

MÉTODOS ESTADÍSTICOS APLICADOS PARA DIAGNOSTICAR Y PREDECIR EL ESTADO DE CRISIS FINANCIERA EN EMPRESAS QUE COTIZAN EN MERCADOS LATINOAMERICANOS

AUTORES

Norma Patricia Caro
Mariana Guardiola
Pablo Ortiz
Verónica Arias

COMPILADORES

Norma Patricia Caro
Mariana Guardiola

**Métodos estadísticos aplicados para
diagnosticar y predecir el estado de crisis
financiera en empresas que cotizan en
mercados latinoamericanos**

Autores (*)

Norma Patricia Caro

Mariana Guardiola

Pablo Ortiz

Verónica Arias

Compiladores: Norma Patricia Caro y Mariana Guardiola

() pacaro@eco.unc.edu.ar - marianaguardiola@eco.unc.edu.ar - pabort@eco.uncor.edu -
varias@eco.unc.edu.ar*

Métodos estadísticos aplicados para diagnosticar y predecir el estado de crisis financiera en empresas que cotizan en mercados latinoamericanos / Norma Patricia Caro... [et al.]; compilado por Norma Patricia Caro; Mariana Guardiola.-1a ed.-Córdoba: Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Económicas de la U.N.C., 2017.

92 p.; 23 x 17 cm.

ISBN 978-987-3840-55-5

1. Métodos de Investigación. I. Caro, Norma Patricia II. Caro, Norma Patricia, comp. III. Guardiola, Mariana, comp.

CDD 001.42



Métodos estadísticos aplicados para diagnosticar y predecir el estado de crisis financiera en empresas que cotizan en mercados latinoamericanos por Norma Patricia Caro - Mariana Guardiola (Compiladores) - Pablo Ortiz - Verónica Arias se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Diseño de tapa:

Érica Chemes

Esta publicación fue financiada por la Secretaría de Ciencia y Tecnología (Secyt) de la Universidad Nacional de Córdoba

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

Rector

Dr. HUGO OSCAR JURI

Vicerrector

Dr. RAMÓN PEDRO YANZI FERREIRA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

Decano

Mgter. JHON BORETTO

Vicedecana

Dra. MARÍA LUISA RECALDE

Secretaria de Asuntos Académicos

Dra. NORMA PATRICIA CARO

Secretario Técnico

Cr. FACUNDO QUIROGA MARTÍNEZ

Secretario de Administración

Cr. DIEGO CRIADO DEL RÍO

Secretario de Ciencia, Técnica y Relaciones Internacionales

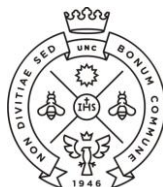
Dr. ANDRÉS MATTA

Secretario de Asuntos Estudiantiles

Cr. MATÍAS LINGUA

Secretario de Extensión

Lic. JUAN SAFFE



PROGRAMA

**Análisis de información financiera y bursátil de empresas que
cotizan en Mercados latinoamericanos utilizando métodos
estadísticos avanzados**

Directora

Dra. NORMA PATRICIA CARO

PROYECTO

**Análisis y aplicación de nuevos métodos de predicción de
crisis financiera en empresas de mercados latinoamericanos
en el marco del modelo logístico mixto y con modelos de
duración**

Directora

Dra. NORMA PATRICIA CARO

Prefacio

Este libro tiene el propósito de dar a conocer el resultado del trabajo de un grupo de investigadores de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), que participaron en el Proyecto **Análisis y aplicación de nuevos métodos de predicción de crisis financiera en empresas de mercados latinoamericanos en el marco del modelo logístico mixto y con modelos de duración** comprendido dentro del **Programa de Análisis de información financiera y bursátil de empresas que cotizan en mercados latinoamericanos utilizando métodos estadísticos avanzados**, aprobado y financiado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNC.

Motivados por la creciente utilización de modelos predictivos en variadas problemáticas de índole económica, este grupo de investigadores logró determinar, a partir de la aplicación de diferentes metodologías estadísticas, los principales ratios contables que contribuyen a predecir la crisis empresarial y, adicionalmente, efectuar comparaciones entre los mercados latinoamericanos estudiados.

Índice

Introducción	
<i>Norma Patricia Caro</i>	1
Capítulo 1. Modelos de predicción de fracaso empresarial: Revisión de la literatura	
<i>Norma Patricia Caro</i>	5
Capítulo 2. Uso de ratios contables para diagnosticar empresas con problemas financieros en economías latinoamericanas. Un enfoque descriptivo	
<i>Norma Patricia Caro – Mariana Guardiola</i>	13
Capítulo 3. Identificación de empresas con dificultades financieras en mercados latinoamericanos a través del análisis de conglomerados	
<i>Norma Patricia Caro – Mariana Guardiola</i>	27
Capítulo 4. Uso de árboles de clasificación para la predicción de empresas con dificultades financieras en mercados latinoamericanos	
<i>Norma Patricia Caro – Mariana Guardiola – Pablo Ortiz</i>	39
Capítulo 5. Predicción del fracaso empresarial a través de la aplicación de modelos mixtos	
<i>Norma Patricia Caro</i>	49
Capítulo 6. Predicción de fracaso en empresas latinoamericanas utilizando métodos no paramétricos para predecir efectos aleatorios en modelos mixtos	
<i>Norma Patricia Caro – Verónica Arias – Pablo Ortiz</i>	61
Referencias.....	75

Introducción¹

Norma Patricia Caro

Desde mediados del siglo pasado, gerentes, inversores, gobernantes, banqueros, entre otros, se han planteado como objetivo evaluar los resultados futuros del gerenciamiento empresarial para predecir, a mediano plazo, procesos de gestación e instalación de estados de vulnerabilidad financiera.

Los Acuerdos de Basilea, desde 1995 hasta la fecha, recomiendan a los países miembros la adopción generalizada de técnicas de predicción, sobre todo en el sistema de la banca oficial y privada, como medio idóneo para disminuir los encajes bancarios, acrecentar la oferta de préstamos, aumentar la rentabilidad del negocio bancario y por esta vía reducir las tasas de interés activas.

Considerando que desde hace unos años el sistema financiero está sufriendo un vertiginoso cambio, las entidades financieras se encuentran obligadas a controlar los riesgos a los que se enfrentan, siendo el de crédito y el de mercado los de mayor relevancia.

En la década del 2000, las empresas experimentaron una importante reducción en sus márgenes de ganancia lo que sumado a cambios tecnológicos y a la globalización de los mercados, contribuyeron a incrementar el interés por el uso de préstamos. A su vez, la competencia bancaria, la desregulación de los sistemas financieros domésticos y la incorporación de mercados emergentes, produjeron cambios significativos tanto en el negocio bancario como en las relaciones empresariales y el entorno económico y social. En este nuevo entorno, el riesgo se convirtió en un factor estratégico, no sólo para las entidades financieras sino para cualquier organización, con independencia de su tamaño y del sector al que pertenece (Medina, 2007).

Todo ello ha llevado a que el riesgo de crédito sea la principal preocupación de los bancos; de hecho, una mala gestión del mismo puede ocasionar graves problemas en una entidad de crédito concreta y llegar a desestabilizar la economía de un país. Esto llevó a que las

¹ Texto extraído de "Evaluación de riesgo de crisis financiera en empresas argentinas en los periodos 1993 – 2000 y 2003 – 2010". Año 2013, Caro, N. Tesis Doctoral.

entidades financieras, con independencia de la regulación a la que se enfrentan, desarrollen modelos para gestionar el riesgo de crédito a fin de contar con capital económico que asegure su continuidad. Sin embargo, la regulación no ha evolucionado a la misma velocidad que la gestión bancaria, lo que ocasiona un gran desfase entre el capital económico, como la mejor estimación del capital requerido por las instituciones financieras en el caso de no existir regulación y el capital regulatorio, como el mínimo capital a mantener exigido por la entidad reguladora.

La necesidad de evaluar el riesgo de crédito ha ido evolucionando con el tiempo. De hecho, las crisis bancarias que acontecieron, con mayor severidad en las décadas del 80 y 90, y que provocaron elevados costos políticos, sociales y económicos, afectaron a los mercados del resto del mundo; lo que también se observó con lo sucedido con las hipotecas en el año 2007 en Estados Unidos, extendiéndose al sistema bancario mundial (Latter, 1997).

La crisis de los mercados emergentes -tanto asiáticos como latinoamericanos- ha profundizado la preocupación de las entidades financieras en evaluar el nivel de riesgo de las empresas demandantes de créditos como así también en contar con calificaciones crediticias confiables. En este sentido, como las grandes agencias de calificación de crédito no habían logrado una adecuada predicción ante la crisis estadounidense, las entidades financieras mostraron interés por investigar nuevas formas de predecir crisis y de realizar puntuación crediticia -*scoring*-, con técnicas econométricas avanzadas.

A partir de la segunda mitad del siglo pasado, surgieron diversos trabajos que justifican la utilidad de la información contable para anticipar situaciones de posible fracaso empresarial (Mínguez Conde, J, 2005) que sin duda constituye uno de los aspectos más preocupantes, no sólo para el empresario sino para la sociedad en general, poniendo de relieve factores explicativos de tales situaciones. Además, en los últimos cincuenta años, surgieron variadas investigaciones sobre predicción de quiebra empresarial. El acceso a la información contable y el uso de herramientas estadísticas cada vez más potentes han contribuido al análisis de esta problemática.

La crisis financiera de las empresas ha sido y es un tema de preocupación en el mundo, a lo que no son ajenas las economías latinoamericanas.

El problema de investigación que se aborda en este libro está contextualizado en la teoría de la utilidad de la información contable para la toma de decisiones. El cambio de enfoque que se produce a través de

lo que se denominó la revolución contable (Beaver, 1981), hace cambiar la perspectiva de la medición de la ganancia económica a un enfoque informativo. Entre los principales aspectos planteados por Beaver (1981), se puede mencionar que la contabilidad ha sufrido modificaciones importantes, desde la década del sesenta, ya que se experimentó un incremento en los requerimientos financieros de las empresas por parte de los organismos reguladores, lo que aumenta la cantidad de datos financieros que los usuarios necesitan con el consiguiente cambio en los estados contables. El propósito de estos estados es, ahora, proveer información a los dueños del capital para predecir el beneficio -futuros flujos de fondos- y analizar la eficiencia y eficacia de la actuación gerencial.

La estrecha relación entre los indicadores económicos-financieros y la situación futura de cada empresa, justifica la construcción de modelos de pronóstico de riesgo de crisis financiera.

Ante la necesidad de contar con este tipo de modelos, en la década del 60, surgieron los primeros estudios con Altman (1968). En ellos, la metodología seguida se basaba en un diseño apareado de muestras no aleatorias y en la aplicación de métodos de discriminación lineal y cuadrático.

En la década del 80 aparecieron los primeros cuestionamientos al diseño no aleatorio (Olshon, 1980; Zmijewski, 1984), acompañado de la modelación con regresión logística o modelo probit (Olshon, 1980; Jones, 1987; Maddala, 1991). Una extensión de estos modelos son los de variable respuesta cualitativa multinomial u ordinal (Leclere, 1999).

Para la construcción de estos modelos se calcularon, a partir de la información publicada en los estados contables, innumerables ratios relacionados con: flujo de fondo operativo -reportado o estimado-, capital de trabajo, performance de la rentabilidad, volumen de negocios, estructura financiera y capacidad de pago de los servicios de deuda.

El presente libro tiene por objetivo identificar los factores determinantes de la situación de crisis de las empresas que cotizan sus activos financieros en el mercado de valores de Argentina, Chile y Perú en la década del 2000. En este sentido, se pretende poder predecir una posible situación financiera desfavorable de dichas empresas ante determinado comportamiento de esos factores y, también, la adecuación de los modelos mixtos en la predicción de crisis financiera, atendiendo a que poseen mejor *performance* respecto a los modelos de corte transversal.

Los factores que resulten significativos para explicar la crisis de las empresas y que puedan ser evaluados periódicamente, permitirán

predecir un posible estado de falencia mayor que pueda provocar sucesos de cesación de pagos, cierre de empresas, entre otros. En función del patrón de comportamiento observado en dichos factores, se podrá distinguir empresas en crisis del resto y determinar qué características explican esas diferencias.

En resumen, se procura dar continuidad a esta línea de investigación con el aporte de evidencia empírica y mediante la construcción de modelos de pronóstico de riesgo de crisis financiera, los que proveen información valiosa y adecuada para el diseño de políticas públicas y privadas, al tiempo que contribuyen a atenuar las consecuencias de este fenómeno. El desarrollo de modelos estadísticos avanzados en esta temática constituye un verdadero aporte a la investigación científica en la disciplina contable.

Este libro cuenta con cinco capítulos: en el capítulo 1, se presenta una revisión de la literatura; en el capítulo 2, se describen y caracterizan las empresas con y sin problemas financieros de los tres países bajo estudio; en el capítulo 3, se aplica un método de clasificación y detección de empresas con vulnerabilidad financiera; en el capítulo 4, se explicitan los modelos mixtos aplicados para predecir el fracaso empresarial; y en el capítulo 5, se utilizan nuevos métodos de predicción del fracaso, en el marco de los modelos mixtos, en otras empresas que no han formado parte de la base de datos para la estimación del modelo aplicado en el capítulo anterior.

Capítulo 1

Modelos de predicción de fracaso empresarial: Revisión de la literatura²

Norma Patricia Caro

1.1. Introducción

La literatura sobre predicción de crisis financiera en empresas ha estado principalmente influida por los cambios experimentados en el ámbito académico de la contabilidad financiera, a través de la ya mencionada revolución contable (Beaver, 1981).

Resulta conveniente realizar una revisión de la literatura sobre los modelos de predicción de crisis aplicados en distintos países –tanto en economías desarrolladas como en economías emergentes-, haciendo hincapié en la determinación de las variables que influyen en la predicción del estado de situación financiera, como así también en la definición del estado de crisis que se pretende describir y evaluar.

El interés por predecir el estado de crisis empresarial se encuentra presente en todas las economías; sin embargo, en la década del 60, los países anglosajones fueron los primeros en comenzar a investigar en esta temática. Luego, los estudios se extendieron a otros países y, en especial, a economías emergentes replicando y adaptando los modelos utilizados en el primer grupo de países.

Cabe destacar que el pronóstico de la crisis es utilizado para muchos propósitos, tales como: monitoreo de solvencia, valoración de préstamos, evaluación de auditores, medición del riesgo del portafolio, entre otros.

Siguiendo la evolución histórica de estas investigaciones y teniendo en cuenta los diferentes métodos estadísticos aplicados, se pueden diferenciar dos etapas claves: la etapa descriptiva, que comenzó en la

² Adaptación del artículo "Modelos de predicción de crisis financiera en empresas: una revisión de la literatura". Caro, N. Revista Internacional Legis de Contabilidad y Auditoría. 58, 135 - 183. Abril – Junio de 2014.

década de 1930 y la etapa predictiva, desde los años 60 hasta nuestros días con un importante avance en los métodos cuantitativos aplicados. En ambas etapas, los ratios financieros -calculados a partir de los estados contables de publicación- constituyen el conjunto informativo útil para explicar y predecir el fracaso empresarial mediante la aplicación de diferentes modelos estadísticos.

A continuación se comentan, brevemente, los principales estudios realizados en ambas etapas y, para la etapa predictiva, se efectúa una distinción entre aplicaciones en economías desarrolladas y emergentes.

1.1.1. Etapa Descriptiva

La inquietud en detectar procesos de fracaso empresarial surge en Estados Unidos a partir de la crisis de 1929-1930. Los primeros estudios se centraron en el análisis del comportamiento y la tendencia de ciertos ratios con la finalidad de evaluar la situación financiera de determinadas empresas. Se utilizó metodología univariada, considerando cada ratio individualmente, y analizándolo en grupos de empresas clasificadas en firmas con dificultades financieras y sin problemas de este tipo o sanas. Los principales exponentes de esta fase fueron Fitzpatrick (1932), Winakor y Smith (1935) y Merwim (1942).

Tabla 1.1. Etapa Descriptiva en los modelos de predicción de crisis

Investigaciones	Empresas de la muestra	Período de análisis	Ratios significativos
Fitzpatrick (1932)	19 sanas y 19 quebradas	1920 - 1929	Rentabilidad del patrimonio neto y endeudamiento
Winakor y Smith (1935)	183 con dificultades	1922 - 1931	Liquidez
Merwim (1942)	939 entre sanas y quebradas	1926 – 1936	Liquidez y Endeudamiento

Fuente: Ibarra (2001)

Los tres trabajos tienen grandes similitudes entre ellos lo que permite describirlos como si fueran distintas partes del mismo estudio (Tabla

1.1.). Fitzpatrick (1932) seleccionó 19 empresas en quiebra y 19 empresas sanas durante los años 1920-1929, utilizando trece ratios con el objetivo de analizar las tendencias de los mismos en ese lapso de tiempo y concluye que los ratios fueron significativamente diferentes en ambos grupos, ya que en las empresas fracasadas evolucionaron desfavorablemente con respecto a los ratios de las empresas sanas que eran más estables o con tendencia favorable. Winakor y Smith (1935) seleccionaron una muestra de 183 empresas con dificultades financieras, en un período de hasta diez años anteriores al año de la quiebra, 1931, y se trabajó con veintiún ratios. Se concluye que el ratio de liquidez (capital circulante / activo total) es uno de las más exactos y fiables indicadores de quiebra.

Por último Merwim (1942) concluye que entre tres y cinco años antes de la crisis, los ratios de liquidez (capital circulante neto / activo total) y endeudamiento (capital circulante / activo total) fueron los más sensibles a la hora de predecir la quiebra o la interrupción de sus operaciones. Entre las críticas a estos trabajos puede mencionarse el hecho de que los estados contables financieros presentaban distintas normalizaciones, ya que no se contaba con normas contables generales. Tampoco se tuvo en cuenta, en esas investigaciones, el tamaño de las empresas seleccionadas, que puede ocasionar resultados no comparables. Por último, desde el punto de vista del análisis metodológico, el desarrollo de computadoras y software no era tal para el procesamiento de los datos y debió hacerse manualmente por lo cual era impensado el análisis de más de una variable.

1.1.2. Etapa Predictiva

1.1.2.1. Modelos para economías desarrolladas

La etapa predictiva se caracteriza por describir qué ratios financieros explican la crisis empresarial y su capacidad predictiva, en función de su significatividad. Esta fase se inició en la década del 60 con los trabajos de Beaver (1966,1968) quien a través del análisis univariado de datos estudió si la solvencia y la liquidez de las empresas eran capaces de predecir la falencia, a partir de un modelo con una variable dependiente dicotómica -quiebra y no quiebra- y variables independientes consideradas, cada una, por separado.

Altman (1968), pionero de los modelos de predicción de crisis, no sólo desarrolló los modelos *Z-Score* sino que los aplicó en diferentes países, incluso en economías emergentes donde creó un sistema de *scoring*,

Emerging Market Scoring (EMS) (Altman, Hartzell y Peck, 1995). De esta manera, sus trabajos tuvieron un impacto más allá del ámbito académico, logrando un desarrollo profesional al cubrir las demandas de entidades financieras y consultoras de riesgo.

Con el transcurso del tiempo, la metodología propuesta por Altman sufrió modificaciones en función de la economía de cada país, del avance en el desarrollo de metodologías estadísticas, entre otros motivos (Altman, 1988).

A partir de los modelos de predicción de crisis desarrollados por Beaver (1966 y 1968) y Altman (1968) en Estados Unidos, adquiere especial interés, la clasificación de empresas según su estado –en crisis o sana–. La metodología empleada se basó en un diseño apareado de muestras no aleatorias y en la aplicación de métodos de discriminación lineal y cuadrática. Las variables seleccionadas, según estudios similares existentes en la literatura, fueron las que potencialmente serían significativas para predecir el estado de insolvencia; para ello, se observaron las significancias estadísticas de varias funciones alternativas, la correlación entre las variables y el juicio del analista, quedando así definidas las variables independientes.

En la década del 80 aparecieron los primeros cuestionamientos al diseño no aleatorio (Olshon, 1980; Zmijewski, 1984) acompañado de la modelación con regresión logística o modelo probit (Olshon, 1980; Begley, *et al.* 1996; Jones, 1987; Maddala 1991). Una extensión de estos modelos son los de variable respuesta cualitativa multinomial u ordinal (Leclere, 1999).

Altman (1984) realizó una descripción de los modelos financieros de riesgo de fracaso más aplicados a nivel internacional; además utilizó el modelo *Z-Score* en empresas de diferentes países a fin de efectuar comparaciones con empresas estadounidenses. Luego, debido a una serie de cambios que se dieron en los informes financieros publicados por las empresas, resultó conveniente utilizar el modelo de análisis *Zeta* (Altman, *et al.*, 1977) que contemplaba ajustes referidos a estos cambios observados. Entre los países que formaron parte de este estudio, se encuentran: Japón (Takahashi, (1979) y Ko, (1982)); Alemania (Weibel, (1973), Von Stein (1968), Beerman (1976), Weinrich (1978) y Gebhardt (1980)); Australia (Castagna y Matolcsy (1981)), Gran Bretaña (Taffler (1976, 1977, 1980 y 1981)), Canadá (Knight (1979) y Altman y Lavalley (1981)). La comparación de los resultados obtenidos en estos trabajos ha llevado a analizar similitudes entre los ratios que caracterizan a firmas fallidas y no fallidas. No obstante, las condiciones particulares de cada país conllevan mayores o menores diferencias entre ambos grupos de empresas. La principal dificultad a la que se enfrentan los países es la

disponibilidad de datos para realizar estos estudios y efectuar comparaciones.

Taffler (1984) realizó una revisión crítica de los modelos *Z-Score* de Altman aplicados en los últimos años en Reino Unido, ya que el comportamiento de las empresas en este país era muy parecido al de las empresas estadounidenses. Por otra parte, Maddala (1991) investigó y profundizó sobre las metodologías empleadas en los modelos de predicción de crisis cuando la variable dependiente es cualitativa. En particular, comparó los resultados obtenidos a partir del análisis discriminante múltiple con los del modelo logit y probit, entre otros.

Grice y Dugan (2001) destacaron que usar modelos ya desarrollados para efectuar predicciones en otros momentos del tiempo, o para firmas de otros sectores o con diferentes niveles de crisis, puede atentar contra la exactitud en la clasificación. Por ello, es importante construir modelos para cada situación en particular.

También es importante mencionar las aplicaciones que Jones y Hensher (2004 y 2007) realizaron en empresas australianas, donde comenzaron a utilizar datos a través del tiempo y demostraron que el modelo logístico mixto -que tiene en cuenta la heterogeneidad no observada- es uno de los modelos econométricos de elección discreta más avanzado que haya sido aplicado (Train, 2003). Jones y Hensher (2004), luego de analizar la literatura sobre la predicción de crisis financiera en las últimas tres décadas, concluyen que ésta ha sido confinada al análisis discriminante múltiple, modelos probit y modelos logit binarios y multinomiales.

Los modelos de respuesta discreta relajan el cumplimiento de supuestos cuestionables asociados con la condición de independencia, de igual distribución y la homogeneidad observada y no observada. En contraste al modelo logit estándar, el logit mixto provee un marco superior para la explicación y la predicción, siendo una de las últimas y más avanzadas técnicas que se están empleando en muchos campos de las ciencias sociales para respuestas discretas. De esta manera, Jones y Hensher (2004) revolucionaron la literatura al presentar un nuevo modelo que mejora la calidad de la predicción.

Siguiendo con la línea de incorporar la dimensión temporal, Beaver, McNichols y Rhie (2005) y Beaver, Correia y McNichols (2009) utilizaron modelos de duración o *Hazard*. Estos modelos permiten calcular la probabilidad de quiebra en un tiempo, condicionado a que haya sobrevivido hasta un momento determinado de tiempo.

Como se observa, la evolución de las metodologías estadísticas empleadas en la predicción del fracaso empresarial muestra una

tendencia hacia la reducción en las restricciones de los modelos, con la finalidad de mejorar la forma de medir la significatividad de las variables.

1.1.2.2. Modelos para economías emergentes

El interés en esta temática también se extiende a economías emergentes, en particular a países latinoamericanos.

Las primeras aplicaciones en economías emergentes se centraron en los modelos de Altman (1968) sin adaptación alguna, siendo ambientes económicos y legales con comportamientos empresariales diferentes al de las economías desarrolladas.

Además de los modelos de Altman, también se aplicaron otras metodologías para la predicción del riesgo financiero. Considerando las principales investigaciones en esta temática: Altman, Baida y Rivero Díaz (1979) trabajaron con empresas de Brasil; Pascale (1988), de Uruguay; Altman, Hartzeel y Peck (1995), de México y Mongrut Montalván, Alberti Delgado, Fuenzalida O'Shee y Akamine Yamashiro (2011), de Perú.

Altman, Baida y Rivero Díaz (1979) aplicaron el modelo *Z-Score* de Altman (1968) a empresas brasileras que venían de una dura experiencia financiera en esa década. En este trabajo se observa la dificultad que presenta la gran variabilidad de los gastos financieros en el poder discriminatorio del modelo, lo que evidencia la necesidad de efectuar ajustes para entornos inflacionarios.

En 1988 Pascale desarrolló, con el asesoramiento de Altman, un modelo multivariado con el fin de predecir la quiebra en la industria manufacturera de Uruguay, considerando una muestra de pequeñas, medianas y grandes empresas.

Altman, Hartzeel y Peck (1995) adaptaron el modelo de Altman (1968) en función de los resultados obtenidos en Altman, Baida y Rivero Díaz (1979) para economías emergentes, incluyendo un mayor número de ratios y de variables, con el fin de poder replicar el riesgo industrial y político presente en este tipo de países.

En una primera instancia, en empresas mexicanas se aplicó el modelo *Z-Score* (Altman et al., 1995b); luego se practicaron ajustes según la vulnerabilidad de la empresa a devaluaciones corrientes, al sector al que pertenece y a su posición competitiva en la industria. De esta manera, se obtuvo un *rating* modificado, apropiado, según las características de cada país, con el objetivo de que sea útil a inversores, bancos y otros interesados al momento de tomar decisiones de inversión o de crédito.

Las agencias que determinan estos scoring colaboran con los diferentes actores, entre ellos el sector financiero, al momento de predecir situaciones de fracaso. Con la intención de construir modelos locales para empresas se debe realizar, en primer lugar, una revisión financiera derivada de un modelo de riesgo cuantitativo y, en segundo lugar, una evaluación de riesgo de crédito específico a fin de arribar a un *rating modificado* que luego podrá usar el inversor en función de cada mercado.

Mongrut Montalván, Alberti Delgado, Fuenzalida O'Shee y Akamine Yamashiro (2011) identificaron factores determinantes de la crisis en empresas peruanas. En el mismo sentido, en Argentina, Swanson y Tybout (1988) aplicaron los modelos de Altman. Más de diez años después lo hicieron Díaz, et al (2001) y Sandin y Porporato (2007). Caro, et al (2013) aplicaron modelos de predicción de crisis considerando la historia de cada empresa a través de los estados contables de varios períodos de tiempo (estudio longitudinal).

Cabe destacar que en los países latinoamericanos, siguiendo el desarrollo de la literatura, se han aplicado métodos predictivos de vanguardia. Si bien se evidencia un gran desarrollo, aplicación y difusión de estos métodos a nivel global, poco es lo publicado sobre estos países en lo que concierne a esta temática.

Capítulo 2

Uso de ratios contables para diagnosticar empresas con problemas financieros en economías latinoamericanas

Un enfoque descriptivo³

Norma Patricia Caro
Mariana Guardiola

2.1. Introducción

La crisis empresaria es un estado que afecta la viabilidad económica, financiera y técnica de la firma, produciéndose un desequilibrio generalizado y cuya principal manifestación es la disminución de la capacidad de regenerar ciclos de actividad. En este contexto, las estructuras de rentabilidad y de financiación suelen ser las más afectadas y pueden ser utilizadas para establecer un marco de referencia para el proceso de diagnóstico en las organizaciones, acorde con su realidad y sus propias políticas.

A partir de 1930, la literatura sobre evaluación del comportamiento de empresas para predecir procesos de gestación e instalación de estados de vulnerabilidad financiera fue de tipo descriptiva y enmarcada en economías desarrolladas. En 1968, en adelante, se comenzaron a aplicar modelos predictivos de fracaso empresarial en dichas economías. Luego, muchos trabajos replicaron estos estudios predictivos en economías emergentes, pero la literatura es escasa en análisis descriptivos, los que resultan necesarios previo a la aplicación de cualquier metodología de predicción.

Dado que las economías emergentes, en particular las latinoamericanas, no han sido lo suficientemente estudiadas, en el presente capítulo se

³ Adaptación del artículo “Los ratios contables para describir y diagnosticar empresas que presentan signos de vulnerabilidad financiera en mercados latinoamericanos”. Autores: Caro, N., Guardiola, M. y Flores, L. En evaluación en Revista Contabilidad y Decisiones de la Universidad Católica de Córdoba. (Argentina), enviada en Marzo de 2016.

analiza el comportamiento de empresas argentinas, chilenas y peruanas mediante un enfoque descriptivo y con la finalidad de determinar los indicadores que diagnostiquen el estado de vulnerabilidad financiera, las particularidades de cada mercado y la factibilidad de utilizar los resultados exploratorios para construir modelos predictivos.

El horizonte temporal de esta investigación comprende el período 2000-2010, que se corresponde con una etapa de estabilidad y crecimiento de las economías latinoamericanas, y donde las empresas que cotizan en bolsa publican sus estados contables confeccionados a partir de la aplicación de normas locales. Cabe destacar que para las empresas argentinas se consideró la información disponible a partir del año 2003 debido a la crisis económica del 2001-2002.

Con posterioridad al período bajo análisis, estos países comenzaron a implementar las Nuevas Normas Internacionales de Contabilidad que establecen algunos criterios diferentes en cuanto a valuación y exposición de la información. Por esto no resulta conveniente utilizar informes contables de períodos posteriores a la implementación de dichas normas ya que sus resultados no serían comparables.

Mediante la aplicación de métodos estadísticos descriptivos se persigue, para cada mercado, analizar el desempeño de ciertos ratios financieros sugeridos por la literatura y determinar valores de referencia de los mismos que contribuyan a predecir un estado de falencia empresarial. De esta manera, se indagará sobre la existencia de un patrón de comportamiento en los ratios que distinga a las empresas en crisis -con problemas financieros- del resto -sin ellos-, y las características que explican las diferencias entre ambos grupos de empresas.

2.2. Muestra y variables

La población objeto de análisis está conformada por las empresas que cotizan sus activos financieros en la Bolsa de Comercio de Buenos Aires (Argentina), en la Bolsa de Comercio de Santiago (Chile) y en la Bolsa de Valores de Lima (Perú).

La *Bolsa de Comercio de Buenos Aires (BCBA)*, fundada el 10 de julio de 1854, es la más importante de Argentina, constituyéndose como el centro financiero del país. Sus principales transacciones se centran en acciones de empresas, bonos, divisas y futuros. Se trata de una asociación civil sin fines de lucro, dirigida por representantes de los diferentes sectores del empresariado, regulada por la Ley N° 17.811 y supervisada por la Comisión Nacional de Valores. La particularidad del

sistema bursátil argentino es que la Bolsa y el Mercado de Valores son dos instituciones distintas, cada una con funciones y roles específicos, a diferencia de la mayoría de los sistemas bursátiles del resto del mundo, que tienen una única institución denominada Bolsa de Valores. Las empresas que desean cotizar sus acciones en la Bolsa de Comercio de Buenos Aires deben informar trimestralmente sus estados contables y aportar toda la información relevante.

La *Bolsa de Comercio de Santiago (BCS)*, fundada el 27 de noviembre de 1893, es el principal centro de operaciones bursátiles de Chile. Sus transacciones son acciones, bonos y divisas extranjeras. La Bolsa es miembro fundador de la Federación Iberoamericana de Bolsas de Valores (FIAB) desde 1973. Como indicadores puede mencionarse: el Índice General de Precios de Acciones (IGPA), creado en 1958 y compuesto de la mayoría de las acciones y de revisión anual, y el Índice de Precio Selectivo de Acciones (IPSA), que corresponde a las 40 acciones más transadas.

La *Bolsa de Valores de Lima (BVL)* resurgió bajo el nombre de Bolsa Comercial de Lima en 1898. El mercado bursátil está regulado por la Ley de Mercado de Valores, Decreto Legislativo N° 861 y el ente regulador es la Superintendencia del Mercado de Valores (SMV), organismo técnico especializado, que tiene por finalidad velar por la protección de los inversionistas, la eficiencia y transparencia de los mercados bajo su supervisión, la correcta formación de precios y la difusión de toda la información necesaria para tales propósitos. La BVL es la única entidad autorizada para funcionar en el país y tiene por objeto facilitar las negociaciones de valores inscriptos.

El fundamento del estudio de este tipo de empresas radica en que las mismas se encuentran obligadas a publicar sus estados contables auditados, lo que facilita disponer de su información.

Cabe aclarar que no se incluyeron otras empresas sudamericanas debido a que, en algunos casos, no se dispone del dato que corresponde a la manifestación del fracaso (Colombia, Ecuador y Brasil) o bien no poseen Bolsa de Valores (Uruguay).

Las empresas en crisis fueron detectadas a partir del dato de expresión de la vulnerabilidad financiera en el período de análisis, a saber: suspensión en la cotización de sus acciones, declaración de su quiebra, o absorción de parte de su capital o de su patrimonio neto debido a elevadas pérdidas. Por otro lado, se tomó una muestra aleatoria de empresas sanas, que comprende a aquellas firmas que no manifestaron estos signos de vulnerabilidad en el mencionado período.

Cabe aclarar que se excluyeron bancos, entidades financieras,

compañías de seguro y administradoras de fondos y pensiones ya que poseen una regulación específica y su análisis no sería comparable con las demás empresas (Altman, 1968).

Una de las limitaciones más importantes que podemos mencionar, es el reducido número de empresas que cotizan en las bolsas latinoamericanas, y la escasa cantidad de empresas con signos de crisis. No obstante ello, al considerar varios períodos anuales en cada caso, el número de observaciones aumenta, calificando a la muestra de representativa (Diaz et al., 2001 y Sandin y Porporato, 2007). Esto trae como consecuencia, la imposibilidad de realizar un análisis por sector, ya que existen sectores con pocas empresas y en algunos casos con una nula cantidad de empresas en crisis.

Para el análisis de las empresas en crisis se tomaron los estados contables anuales inmediatos anteriores a la crisis (mínimo dos y máximo seis años), según la disponibilidad de la información, y para las empresas sanas, los estados contables anuales de similar período a las anteriores.

A continuación se presenta el número de empresas según el estado -sana y en crisis- que integran la muestra de cada mercado y sus respectivas observaciones (Tabla 2.1).

Tabla 2.1. Número de empresas y observaciones por país

Estado	Argentina		Chile		Perú	
	Obs.	Empresas	Obs.	Empresas	Obs.	Empresas
Sana	186	31	522	89	221	37
En crisis	52	13	111	22	52	13
Total	238	44	633	111	273	50

Fuente: elaboración propia

Con el propósito de caracterizar ambos grupos de empresas y de poder detectar medidas resumen tendientes a diagnosticar un posible fracaso empresarial, se utilizaron algunos indicadores sugeridos por la literatura contable para esta temática. Éstos consisten en ratios calculados a partir de la información de los estados contables publicados por las empresas, que resultan útiles en la toma de decisiones y al momento de cuantificar, de alguna manera, el éxito o fracaso de las mismas. En este sentido, el análisis del comportamiento de los ratios contables permite medir una serie de características de las empresas que les permitirán detectar signos de deterioro en los mismos, evitando un posible fracaso empresarial.

En la literatura sobre predicción de crisis empresarial existe una vasta variedad de ratios; muchos de ellos redundantes ya que miden similares aspectos y, a su vez, no existe una teoría sólida sobre cuáles resultan indispensables. También se excluyeron algunos indicadores que requieren información no publicada en los estados contables. Los ratios que se consideran en este capítulo fueron los utilizados por Caro, *et al* (2013) para empresas argentinas (Tabla 2.2).

Tabla 2.2. Descripción de las variables utilizadas en el análisis descriptivo

Variable	Forma de cálculo	Elementos del ratio	Interpretación
Ratio de Flujo de Fondos Operativos (FF_AT)	$FF_AT = (FFO/AT)*100$	FFO: Flujo de Fondos generado por las Operaciones AT: Activo Total	Mide la posición de efectivo originado por las operaciones respecto al total del activo.
Ratio de Liquidez (E_AT)	$E_AT = (E/AT)*100$	E: Disponibilidades (efectivo e inversiones que se convierten en efectivo dentro de las 24 hs.) AT: Activo Total	Representa la relación entre los recursos más líquidos de la empresa con respecto al total del activo.
Ratio de Rotación sobre Activo Total (V_AT)	$V_AT = (V/AT)*100$	V: Total de Ventas AT: Activo Total	Expresa la eficiencia con que la empresa puede usar sus activos para generar ventas. También es una medida del volumen de negocios.
Ratio de Endeudamiento (D_PN)	$D_PN = (D/PN)*100$	D: Total de Deudas PN: Patrimonio Neto	Mide la relación de las deudas (capital de terceros) por cada peso de capital aportado por los dueños de la empresa.
Ratio de Capital de trabajo (CT_AT)	$CT_AT = (CT/AT)*100$	CT: Capital de Trabajo (Activo Corriente menos Pasivo Corriente) AT: Activo Total	Expresa el grado de fluidez del activo total e indica en qué medida la inmovilización del activo total resulta neutralizada por el capital de trabajo.
Ratio de Rentabilidad económica (GE_AT)	$GE_AT = (Uail/AT)*100$	Uail: Utilidad antes de intereses e impuestos AT: Activo Total	Mide la rentabilidad en función de las ganancias de la explotación.

Otras investigaciones (Mongrut, *et al*, 2011) han utilizado indicadores macroeconómicos -tasa de inflación, tasa de interés, producto bruto interno, entre otras- logrando resultados satisfactorios. No obstante, en este libro, estas variables fueron excluidas por no ser estadísticamente significativas ya que resultan constantes para cada empresa -aunque diferentes en cada uno de los años considerados- y no tienen incidencia en el estado de crisis en el periodo analizado -caracterizado por estabilidad y crecimiento económico-.

2.3. Metodología

El diagnóstico empresarial permite detectar anomalías y tomar decisiones tendientes a evitar situaciones de crisis financiera. A través del análisis estadístico descriptivo se calcularon medidas resumen que permiten caracterizar estas situaciones y que son previas a la aplicación de modelos de predicción de crisis. A los efectos de analizar la *performance* de los ratios financieros sugeridos por la literatura, se calcularon medidas descriptivas básicas, como la media, mediana, mínimo, máximo, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.).

Luego se indagó sobre la existencia de un patrón de comportamiento en los ratios que caracterice y diferencie a las empresas con y sin problemas financieros. A partir de un análisis exploratorio, se calcularon valores de referencia de los ratios que contribuyen a determinar un estado de falencia empresarial. En este sentido, se obtuvo como valor de referencia, el valor mediano de las medianas de cada uno de los ratios de los mercados bajo estudio, diferenciando ambos tipos de empresas. Es decir, de cada ratio -en cada país- se calculó la mediana como medida que no se desvirtúa ante la presencia de valores extremos. Luego, de todas esas medianas se calculó nuevamente como medida representativa el valor mediano, y ese fue considerado el valor de referencia para evaluar empresas en riesgo de crisis financiera. Los valores de referencia pueden ser de utilidad para indicar, a un momento determinado, en qué estado se encuentra una empresa en función de sus ratios.

2.4. Resultados

Esta sección se divide en tres partes: a) caracterización de las empresas según el estado en cada mercado; b) comparación de los indicadores financieros de las empresas en crisis en las economías seleccionadas; y c) determinación de valores de referencia para evaluar empresas en riesgo de crisis financiera.

2.4.1. Caracterización de las empresas según el estado en cada mercado

Argentina

La Tabla 2.3 muestra el comportamiento de los ratios financieros de las empresas sanas y en crisis del mercado argentino, cuyo primer análisis fue realizado por Caro (2015).

Tabla 2.3. Medidas descriptivas de ratios financieros de empresas del mercado argentino según su estado

Medidas	GE_AT		FF_AT		E_AT	
	Sanas	En crisis	Sanas	En crisis	Sanas	En crisis
Mediana	0,48	-8,30	8,41	3,55	1,62	0,55
Media	0,96	-10,71	7,68	-1,22	2,52	1,95
Mínimo	-17,53	-128,54	-23,44	-127,00	0,00	0,00
Máximo	36,74	36,71	31,43	25,12	13,55	31,38
D.S.	6,34	23,57	8,63	23,05	2,66	4,49
C.V.	6,62	2,20	1,12	18,91	1,06	2,31

Medidas	V_AT		D_PN		CT_AT	
	Sanas	En crisis	Sanas	En crisis	Sanas	En crisis
Mediana	83,80	23,58	70,61	133,53	10,11	-0,32
Media	102,64	35,84	88,93	241,31	12,30	-24,25
Mínimo	2,93	0,00	1,44	0,25	-65,26	-263,86
Máximo	374,85	117,35	340,99	2.020,32	66,35	44,50
D.S.	71,37	39,67	69,07	373,88	20,82	71,10
C.V.	0,70	1,11	0,78	1,55	1,69	2,93

Fuente: elaboración propia

El índice de rentabilidad promedio de las empresas en crisis es negativo (-10,71%) debido al nivel de pérdidas obtenidas en el período, contra un 0,96% positivo de las empresas sanas. Existen valores extremos en ambos grupos, una empresa en crisis tiene una altísima pérdida y varias empresas sanas han obtenido altos niveles de ganancias, lo que se refleja en que las medianas de ambos grupos son menores al promedio. El índice de rentabilidad presenta cuatro veces más dispersión en las empresas en crisis que en las sanas, aunque en términos relativos es un tercio.

El índice del flujo de fondos operativos promedio en las empresas en crisis es negativo (-1,22%), lo que significa que el flujo de fondos generado por las operaciones no alcanza a cubrir las erogaciones operativas. La existencia de algunas empresas en crisis con flujos de fondos negativos hace que en este grupo, la mediana sea mayor que el promedio, situación que no se da en el grupo de las empresas sanas, donde ambas medidas son similares. En las empresas en crisis esta variable presenta una altísima variabilidad relativa respecto al grupo de empresas sanas.

El nivel de efectivo promedio es levemente mayor en las empresas sanas que en las empresas en crisis, con una mayor variabilidad relativa en estas últimas.

El volumen promedio de ventas respecto al total de activo es menor (35,84%) en las empresas en crisis en relación con las empresas sanas (102,64%), es decir que el volumen de negocios de las empresas sanas casi triplica al resultante de las empresas en crisis. La variabilidad relativa es levemente mayor en éstas últimas.

Respecto al endeudamiento promedio, éste es superior, casi el triple, en las empresas en crisis que en las empresas sanas, con una variabilidad relativa equivalente al doble. Esta variable refleja una notable diferencia entre ambos grupos de empresas, ya que las que están en crisis se caracterizan por el fuerte endeudamiento al que han tenido que recurrir para mantener sus niveles operativos.

El ratio del capital de trabajo promedio, en las empresas en crisis es negativo (-24,25%) lo que está indicando que existe endeudamiento a corto plazo en este tipo de empresas. El coeficiente de variación es casi el doble en las empresas en crisis que en las empresas sanas.

Chile

Del análisis estadístico de los ratios financieros de las empresas sanas y en crisis del mercado chileno que se exponen en el Tabla 2.4, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

Tabla 2.4. Medidas descriptivas de ratios financieros de empresas del mercado chileno según su estado

Medidas	GE_AT		FF_AT		E_AT	
	Sanas	En crisis	Sanas	En crisis	Sanas	En crisis
Mediana	5,95	-1,36	8,27	-0,72	0,43	0,36
Media	6,41	-10,11	9,36	-9,29	1,07	1,01
Mínimo	-147,35	-271,55	-29,90	-266,70	0,00	0,00
Máximo	86,00	21,80	126,01	83,33	34,08	25,73
D.S.	10,74	31,31	9,82	36,92	2,72	2,61
C.V.	167,53	309,74	104,97	397,58	253,44	257,50

Medidas	V_AT		D_PN		CT_AT	
	Sanas	En crisis	Sanas	En crisis	Sanas	En crisis
Mediana	50,71	23,40	56,97	64,87	7,84	4,46
Media	57,64	33,04	70,37	371,66	11,98	11,69
Mínimo	0,00	0,00	0,06	0,04	-18,77	-90,85
Máximo	387,26	154,92	419,94	21.167,51	93,09	99,95
D.S.	53,89	38,13	58,43	2018,65	14,39	36,63
C.V.	93,50	115,39	83,04	543,15	120,07	313,44

Fuente: elaboración propia

El índice de rentabilidad promedio de las empresas en crisis es negativo, del -10,11% debido al nivel de pérdidas obtenidas en el período, contra un 6,41% positivo de las empresas sanas. Existen valores extremos, principalmente en el grupo de las empresas de crisis con altas pérdidas ya que presenta una mediana que asciende a -1,36% en comparación al promedio de este índice. Es significativa la dispersión en el grupo de las empresas en crisis en comparación a las sanas.

El índice del flujo de fondos operativos promedio en las empresas en crisis es negativo del -9,29%, lo que significa que el flujo de fondos generado por las operaciones no alcanza a cubrir las erogaciones de las mismas, contra un promedio de 9,36% en las empresas sanas. En las empresas en crisis esta variable presenta una elevada variabilidad relativa respecto al otro grupo y valores extremos negativos según lo indica la mediana.

El ratio de efectivo promedio es similar en ambos grupos de empresas, incluso se llega a la misma conclusión si observamos la variabilidad.

El volumen promedio de ventas respecto al total del activo es menor (33,04%) en las empresas en crisis en relación con las empresas sanas (57,64%), es decir que el volumen de negocios de estas empresas es 1,74 veces mayor al resultante de las empresas con problemas financieros.

El ratio de endeudamiento promedio es 5,30 veces superior en las empresas en crisis que en las empresas sanas. Es significativa la variabilidad en el primer grupo con valores máximos extremos, situación que se refleja en la mediana de 64,87% contra un promedio de 371,66%. Esta variable refleja una notable diferencia entre ambos grupos, donde las empresas en crisis se caracterizan por el fuerte endeudamiento al que debieron recurrir para mantener sus niveles operativos.

El ratio del capital de trabajo promedio, al igual que el índice de liquidez, es similar en ambos grupos; aunque con mayor dispersión en las empresas enfermas.

Perú

A partir del análisis descriptivo de los ratios financieros de las empresas por estado pertenecientes al mercado peruano, cuyo primer análisis fue realizado por Caro, et al (2013), se pueden arribar a las siguientes conclusiones (Tabla 2.5):

Tabla 2.5. Medidas descriptivas de ratios financieros de empresas del mercado peruano según su estado

Medidas	GE_AT		FF_AT		E_AT	
	Sanas	En crisis	Sanas	En crisis	Sanas	En crisis
Mediana	13,05	0,78	11,95	1,87	3,98	0,48
Media	17,66	0,74	14,39	2,75	9,30	1,19
Mínimo	-27,76	-21,95	-21,41	-10,05	0,11	0,00
Máximo	90,57	20,41	64,74	17,65	64,12	13,72
D.S.	17,18	6,41	13,23	4,87	12,51	2,23
C.V.	97,29	870,16	91,95	176,95	134,51	188,07

Medidas	V_AT		D_PN		CT_AT	
	Sanas	En crisis	Sanas	En crisis	Sanas	En crisis
Mediana	68,56	23,98	60,22	87,01	14,00	-0,26
Media	78,43	44,92	67,89	311,31	18,06	-3,93
Mínimo	2,80	1,80	5,17	26,46	-32,98	-66,37
Máximo	285,67	286,41	219,23	6491,88	68,51	36,25
D.S.	47,80	56,96	45,68	908,67	18,39	19,28
C.V.	60,94	126,82	67,29	291,89	101,84	490,60

Fuente: elaboración propia

El índice de rentabilidad promedio de las empresas en crisis es de 0,74%, mientras que las empresas sanas poseen un índice promedio de 17,66%. En este último grupo existen empresas que poseen altos niveles de rentabilidad lo que se ve reflejado en que la mediana es menor. El índice de rentabilidad presenta una amplia dispersión en las empresas en crisis respecto de las sanas, siendo su coeficiente de variación 9 veces más alto.

El índice del flujo de fondos operativos promedio en las empresas en crisis es de 2,75%, lo que significa que el flujo de fondos generado por las operaciones cubre las erogaciones de las mismas mucho menos que las empresas sanas que poseen en promedio un 14,39%. Algunas empresas poseen ratios con valores extremos, lo que se observa en que sus medianas son menores que el promedio. En las empresas en crisis esta variable presenta el doble de variabilidad relativa respecto al grupo de empresas sanas.

El índice de efectivo promedio es mucho más alto en las empresas sanas (9,30%) que en las empresas en crisis (1,19%), con una mayor variabilidad relativa en estas últimas.

El volumen promedio de ventas respecto al total de activo es menor en las empresas en crisis (44,92%) en relación con las empresas sanas (78,43%), es decir que el volumen de negocios de estas últimas es casi el doble que el resultante de las empresas en crisis, siendo su dispersión relativa mayor.

Respecto al ratio del endeudamiento promedio, éste es muy superior, casi cinco veces, en las empresas en crisis (311,31%) que en las empresas sanas (67,89%), con una variabilidad relativa elevada. Esta variable refleja una notable diferencia entre ambos grupos de empresas, ya que las que están en crisis se caracterizan por un fuerte endeudamiento.

El ratio del capital de trabajo promedio, en las empresas en crisis es negativo del -3,93% lo que está indicando que existe endeudamiento a corto plazo; mientras que en las empresas sanas, el promedio de este índice es del 18,06% con menor variabilidad relativa en este grupo.

2.4.2. Comparación de los indicadores financieros de las empresas en crisis en las economías seleccionadas

Las empresas en crisis argentinas y chilenas poseen altos niveles de pérdidas lo que se manifiesta en un índice de rentabilidad promedio negativo del -10,71% y 10,11%, respectivamente. Si bien en el mercado

peruano, hay empresas en crisis con rentabilidad negativa, en promedio, el índice arroja valor cercano a cero y similar a la mediana.

En promedio, el flujo de fondo operativo de las empresas con vulnerabilidad financiera es negativo; no obstante esta característica no se presenta en las empresas del mercado peruano.

En los tres mercados analizados, el nivel de efectivo promedio de las empresas en crisis es más del doble que su valor mediano, lo que evidencia la presencia de valores extremos del ratio.

También, debido a la existencia de valores atípicos, se observan diferencias en las medias y medianas del índice de rotación del activo en los diferentes mercados, siendo estas últimas menores.

Por otra parte, tanto en Argentina, Chile y Perú, varias empresas asumen valores máximos extremos del índice de endeudamiento, lo que explica la diferencia entre los valores promedios y medianos.

Por último, valores negativos del ratio de capital de trabajo manifiestan la existencia de endeudamiento a corto plazo para sostener la operatoria de la empresa. Esta situación se presenta en Argentina y Perú, donde el índice asume, en promedio, valores negativos del 24,25% y 3,93%, respectivamente.

Las empresas en crisis chilenas y peruanas presentan marcada variabilidad relativa en los valores de los índices analizados en comparación con las argentinas que arrojan magnitudes notablemente menores.

2.4.3. Determinación de valores de referencia para evaluar empresas en riesgo de crisis financiera

Los resultados obtenidos se pueden extrapolar al resto de las organizaciones en la economía. Así, gerentes, asesores e inversores no sofisticados en estos países pueden medir y comparar los ratios de la empresa objeto de análisis con los valores de referencia, aquí presentados. Los valores de referencia que se presentan en la Tabla 2.6 pueden ser de utilidad para indicar, a un momento determinado, en qué estado se encuentra una empresa en función de sus ratios.

Tabla 2.6. Valores de referencia (en %)

Ratios	Sanas	En Crisis
Rentabilidad (GE_AT)	5,85	1,09
Flujo de fondos operativos (FF_AT)	8,31	0,94
Estado de Efectivo (E_AT)	1,62	0,48

Fuente: elaboración propia

De lo anterior se desprende que, por ejemplo, si una empresa tiene niveles de rentabilidad alrededor del 1% o menores, se deberá prestar atención al comportamiento de los restantes ratios porque podría tratarse de una empresa que presente una situación financiera desfavorable; mientras que si sus valores de rentabilidad son cercanos o mayores a un 5%, se esperaría que la misma no presente estos signos de vulnerabilidad financiera.

2.5. Conclusiones

El análisis estadístico del comportamiento de los ratios financieros permitió caracterizar y diferenciar a las empresas cotizantes de cada uno de los mercados bursátiles según su estado.

Las empresas en crisis presentan menor índice de rentabilidad, menor liquidez y mayor endeudamiento que las empresas sanas. Descriptivamente, estos ratios discriminan a las empresas en ambos grupos -con crisis y sin ella-.

También se identificaron factores determinantes de la situación de crisis de las empresas cotizantes en los mercados latinoamericanos bajo análisis. A partir de ellos, se construyeron valores de referencia de los ratios financieros que permitirán clasificar a una nueva empresa -en sana o en crisis- en un determinado momento según la información que proveen sus propios índices.

Estos métodos descriptivos permiten justificar el uso de determinados ratios en modelos de predicción de crisis para empresas de economías emergentes, como las latinoamericanas, y avanzar en la modelización de la probabilidad de que una empresa pueda ingresar o no en un estado de crisis financiera.

Capítulo 3

Identificación de empresas con dificultades financieras en mercados latinoamericanos a través del análisis de conglomerados⁴

Norma Patricia Caro
Mariana Guardiola

3.1. Introducción

El interés por la predicción del fracaso empresarial comenzó a ser conocido en los años treinta con los aportes de Fitzpatrick (1932) y Winakor y Smith (1935) con trabajos basados en sencillos planteamientos, a partir de análisis descriptivos univariados y fundamentados en el estudio de la evolución de los ratios financieros. En la década de los sesenta se produjo un gran salto con las contribuciones de Beaver (1966), quien incorporó a la investigación el análisis discriminante univariado. Éste consiste en la evaluación separada de la capacidad predictiva de cada uno de los ratios considerados. No obstante, este enfoque pronto fue abandonado y sustituido paulatinamente por técnicas multivariadas que captan la estructura multidimensional de la empresa, siendo Altman (1968) el pionero en aplicarlas para describir y predecir situaciones de fracaso empresarial. En la década del 2000, Jones y Hensher (2004) ampliaron los modelos de pronóstico a partir del uso de modelos mixtos, los que permitieron considerar la historia de la empresa. Todas estas investigaciones fueron realizadas en economías desarrolladas.

Esta línea de investigación se enriqueció a partir de numerosos aportes de diferentes autores. Éstos proporcionaron nuevos enfoques que contribuyeron, por un lado, a mejorar los resultados de los modelos propuestos y, por otro, a investigar el comportamiento de las empresas en economías emergentes. En la actualidad, el interés por los modelos

⁴ Adaptación del artículo “Detección de empresas con dificultades financieras y validación de sus ratios contables a través de métodos de clasificación”. Autores: Caro, N; Guardiola, M y Mantovani, M. En evaluación en Revista Memorias de la Universidad Cooperativa de Colombia, enviada en Diciembre de 2016.

de predicción del fracaso empresarial no se limita únicamente al ámbito investigador, pues ha trascendido a distintos agentes económicos relacionados con la empresa convirtiéndose en un instrumento de gran eficacia y apoyo en el proceso de toma de decisiones.

En muchas ocasiones no se cuenta con el dato de la vulnerabilidad financiera como una manifestación ostensible de fracaso. Sin embargo, la información proporcionada por los estados contables de las empresas puede resultar útil para detectar dicha situación. Es por eso que se plantea como interrogante: ¿Existen patrones de comportamiento en los ratios financieros que permitan detectar si una empresa presenta signos de vulnerabilidad financiera?

En este sentido, el objetivo principal de este capítulo es determinar reglas de clasificación que contribuyan a detectar si una empresa está en crisis o no. Para ello, se utilizó el análisis de conglomerados o clúster para clasificar empresas en alguno de estos estados en base al conocimiento real de un grupo de empresas. Se considera que una empresa está en estado de crisis cuando presenta alguna de las siguientes situaciones: incapacidad de cumplir con las obligaciones de pago, obtención de magnitudes excesivas de pérdidas y/o declaración de quiebra.

El presente capítulo comprende el análisis de empresas de Argentina, Chile y Perú que cotizan sus acciones en los respectivos mercados bursátiles en el período 2003-2011. A partir de los estados contables publicados por estas empresas se calculó un conjunto de ratios que caracterizan su situación financiera (Caro, 2015). Sobre esta información se realizó inicialmente un análisis exploratorio de las empresas que constituyen la muestra. Luego se aplicaron técnicas estadísticas de clasificación para distinguir y caracterizar cada uno de los grupos.

3.2. Muestra y variables

En el caso de Argentina, la muestra se constituyó con la información de los estados contables anuales de 57 empresas, 44 sanas y 13 en crisis; en Chile se analizaron 189 empresas, 156 sanas y 33 en crisis y por último, en Perú, 50 empresas, 37 sanas y 13 en crisis.

Los motivos para que sean consideradas en crisis se describieron en el capítulo 2 del presente libro.

Para las empresas en crisis se tomó el estado contable anual anterior al año en que se detectó su vulnerabilidad financiera y para las sanas, el del último período disponible.

Las variables empleadas (Caro, 2015) se definen a continuación:

- **Ratio de flujo de fondos:** mide la posición de efectivo originado por las actividades operativas respecto al total del activo.
- **Ratio de liquidez:** mide la proporción de los recursos más líquidos de la empresa (disponibilidades e inversiones que pueden hacerse efectivas dentro de las 24 horas) sobre el total de activo.
- **Ratio de rotación del activo total:** mide la relación entre las ventas y el activo total.
- **Ratio de endeudamiento:** mide la relación de las deudas (capital de terceros) sobre el capital aportado por los dueños de la empresa.
- **Ratio de rentabilidad económica:** mide la rentabilidad en función de las ganancias de la explotación, la capacidad básica de generación de utilidades.
- **Ratio de capital de trabajo:** expresa el grado de fluidez de los activos e indica en qué medida la inmovilización del activo total resulta neutralizada por el capital de trabajo.
- **Tamaño,** medido a través del logaritmo natural del activo total. Esta variable ha sido sugerida por Altman, et al (1977).

Adicionalmente, se definió como variable dependiente (respuesta) el estado de la empresa: sana o en crisis.

3.3. Metodología

Con el propósito de determinar grupos naturales de empresas en cada uno de los mercados, se aplicó la técnica de análisis de conglomerados o clúster. Ésta permite clasificar distintas observaciones en grupos de tal forma que:

- cada grupo (conglomerado o clúster) sea homogéneo respecto a las variables utilizadas para caracterizarlos, es decir que cada observación contenida en él sea parecida a todas las que estén incluidas en ese grupo; y
- que los grupos sean lo más distintos posible unos de otros respecto a las variables consideradas (Uriel Jiménez y Aldás Manzano, 2005).

Es decir, esta técnica multivariada permite definir grupos de empresas homogéneos internamente y heterogéneos entre sí en relación a los ratios financieros definidos.

Se empleó el método jerárquico aglomerativo con distancias euclídeas y el método de Ward. Siguiendo a Peña (2002: 230), “Los métodos jerárquicos parten de una matriz de distancia o similaridad entre los elementos de la muestra y construyen una jerarquía basada en estas distancias”. En particular, en el algoritmo jerárquico de aglomeración, “inicialmente cada individuo es un grupo en sí mismo. Sucesivamente se van formando grupos de mayor tamaño fusionando grupos cercanos entre sí. Finalmente, todos los individuos confluyen en un solo grupo” (Uriel Jiménez y Aldás Manzano, 2005: 57).

El método de Ward busca maximizar la homogeneidad dentro de cada conglomerado. Con este propósito, calcula los centroides de los grupos resultantes de las posibles fusiones, y a continuación minimiza la distancia de todas las observaciones al centroide del grupo respectivo.

Con el objetivo de validar si los conglomerados obtenidos permiten generar una regla para detectar empresas en crisis (en cada uno de los mercados) cuando se desconoce su estado de pertenencia, se utilizó una prueba no paramétrica. Los métodos no paramétricos deben su popularidad a que relajan los supuestos que deben cumplirse para poder aplicar pruebas paramétricas. Además, tienen ventajas en términos de eficiencia y validez cuando el supuesto de normalidad no se cumple (Lehmann, 1975).

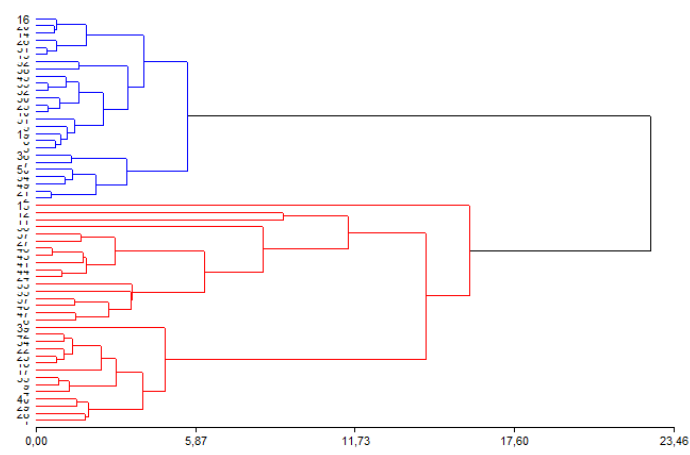
Se aplicó la prueba de Wilcoxon a dos colas para comparación de medias en muestras independientes. Ésta permitió verificar si existía o no diferencia significativa entre las medias de los ratios para cada grupo resultante del análisis de clúster. Los ratios para las empresas se rankearon, con W_{G1} y W_{G2} se denota la suma de los rangos del grupo 1 ($G1$) y los del grupo 2 ($G2$), respectivamente. La hipótesis nula a ser testeada es que no existe diferencia entre la media de los ratios del Grupo 1 y la del Grupo 2. Esta hipótesis es rechazada cuando la suma de los rangos del Grupo 2 es suficientemente más grande o más chica que la de los rangos del Grupo 1 (Lehmann, 1975).

3.3. Resultados

En cada mercado analizado, el análisis de clúster definió dos grupos de empresas homogéneos internamente y heterogéneos entre sí, en relación al comportamiento de sus ratios. Los dendrogramas utilizados para la identificación de estos dos grupos de empresas se presentan en las figuras que se exponen a continuación⁵.

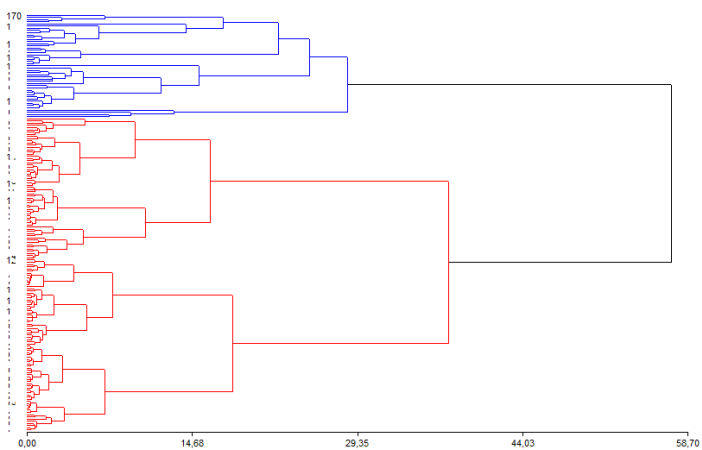
⁵ Procesados con InfoStat.

Figura 3.1. Dendrograma – Empresas argentinas



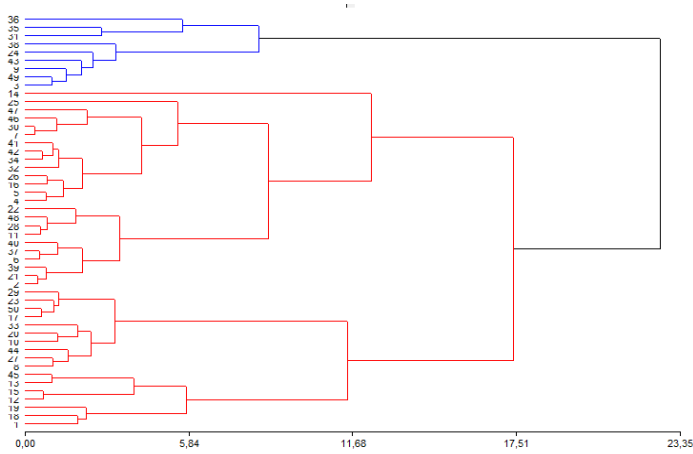
Fuente: elaboración propia

Figura 3.2. Dendrograma – Empresas chilenas



Fuente: elaboración propia

Figura 3.3. Dendrograma – Empresas peruanas



Fuente: elaboración propia

Dado que se contaba con el dato del estado real de las empresas, se pudo utilizar el mismo para verificar si la técnica de análisis de conglomerados era adecuada para la clasificación. En el Tabla 3.1 se presentan los resultados de la agrupación de las empresas para los mercados analizados según su estado.

Tabla 3.1. Asignación de las empresas a cada grupo

Argentina				Chile			
Empresas	Grupo 1	Grupo 2	Total	Empresas	Grupo 1	Grupo 2	Total
Sanas	25	19	44	Sanas	133	23	156
En crisis	1	12	13	En crisis	9	24	33
Total	26	31	57	Total	142	47	189
Distr. % en crisis	8%	92%	100%	Distr. % en crisis	27%	73%	100%

Perú			
Empresas	Grupo 1	Grupo 2	Total
Sanas	25	12	37
En crisis	1	12	13
Total	26	24	50
Distr. % en crisis	8%	92%	100%

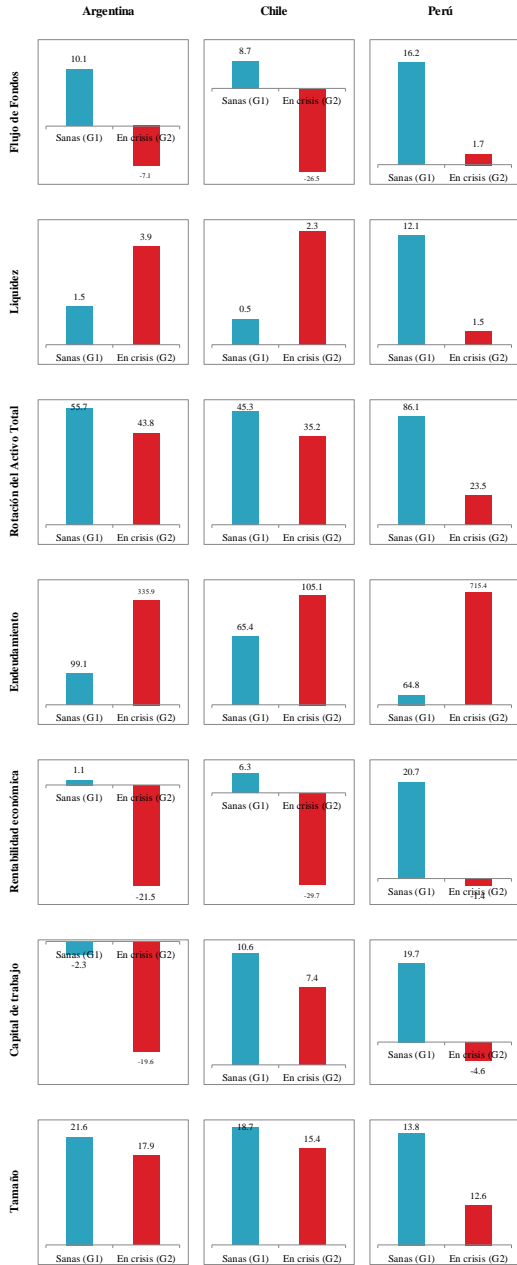
Fuente: elaboración propia

Se puede observar que en el Grupo 1, se concentró la mayoría de las empresas sanas de cada mercado y en el Grupo 2, la mayoría de las empresas en crisis. En Argentina y Perú, más del 90% de las empresas en crisis se ubicaron en un mismo grupo mientras que en el caso de Chile, el 73%.

En la Figura 3.4 se muestran los promedios de los distintos ratios según el agrupamiento realizado y el mercado. Para la construcción de estos gráficos se utilizó la información de las empresas correctamente clasificadas en cada uno de los conglomerados. Es decir, empresas sanas que integraron el Grupo 1 (G1) y empresas en crisis que formaron parte del Grupo 2 (G2).

De la lectura de los gráficos se puede observar que las características - comportamientos de los ratios- que permiten detectar empresas con vulnerabilidad financiera son diferentes en cada uno de los mercados analizados.

Figura 3.4. Promedios (en %) de los ratios contables según el agrupamiento realizado



Fuente: elaboración propia

Luego de haber obtenido la clasificación, se llevó a cabo un test de diferencia de medias para concluir si los grupos eran significativamente diferentes. En virtud de que algunos ratios no verificaban el supuesto de normalidad, se procedió a utilizar la Prueba de Wilcoxon para muestras independientes, que es un método no paramétrico de contraste de medias. Los resultados se muestran en el Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Prueba de Wilcoxon para muestras independientes (en %)

Argentina			
	Media G1	Media G2	p-value
Flujo de Fondos	10,11	-7,10	0,0114 **
Liquidez	1,52	3,92	0,8711
Rotación del Activo Total	55,66	43,84	0,2425
Endeudamiento	99,07	335,88	0,0322 **
Rentabilidad económica	1,09	-21,50	0,0001 ***
Capital de trabajo	-2,28	-19,63	0,4754
Tamaño	21,62	17,88	< 0,0001 ***
Chile			
	Media G1	Media G2	p-value
Flujo de Fondos	8,69	-26,47	< 0,0001 ***
Liquidez	0,52	2,25	0,0578 *
Rotación del Activo Total	45,27	35,25	0,0208 **
Endeudamiento	65,36	105,15	0,7072
Rentabilidad económica	6,31	-29,65	< 0,0001 ***
Capital de trabajo	10,62	7,43	0,1502
Tamaño	18,70	15,38	< 0,0001 ***
Perú			
	Media G1	Media G2	p-value
Flujo de Fondos	16,23	1,69	< 0,0001 ***
Liquidez	12,13	1,50	< 0,0001 ***
Rotación del Activo Total	86,07	23,48	< 0,0001 ***
Endeudamiento	64,79	715,37	0,0164 **
Rentabilidad económica	20,71	-1,45	< 0,0001 ***
Capital de trabajo	19,69	-4,57	0,0009 ***
Tamaño	13,78	12,64	0,0179 **

Fuente: elaboración propia.

Referencias: * significativo al 10%, ** significativo al 5%, *** significativo al 1%. G1 es Grupo 1-en él se concentró la mayoría de las empresas sanas del mercado- y G2 grupo 2 -en él se concentró la mayoría de las empresas en crisis del mercado-.

En Argentina, las empresas con dificultades financieras se caracterizan por tener bajos índices de flujo de fondos y de rentabilidad en relación a las sanas. Éstos, en promedio, arrojan valores del -7% y -21%, respectivamente. Por otra parte, las empresas en crisis de este mercado presentan importantes niveles de endeudamiento, con un índice medio del 330%.

Las empresas en crisis del mercado peruano tienen menores ratios de flujo de fondos y de liquidez que las empresas que no presentan estas circunstancias. Estos ratios son, en promedio, del 2%. También los índices de rentabilidad económica y de capital de trabajo son menores en las empresas en crisis, en este caso negativos y cercanos al -1% y -5%, respectivamente. Otro ratio con desempeño inferior en las empresas con vulnerabilidad financiera es el de la rotación del activo total, con una media del 23%. Por último, el índice de endeudamiento de este grupo de empresas supera sustancialmente al de las restantes, aproximándose al 710%.

En Chile, las empresas en crisis muestran menores índices de flujo de fondos y de rentabilidad económica que las sanas, asumiendo valores negativos de alrededor de -30%. La rotación del activo total es también inferior en este tipo de empresas, con una media del 35%. Si bien se observa mayor ratio de liquidez promedio en este grupo, se trata de partidas a corto plazo que se utilizan para cumplir con obligaciones corrientes.

En cuanto al tamaño de las empresas en crisis, significativo en los tres mercados, se trata de firmas relativamente pequeñas en comparación a las sanas. Dado que este índice arroja valores similares para ambos grupos, debe ser considerado en simultáneo con el resto de los ratios al momento de clasificar a una empresa cuando se desconoce su estado de pertenencia.

3.4. Discusión

Todos los ratios utilizados resultaron significativos en al menos alguno de los países que constituyeron este estudio.

El ratio de rentabilidad económica es uno de los indicadores que a través de la literatura ha resultado significativo para predecir el estado de crisis financiera de las empresas, lo que también se confirma en esta investigación en todos los países. Esto significa que a menores utilidades -o presencia de pérdidas-, más posibilidad tiene la empresa de estar atravesando un proceso de crisis.

Respecto al índice de flujo de fondos, que constituye un indicador relativamente nuevo en esta área, indica que a menor nivel de flujo de fondos generados por las operaciones respecto del activo total, existen más posibilidades de que las empresas estén en crisis. Este indicador resultó significativo en Argentina, Chile y Perú.

Si bien el índice de liquidez y el de rotación del activo no siempre reflejan signos de vulnerabilidad financiera, en el caso de las empresas chilenas y peruanas evidenciaron que a menor liquidez y menor rotación, mayor posibilidad de fracaso empresarial.

Otro indicador clave en este estudio es el endeudamiento -deudas respecto al patrimonio neto-, habiendo resultado significativo en todos los países excepto en Chile.

El índice de capital de trabajo suele ser un indicador que no aporta a la diferenciación entre ambos tipos de empresas, aunque en este caso resultó significativo para Perú.

A la luz de los resultados obtenidos y en concordancia con la literatura consultada, se puede confirmar que los ratios seleccionados reflejan en cierta medida el comportamiento de las empresas y, a su vez, permiten realizar un diagnóstico eficaz en miras a detectar empresas que se encuentren atravesando un proceso de crisis financiera.

Cuando se desconoce el estado de las empresas, la metodología propuesta en este trabajo permite agruparlas en sanas o en crisis y así luego poder aplicar modelos de predicción. Los resultados obtenidos fueron validados con datos reales correspondientes a mercados en los que se disponía de la información sobre el estado de crisis empresarial.

3.5. Conclusiones

Los modelos de gestión de riesgo tienen gran aplicabilidad en la evaluación de los resultados futuros del gerenciamiento empresarial para predecir, a mediano plazo, procesos de gestación e instalación de estados de vulnerabilidad financiera. En particular, constituyen una valiosa herramienta para las entidades financieras al momento de controlar los riesgos crediticios a los que se enfrentan en su operatoria comercial.

Del análisis realizado se desprende que los ratios tienen un comportamiento que diferencia a las empresas en cada grupo según su estado, ya que las empresas en crisis tienen menor índice de rentabilidad, menor liquidez y mayor endeudamiento que las sanas.

De esta manera se puede concluir que, a través del uso de técnicas exploratorias multivariadas y de métodos no paramétricos, resulta posible contar con una regla de clasificación para las empresas de cada mercado. Esto permite a entidades financieras, inversores y empresarios, identificar empresas con problemas financieros cuando no se dispone del dato real de su estado -sanas o en crisis-, permitiéndoles tomar decisiones y emprender acciones acordes a la verdadera situación de la empresa.

Con el dato de la vulnerabilidad financiera y los ratios que clasifican a las empresas en ambos tipos, es posible avanzar en la modelización de la probabilidad de ingresar o no en un estado de crisis financiera.

En el presente capítulo se identificaron los factores determinantes de la situación de crisis de las empresas cotizantes en los mercados latinoamericanos bajo análisis.

Capítulo 4

Uso de árboles de clasificación para la predicción de empresas con dificultades financieras en mercados latinoamericanos⁶

Norma Patricia Caro

Mariana Guardiola

Pablo Ortiz

4.1. Introducción

La predicción de la insolvencia es uno de los temas centrales del análisis financiero, y ha suscitado el interés no sólo del ámbito académico, sino también de un amplio abanico de usuarios relacionados con el mundo empresarial. A partir de la década de 1960 (Beaver, 1966, 1968; Altman, 1968) se han aplicado diferentes metodologías, tanto univariadas como multivariadas (discriminante, logit, probit, etc.), en las que los ratios contables funcionan como variables explicativas, obteniendo resultados muy satisfactorios.

Altman (1993) utilizó árboles de clasificación (decisión) para la predicción de crisis empresarial en economías desarrolladas. En esta línea, el presente capítulo extiende este estudio a empresas que cotizan sus acciones en las bolsas de mercados latinoamericanos, mediante un modelo de predicción de insolvencia a fin de detectar qué ratios contables influyen primordialmente en las empresas en crisis. De esta manera se estudia la relación entre el estado de crisis de una empresa y el comportamiento de ciertos ratios contables. A partir de este estudio, se propicia que empresas, entidades financieras, inversores, entre otros, puedan predecir el estado de vulnerabilidad financiera de las empresas según el comportamiento de algunos de los indicadores contables, al

⁶ Adaptación del artículo “Árboles de clasificación como herramienta para diagnosticar dificultades financieras a través de los ratios contables en empresas latinoamericanas”. Autores: Caro, N; Guardiola, M y Ortiz, P. En prensa. Revista de Estudios Económicos y Empresariales – México. Aceptado en 2017.

tiempo que constituye una motivación a continuar investigando en esta área de interés.

La determinación de puntos de corte a través de la aplicación de la técnica de árboles de decisión puede ser considerada como paso intermedio para la aplicación de modelos para datos longitudinales, cuyos primeros antecedentes en relación a su aplicación en países latinoamericanos, se encuentran en Caro, et al. (2013) y Caro y Díaz (2015). De esta manera, estos puntos de corte permiten analizar los estados contables de las empresas y tomar decisiones en función del valor que asumen los mismos en cada ejercicio contable anual.

Así, la presente investigación contribuye a construir modelos de predicción que permitan una primera aproximación para dilucidar qué ratios financieros resultan significativos en la clasificación de las empresas, al tiempo que establece una regla que determina los umbrales a partir de los cuales una nueva empresa está en una situación de crisis o no.

4.2. Muestra y variables

Para el análisis de las empresas que cotizan en los distintos mercados latinoamericanos se utilizó la información de los estados contables disponibles en las respectivas Bolsas en la década del 2000. En el caso de Argentina, la muestra está conformada con la información de los estados contables anuales de 57 empresas, 44 sanas y 13 en crisis. En Chile, se analizaron 191 empresas, 158 sanas y 33 en crisis. Por último se utilizó información de 50 empresas de Perú, 37 de ellas sanas y 13 en crisis. Para las empresas en crisis se tomó el estado contable anual anterior al año en que se detectó su vulnerabilidad financiera y para las sanas, el del último período disponible. Los motivos para que sean consideradas en crisis se expusieron en el capítulo 2 del presente libro.

En los tres mercados estudiados, la variable dependiente es el estado de la empresa, con dificultades financieras (crisis) y sin ellas (sanas). Por su parte, las variables predictoras se encuentran definidas por ratios contables, los cuales son indicadores construidos a partir de la información de los estados contables presentados por las empresas, que han sido empleados en estudios previos.

Los indicadores considerados en este capítulo son los que utiliza, Caro, Díaz, et al. (2013) basados en Altman (1968) y Jones y Hensher (2004), siendo los ratios más utilizados y que han sido validados en múltiples aplicaciones en diferentes mercados:

- **Ratio de Flujo de Fondos (FF_AT):** mide la posición de efectivo originado por las actividades operativas respecto al total del activo.
- **Ratio de Liquidez (E_AT):** mide la proporción de los recursos más líquidos de la empresa (disponibilidades e inversiones que pueden hacerse efectivas dentro de las 24 horas) sobre el total de activo.
- **Ratio de Rotación del Activo Total (V_AT):** es el coeficiente que mide la relación entre las ventas y el activo total.
- **Ratio de Endeudamiento (D_PN):** mide la relación de las deudas (capital de terceros) sobre el capital aportado por los dueños de la empresa.
- **Ratio de Capital de trabajo (CT_AT):** expresa el grado de fluidez de los activos e indica en qué medida la inmovilización del activo total resulta neutralizada por el capital de trabajo.
- **Ratio de Rentabilidad económica (GE_AT):** mide la rentabilidad en función de las ganancias de la explotación.
- **Tamaño de la empresa (LNA):** medido como el logaritmo natural del activo total.

4.3. Metodología

Altman (1993) fue uno de los iniciadores en el uso de metodologías clásicas (como el análisis discriminante) y no clásicas (como las redes neuronales y los árboles de clasificación y/o decisión) en economías desarrolladas.

En este capítulo se aplica una metodología basada en el algoritmo de inducción de reglas denominado CHAID (*Chi-squared Automatic Interaction Detector*), que fue desarrollado por Kass (1980) y Breiman et al. (1984). Esta técnica estadística de segmentación genera un árbol de reglas que describe los distintos segmentos en que se divide la muestra en relación a la variable dependiente, permitiendo clasificar a las empresas de acuerdo a los diferentes valores que presentan sus ratios contables.

Aunque son muchos los algoritmos capaces de generar reglas basados en árboles de clasificación, la elección del CHAID se basa tanto por su amplia difusión como por sus importantes beneficios.

En primer lugar, no está basado en ninguna distribución de probabilidad, empleando solamente los test de bondad de ajuste Chi-cuadrado

(derivados de tablas de contingencia) que, con un tamaño muestral aceptable, casi siempre produce buenos resultados. En segundo lugar, también permite determinar una variable a maximizar, lo que es deseable y no siempre posible con otras técnicas de segmentación. En tercer lugar, la clasificación mediante segmentos es relativamente fácil de analizar, ya que aporta reglas intuitivas sencillas de interpretar por usuarios no expertos, algo que no siempre ocurre cuando se trabaja con otras metodologías. En cuarto lugar, la técnica asegura que los segmentos siempre tienen significado estadístico, es decir, que son todos diferentes y los mejores posibles en base a los datos muestrales. Consecuentemente, las clasificaciones realizadas con las reglas encontradas son mutuamente excluyentes, y por tanto el árbol de decisión proporciona una única respuesta basada en el cálculo de las probabilidades de pertenecer a una cierta clase. Finalmente, CHAID es un algoritmo no binario, es decir, capaz de construir más de dos divisiones de los datos de acuerdo a las categorías a explicar en cada nodo.

El algoritmo CHAID consta de varios pasos en su aplicación hasta la obtención de las reglas (Breiman et al., 1984):

1. División de las variables explicativas continuas: Estas variables son discretizadas y divididas en un conjunto de categorías.
2. Fusión de categorías de las variables explicativas: Este algoritmo fusiona aquellos valores de las variables explicativas que son estadísticamente homogéneos respecto a la variable dependiente, y mantiene separados aquellos otros que son heterogéneos. Cada categoría final obtenida de una variable explicativa X representa un nodo hijo, si luego la variable es utilizada para dividir el árbol. Para cada variable explicativa X , el algoritmo encuentra la pareja de categorías de X que tienen menos diferencias significativas con respecto a la variable dependiente Y , es decir, con mayor p -value, el cual se obtiene a partir del test Chi-cuadrado.
3. División de nodos: cada variable es evaluada en su asociación con la variable dependiente, según el p -value obtenido con el test estadístico, de modo que el algoritmo selecciona el mejor predictor para formar la primera división del árbol, es decir, la variable explicativa con mayor asociación con la variable dependiente (aquella cuyo test Chi-cuadrado proporcionó el menor p -value). Si este valor es menor o igual que el umbral de división fijado por el usuario, entonces la variable se utiliza como variable de división para el nodo en cuestión, y cada una de las categorías fusionadas de la variable de división define un nodo hijo. Una vez dividido el nodo en cuestión, los nodos hijos son examinados para ver si permiten más divisiones

con la aplicación de este proceso de fusión/división. Este proceso continua recursivamente hasta que el árbol queda configurado y no se pueden realizar más divisiones. El nivel de confianza de cada regla (nodo terminal) representa la proporción de registros de cada regla que pertenecen a la categoría j seleccionada, mientras que de manera similar, el nivel de confianza de un conjunto de reglas puede definirse como la proporción de casos de cada regla que pertenecen a la categoría j dada.

4. Índice: el índice de cada una de las reglas obtenidas para una categoría j se obtiene como el ratio entre el nivel de confianza de cada regla o nodo terminal y el nivel de confianza de la categoría j en la muestra total. La ganancia para cada nodo terminal (t) se define en términos absolutos como el número de casos en la categoría j seleccionada. Para un conjunto de reglas o nodos terminales, y en términos relativos, la ganancia representa el porcentaje de casos en la categoría j , y si es igual a 1, el caso posee la categoría j , y 0 en caso contrario.

4.4. Resultados⁷

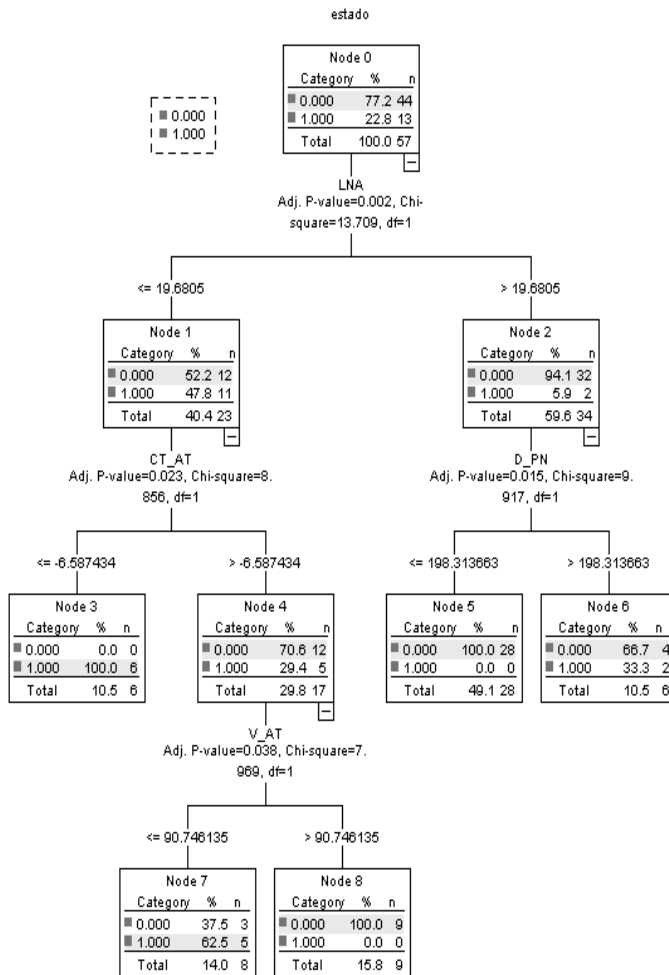
En los tres mercados la rentabilidad resultó determinante con una fuerte incidencia en la clasificación de las empresas. Posteriormente, a efectos de analizar el impacto de otros ratios que se veían soslayados, se la excluyó, obteniendo resultados relativamente más disimiles entre los países.

En el caso de Argentina, donde se obtuvo el árbol de mayor complejidad en cuanto a la cantidad de ramificaciones (Figura 4.1), el tamaño fue la principal variable predictora para el estado de las empresas. El 94,1% de empresas de mayor tamaño (LNA), con un ratio superior a 19.68%, son sanas. Adicionalmente, de este grupo de empresas, el 100% con un ratio de endeudamiento (D_PN) inferior a 198.31% son sanas.

Por otra parte, las empresas de menor tamaño se encuentran distribuidas de manera bastante equitativa entre las categorías, siendo 47.8% en crisis; aunque de éstas, el 100% que tienen un ratio de capital de trabajo (CT_AT) inferior a -6.59% se corresponden a esa categoría. En cuanto a la totalidad de empresas que devienen con estas características tienen una rotación de activos (V_AT) menor a 90.75%.

⁷ Procesados con SPSS Statistics.

Figura 4.1. Árbol de Clasificación - Argentina

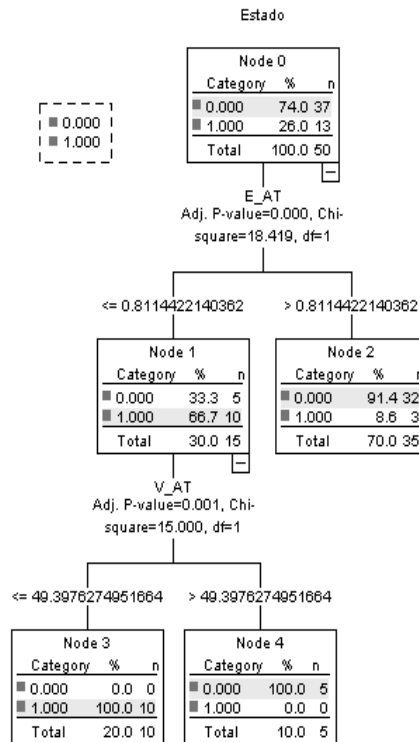


Fuente: elaboración propia

En cuanto a Perú, la liquidez resultó la variable predictorica más relevante (Figura 4.2), el 91.4% de empresas con un ratio superior a 0.81% son sanas, mientras que el 66.7% con un ratio inferior a ese valor son empresas en crisis. Adicionalmente, este grupo de empresa de menor liquidez queda totalmente determinado por la rotación de activos, puesto

que, la totalidad de empresas con este ratio inferior a 49.4% están crisis, mientras que las que superan esa magnitud son sanas.

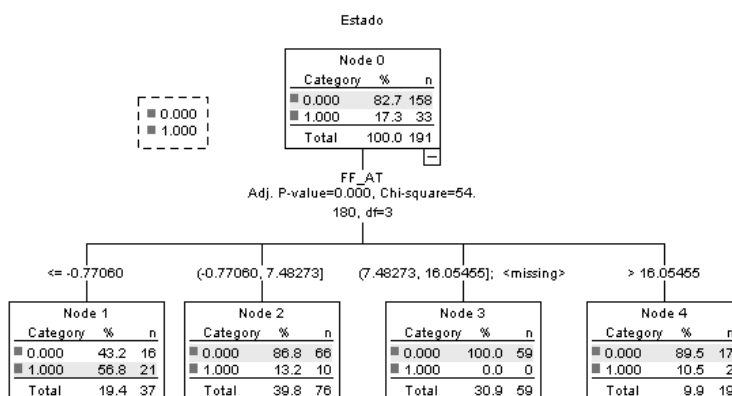
Figura 4.2. Árbol de Clasificación - Perú



Fuente: elaboración propia

Con respecto a Chile, el flujo de fondos resultó la variable predictora dominante (Figura 4.3). De la totalidad de empresas en crisis de la muestra de este país, el 64% tienen un nivel de flujo de fondos (FF_AT) inferior a -0.77% (constituyendo el 56.8% de las empresas con esta característica), mientras que el 92% de empresas con un ratio superior a esa magnitud, son empresas sanas.

Figura 4.3. Árbol de Clasificación - Chile



Fuente: elaboración propia

En relación a la bondad del funcionamiento del modelo en los diferentes países, considerando el porcentaje de clasificación correcta (Tabla 4.1), Perú fue el de mejor performance tanto a nivel general (94%) como en la clasificación específica de las empresas sanas (100%), alcanzando además 76.9% en el caso de empresas en crisis. Seguidamente, las empresas de Argentina fueron clasificadas correctamente en un 91.2%, junto al mejor desempeño en cuanto a las empresas en crisis, con un 84.6% de clasificación correcta. Finalmente, la tasa de clasificación global de las empresas chilenas fue muy buena, alcanzando un 85.3%, aunque en relación a las empresas en crisis la performance resultó un poco inferior, 63.6%.

Tabla 4.1. Porcentajes de clasificación correcta por mercado

Estado	Argentina	Chile	Perú
Empresas sanas (0)	93,2%	89,9%	100%
Empresas en crisis (1)	84,6%	63,6%	76,9%
Porcentaje Global	91,2%	85,3%	94%

Fuente: elaboración propia

Las reglas obtenidas identifican perfiles de alta o baja performance, lo que indicaría que si una determinada empresa posee cierto comportamiento en sus ratios, podría estar en peligro de crisis financiera. En función de los árboles de clasificación obtenidos (Figuras 4.1 a 4.3) se calcularon los intervalos de los diferentes ratios a partir de los cuales empresarios, bancos o inversores, pueden determinar en qué situación financiera se encuentra la empresa de interés (Tabla 4.2).

Tabla 4.2. Intervalos para predecir un estado de crisis financiera por mercado

Ratios	Chile	Perú	Argentina	
Tamaño	---	---	≤ 19,68	---
Capital de trabajo	---	---	≤ -6,59	> -6,59
Liquidez	---	≤ 0,81	---	---
Rotación de Activos	---	≤ 49,4	---	≤ 90,74
Flujo de Fondos	≤ -0,77	---	---	---

Fuente: elaboración propia

De la lectura de la tabla precedente se desprende que una empresa chilena tiene una alta posibilidad de presentar problemas financieros si su ratio referido al flujo de fondos asume un valor menor o igual a -0,77. Mientras que en el caso de las empresas peruanas, la probabilidad de atravesar procesos de crisis es mayor si su ratio de liquidez no supera el valor 0,81 y la rotación del activo es a lo sumo 49,4. Respecto a las empresas argentinas con mayores probabilidades de experimentar procesos de vulnerabilidad financiera, se pueden identificar dos tipos: empresas cuyos ratios de tamaño y capital de trabajo arrojen valores menores o iguales a 19,68 y -6,59, respectivamente y empresas con un índice de capital de trabajo superior a dicha magnitud pero con rotación del activo no mayor a 90,74.

4.5. Conclusiones

En esta investigación se han presentado las principales características económico-financieras de las empresas cotizantes en las Bolsas latinoamericanas que han formado parte de la misma. Las reglas o perfiles obtenidos nos han permitido caracterizar a las empresas de acuerdo a los ratios de sus estados contables. Sin embargo, el principal valor agregado de este estudio no ha sido confirmar empíricamente las variables principales a tener en cuenta en la planificación financiera, sino determinar los niveles o intervalos cuantitativos a marcar como objetivo en cada una de ellas, propiciando la previsión de inconvenientes financieros.

Se concluye así que la aplicación de estos métodos estadísticos permite identificar empresas con problemas financieros, lo cual cobra relevancia en la modelación y predicción de este tipo de riesgo.

De este modo, en el presente capítulo se ha podido recomendar una regla que permite, con adecuados valores en los ratios, predecir un estado de vulnerabilidad para que cada empresa, atendiendo a sus circunstancias particulares (internas y externas), pueda realizar su planificación financiera de acuerdo a las reglas que considere alcanzables y sostenibles.

Capítulo 5

Predicción del fracaso empresarial a través de la aplicación de modelos mixtos⁸

Norma Patricia Caro

5.1. Introducción

La crisis financiera -entendida como el estado de vulnerabilidad financiera que va desde la imposibilidad de cumplimiento en el pago de las obligaciones hasta el estado de quiebra y liquidación de la empresa- es un tema de preocupación para la sociedad por las importantes consecuencias económicas y sociales que acarrea, ya que puede conducir al fracaso empresarial. La estrecha relación existente entre los indicadores económico-financieros, construidos a partir de los estados contables de las empresas, y su situación futura justifican la construcción de modelos de pronóstico de riesgo de crisis financiera.

La mayoría de las investigaciones realizadas hasta comienzos de la década del 2000 tuvieron lugar en economías desarrolladas, siendo incipiente este tipo de análisis en economías emergentes.

Por ello, en el presente capítulo se aborda el riesgo de crisis en empresas de economías emergentes, en particular latinoamericanas, y se completa el estudio realizado en Argentina (Caro, et al, 2013) incorporando el análisis de esos indicadores en empresas de Chile y Perú.

Dado el interés por evaluar los resultados futuros de las empresas para predecir, a mediano plazo, procesos de gestación e instalación de estados de vulnerabilidad financiera y la necesidad de las entidades financieras de controlar los riesgos a los que se enfrentan en su operatoria comercial, surge la iniciativa de desarrollar modelos para prevenir el riesgo de crédito.

⁸ Texto extraído de "Predicción de fracaso empresarial en empresas de Argentina, Chile y Perú a través de indicadores contables". Autor: Caro, Norma P. Revista de Dirección y Administración de empresas. País Vasco, 23 130-147. Año 2016.

En este sentido, la contribución de este capítulo, es extender el uso de los modelos mixtos en empresas chilenas y peruanas ya que solo se han aplicado en empresas argentinas (Caro, 2013 y Caro, *et al.*, 2013). Las variables intervinientes son ratios calculados a partir de la información contenida en los estados contables publicados por dichas empresas, siguiendo la literatura existente (Caro, *et al.* 2013).

De esta manera, se avanzó en la predicción del riesgo de fracaso empresarial en cada uno de los países mencionados, en la década del 2000, utilizando modelos mixtos, que constituyen métodos avanzados que resuelven los problemas que poseen los métodos de corte transversal.

Resulta importante destacar que los modelos de predicción constituyen una herramienta valiosa en la detección anticipada de empresas que puedan vivenciar, en el futuro, procesos de vulnerabilidad financiera. No obstante, la utilidad de estos modelos depende de que los mismos sean capaces de distinguir entre empresas que no fracasan y aquellas que sí lo hacen. Para ello, se analizaron los factores determinantes de la crisis financiera en cada uno de los países a fin de responder: cuáles son los indicadores contables que influyen en una situación de crisis financiera en las empresas de los tres mercados objeto del estudio.

5.2. Muestra y variables

Las unidades de análisis son las empresas que cotizaron sus activos financieros en las Bolsas de Comercio de Buenos Aires, de Santiago y de Valores de Lima en la década del 2000. En la Tabla 5.1 se presenta el número de empresas y observaciones que constituyeron la muestra de cada mercado.

Tabla 5.1. Número de empresas y observaciones por país

Estado	Argentina		Chile		Perú	
	Obs.	Empresas	Obs.	Empresas	Obs.	Empresas
Sana	186	31	522	89	221	37
En crisis	52	13	111	22	52	13
Total	238	44	633	111	273	50

Fuente: elaboración propia

Para el análisis de las empresas en crisis se tomaron los estados contables anuales inmediatos anteriores a la crisis (mínimo dos y máximo seis años), según la disponibilidad de la información, y para las

empresas sanas, los estados contables anuales de similar período a las anteriores.

En el capítulo 2 del presente libro se describieron los motivos por los cuales una empresa es considerada en estado de crisis.

En los modelos aplicados en los tres mercados estudiados, la variable respuesta es de tipo binaria e indica el grupo al que pertenece la empresa –Código 1: en crisis; Código 0: sana- y las variables predictoras son los indicadores económico-financieros utilizados por Caro, et al (2013) para empresas argentinas (Tabla 5.2).

Tabla 5.2. Descripción de los indicadores económico-financieros

Indicadores	Forma de cálculo	Elementos del ratio	Interpretación
Ratio de Flujo de Fondos Operativos (FF_AT)	$FF_AT = (FFO/AT)*100$	FFO: Flujo de Fondos generado por las Operaciones AT: Activo Total	Mide la posición de efectivo originado por las operaciones respecto al total del activo.
Ratio de Liquidez (E_AT)	$E_AT = (E/AT)*100$	E: Disponibilidades (efectivo e inversiones que se convierten en efectivo dentro de las 24 hs.) AT: Activo Total	Representa la relación entre los recursos más líquidos de la empresa con respecto al total del activo.
Ratio de Rotación sobre Activo Total (V_AT)	$V_AT = (V/AT)*100$	V: Total de Ventas AT: Activo Total	Expresa la eficiencia con que la empresa puede usar sus activos para generar ventas. También es una medida del volumen de negocios.
Ratio de Endeudamiento (D_PN)	$D_PN = (D/PN)*100$	D: Total de Deudas PN: Patrimonio Neto	Mide la relación de las deudas (capital de terceros) por cada peso de capital aportado por los dueños de la empresa.
Ratio de Capital de trabajo (CT_AT)	$CT_AT = (CT/AT)*100$	CT: Capital de Trabajo (Activo Corriente menos Pasivo Corriente) AT: Activo Total	Expresa el grado de fluidez del activo total e indica en qué medida la inmovilización del activo total resulta neutralizada por el capital de trabajo.
Ratio de Rentabilidad económica (GE_AT)	$GE_AT = (Uail/AT)*100$	Uail: Utilidad antes de intereses e impuestos AT: Activo Total	Mide la rentabilidad en función de las ganancias de la explotación.

5.3. Metodología

Los problemas con respuesta dicotómica son modelados usualmente a través de la regresión logística, donde la probabilidad de que la variable respuesta (y_i) asuma el valor 1 suponiendo sólo una variable independiente (x_i) es:

$$\Pr(y_i = 1 / x_i) = h(\beta_0 + \beta_1 x_i) \quad i = (1, 2, \dots, n), \quad (1)$$

donde:

y_i : variable dependiente

x_i : variable independiente

β : coeficientes de la regresión

n : número de observaciones

El modelo logístico supone que las respuestas son independientes dadas esas variables, por lo que resulta apropiado cuando los datos no tienen ningún tipo de agrupamiento. Este requisito no se cumple en esta aplicación, ya que la estructura de los datos introduce dependencia en las respuestas múltiples dentro de cada unidad -varios balances de una misma empresa- dadas las variables independientes.

Esta situación se resuelve con el modelo logístico mixto, en el que se distinguen efectos fijos y aleatorios. Los fijos tienen como finalidad comparar los resultados de la variable dependiente –estado- para los distintos valores de las independientes –ratios-; mientras que los efectos aleatorios, analizan la variabilidad no explicada por la respuesta. La estructura matricial del modelo es:

$$\mathbf{Y}_{ij} = \mathbf{X}'_{ij} \boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}'_{ij} \mathbf{b}_j + \mathbf{e}_{ij} \quad (2)$$

Donde la variable respuesta (Y_{ij}) se expresa con un primer término que hace referencia a los efectos fijos, cuyo vector $\boldsymbol{\beta}$ está formado por los parámetros de las variables independientes (X_{ij}) que se estiman; el segundo término corresponde a los efectos aleatorios (b_j), con su matriz de diseño (Z_{ij}) en función de qué variable X_{ij} ha sido incluida como efecto aleatorio. Éstos poseen distribución normal donde se explicita una estructura de varianza (G):

$$\mathbf{b}_j \sim N(\mathbf{0}, \mathbf{G})$$

y por último, el término de error asociado al modelo.

En Caro (2013) se aplicó un modelo para empresas argentinas a fin de estudiar el efecto de los indicadores sobre cada empresa -además del

efecto promedio- a través del modelo logístico mixto con dos coeficientes aleatorios. Sólo los índices de rentabilidad (GE_AT) y de flujo de fondos operativo (FF_AT) resultaron tener una amplia variabilidad y ser significativos para representar dichos efectos. La formulación del modelo resultante es la siguiente:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 + b_{1j} GE_{AT_{ij}} + (\beta_2 + b_{2j}) FF_{AT_{ij}} + \beta_3 E_{AT_{ij}} + \beta_4 V_{AT_{ij}} + \beta_5 D_{PN_{ij}} + \beta_6 CT_{AT_{ij}} + \varepsilon_{ij} \quad (3)$$

donde:

β_k : coeficiente que representan los k efectos fijos del modelo (k variables independientes X_k).

b_{kj} : k -ésimo efecto aleatorio de la empresa j .

X_{kij} : k -ésima variable independiente correspondiente al período i de la empresa j . Por ejemplo, $X_{1ij} = GE_{AT_{ij}}$ es el índice de rentabilidad en el período i de la empresa j , y así con cada uno de los indicadores mencionados en el capítulo 2 del presente libro.

ε_{ij} : término de error.

Los efectos aleatorios poseen distribución normal:

$$\mathbf{b}_j = \begin{bmatrix} b_{1j} \\ b_{2j} \end{bmatrix} / \mathbf{x}_{ij} \sim N_2(0, \Psi) ; \Psi = \begin{pmatrix} d_{11} & 0 \\ 0 & d_{22} \end{pmatrix}$$

A raíz de incluir dos efectos aleatorios el vector b_j que los representa, condicionado a las variables independientes, posee distribución normal con media cero y matriz de varianzas y covarianzas independiente (Ψ). Los datos fueron procesados por el programa nlmixed de SAS⁹.

Se aplicó el mismo modelo para las empresas peruanas y chilenas y se puede concluir que en los tres países los efectos aleatorios correspondientes a los índices ya mencionados poseen significatividad estadística.

⁹ Statistical Analysis System (sistema integrado realizado por SAS Institute Inc.)

5.4. Resultados

A partir de la aplicación del modelo presentado en (3) se determinaron los ratios que resultaron significativos para explicar el estado de las empresas. En los tres países, los modelos que incluyen dos efectos aleatorios -índice de rentabilidad y de flujo de fondos operativos- son los adecuados ya que ambos efectos resultaron significativos. Es decir, contrastando con pruebas de razón de verosimilitud (Tabla 5.3)¹⁰, se obtuvo que el modelo que incorpora dos efectos aleatorios es superior al modelo que posee un solo efecto. Esta conclusión se deduce de la lectura de los valores de probabilidad: *p-value* = 0,0033, 0,0032 y menor a 0,0001 para Argentina, Perú y Chile, respectivamente. Por lo tanto, los ratios que miden la rentabilidad GE_AT y el flujo de fondos operativos de la empresa FF_AT resultaron adecuados para explicar la mayor proporción de la heterogeneidad inducida por los datos, lo que justifica su inclusión como coeficientes aleatorios.

Tabla 5.3. Pruebas de razón de verosimilitud para determinar la significatividad de los efectos aleatorios

País	Modelo propuesto	-2log(Verosimilitud)	Dif (1)	p-value
Argentina	(A) Modelo con un efecto aleatorio: GE_AT	112,7		
	(B) Modelo con dos efectos aleatorios: GE_AT y FF_AT	105,3	7,40	0,0033
Perú	(A) Modelo con un efecto aleatorio: FF_AT	85,2		
	(B) Modelo con dos efectos aleatorios: GE_AT y FF_AT	76,5	8,70	0,0032
Chile	(A) Modelo con un efecto aleatorio: GE_AT	276,4		
	(B) Modelo con dos efectos aleatorios: GE_AT y FF_AT	230,9	45,52	<0,0001

Fuente: elaboración propia Referencia: Dif (1) es la diferencia entre -2log(Verosimilitud) del modelo propuesto (B) y del modelo de referencia (A).

¹⁰ Previamente se contrastó el modelo de un efecto aleatorio con un modelo logístico estándar, resultando significativa la aplicación de los modelos mixtos, confirmando que para datos longitudinales es adecuado este tipo de modelos.

Respecto a los efectos fijos (Tabla 5.4), en Argentina, los índices que resultaron significativos fueron: el de flujo de fondos operativos FF_AT, el de rentabilidad GE_AT, el de rotación del activo V_AT y el de endeudamiento D_PN. Para los tres primeros, ante cambios unitarios en cada uno de ellos, la chance de no presentar un estado de crisis es del 24%, 15% y 7%, respectivamente. Por otro lado, a mayor nivel de endeudamiento, es posible ingresar en crisis en el 1% de las veces.

En Perú, en cambio, los índices que resultaron significativos fueron: el de rentabilidad GE_AT, el de liquidez E_AT, el de capital de trabajo CT_AT y el de endeudamiento D_PN. Para los tres primeros, ante cambios unitarios en cada uno de ellos, la posibilidad de no estar en crisis es del 45%, 41% y 16%, respectivamente. Por otro lado, a mayor nivel de endeudamiento, es posible ingresar en crisis en un 2% de las veces. Los ratios tienen mayor poder discriminatorio que en las empresas argentinas, lo que surge de la comparación de los cocientes de chance – *odd ratios*–.

Por último, en las empresas chilenas los índices que resultaron significativos fueron: el de rentabilidad GE_AT, el de flujo de fondos operativos FF_AT y el de endeudamiento D_PN -al igual que en Argentina y en Perú- el de rotación del activo V_AT -al igual que en Argentina- y el de capital de trabajo CT_AT -al igual que en Perú-. Es decir, ante cambios unitarios en los índices GE_AT, FF_AT y V_AT, la posibilidad de disminuir la crisis es del 71%, 35% y 1%, respectivamente; mientras que por cada aumento unitario en los índices D_PN y CT_AT, la chance de ingresar a un estado de crisis aumenta en un 1% y un 4%, respectivamente.

País	Argentina			Perú			Chile		
	a)	b)	c)	a)	b)	c)	a)	b)	c)
Const.	1,23	0,18		1,51	0,20		-1,40	0,002	
GE_AT	-0,16	0,09	0,85	-0,59	0,02	0,55	-1,22	0,000	0,29
FF_AT	-0,27	0,03	0,76	-0,13	0,36		-0,42	0,001	0,65
E_AT	0,36	0,13		-0,53	0,04	0,59	-0,09	0,22	
V_AT	-0,08	0,001	0,93	-0,01	0,48		-0,009	0,08	0,99
D_PN	0,01	0,03	1,01	0,02	0,08	1,02	0,01	0,005	1,01
CT_AT	0,007	0,48		-0,17	0,02	0,84	0,04	0,009	1,04

Tabla 5.4. Estimaciones de los parámetros del modelo

Fuente: elaboración propia. Referencias: a) Coeficiente b) p-value c) Odd Ratios variables significativas

Los modelos de los tres mercados fueron validados a través del cálculo del porcentaje de clasificación correcta y los errores tipo I -clasificar una empresa en crisis como sana- y tipo II -clasificar una empresa sana como que está con problemas financieros-. Si bien el error tipo I es más grave que el error tipo II -ya que se estaría ocultando el verdadero estado de crisis de la empresa- resultó ser menor al que se obtuvo aplicando otras metodologías estadísticas (Caro, 2013).

En la Tabla 5.5 se observa que, en los tres países, la tasa de clasificación correcta está comprendida entre el 96% y 99%. Argentina presentó la mayor tasa de error tipo I. Las tasas de error tipo II fueron menores en magnitud respecto a las del error tipo I, excepto en Chile.

Tabla 5.5. Tasa de clasificación correcta y tasas de errores con la aplicación de los modelos mixtos (en %)

País	Clasificación correcta (%)	Error tipo I (%)	Error tipo II (%)
Argentina	96,22	15,38	0,54
Perú	98,90	4,00	0,45
Chile	96,52	3,45	3,60

Fuente: elaboración propia

5.5. Discusión

Todos los indicadores económico-financieros utilizados resultaron significativos en al menos alguno de los países que constituyeron este estudio.

El ratio de rentabilidad económica GE_AT es uno de los indicadores que a través de la literatura ha resultado significativo para predecir el estado de crisis financiera de las empresas, lo que también se confirma en esta investigación para todos los países. De esta manera, cuando las empresas manifiestan menores utilidades (o la existencia de pérdidas) respecto del activo total, tienen más posibilidades de padecer un estado de crisis.

Respecto al índice de flujo de fondos FF_AT -indicador relativamente nuevo en esta área- muestra que a menor nivel de flujo de fondos generados por las operaciones de la empresa respecto del activo total, existen más posibilidades de que las mismas estén en crisis. No obstante, este indicador sólo resultó significativo en Argentina y Chile.

Si bien el índice de liquidez E_AT no siempre refleja signos de vulnerabilidad, sí lo hizo en Perú, donde a menor liquidez mayor posibilidad de crisis financiera.

Otro de los indicadores a destacar es el de rotación del activo V_AT, que resultó significativo en la mayoría de los países, excepto Perú donde tuvo mayor incidencia el índice de capital de trabajo CT_AT como medida del capital de corto plazo respecto al total de activo.

A la luz de los resultados obtenidos se confirma que, los ratios seleccionados, en concordancia con la literatura mencionada, reflejan en mayor o menor medida el comportamiento de las empresas y permiten realizar un diagnóstico eficaz de la situación de crisis financiera.

Particularmente, empresas que manifiestan bajos niveles de rentabilidad y de flujo de fondos generados por las operaciones, altos niveles de endeudamiento, acompañado con bajos niveles de volumen de negocios -en el caso de las empresas argentinas y chilenas-, y bajos niveles de efectivo y de capital de trabajo -en las empresas peruanas-, tienen mayor probabilidad de padecer un proceso de crisis.

Es importante tener precaución en el uso de estos modelos desarrollados para determinados momentos del tiempo y/o niveles de crisis, ya que estas características pueden disminuir la exactitud en la clasificación. Por ello, es importante considerarlos y calibrarlos para cada

situación en particular, es decir, para cada empresa (Grice y Dugan, 2001).

Si bien existe una reducida cantidad de empresas cotizantes en los tres mercados de capitales considerados, en comparación con la existente en los países desarrollados, como así también continuos cambios de participación societaria que pueden conducir a la constitución de nuevas empresas o disolución de otras, los modelos muestran robustez puesto que se toman varios balances para cada empresa aumentando así la cantidad de datos. Por otra parte, dada la escasa cantidad de empresas en crisis por sector -en algunos casos nula- no es factible llevar adelante un análisis de esta índole.

5.6. Conclusiones

La necesidad de evaluar el riesgo financiero de las empresas ha ido creciendo con el tiempo. A partir de la segunda mitad del siglo pasado, surgieron trabajos de predicción de crisis basados en la información contable que han demostrado que ésta es de gran utilidad para anticipar situaciones de fracaso empresarial (Mínguez Conde, 2005). Sin duda es uno de los aspectos más preocupantes, no sólo para empresarios sino para la sociedad en general, que pone de relieve los factores explicativos de tales situaciones. El acceso a la información contable y el uso de herramientas estadísticas cada vez más potentes han contribuido al análisis de esta problemática.

El comportamiento de los ratios permitió diferenciar empresas según su estado, concluyéndose que las empresas con vulnerabilidad financiera, en general, presentan menor índice de rentabilidad, menor liquidez y mayor endeudamiento que las sanas.

También se observó que el modelo mixto tiene un mejor desempeño en la predicción de crisis financiera que los métodos de corte transversal como la regresión logística, el análisis discriminante, entre otros (Caro, 2013).

Los modelos obtenidos permiten estimar la probabilidad de fracaso empresarial con antelación al acontecimiento del evento de crisis. Poder diagnosticar situaciones de futura vulnerabilidad financiera, a través del uso de modelos estadísticos avanzados, posibilita tomar cursos de acción tendientes a paliar consecuencias negativas que las mismas pueden acarrear.

Estos modelos, muy difundidos en economías desarrolladas, tienen una incipiente aplicación en economías emergentes, como lo son las latinoamericanas. En este sentido, el presente capítulo proporciona una

herramienta valiosa en la predicción de crisis para empresas que cotizan en los mercados argentino, chileno y peruano, pudiéndose extender este análisis a otros países latinoamericanos.

Además, dado que en algunos países los Bancos Centrales están solicitando que las entidades bancarias utilicen metodologías adecuadas para la predicción del riesgo de crédito -según los requerimientos de Basilea- pueden establecerse nuevas líneas de investigación en esta área.

Capítulo 6

Predicción de fracaso en empresas latinoamericanas utilizando métodos no paramétricos para predecir efectos aleatorios en modelos mixtos¹¹

Norma Patricia Caro
Verónica Arias
Pablo Ortiz

6.1. Introducción

El fracaso empresarial es un tema de interés en el mundo, particularmente cuando se llega a situaciones desfavorables críticas, como lo es el cierre de una empresa, debido a las importantes consecuencias negativas que puede conllevar tanto desde el punto de vista económico como social.

Esto ha suscitado el interés por anticiparse a tales situaciones a través del diagnóstico de estos eventos, cobrando relevancia la información subyacente de los estados contables.

Precisamente, la información financiera ha sido de fundamental importancia para identificar el estado de crisis de las empresas a partir de las cuales se han desarrollado las diferentes investigaciones. En el presente capítulo, para modelar la situación financiera (en crisis o sana) de las empresas mediante la consideración del comportamiento de sus ratios contables, se aplica un modelo logístico mixto. En estos modelos los efectos aleatorios son estimados individualmente para cada empresa. Avanzando en este sentido, se plantea como objetivo principal de este capítulo la predicción de los efectos aleatorios, ya que constituye un

¹¹ Adaptación del artículo “Predicción de crisis financiera en empresas latinoamericanas utilizando nuevos métodos de predicción de efectos aleatorios en modelos mixtos” que ha sido aceptado para su publicación en la Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa” en el año 2017.

problema, debido a la dificultad en la clasificación de nuevas empresas (que no forman parte de la muestra de estimación) del estado de crisis financiero de las mismas. A raíz de esto, Tamura y Giampaoli (2013) y Tamura, et al, (2013) desarrollaron y aplicaron métodos de estimación que permiten completar el procesamiento y predecir la crisis en nuevas empresas.

En este capítulo se propone avanzar hacia un análisis completo de la vulnerabilidad empresarial de empresas en países latinoamericanos, particularmente sudamericanos, incluyendo la predicción del efecto aleatorio para nuevas unidades. Se aplica el método del vecino más cercano para predecir el efecto aleatorio de nuevas empresas, y se compara con los resultados obtenidos cuando se supone que el efecto aleatorio es nulo (Método "naive"). El análisis se realiza sobre empresas de Argentina, Chile y Perú. Las economías latinoamericanas han experimentado un sólido crecimiento a lo largo de la década de 2000, impulsado por la sostenida demanda externa -especialmente de economías emergentes como China-, en conjunción con importante crecimiento de los precios de los productos primarios -alcanzando niveles históricos-, y con demandas internas muy dinámicas. Estos factores propiciaron un crecimiento de la región a un ritmo anual promedio de casi el 5% durante 2003-2008. Por otro lado, este contexto estuvo acompañado de una adecuada gestión macroeconómica: entre 2000 y 2007, los países de la región pudieron reducir en promedio sus deudas públicas en 15 puntos porcentuales y pasar de un déficit fiscal de 2.4% del PIB a un superávit de 0.4% (OECD, 2010; CEPAL, 2011; OECD/ECLAC, 2011, 2012). La relativa estabilidad macroeconómica alcanzada y la notable mejora de los términos de intercambio en Latinoamérica proveyeron de importantes recursos para que los gobiernos latinoamericanos lleven adelante políticas tendientes a mitigar la pobreza y facilitar el acceso a los servicios públicos. Esta expansión continua fue interrumpida tras la crisis financiera de 2008-2009, aunque la solidez alcanzada en los años anteriores permitió a los gobiernos de la región desplegar una intensa actividad contracíclica, propiciando que el impacto de la crisis fuese menos profundo y la recuperación más acelerada que en los países desarrollados. En el corto plazo, la crisis impactó a los países de Latinoamérica a través de la disminución de los flujos comerciales globales, los cuales pudieron recuperarse apuntaladas por las economías emergentes. No obstante, tras la recuperación económica global a partir de 2010, en los últimos años el ritmo de crecimiento nuevamente mostró debilitamiento, lo que se tradujo en el deterioro de la demanda global con una consecuente caída en los precios de las exportaciones de los países latinoamericanos y una desaceleración de sus economías. Particularmente, a la baja

performance de las economías desarrolladas, se le sumó la ralentización de China e India, que han sido un motor importante para el crecimiento global, y de Latinoamérica en particular. Al contexto externo, se le suma que la demanda interna no mantuvo su desempeño debido a que tras las altas tasas de crecimiento de la década, la brecha del producto se ha cerrado en muchos países de la región. A modo de ejemplo, Chile, Colombia y Perú convergen a su producto potencial desde niveles ligeramente superiores; aunque economías como Argentina, Brasil y Venezuela, tuvieron una desaceleración que ha llevado su nivel de actividad incluso por debajo de su potencial.

En el presente capítulo, el análisis se realiza sobre empresas de Argentina, Chile y Perú. La elección de estos países se debe a que son algunos de los más representativos de la región. Los países latinoamericanos no considerados en este estudio se deben a que no poseen Bolsa de Valores (como en es el caso Uruguay), o bien no se cuenta con el dato de vulnerabilidad financiera para poder realizar el presente estudio, como es el caso de Brasil.

6.2. Muestra y variables

Las unidades de análisis son empresas que cotizaron sus activos financieros en las Bolsas de Valores respectivas de cada uno de los países que constituyen la presente investigación: Argentina, Chile y Perú, durante el periodo comprendido entre 2000 y 2011. Del total de empresas cotizantes se seleccionó una muestra representativa de la población para constituir una muestra de entrenamiento, utilizada para ajustar el modelo logístico mixto, y una muestra de validación para la predicción sobre nuevas unidades.

Otro criterio tomado en cuenta en la selección de la muestra, fue la inclusión de empresas en crisis y empresas sanas. En el capítulo 2 del presente libro se describieron los motivos por los cuales una empresa es considerada en estado de crisis.

Para cada una de las empresas en crisis se tomaron como mínimo dos años previos a la manifestación del estado de crisis, contemplando hasta seis periodos, según la disponibilidad de la información.

A los fines de la estimación del estado de las empresas, las mismas se consideraron según presenten crisis financiera o no. Este estado -crisis o sanas- constituye la variable dependiente (Tabla 6.1).

Tabla 6.1. Cantidad de empresas en cada muestra por país y estado

Países	Entrenamiento		Validación	
	Sanas	En crisis	Sanas	En crisis
Argentina	31	13	8	4
Chile	89	22	37	11
Perú	37	13	39	1

Fuente: elaboración propia

Si bien, la cantidad de empresas cotizantes en países latinoamericanos no es numerosa, el hecho de trabajar con datos anuales de cada empresa, incrementa la cantidad de observaciones para estimar los modelos.

Las variables independientes utilizadas, siguiendo a Caro et al. (2013) son los ratios financieros que se calculan con los estados contables de publicación al cierre de ejercicio (Tabla 6.2).

Tabla 6.2. Descripción de las variables utilizadas en el modelo

Variables	Forma de cálculo	Elementos del ratio	Interpretación
Ratio de Flujo de Fondos Operativos (FF_AT)	$FF_AT = (FFO/AT)*100$	FFO: Flujo de Fondos generado por las Operaciones AT: Activo Total	Mide la posición de efectivo originado por las operaciones respecto al total del activo.
Ratio de Liquidez (E_AT)	$E_AT = (E/AT)*100$	E: Disponibilidades (efectivo e inversiones que se convierten en efectivo dentro de las 24 hs.) AT: Activo Total	Representa la relación entre los recursos más líquidos de la empresa con respecto al total del activo.
Ratio de Rotación sobre Activo Total (V_AT)	$V_AT = (V/AT)*100$	V: Total de Ventas AT: Activo Total	Expresa la eficiencia con que la empresa puede usar sus activos para generar ventas. También es una medida del volumen de negocios.
Ratio de Endeudamiento (D_PN)	$D_PN = (D/PN)*100$	D: Total de Deudas PN: Patrimonio Neto	Mide la relación de las deudas (capital de terceros) por cada

			peso de capital aportado por los dueños de la empresa.
Ratio de Capital de trabajo (CT_AT)	CT_AT = (CT/AT)*100	CT: Capital de Trabajo (Activo Corriente menos Pasivo Corriente) AT: Activo Total	Expresa el grado de fluidez del activo total e indica en qué medida la inmovilización del activo total resulta neutralizada por el capital de trabajo.
Ratio de Rentabilidad económica (GE_AT)	GE_AT = (Uail/AT)*100	Uail: Utilidad antes de intereses e impuestos AT: Activo Total	Mide la rentabilidad en función de las ganancias de la explotación.

6.3. Metodología

Con el objetivo de modelar la situación financiera (en crisis o sana) de las empresas mediante la consideración del comportamiento de sus ratios contables, se utilizó un modelo logístico mixto.

Los problemas con respuesta dicotómica son modelados usualmente a través de Regresión Logística, donde la probabilidad de que la variable respuesta asuma el valor 1 (empresa en crisis) es:

$$E(y_i / x_i) = \Pr(y_i = 1 / x_i) \quad i = (1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

$$\Pr(y_i = 1 / x_i) = h(\beta_1 + \beta_2 x_i) = h(z_i) \quad i = (1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

Donde β_i son los coeficientes de la regresión.

La transformación logit, es:

$$\text{logit } \Pr(y_i = 1 / \mathbf{x}_i) = \ln \left\{ \frac{\Pr(y_i = 1 / \mathbf{x}_i)}{1 - \Pr(y_i = 1 / \mathbf{x}_i)} \right\} = z_i. \quad (3)$$

donde:

y_i : variable que representa el estado (1: en crisis, 0: sanas)

\mathbf{x}_i : covariables

En el presente capítulo, los datos utilizados son las observaciones y mediciones presentadas por cada empresa a través del tiempo,

constituyendo un panel de datos (datos longitudinales). Estos cuentan con una estructura jerárquica (empresas medidas repetidamente en el tiempo), sin cumplirse el supuesto de independencia necesario en la regresión logística tradicional. Esta situación se resuelve con la utilización del modelo logístico mixto, en el que se distinguen efectos fijos y aleatorios. Los fijos tienen como finalidad comparar los resultados de la variable dependiente para los distintos valores de las variables independientes, mientras que los efectos aleatorios analizan la variabilidad no explicada por la respuesta.

La estructura del modelo es:

$$Y_{ij} = \mathbf{X}'_{ij} \boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}'_{ij} \mathbf{b}_i + e_{ij} \quad (4)$$

Donde el primer término hace referencia a los efectos fijos, cuyo vector $\boldsymbol{\beta}$ está formado por los parámetros de las variables independientes (X_i) que se estiman, el segundo término corresponde a los efectos aleatorios (b_i), con su matriz de diseño (Z_i) que poseen distribución normal donde se explicita una estructura de varianza (G)

$$\mathbf{b}_j \sim N(\mathbf{0}, G) \quad (5)$$

y por último, el término de error asociado a todo modelo.

En cada uno de los mercados analizados, se aplica un modelo logístico mixto con dos efectos aleatorios. En estos modelos los efectos aleatorios son estimados individualmente para cada empresa, por lo que no es posible hacer predicción directamente para el caso de nuevas unidades, pues no se conocen esos valores.

El modelo aplicado en este trabajo es:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 + b_{1j} GE_{ATij} + (\beta_2 + b_{2j}) FF_{ATij} + \beta_3 E_{ATij} + \beta_4 V_{ATij} + \beta_5 D_{PNij} + \beta_6 CT_{ATij} \quad (6)$$

donde:

β_k : coeficiente que representan los k efectos fijos del modelo: k variables independientes X_k .

b_{kj} : k -ésimo efecto aleatorio de la empresa j .

X_{kij} : k -ésima variable independiente correspondiente al período i de la empresa j . Por ejemplo, $X_{1ij} = GE_{ATij}$ es el índice de rentabilidad en el período i de la empresa j , y así con cada uno de los indicadores mencionados en el capítulo 2 del presente libro.

ε_{ij} : término de error.

Los efectos aleatorios poseen distribución normal:

$$\mathbf{b}_j = \begin{bmatrix} b_{1j} \\ b_{2j} \end{bmatrix} / \mathbf{x}_{ij} \sim N_2(0, \Psi) ; \Psi = \begin{pmatrix} d_{11} & 0 \\ 0 & d_{22} \end{pmatrix} \quad (7)$$

Nuevos métodos fueron propuestos por Tamura et al. (2013) y Tamura y Giampaoli (2013) para predecir los efectos aleatorios de nuevas observaciones. Uno de ellos, es el Método de predicción por regresión lineal (LRPM) desarrollado por Tamura et al. (2013) para un modelo logístico mixto con k efectos aleatorios. Esta metodología considera el ajuste de un modelo de regresión para predecir los efectos aleatorios con base al conjunto de datos de la muestra de entrenamiento.

Este modelo considera que la variable respuesta son los efectos aleatorios que se pretenden predecir (α_i), de cada i -ésima empresa de la muestra de entrenamiento. En lo sucesivo, los parámetros estimados de esos modelos de regresión son usados para predecir el efecto aleatorio para una nueva empresa (h), que no pertenece al conjunto de entrenamiento.

Luego de obtener las estimaciones, a través del modelo mixto, es necesario que las covariables disponibles a nivel de observación (período anual) sean agregadas a nivel de grupo (empresa). Para ello, se puede calcular el promedio, la mediana o bien tomar el valor mínimo o el máximo.

Se considera para cada m -ésimo efecto aleatorio estimado, un modelo capaz de explicar la relación entre las covariables y los efectos aleatorios, de la forma:

$$\alpha_{mi} = \mathbf{w}_{mi}^t \boldsymbol{\lambda}_m + \varepsilon_{mi} \text{ con } \varepsilon_{mi} \sim N(0, \sigma_m^2) \text{ independientes. } (8)$$

donde:

$\boldsymbol{\lambda}_m$: es el vector de coeficientes de regresión desconocidos

\mathbf{w}_{mi} : es el vector de covariables de cada empresa y cada efecto aleatorio, agregado a nivel de empresa.

Así, es posible predecir la probabilidad de respuesta de un j -ésima observación dentro de una m -ésima nueva empresa, usando la función logística del modelo mixto.

Este método no se presenta en la aplicación empírica debido a la falta de cumplimiento de los supuestos de la regresión lineal múltiple (independencia de residuos, normalidad, homoscedasticidad).

Otro método propuesto por Tamura et al. (2013), que es el que se aplica en este trabajo, es el Método de predicción del vecino más cercano considerando el modelo logístico mixto con k efectos aleatorios. La ventaja de esta técnica es que no requiere distribución alguna para los efectos aleatorios.

Este método es una técnica no paramétrica, comúnmente utilizada en clasificación supervisada. Para la predicción de los efectos aleatorios de las nuevas empresas se consideran los valores conocidos de estos efectos de sus vecinos más cercanos.

Al tratarse de una variable continua es necesario considerar alguna medida de centralidad (media, mediana, u otra) para realizar la imputación del valor correspondiente. Se selecciona la cantidad de vecinos a considerar de manera que se maximice la performance de predicción del modelo mixto.

Siguiendo a Tamura et al. (2013) se calculan las distancias (Euclídea, Mahalanobis, City Block, u otra) entre las nuevas empresas (base de validación) y aquellas con efectos aleatorios conocidos (base de entrenamiento), considerando su vector de características g .

Para $i'=1...q'$ donde $i' \notin Q$ (empresas de la base de validación),
 $i=1...q$ donde $i \in Q$ (empresas de la base de entrenamiento),

se computan las distancias $d(i', i)$ entre $g_{i'}$ y g_i , y luego se ordenan las distancias de manera creciente,

$$d(i', .) = (d(i', 1), d(i', 2), \dots, d(i', q)) \quad (9)$$

Posteriormente se computan medidas de centralidad para los efectos aleatorios conocidos correspondientes a los l primeros elementos de las distancias ordenadas.

$$\alpha_{mi'}^* = (\alpha_{m1}, \alpha_{m2}, \dots, \alpha_{ml}) \quad (10)$$

Finalmente, se introducen los efectos aleatorios en el predictor lineal de la regresión logística mixta, haciendo posible la predicción de la probabilidad de crisis para la nueva empresa.

6.4. Resultados

En una primera etapa, se realizó un análisis descriptivo de las empresas que constituyen la muestra, lo que se refleja en la Tabla 6.3. Las empresas en crisis presentan menores niveles de rentabilidad, flujo de

fondos, efectivo, volumen de negocio, capital de trabajo, en promedio, que las empresas sanas. Por otro lado, el nivel de endeudamiento promedio es mayor en las empresas en crisis. Estos indicadores poseen valores extremos, lo que hace que su variabilidad sea elevada, por ello, como medida representativa se analizaron las medianas obteniendo iguales conclusiones entre empresas con problemas y sin ellos.

Tabla 6.3. Análisis descriptivo de las variables utilizadas en el modelo logístico mixto según país y estado de las empresas (muestra de entrenamiento)

Variable	Medida	Argentina		Chile		Perú	
		Sanas	Crisis	Sanas	Crisis	Sanas	Crisis
GE_AT	Media	1,24	-10,71	6,41	-10,11	17,66	0,74
	SD	6,59	23,57	10,74	31,31	17,18	6,41
	Mediana	0,80	-8,30	5,94	-1,36	13,05	0,78
	Min.	-17,53	-128,54	-147,35	-271,55	-27,76	-21,95
	Max.	38,25	36,71	85,99	21,80	90,57	20,41
FF_AT	Media	7,25	-1,22	9,36	-9,28	14,39	2,75
	SD	9,60	23,05	9,82	36,92	13,23	4,87
	Mediana	7,54	3,55	8,27	-0,72	11,95	1,87
	Min.	-64,51	-126,99	-29,89	-266,70	-21,41	-10,05
	Max.	34,58	25,12	126,01	83,33	64,74	17,65
E_AT	Media	2,46	1,95	1,07	1,01	9,30	1,19
	SD	3,94	4,49	2,72	2,61	12,51	2,23
	Mediana	1,39	0,55	0,43	0,36	3,98	0,48
	Min.	0,01	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00
	Max.	51,86	31,38	34,07	25,73	64,12	13,72
V_AT	Media	86,24	35,83	57,64	33,04	78,43	44,91
	SD	68,54	39,66	53,89	38,12	47,79	56,96
	Mediana	73,68	23,57	50,71	23,39	68,56	23,98
	Min.	0,06	-12,46	0,00	0,00	2,81	1,80
	Max.	374,85	117,35	85,99	21,80	285,67	286,41
D_PN	Media	82,11	241,31	70,36	371,66	67,88	311,31
	SD	68,49	373,87	58,43	2018,65	45,68	908,67
	Mediana	64,62	133,52	56,97	64,87	60,22	87,01
	Min.	0,02	0,25	0,06	0,04	5,17	26,46
	Max.	451,88	2.020,31	419,94	21.167,50	219,23	6.491,88
CT_AT	Media	10,72	-24,25	11,98	11,69	18,05	-3,93
	SD	20,66	71,09	14,39	36,63	18,39	19,28
	Mediana	7,12	-0,31	7,84	4,46	14,00	-0,25
	Min.	-65,27	-263,85	-18,77	-90,85	-32,98	-66,37
	Max.	66,35	44,49	93,09	99,95	68,51	36,25

Fuente: elaboración propia

La Tabla 6.4 muestra los resultados obtenidos del modelo logístico mixto para cada uno de los países analizados. La rentabilidad económica (GE_AT), con signo negativo, fue el único ratio que resultó estadísticamente significativo en los tres países. El Flujo de Fondos (FF_AT) resultó significativo en Argentina y Chile, mientras que la Liquidez (E_AT) lo fue en Perú. En el caso de la Rotación del Activo

Total (V_AT) y el Endeudamiento (D_PN) fueron significativos para el caso Argentina y Chile, siendo este último ratio significativo también para Perú. Finalmente, el Capital de Trabajo (CT_AT) resultó un ratio estadísticamente significativo en Chile y Perú, excepto Argentina.

Sólo los índices de rentabilidad GE_AT y de flujo de fondos operativo FF_AT resultaron tener una amplia variabilidad y ser significativos para representar la heterogeneidad no observada (Tabla 6.5). Los datos fueron procesados por el programa nlmixed de SAS.

Tabla 6.4. Resultados del modelo mixto para cada país (realizado a partir de la información de las empresas que conforman las bases de entrenamiento)

Variable	Argentina		Chile		Perú	
	Estimador (error estándar)	p-valor	Estimador (error estándar)	p-valor	Estimador (error estándar)	p-valor
Constante	1,227 (0,901)	0,181	-1,405 (0,449)	0,002***	1,519 (1,178)	0,203
GE_AT	-0,162 (0,092)	0,086*	-1,225 (0,314)	0,000***	-0,591 (0,235)	0,016**
FF_AT	-0,269 (0,121)	0,032**	-0,425 (0,123)	0,001***	-0,132 (0,141)	0,356
E_AT	0,364 (0,233)	0,126	-0,092 (0,075)	0,224	-0,536 (0,255)	0,041**
V_AT	-0,076 (0,022)	0,001***	-0,010 (0,005)	0,079*	-0,012 (0,016)	0,478
D_PN	0,015 (0,007)	0,031**	0,011 (0,004)	0,005***	0,022 (0,012)	0,080*
CT_AT	0,008 (0,011)	0,481	0,043 (0,016)	0,009***	-0,169 (0,072)	0,022**

Fuente: elaboración propia, Referencias: Efectos aleatorios para Argentina, Perú y Chile (GE_AT, FF_AT), Error estándar entre paréntesis. *** Significativo al 0,01, ** Significativo al 0,05 y * Significativo al 0,10.

Tabla 6.5. Pruebas de razón de verosimilitud para determinar significatividad de los efectos aleatorios para cada país (realizado a partir de la información de las empresas que conforman las bases de entrenamiento)

Modelo propuesto	Argentina			Chile			Perú		
	a)	b)	c)	a)	b)	c)	a)	b)	c)
Modelo (A)	112,7			276,6			85,2		
Modelo (B)	105,3	7,4	0,0033	230,9	45,52		76,5	8,7	0,0032

Fuente: elaboración propia. Referencias: a) $-2\log(\text{Verosimilitud})$ b) Diferencia entre $-2\log(\text{Verosimilitud})$ del modelo propuesto (B) con dos efectos aleatorios: GE_AT, FF_AT y del modelo de referencia (A) con un efecto aleatorio: GE_AT c) p-valor

Para la predicción del efecto aleatorio para nuevas empresas se probó el Método de regresión lineal, pero no resultó apropiado para el problema considerado en la presente investigación, ya que las covariables disponibles no resultaron significativas y no se cumplían los supuestos del modelo de regresión lineal (normalidad de los errores, independencia, homoscedasticidad).

Se empleó el Método del vecino más cercano basado en la distancia euclídea de las nuevas empresas a los vectores de covariables (ratios) de las que contribuyeron a la construcción del modelo mixto, agregando los datos de distintos períodos a nivel de empresas a través de la mediana.

Se definió como medida de centralidad (predicción) de los efectos aleatorios de las nuevas empresas correspondientes a la base de validación, la media de los efectos aleatorios conocidos de las empresas de la base de entrenamiento elegidas como vecinos más cercanos de las empresas nuevas.

Para medir la performance del modelo, en la clasificación de nuevas empresas en sanas o en crisis, se comparó la clasificación binaria observada versus la clasificación estimada por el modelo en el punto de corte. Este punto fue definido como aquel donde la sensibilidad iguala a la especificidad en la base de entrenamiento de cada país. En base a esto se calcularon medidas de sensibilidad (verdaderos positivos / falsos negativos + verdaderos positivos), especificidad (verdaderos negativos / verdaderos negativos + falsos positivos) y tasa de clasificación correcta (verdaderos positivos + verdaderos negativos / total de observaciones).

Estas medidas fueron calculadas según la clasificación de empresas de la base de validación que surgieron del modelo con los efectos aleatorios estimados por el Método del vecino más cercano y para el modelo que considera solo efectos fijos (sin estimación de los efectos aleatorios) o método “naive” (Tabla 6.6).

En todos los casos la tasa de clasificación correcta fue muy buena, superando el 80% en el caso de Argentina y Perú, y el 90% en Chile. En el caso de Perú, el hecho de que la muestra de validación solo posea una única empresa en crisis hace que sea difícil detectarla. Para el caso de Argentina, la clasificación de las empresas nuevas utilizando el modelo con el efecto aleatorio estimado mediante el método del vecino más cercano, mejoró la especificidad y la tasa de clasificación correcta. En el caso de Chile las medidas se mantuvieron entre uno y otro método. No es conveniente interpretar estas tasas en Perú, debido a que se trata de una única empresa en crisis en la muestra de validación.

De este modo, el Método del vecino más cercano resulta útil para clasificar una nueva observación (empresa). Adicionalmente, cabe remarcar la pertinencia de trabajar de manera separada con cada país, dadas las diferencias obtenidas en las estimaciones que resultaron significativas en cada uno de ellos, aunque sus efectos aleatorios fueron los mismos en todos los países.

Tabla 6.6. Medidas de *performance* del modelo por país (bases de validación)

Método	País	Argentina	Chile	Perú
Vecino más cercano	Especificidad	0,75	0,89	0,85
	Sensibilidad	1	0,91	0
	Tasa de clasificación correcta	0,83	0,90	0,85 (*)
“Naive”	Especificidad	0,75	0,89	0,92
	Sensibilidad	0,75	0,91	0
	Tasa de clasificación correcta	0,75	0,90	0,90

Fuente: elaboración propia, Nota: (*) Valor aceptable, aunque no comparable con lo obtenido en otros métodos debido a que se trata de una única empresa en crisis en la muestra de validación,

6.5. Conclusiones

La necesidad de comparabilidad de los ratios financieros de diferentes empresas conduce a utilizar información de aquellas que cotizan en

bolsa, Estas empresas tienen especiales exigencias en cuanto a la presentación y disponibilidad de información, lo que no es así en otro tipo de empresas.

Con respecto a los ratios utilizados y los resultados obtenidos, todos fueron significativos en al menos alguno de los países que constituyeron este estudio.

El ratio de rentabilidad económica (GE_AT) es uno de los indicadores que a través de la literatura ha resultado significativo para predecir el estado de crisis financiera de las empresas, lo que se confirma en esta investigación también para todos los países. Esto significa que las utilidades obtenidas respecto al total del activo manifiestan que a menores utilidades (o pérdidas), más posibilidad tiene la empresa de estar en crisis.

Respecto al índice de flujo de fondos (FF_AT), que constituye un indicador relativamente nuevo en esta área, indica que a menor nivel de flujo de fondos generados por las operaciones respecto del activo total existen más posibilidades de que las empresas estén en crisis, No obstante, este indicador solo en Argentina y Chile resultó significativo.

El índice de liquidez (E_AT), si bien no siempre refleja signos de vulnerabilidad, si lo hizo en Perú, donde a menor liquidez, mayor posibilidad de crisis financiera.

Otros de los indicadores que han reflejado un comportamiento determinado en las empresas son los de rotación del activo (V_AT) y el endeudamiento (D_PN), los cuales fueron significativos en la mayoría de los países.

Se confirma que los ratios seleccionados, en consistencia con la literatura mencionada, reflejan en mayor o menor medida el comportamiento de las empresas y permiten un diagnóstico eficaz de la situación de crisis financiera.

Es de destacar que los índices de rentabilidad (GE_AT) y de flujo de fondos operativos (FF_AT) resultaron ser efectos aleatorios significativos, que explican la heterogeneidad no observada. Si bien no hay una teoría de ratios que indique cuáles son los que se deberían utilizar para este objetivo, de predecir el estado de vulnerabilidad financiera, los ratios utilizados, propuestos por la literatura, son los adecuados.

A efectos de predecir el estado de una nueva empresa, que no ha formado parte de la base de entrenamiento con la que se estimó el modelo mixto, se empleó para la estimación de los efectos aleatorios el Método del vecino más cercano. La literatura avanza hacia métodos no

paramétricos como éste, ya que los métodos paramétricos, como el de regresión múltiple, no siempre es adecuado, por la falta de cumplimiento de los supuestos estadísticos del modelo, permitiendo así la clasificación de una nueva empresa. De esta manera se levanta una limitación que tenían los modelos mixtos en cuanto a la estimación y predicción de una nueva observación.

Estos métodos contribuyen a la estimación del estado de vulnerabilidad en la que puede encontrarse una nueva empresa, en el mercado, a través de la estimación de los efectos fijos y la predicción de los efectos aleatorios. La metodología utilizada hasta el momento en esta área de interés, como lo es la predicción de crisis financiera en empresas limitaba este segundo objetivo, que a partir de las investigaciones realizadas ha podido ser superado. Ampliando el horizonte de análisis y disponiendo de una mayor cantidad de empresas vulnerables se podrán obtener mejores tasas de clasificación correcta.

Referencias

Altman, E. (1968) *Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy* Journal of Finance, 23, 3, 589-609.

Altman, E.; Haldeman, R.; and Narayanan, P. (1977) *ZETA analysis: a new model to identify bankruptcy risk of corporations* Journal of Banking and Finance, Vol 1, N 1: 29-54.

Altman, E., Baida, T y Rivero Diaz, L (1979) *Assesing potential financial problems for firms in Brazil*. Journal of International business studies: 9 - 24.

Altman y Lavallee (1981) *Business failure classification in Canada*, Journal of Business Administration, 147-164.

Altman, E. (1984) *The success of business failure prediction models. An international survey*. Journal of banking and finance 8, 171 – 198.

Altman, E. (1988) *The prediction of Corporate Bankruptcy*, Garland Publishing, Inc. N York. London.

Altman, E. (1993) *Corporate Financial Distress and Bankruptcy*. New York: John Wiley and Sons.

Altman, E., Eom, Y., Kim, W. (1995), *Failure Prediction: Evidince from Korea*. Journal of International Financial Management and Accounting 6:3

Altman, E, Hartzell, J y Peck, M (1995) *Emerging markets corporate bonds: A scoring system*. Salomon Brotherds Inc. New York, NY.

Beaver, W. (1966) *Financial ratios as predictors of failures. Empirical research in accounting selected studies 1966*. Journal of Accounting Research, Vol 5, pp 71 – 111. Supplement.

Beaver, W. (1968) *Alternative Accounting Measures as Predictors of Failure* The Accounting Review pp 113-122.

Beaver, W. (1981) *Financial reporting: an Accounting Revolution* Prentice Hall.

Beaver, W, McNichols, M. y Rhie, J (2005). *Have financial statements become less informative? Evidence from the ability of financial ratios to predict bankruptcy* Review of Accounting Studies, vol 10, Issue 1: 93 – 122.

Beaver, W, Correia, M y McNichols, M. (2009). *Have changes in financial reporting attributes impaires the ability of Financial Ratios to Assess*

Distress Risk? Rock Center for Corporate Governance Working Paper No. 13.

Beerman (1976): *Posible ways to predict capital losses with annual financial statements*. Dusseldorf.

Begley, J., Ming, J., Watts, S. (1996) *Bankruptcy classification errors in the 1980s: An empirical analysis of Altman's and Ohlson's models* Review of Accounting Studies, Vol 1, num 4: 267 – 284.

Breiman, L., Friedman, J., Olshen, R., y Stone, C. (1984). *Classification and Regression Trees* (Monterey, CA: Wadsworth and Brooks/Cole)

Caro, N., (2013) *Tesis doctoral: Evaluación de riesgo de crisis financiera en empresas argentinas en los períodos 1993 – 2000 y 2003 – 2010*. Universidad Nacional de Córdoba.

Caro, N., Díaz, M. y Porporato, M. (2013). *Predicción de quiebras empresariales en economías emergentes: uso de un modelo logístico mixto*. En Revista de Métodos Cuantitativos para Economía y Empresa, 16, 200-215.

Caro, N. (2014). *Modelos de predicción de crisis financiera en empresas: una revisión de la literatura*. Revista Internacional Legis de Contabilidad y Auditoría, 58, 135-183.

Caro, N. P. (2015). *Descripción de empresas en crisis financiera: el caso de Argentina en las décadas del 1990 y 2000*. Revista de dirección y administración de empresas (España). 22, 106 – 130.

Caro, N. P. y Diaz, M (2015) *Factores determinantes para predecir la crisis financiera en empresas argentinas*. Cuadernos de Estudios Empresariales, 25, 29-47.

Caro, Norma P. (2016). *Predicción de fracaso empresarial en empresas de Argentina, Chile y Perú a través de indicadores contables*. Revista de Dirección y Administración de empresas. País Vasco, 23 130-147.

Castagna, A y Matolcsy, Z (1981): *The prediction of corporate failure: Testing the australian experience*. Australian Journal of Management, 6(1), 23–50.

CEPAL. (2011). *Balance preliminar de las economías de América Latina y el Caribe 2010*. Santiago de Chile: Naciones Unidas CEPAL.

Díaz M., Ferrero F., Díaz C., Stimolo M., Caro N. (2001) *Perfomance del Análisis Discriminante Regularizado y la Regresión Logística en la Predicción de Crisis Financieras*. Revista de la Sociedad Argentina de Estadística, Vol. 5, Nro. 1-2: 33-45.

Fitzpatrick, P (1932). *A comparison of ratios of successful industrial enterprises with those of failed companies*. The Certified Public Accountant; Vols. Oct., Nov., Dec., p. 598 – 605, 656–662 y 727–731, respectivamente.

Gebhardt, G (1980) *Insolvency prediction based on annual financial statements according to the company law – An assessment of the reform of annual statements by the law of 1965 from the view of external addresses*, in: H. Besters et al, eds, vol 22. Wiesbaden.

Grice, J, Dugan, M. (2001) *The limitations of bankruptcy prediction Models: some cautions for the researcher*. Review of Quantitative Finance and Accounting, V. 17, N. 2: 151 – 166.

Hensher, D., Jones, S. (2007) *Forecasting Corporate Bankruptcy: Optimizing the performance of the Mixed Logit Model*. Abacus. V. 43, N. 3: 241 –364.

Ibarra, A (2001) *Tesis doctoral: análisis de las dificultades financieras de las empresas en una economía emergente: las bases de datos y las variables independientes en el sector hotelero de la Bolsa mexicana de valores*. Departament d' economia de l' empresa. Universitat Autònoma de Barcelona.

Jones, F. (1987) *Current techniques in bankruptcy prediction*. Journal of Accounting Literature, 6: 131-164.

Jones, S., Hensher, D. (2004) *Predicting firm financial distress: A mixed logit model*. The Accounting Review, vol 79, num. 4: 1011 – 1039.

Jones, S., Hensher, D. (2007) *Modelling corporate failure: A multinomial nested logit analysis for unordered outcomes*. The British Accounting Review, 39: 89 – 107.

Kass, G. V. (1980). *An exploratory technique for investigating large quantities of categorical data*. Applied statistics, 119-127.

Knight (1979) *The determinants of failure in Canadian firms*, ASA meeting of Canada, Working paper (University of Western Ontario, London).

Ko, C (1982): *A delineation of corporate appraisal models and classification of bankruptcy firms in Japan*. Thesis. New York University.

Latter, Tony (1997). *Las causas de las crisis bancarias y su manejo*. Centro de Estudios de Banca Central, Banco de Inglaterra.

Leclere, M. (1999) *The Interpretation of Coefficients in N-Chotomous Qualitative Response Models*. Contemporary Accounting research 16: 711-747.

- Lehmann, E. (1975). *Nonparametrics Statistical Methods Based on Ranks*. Estados Unidos: Mc Graw Hill.
- Maddala, G. (1991) *A perspective on the use of limited-dependent and qualitative variables models in accounting research*. The Accounting Review 66:788-807.
- Medina, R. S. (2007). *El riesgo de crédito en el marco del acuerdo de Basilea II*. Delta Publicaciones.
- Merwin, C (1942) Financing small corporations in five manufacturing industries, 1926-36. New York National Bureau of Economics Research.
- Mínguez Conde, J.L. (2005) *La Información Contable en la Empresa Constructora: Factores Identificativos del Fracaso Empresarial*. Tesis doctoral, Universidad de Valladolid.
- Mongrut Montalván, S.; Alberti Delgado, F.; Fuenzalida O'Shee, D. y Akamine Yamashiro, M. (2011) Determinantes de la insolvencia empresarial en el Perú. *Academia. Revista Latinoamericana de Administración* 47: 126 – 139.
- OECD. (2010). *Perspectivas Económicas de América Latina 2011*. doi:<http://dx.doi.org/10.1787/leo-2011-es>
- OECD/ECLAC. (2011). *Perspectivas Económicas de América Latina 2012*. doi:<http://dx.doi.org/10.1787/leo-2012-es>
- OECD/ECLAC. (2012). *Perspectivas económicas de América Latina 2013*. doi:<http://dx.doi.org/10.1787/leo-2013-es>
- Ohlson, J. (1980) *Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy* Journal of Accounting Research, vol 18, num 1: 109-131.
- Pascale, Ricardo (1988) *A multivariate model to predict firm financial problems the case of Uruguay*. Studies in banking and finance; Vol 7; pp. 171 -182
- Peña, D. (2002). *Análisis de datos multivariantes*. España: Mc Graw Hill.
- Sandin, A., Porporato, M. (2007) *Corporate bankruptcy prediction models applied to emerging economies. Evidence from Argentina in the years 1991 – 1998* International Journal of Commerce and Management vol 17 N° 4: 295-311.
- Swanson y Tybout (1988) *Industrial bankruptcy determinants in Argentina*. Journal of Banking and Finance, vol 7: 1 – 25.
- Taffler, R (1976): *Finding those firms in danger*. Accountancy age.

- Taffler y Tisshaw (1977): *Going, going, gone – Four factors which predict accountancy*. *Accountancy* 88 (1003), 50- 54
- Taffler y Houston (1980): How to identify failing companies before it is too late, *Professional Administration*, 2 – 3.
- Taffler (1981): *Forescating company failure in the UK*, Working paper N° 23 (City University Business School, London).
- Taffler R. (1984): “Empirical Models for The Monitoring of U.K. Corporations”; *Journal of Banking and Finance*: 199-227.
- Takahashi, K; Kurokawa and K y Watese (1979) *Predicting corporate bankruptcy through financial statements*. Society of Management Science of Keio University.
- Tamura, K. A., y Giampaoli, V. (2013). *New prediction method for the mixed logistic model applied in a marketing problem*. *Computational Statistics & Data Analysis*, 66, 202-216.
- Tamura, K. A., Giampaoli, V., y Noma, A. (2013). *Nearest Neighbors Prediction Method for mixed logistic regression*. Paper presented at the 28th International Workshop on Statistical Modeling.
- Train, K. (2003) *Discrete Choice Methods with Simulation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Uriel Jiménez, E. y Aldás Manzano, J. (2005). *Análisis multivariante aplicado*. España: Thomson.
- Von Stein (1968) *Insulvenzen privater banken* (University of Munchen).
- Weibel, P (1973) *The value of criteria to judge credit worthiness in the lending of banks*. Bern/Atuttgart.
- Weinrich, G (1978) *Prediction of credit worthiness, direction of credit operations by risk classes*. Wiesbaden. Galder.
- Winakor, A y Smith, R (1935): *Changes in financial structure of unsuccessful industrial companies*. Bureau of Business Research, Bulletin N° 51, University of Illinois.
- Zmijewski, M.E. (1984) *Methodological issues related to the estimation of financial distress prediction models*. *Journal of Accounting Research*, vol 22, N° 1 (1984): 59-82.

**Impreso en la
Asociación Cooperadora de la
Facultad de Ciencias Económicas
Universidad Nacional de Córdoba
Septiembre 2017**



FACULTAD
DE CIENCIAS
ECONÓMICAS



UNC