, que una empresa del sector manufacturero tiene una mayor probabilidad de quiebra que una empresa del sector transporte. Lo que si nos permiten concluir los resultados es que una empresa que desarrolle su actividad en uno de estos sectores tiene una mayor probabilidad de quiebra.

5.4. Tamaño de la empresa

En el modelo estimado se incluyeron variables dummy correspondientes a las empresas medianas y grandes. Una estimación preliminar en la cual se excluía el grupo de microempresas resultó en que las variables dummy de tamaño resultaran con coeficientes sospechosamente altos. Por esta razón se decidió agrupar las empresas micro y pequeñas para excluirlas del modelo. Con respecto a los coeficientes que acompañan a las variables para las empresas grandes y medianas, se puede ver que son significativos individualmente. Sin embargo cuando se realiza una prueba para comparar estadísticamente los dos coeficientes no se puede rechazar la hipótesis nula, por lo cual es necesario concluir que el efecto del tamaño de la empresa en la probabilidad de quiebra se puede agrupar en dos categorías. Las empresas medianas y grandes tienen una menor probabilidad de entrar en quiebra que las microempresas y las pequeñas empresas.

6. CONCLUSIONES

El modelo implementado no pretende actuar como un discriminante entre las causas y los síntomas de la crisis, sino como un modelo de alerta temprana que permita identificar una empresa que puede estar en riesgo de insolvencia.

Se encontró que las variables que en el caso colombiano pueden llegar a predecir la insolvencia son activo corriente / activo total como indicador de liquidez, pasivo total / activo total como indicador de endeudamiento, ingresos netos / activo total como indicador de rentabilidad, e inventarios / activo total como indicador de operación. También se encontró que el tamaño de la empresa parece no tener efecto alguno sobre la probabilidad de entrar a un proceso de insolvencia. Por último, se encontró que algunos sectores económicos presentan una mayor probabilidad de insolvencia.

En cuanto a las limitaciones del modelo cabe resaltar que los modelos de respuesta binaria como el presentado tienen una limitación temporal. La insolvencia no es un fenómeno que se dé automáticamente de un periodo a otro, se trata de una situación que tarda tiempo en desarrollarse y manifestarse. Por esta razón sería más apropiado utilizar un modelo de duración, los cuales son una generalización de los modelos de respuesta binaria que permiten modelar no solo la ocurrencia de la quiebra, sino el tiempo en que toma una empresa en quebrarse. Esta metodología permite una estimación más precisa de los efectos de las variables en sobre la probabilidad de quiebra. (Gomez-Gonzalez y Kiefer, 2009). Schumway (2001) determina que la utilización de los modelos de duración es ideal para el tipo de datos disponibles, en donde se tiene n empresas, las cuales pueden entrar en quiebra, no entrar en quiebra, o salir de la muestra por otros factores distintos a la quiebra.

7. **BIBLIOGRAFIA**

Altman, E.I. (1968). Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. *The Journal of Finance*, 23(4), pp. 568-609.

Altman, E.I. (1993). *Corporate Financial Distress and Bankruptcy: A Complete Guide to Predicting and Avoiding Distress and Profiting from Bankruptcy*. New York: John Wiley & Sons

Argenti, J. (1976). *Corporate Collapse: The Causes and Symptoms*. New York: John Wiley & Sons.

Atiya, A.F. (2001). Bankruptcy Prediction for Credit Risk Using Neural Networks: A Survey and New Results. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 12(4), pp. 929-935.

Barniv, R., Anurag, A. y Leach, R. (1997). Predicting the Out Come Following Bankruptcy Filing: A Three State Classification Using NN, *International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 6, pp. 177-194.

Beaver, W.H. (1966). Financial Ratios as Predictors of Failure, *Journal of Accounting Research*, Supplement, 4, January, pp. 71-111.

Bell, T.B., Ribar, G.S. y Verchio, J. (1990). Neural Nets Versus Logistic Regression: A Comparison of Each Model's Ability to Predict Commercial Bank Failures. En Srivastava, R.P. (ed) *Auditing Symposium on Auditing Problems*, pp. 29-53.

Bellovary, J.L, Giacomino, D.E. y Akers, M.D. (2007). A Review of Bankruptcy Prediction Studies: 1930 to Present. *Journal of Financial Education*, 33(Winter), pp. 1-43.

Blum, M. (1974). Failing Company Discriminant Analysis. *Journal of Accounting Research*, 12(1), Spring, pp. 1-25.

Deakin, E.B. (1972). A Discriminant Analysis of Predictors of Business Failure. *Journal of Accounting Research*, 10(1), Spring, pp. 167-179.

De Andrés Suárez, J. (2000). *Técnicas de Inteligencia Artificial aplicadas al análisis de la solvencia empresarial*. Documento de Trabajo núm. 206, Universidad de Oviedo, Facultad de Ciencias Económicas.

Fernández, T. M., & J, G. C. (2012). *Variables y modelos para la identificación y predicción del fracaso empresarial: Revisión de la Investigación Empírica Reciente*. España: Universidad de León.

Gomez-Gonzalez, J.E., Kiefer, N. M. (2009). Bank failure: evidence form the Colombian financial crisis. *The international Journal of Business and Finance Research*. 3(2), pg. 15-31

Gomez-Gonzalez, J.E., Ojeda, J., Tenjo, F., Zarate, H. (2013) The interdependence between credit and real business cycles in Latin American economies. *Borradores de Economía Banco de la Republica* No. 768

Jones, S. and Hensher, D.A. (2004). Predicting Firm Financial Distress: A Mixed Logit Model. *The Accounting Review*, 79(4), pp. 1011-1038.

Keasey, K. y Watson, R. (1987). Non-financial symptoms and the prediction of small company failure: a test of Argenti's hypothesis. *Journal of Business, Finance and Accounting*, 14(3), Autumn, pp. 335-354.

Marais, M., Patell, J. y Wolfson, M. (1984). The Experimental Design of Classification Models: An Application of Recursive Partitioning and Bootstrapping to Commercial Bank Loan Classifications. *Journal of Accounting Research*, 22(1), pp. 87-118.

Martin, D. (1977). Early Warning of Bank Failure. *Journal of Banking and Finance*, 1(3), pp. 249-276.

Nam, C. W., Kim, T. S., Park, N. J. and Lee, H. K. (2008), Bankruptcy prediction using a discrete-time duration model incorporating temporal and macroeconomic dependencies. *J. Forecast.*, 27: 493-506.

Ohlson, J.A. (1980). Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy. *Journal of Accounting Research*, 18(1), pp. 109-131.

Serrano Cinca, C. (1996). Self-Organizing Neural Networks for Financial Diagnosis. *Decision Support Systems*, 17(3), pp. 227-238.

Shumway, T. (2001). Forecasting Bankruptcy more Accurately: A Simple Hazard Model. *En Journal of Business*, No. 71, pp. 24-101

Slatter, S and Lovett,D; (1999). *2 Corporate Turnaround*. London: Penguin Books, pp. 13-52

Soto Echeverri, N. C. (2014). *Estructura de propiedad y riesgo de insolvencia en empresas de familia*, Bogota, Uniandes.

Stein, J.H. y Ziegler, W. (1984). The Prognosis and Surveillance of Risks from Commercial Credit Borrowers. *Journal of Banking and Finance*, 8(2), June, pp. 249-268.

Superintendencia de Sociedades. Sistema de Información y Reporte Empresarial (SIREM)

Superintendencia de Sociedades. Estadísticas de los procesos de insolvencia.

C.F. Smart, W.A. Thompson and I. Vertinsky. (1978). *Journal of Buisness Administration*, 9(2), Spring, pp. 59

Tascón y Castano (2012). Variables y modelos para la identificación y predicción del fracaso empresarial: revisión de la investigación empírica reciente. *Revista Española de Contabilidad*. (15)1, pp. 7-58.

Zavgren, C.V. (1985). Assessing the Vulnerability of Failure of American Industrial Firms: A Logistic Analysis. *Journal of Banking and Finance*. 12(1), Spring, pp. 19-45.