

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Gestión

Maestría en Gestión Financiera y Administración de Riesgos Financieros

**Análisis de supervivencia aplicado a las pequeñas y medianas
empresas constructoras en Ecuador en el período 2012-2017**

Renzo Omar Almeida Galarza

Tutora: Laura Belém Lazo Sandoval

Quito, 2019



Cláusula de cesión de derecho de publicación de tesis

Yo, Renzo Omar Almeida Galarza, autor de la tesis intitulada “Análisis de Supervivencia aplicado a las pequeñas y medianas empresas constructoras en Ecuador en el período 2012-2017”, mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir uno de los requisitos previos para la obtención del título de magíster en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo, por lo tanto, la Universidad utilizar y usar la obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en formato virtual, electrónico, digital u óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros de los derechos de autora de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

30 de octubre de 2019

Firma: _____

Resumen

La presente tesis “Análisis de Supervivencia aplicado a las pequeñas y medianas empresas constructoras en Ecuador en el período 2012-2017”, busca propiciar un sistema de alertas tempranas de quiebras empresariales, debido a que tanto el Organismo de Control, accionistas, o administradores de pymes constructoras no cuentan con una herramienta cuantitativa de prevención y detección de quiebras.

El análisis de supervivencia se desarrolló a través del método de Kaplan – Meier y el modelo semiparamétrico de riesgos proporcionales de Cox. Ambos son utilizados como complementos. El método de Kaplan – Meier se utiliza para analizar el comportamiento del tiempo de supervivencia de las pequeñas y medianas empresas constructoras en función de la zona de domicilio dentro de un contexto macroeconómico y financiero desfavorable y competitivo. El modelo de Cox se utilizó para analizar las covariables que inciden en el riesgo de quiebra empresarial de las pymes en el período de estudio. La investigación se aplicó a 163 pymes constructoras. Sin embargo, en la estimación y validación del modelo de Cox se identificó 7 *outliers* que fueron filtrados. Es así que en el modelo definitivo se utilizó a 156 empresas, de las cuales fueron 24 medianas y 132 pequeñas empresas.

Se identificó que las medianas empresas poseen mayor posibilidad de supervivencia, mientras que las domiciliadas en la sierra o en la costa poseen un comportamiento similar en su tiempo de supervivencia. La coyuntura económica que atravesó el Ecuador en el período de análisis 2012 – 2017, no incidió aleatoriamente en las pequeñas y medianas empresas constructoras ecuatorianas para que estas presenten quiebras empresariales, sino existieron factores determinantes en la propia gestión de las organizaciones que influyeron en la quiebra técnica.

La detección de dificultades financieras en pymes constructoras ecuatorianas en muchas ocasiones es tardía, debido a que los accionistas, administradores y Organismos de Control no gozan de herramientas cuantitativas que les permitan una oportuna detección. El presente modelo, propicia un sistema de alerta temprana que hasta la actualidad es inexistente en el sector real, el cual permitirá identificar las dificultades financieras que puedan conllevar a bancarrotas corporativas.

Palabras clave: Riesgos, quiebra, solvencia, finanzas, duración, empresas.

A Ti Adonai, mi Señor Jesucristo
mi gran Amo y Rey del universo que vives y reinas glorioso desde la eternidad y hasta
la eternidad, te entrego este presente y te consagro mi vida.

A Estefanía de Almeida,
mi dulce inventario de esperanza.

Agradecimientos

¿Por qué te abates oh alma mía y te turbas dentro de mí? Espera en Dios porque aún he de alabarle, Salvación mía y Dios mío. Salmos 42:5-11

Con infinita gratitud a Ti mi Señor Jesucristo, pues cuando flaqueaba multiplicaste mis fuerzas. Isaías 40:29-31

A Estefanía de Almeida, porque me das bien y no mal todos los días de mi vida. Proverbios. 31-12

A Laura Lazo, por su profesionalismo, calidad, gentil y desinteresada dirección. Números 6: 24-26

Tabla de contenidos

Capítulo primero: Introducción	17
Capítulo segundo: Marco teórico	25
1. Quiebra empresarial	25
2. Modelos de duración	26
2.1. Censura.....	27
2.2. Función de Supervivencia	28
2.3. Función de Densidad.....	28
2.4. Función de Riesgo.....	28
2.5. Método de Kaplan – Meier.....	29
2.6. Modelo semiparamétrico de Riesgo Proporcional de Cox.....	30
2.7. Análisis de residuos en modelos de duración.....	33
3. Principales limitaciones de modelos de quiebra empresarial	35
4. Estado del arte en modelos de quiebra empresarial	38
Capítulo tercero: Marco empírico.....	41
1. Modelos de quiebra empresarial en el sector de la construcción	41
2. Modelos de quiebra en Norteamérica, Europa y Asia.....	43
3. Modelos de quiebra en Latinoamérica	48
4. Modelos de quiebra en Ecuador	50
5. Metodología del Análisis de Duración.....	55
5.1. Análisis económico	55
5.2. Análisis financiero.....	57
5.3. Base de datos.....	57
5.4. Selección de variables	59
5.5. Método de Kaplan – Meier.....	65
5.6. Modelo de Cox	67
Capítulo cuarto: Resultados.....	71
1. Análisis económico	71
2. Análisis financiero.....	78
3. Análisis de duración	83
3.1. Resultados del método de Kaplan – Meier.....	84

3.1.1.	Función de supervivencia	84
3.1.2.	Curvas de supervivencia	85
3.1.2.1.	Por tamaño empresarial	85
3.1.2.2.	Por región	87
3.1.2.3.	Por tipo de provincia	89
3.2.	Resultados del modelo de riesgo proporcional de Cox	91
3.2.1.	Riesgo relativo	92
3.2.2.	Riesgo basal	97
3.2.3.	Prueba de multicolinealidad.....	99
3.2.4.	Evaluación de riesgos proporcionales.....	100
3.2.5.	Evaluación de la forma funcional de las variables explicativas	102
3.2.6.	Evaluación de la influencia de las empresas constructoras sobre la estimación de cada coeficiente	106
3.2.7.	Evaluación de la influencia de las empresas constructoras sobre la estimación del modelo	110
3.2.8.	Evaluación de la bondad de ajuste	111
3.2.9.	Criterios de selección.....	112
3.3.	Evaluación del índice de pronóstico.....	113
	Discusiones finales	117
	Bibliografía.....	119
	Anexos.....	127
	Anexo 1	127
	Anexo 2	128
	Anexo 3	129

Lista de tablas

Tabla 1 Número de bancarrotas corporativas	17
Tabla 2 Tasa de actividad emprendedora y negocios emprendidos fracasados	18
Tabla 3 Resumen de variables explicativas utilizadas en estudios previos de quiebra empresarial.....	52
Tabla 4 Factores de riesgo de quiebra empresarial y su relación esperada con la bancarrota de pymes constructoras.....	63
Tabla 5 Volumen de créditos por sector	71
Tabla 6 Porcentaje de créditos por tipo de provincia	72
Tabla 7 Porcentaje de créditos por región	73
Tabla 8 Fluctuaciones de precios.....	73
Tabla 9 Formación bruta de Capital Fijo pública y privada.....	75
Tabla 10 Pib sectorial y real	76
Tabla 11 Tasas de crecimiento del Pib	77
Tabla 12 Indicadores financieros promedios 2012 - 2017 por sector.....	78
Tabla 13 Indicadores de liquidez de empresas analizadas y del sector	81
Tabla 14 Indicadores de endeudamiento de empresas analizadas y del sector	81
Tabla 15 Indicadores período medio de cartera (cobranza y pagos) de empresas analizadas y del sector	82
Tabla 16 Indicadores promedio de rentabilidad sobre activos de empresas analizadas y del sector.....	83
Tabla 17 Función de Supervivencia mediante Kaplan - Meier	84
Tabla 18 Log-rank test por tamaño empresarial	85
Tabla 19 Log-rank test por región	87
Tabla 20 Log-rank test por tipo de provincia	89
Tabla 21 Regresión de riesgos proporcionales de Cox en coeficientes.....	92
Tabla 22 Modelo de Riesgos Proporcionales de Cox.....	97
Tabla 23 Evaluación de multicolicolinealidad	99
Tabla 24 Evaluación de los residuos de Schoenfeld.....	100
Tabla 25 Criterios de selección	112
Tabla 26 Matriz de confusión para medianas empresas	113
Tabla 27 Matriz de confusión para pequeñas empresas	114

Tabla 29 Regresión de Cox, sin <i>outlier</i>	127
Tabla 30 Regresión de Cox - Modelo B	128
Tabla 31 Criterios de información Modelo B	128
Tabla 32 Tiempo observado vs duración estimada pequeñas empresas	129
Tabla 33 Tiempo observado vs duración estimada medianas empresas	131

Lista de gráficos

Gráfico 1	Número de empresas en el Ecuador	19
Gráfico 2	Tasa de participación laboral.....	20
Gráfico 3	Tasa de crecimiento media del Impuesto a la Renta	21
Gráfico 4	Análisis de duración en empresas constructoras con datos censurados	65
Gráfico 5	Desocupación total	74
Gráfico 6	Curvas de supervivencia KM por tamaño empresarial	86
Gráfico 7	Curvas de Supervivencia KM por región	88
Gráfico 8	Curva de Supervivencia KM por tipo de provincia.....	90
Gráfico 9	Evaluación gráfica de residuos de Martingala para liquidez.....	103
Gráfico 10	Evaluación gráfica de residuos de Martingala para endeudamiento	103
Gráfico 11	Evaluación gráfica de residuos de Martingala para apalancamiento	104
Gráfico 12	Evaluación gráfica de residuos de Martingala para rotación de activos fijo	104
Gráfico 13	Evaluación gráfica de residuos de Martingala para rentabilidad	105
Gráfico 14	Evaluación gráfica de residuos de Martingala para inversión pública.....	105
Gráfico 15	Evaluación gráfica de influencia de constructoras sobre liquidez	106
Gráfico 16	Evaluación gráfica de influencia de constructoras sobre endeudamiento .	107
Gráfico 17	Evaluación gráfica de influencia de constructoras sobre apalancamiento	108
Gráfico 18	Evaluación gráfica de influencia de constructoras sobre rotación de activos fijos	108
Gráfico 19	Evaluación gráfica de influencia de constructoras sobre rentabilidad	109
Gráfico 20	Evaluación gráfica de influencia de constructoras sobre inversión pública	110
Gráfico 21	Análisis de residuos de Deviance	111
Gráfico 22	Residuos de Cox – Snell.....	111
Gráfico 23	Curvas de Supervivencia observadas y estimadas de medianas empresas	114
Gráfico 24	Curvas de Supervivencia observadas y estimadas de pequeñas empresas	115
Gráfico 25	Análisis forma funcional sin outlier	127
Gráfico 26	Ajuste del Modelo B.....	128

Capítulo primero

Introducción

La estimación de la quiebra empresarial junto con las dificultades financieras han sido fenómenos ampliamente estudiados en los países desarrollados. Los aportes pioneros de Beaver (1966), Altman (1968), Ohlson (1980), entre otros, han permitido a múltiples investigadores analizar las causas de las quiebras empresariales en diversos tipos de sectores y países. Sin embargo, pese a que los investigadores han empleado décadas de estudio, aún no han podido obtener modelos estandarizados para la estimación de la bancarrota, es así que en la actualidad existe gran variedad de instrumentos para proyectar la bancarrota empresarial como modelos logísticos (Affes y Rania 2017), modelos discriminantes (Hernández 2014), redes neuronales (Pranav y Govinda 2018), entre otros. Además hasta hoy no existe una definición comúnmente aceptada de la quiebra empresarial, debido a ello, en cada investigación dichos autores indican cual es el significado y alcance de la quiebra con la que trabajarán (Romero, Melgarejo, y Vera 2015).

Tabla 1
Número de bancarrotas corporativas

País	Período					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Estados Unidos	39.201	19.695	28.322	43.546	60.837	56.282
Reino Unido	57.674	73.569	73.067	76.341	81.716	69.505
España	927	916	1.033	2.894	5.175	4.990
Dinamarca	2.495	1.987	2.401	3.709	5.710	6.461

Fuente: Instituto Nacional de Estadística de España; Statistics Denmark; Government United Kingdom; Statista

Elaboración propia

La bancarrota es un fenómeno permanente dentro de la economía, no obstante, según las estadísticas internacionales, se puede apreciar que la mencionada variable constituye un indicador rezagado, es decir el número de quiebras empresariales fluctúa significativamente después de la variación del Pib real de dichas naciones (Erráez 2014), es así que en la tabla 1 se puede apreciar que si bien la crisis financiera internacional tuvo su epicentro en el año 2008, la mayor cantidad de quiebras corporativas fue en el 2009,

excepto para Dinamarca (Statistics Denmark 2019), país que sintió el auge de los efectos un año más tarde que las demás naciones indicadas. Pese a que existe una desaceleración del número de quiebras en épocas de bonanza, es importante para las organizaciones poseer sistemas de gestión que permitan disminuir la probabilidad de quiebra, la cual incrementa en épocas de crisis.

Para un desarrollar un óptimo sistema de gestión, es preciso contar con estadísticas a fin de identificar patrones y debilidades de las organizaciones en el transcurso de sus años de vida, y con ello tomar decisiones preventivas, detectivas y correctivas (Coso 2004); sin embargo, en el Ecuador si bien existen estadísticas acerca de las tasas de nacimiento y muerte empresarial (Inec 2019d), estas no presentan la información financiera de las entidades, lo cual origina que los investigadores deban tabular y depurar la información de las empresas analizadas provenientes de distintos Organismos de Control. Esta ausencia de estadísticas compiladas ha motivado escasez en los estudios de supervivencia empresarial en el país (Inec 2017). Un estudio de supervivencia es el diseño de un modelo econométrico, a fin de determinar el tiempo en que un conjunto de observaciones cambia de un estado (vida empresarial) a otro (quiebra empresarial), y las variables que inciden en dicha transición (Cameron y Trivedi 2005).

Un estudio de supervivencia empresarial podría servir no solo a la Superintendencia de Compañías, sino también a otras entidades, debido a la carencia de una herramienta metodológica para identificar y medir oportunamente las alertas tempranas de quiebras empresariales, en razón a que el organismo prioriza para las Pymes los controles referentes a la parte accionaria y contable, descuidando la gestión de riesgos (EC SCVS 2019, 2015).

Tabla 2
Tasa de actividad emprendedora y negocios emprendidos fracasados

País	2012		2013		2014		2015		2016		2017	
	TEA	TC	TEA	TC	TEA	TC	TEA	TC	TEA	TC	TEA	TC
Ecuador	26,6%	7,6%	36,0%	8,3%	32,6%	8,1%	33,6%	8,3%	31,8%	11,8%	29,6%	8,8%
Colombia	20,1%	6,7%	23,7%	5,4%	18,5%	5,6%	22,7%	7,2%	27,4%	8,9%	18,7%	6,5%
Perú	20,2%	6,8%	23,4%	4,2%	28,8%	8,0%	22,2%	8,8%	25,1%	8,3%	24,6%	6,2%
Chile	22,6%	5,0%	24,3%	7,6%	26,8%	8,3%	25,9%	8,5%	24,2%	10,1%	23,8%	7,1%

TEA= Tasa de emprendimiento

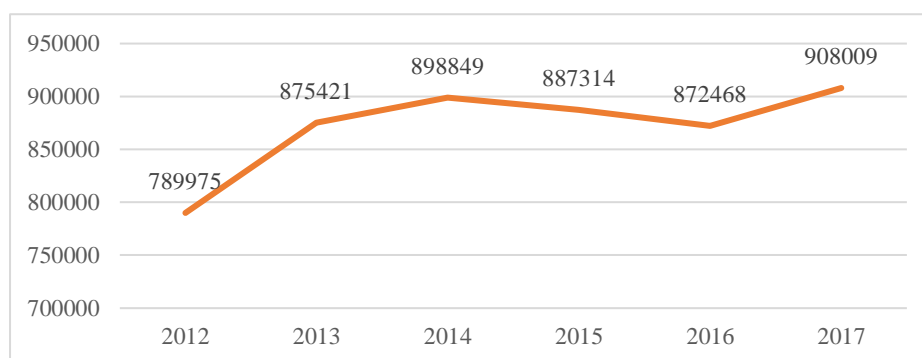
TC= Tasa de cierre de los negocios emprendidos

Fuente: Lasio et al. 2018, 2017, 2016, 2015, 2014b, 2013a

Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 2, Ecuador es uno de los países con mayores tasas de emprendimiento en la región; sin embargo, estos negocios no se llegan a consolidar. Consecuentemente, el país posee la mayor tasa de fracasos de los negocios emprendidos (Lasio et al. 2018). Esta situación manifiesta la necesidad de que las organizaciones del sector no financiero implementen sistemas de alertas de quiebras pese a no estar obligados por la ley (EC SCVS 2019).

Gráfico 1
Número de empresas en el Ecuador



Fuente: Inec

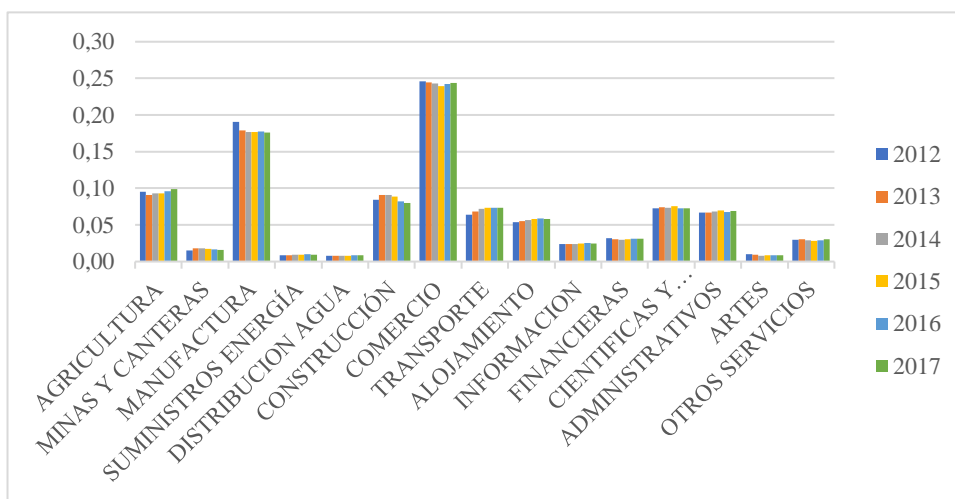
Elaboración propia

Al revisar el gráfico 1, se identifica que el número de empresas existentes en el país posee un comportamiento cíclico, el cual tuvo crecimiento hasta el 2014, y en adelante decrecimiento, pero el 2016 fue el mayor de ellos. Es así que se puede verificar que las bancarrotas corporativas no solo se han dado en los emprendimientos, sino también en negocios consolidados (Inec 2019a).

Dentro de las industrias ecuatorianas, una que ha atravesado dificultades en los últimos años es el sector de la construcción, debido a que la tasa histórica de decrecimiento fue del 2% en el período 2013 al 2017 (Banco Central del Ecuador 2019d). Una de las posibles causas podría ser la disminución de las remesas de los emigrantes como consecuencia de la crisis financiera internacional con su afectación en el empleo, lo que ha motivado una caída de la tasa de crecimiento promedio de las remesas de: 17% antes del crack financiero, al 1% después de la crisis (Banco Central del Ecuador 2019a). De esta manera, una de las fuentes de financiamiento del sector de la construcción (de viviendas) en el ámbito privado ha reducido su actividad.

Asimismo, el precio del petróleo, una de las fuentes de financiamiento del presupuesto nacional, la cual incide directamente en el sector de la construcción en el ámbito público (carreteras, hospitales, etc.) se vio afectada por una drástica reducción en su precio¹ de US\$ 94,2 a US\$ 50,9 para el período 2012 a 2017 respectivamente (Banco Central del Ecuador 2019b). Además, el gobierno fijó aranceles por salvaguardias de Balanza de Pagos (EC y Comexi 2015, 2009) lo cual encareció algunas materias primas e insumos afectando a la construcción. Otro factor de relevancia es la Ley Orgánica para Evitar la Especulación sobre el Valor de las Tierras y Fijación de Tributos², pese a que se aprobó a finales del 2016 y se la derogó en el primer trimestre del 2018 generó expectativas negativas en el sector (Mera, Salazar, y Solís 2018).

Gráfico 2
Tasa de participación laboral



Fuente: Inec

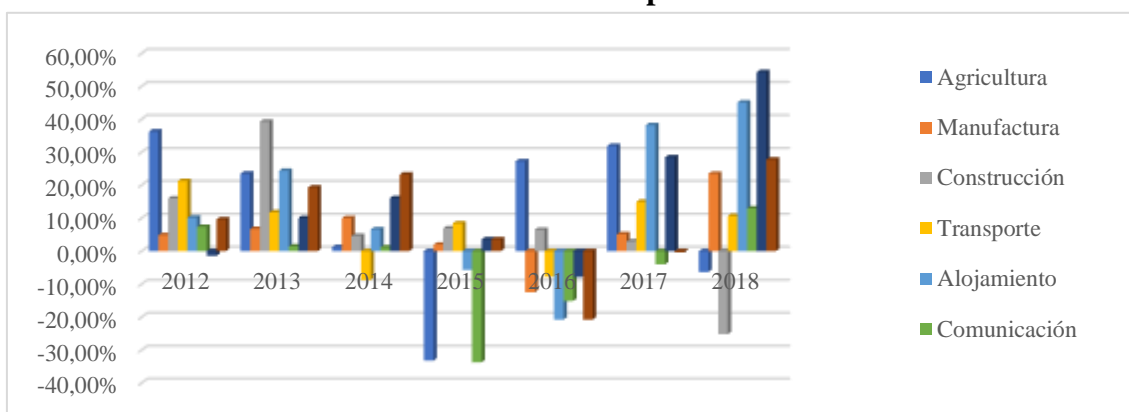
Elaboración propia

Las dificultades que ha atravesado el sector de la construcción inciden directamente en la economía de los hogares, en virtud a la capacidad de absorción de trabajadores, es así que en el gráfico 2 se puede apreciar que el sector de la construcción es la cuarta industria que genera mayor empleo en el país con un promedio de una relación de trabajadores de la construcción con el total de 8,62% , solo superado por el comercio con el 24,3%, manufactura con el 17,9% y apenas por la agricultura con el 9,46% en el período 2012 – 2017 (Inec 2019b).

¹ De la variedad de petróleo West Texas Intermediate

² Comúnmente conocida como Ley de Plusvalía

Gráfico 3
Tasa de crecimiento media del Impuesto a la Renta



Fuente: Servicio de Rentas Internas

Elaboración propia

Por otra parte, la contribución que realiza el sector de la construcción en cuanto al Impuesto a la Renta, ha sido significativa, pues desde el año 2007 hasta el año 2013 la tasa de crecimiento promedio fue del 33%. Sin embargo, en los años siguientes hasta el 2018 dicha tasa de crecimiento fue de un -0,87%, lo cual es evidencia de la significativa reducción de los ingresos del sector (Servicio de Rentas Internas 2019). En el gráfico 3, se puede apreciar que en el 2012 y 2013 que la agricultura, transporte y la construcción tenían tasas de crecimiento del impuesto a la renta significativos, pero en los años siguientes del 2014 al 2018 los dos últimos sectores reducen su crecimiento y la manufactura, actividades financieras mejoran su crecimiento.

Como se ha expuesto en los párrafos anteriores, la importancia de la quiebra empresarial en el sector de la construcción en el Ecuador es un fenómeno que debe ser analizado, y a la fecha de elaboración de la presente investigación no existe en el país un estudio de bancarrota corporativa específico del sector de la construcción. Además, su desarrollo puede propiciar un sistema de alertas tempranas que permita sobrevivir y mejorar la gestión de las entidades, es decir la bonanza no es solo para los administradores de las empresas sino también para la Superintendencia de Compañías en el Ecuador pues esta entidad carece de este tipo de sistemas (EC SCVS 2015).

Una forma conveniente para estudiar la quiebra empresarial de las organizaciones constructoras constituye el análisis de duración (Trussel y Patrick 2012), en virtud a este emplea el tiempo como variable dependiente, trata de forma correcta las observaciones censuradas e incluye variables explicativas para analizar el riesgo de quiebra empresarial

de las empresas constructoras en el Ecuador, es decir se obtendrá a más del sistema de alertas tempranas (Cordón y García 2016), los factores que en promedio inciden en las fallas empresariales (Uriarte y Agüero 2017), en el cual tendrán una mayor tasa de riesgo para aquellas organizaciones próximas a la quiebra, mientras que quienes gocen de buena salud financiera tendrán una menor tasa (Kleinbaum y Klein 2005). También se conseguirá la medición del riesgo sistémico de quiebras empresariales, denominada en el modelo riesgo basal (Cordón y García 2016). Prevenir la quiebra empresarial beneficiará a los accionistas, empleados, acreedores, y al Estado por los impuestos que continuará recibiendo mientras sobreviva las empresas constructoras (Bauer y Agarwal 2014).

Es por ello que en la presente investigación se buscará desarrollar un análisis de supervivencia a través del método de Kaplan – Meier y el Modelo de Riesgos Proporcionales de Cox, aplicado a las pequeñas y medianas empresas constructoras del Ecuador constituidas en el período 2012. Lo cual se logrará a través de: Efectuar un análisis de las limitaciones de los principales modelos para predecir la quiebra empresarial por medio de una revisión bibliográfica, además se procederá a identificar los componentes del método no paramétrico de Kaplan – Meier y del modelo semi – paramétrico de Riesgos Proporcionales de Cox, para con ello disponer de criterios suficientes en su elaboración. Después se procederá a elaborar el método no paramétrico de Kaplan – Meier y el modelo semi – paramétrico de Riesgos Proporcionales de Cox aplicados a las pequeñas y medianas empresas constructoras del Ecuador constituidas en el período 2012 para analizar su supervivencia hasta el período 2017.

En la presente investigación se utilizará el modelo de Cox, en razón a que este tipo de modelos de riesgo, es superior a otras alternativas comúnmente utilizadas para modelar la quiebra empresarial (Bauer y Agarwal 2014). Entre las bonanzas del modelo se puede identificar que su naturaleza semiparamétrica permite un mejor ajuste de las observaciones (Cordón y García 2016), además provee un tratamiento correcto para aquellas observaciones que por algún motivo no posean información completa en el período de estudio, debido a la censura que es característica en este tipo de modelos. A diferencia de otro tipo de modelos, que excluyen a estas observaciones del análisis (Kleinbaum y Klein 2005).

El modelo de Cox permitirá considerar el tiempo de supervivencia de las empresas constructoras como variable dependiente, mientras que otro tipo de modelos desprecian

esta información, debido a que trabajan con una variable binaria que representa el estado de quiebra o no, de las observaciones analizadas (Kleinbaum y Klein 2005), pero en situaciones donde el interés de la investigación se centra en el tiempo de duración, estos modelos son menos eficientes que el modelo de Cox (Bauer y Agarwal 2014). El resultado del modelo de Cox consiste en la estimación de una función de riesgo quiebra para las organizaciones que estará explicada por un riesgo basal que para la investigación se denominará riesgo sistémico, el cual se obtendrá directamente en el modelo, a diferencia de otros modelos donde es menos común obtenerlo directamente (Cordón y García 2016). La función de riesgo también estará explicada por un riesgo relativo el cual dependerá de las covariables (Cameron y Trivedi 2005). También se puede indicar que es preferible utilizar el modelo de Cox antes que el modelo de tiempo de fallo acelerado, para el análisis de duración, cuando se cumpla la condición de riesgos proporcionales en el transcurso del tiempo (Cordón y García 2016).

El desarrollo de la investigación inicia con una breve introducción de las quiebras empresariales y la construcción en el capítulo primero. En el capítulo segundo se realiza una revisión teórica de las quiebras y los modelos de duración. En el tercero se revisa el marco empírico y la metodología empleada en el modelo. El capítulo cuarto presenta los resultados del modelo. Finalmente en el capítulo quinto se indica las discusiones finales.

Capítulo segundo

Marco teórico

1. Quiebra empresarial

La quiebra empresarial es un fenómeno económico, que ha sido objeto de estudio durante varias décadas (Beaver 1966). Sin embargo, hasta la actualidad no existe ni una definición ampliamente consensuada ni un modelo definitivo y preciso capaz de estimar la quiebra empresarial (Romero, Melgarejo, y Vera 2015). En literatura financiera se encuentra las siguientes definiciones de quiebra empresarial: según Gitman y Zutter (2012) quiebra es la insuficiencia de recursos para poder cancelar sus obligaciones. Mientras que Wild, Subraman, y Halsey (2007) consideran quiebra como la indisponibilidad de fondos en la organización después de la liquidación de activos, a fin de cubrir las obligaciones en el corto plazo. Pero Brealey, Myers, y Allen (2010) tratan como quiebra no solo a la cesación de pagos, sino también al capital negativo de la empresa.

En las investigaciones empíricas es popular que cada autor indique en su trabajo, la definición y tipo de quiebra a considerar en el mismo. De esta manera para los trabajos pioneros de Beaver (1966) y Altman (1968) la quiebra representa inconvenientes en pago de obligaciones y declaración legal de quiebra. Investigaciones actuales como de Gupta, Gregoriou, y Healy (2015) consideran como quiebra al patrimonio negativo, Grashuis (2019) considera como quiebra a la declaración legal, pero Altman et al. (2017) indican que el uso de la quiebra legal podría implicar incluir otros estados de las organizaciones como disuelta, en liquidación, entre otros. Además, indican que en algunos países por la limitada cantidad de información disponible y empresas quebradas podría ser conveniente considerar criterios alternos a la quiebra legal.

Caballo (2013) indica que una organización llega a la quiebra corporativa cuando pasa por cuatro estados. De forma inicial la entidad presenta un deterioro de sus índices de liquidez por lo que cae en mora con sus obligaciones. Después la organización se

encuentra en un concurso de acreedores³. Luego la entidad se encuentra en quiebra técnica, es decir las obligaciones no se pueden cubrir con los activos que resultan insuficientes. Finalmente, las autoridades judiciales declaran legalmente quebrada a la organización.

Como se indicó anteriormente las causas de las quiebras empresariales se han estudiado hace varias décadas, donde principalmente se atribuye a problemas con la liquidez (Altman 1968; Deakin 1972; Bauer y Agarwal 2014), rentabilidad (Altman 1968; Deakin 1972; Ohlson 1980; Korol 2013), endeudamiento (Deakin 1972; Ohlson 1980; Trussel y Patrick 2012) y apalancamiento (Altman 1968; Gupta, Gregoriou, y Healy 2015). Es decir, a lo largo de la historia se ha considerado a la quiebra como consecuencia de dificultades financieras. Sin embargo, en años recientes se ha incluido variables de carácter macroeconómico a fin de cuantificar la incidencia del ciclo económico en las bancarrotas (Hernandez y Wilson 2013; J. Liu 2004b; Nurazira y Rizal 2008). Otras variables como tamaño y región han sido incorporadas en las investigaciones, a fin de probar si el capital de las entidades y la zona de desenvolvimiento son determinantes de las quiebras (Buehler, Kaiser, y Jaeger 2012; Gupta, Gregoriou, y Ebrahimi 2017; Beretta y Heuchenne 2019).

2. Modelos de duración

Los modelos de duración son instrumentos que se utilizan para el análisis de fiabilidad y debido a su gran variedad se los puede clasificar en semiparamétricos, no paramétricos y modelos paramétricos de falla. Los modelos paramétricos de supervivencia poseen una característica principal que consiste en la adaptación o similitud que debería tener la distribución de riesgo propia de las observaciones con la de Weibull, Exponencial, Log-normal, entre otras (Godoy 2009, 36). En cambio, los modelos no paramétricos no establecen una relación preestablecida entre la variable explicada y las explicativas (Fuentelsaz, Gómez, y Polo 2004, 11).

³ Según el Código Orgánico de Procesos, en Ecuador las organizaciones podrían solicitar un concurso preventivo ante el juez competente, a fin de obtener mejores plazos y condiciones para cumplir con sus obligaciones hasta dentro de tres años, por lo que en esta etapa podría aún revertirse la quiebra.

2.1. Censura

La censura es una característica especial en el tratamiento de los datos en los modelos de duración, la cual indica: para aquellos estudios con observaciones, de las cuáles se dispone de información incompleta o bien el evento de interés no se produce en el período de estudio, se encuentra categorizado como censurado. El principal factor a considerar con la censura, es la distribución muestral que es producto de una muestra, ante lo cual la función de verosimilitud se encontraría sesgada. Los tipos de censura existentes son: censura por la izquierda, censura por la derecha, censura por intervalos (Liu 2012).

La censura por la izquierda se presenta cuando al iniciar el estudio el evento de interés ya se ha producido, consecuentemente no hay información disponible acerca de la duración del evento, sin embargo, únicamente se conoce que se ha dado ignorando la fecha de origen. La censura por la derecha se divide en tres grupos: censura tipo I, censura tipo II, censura tipo III (Lee y Wenyu 2003). La censura tipo I contempla aquellos casos en los cuáles la duración sobrepasa el intervalo de estudio, el cuál comúnmente es influenciado por los costos, este tipo de censura no admite la pérdida del individuo de estudio por motivos diferentes al evento de interés (Crowder 2012).

La censura tipo II es aquella en la cual la investigación finaliza cuando se ha conseguido el k-ésimo fracaso, de esta manera el investigador dispone de los k-ésimos fracasos completos, es decir reúne un mínimo de observaciones que propicien resultados más precisos, este tipo de censura no admite la pérdida del individuo de estudio por motivos diferentes al evento de interés (Kleinbaum y Klein 2005). La censura tipo III es aquella en la cual el período de seguimiento no se inicia de forma unánime para todos los sujetos de estudio, por lo que estos se adhieren en distintos momentos en el tiempo y son seguidos hasta la presentación del evento de interés, además este es el único tipo de censura que permite la pérdida del sujeto de información por motivos diferente al evento de interés, consecuentemente el tiempo de fracaso será considerado únicamente si es igual o menor a la censura. La censura por intervalos incorpora la censura por la derecha y por la izquierda, es decir únicamente se conocerá que el evento de interés se produjo, pero no con exactitud. Para concluir, en caso de que no se tratara a las observaciones incompletas como censuradas, los resultados estarían sesgados (Cordón y García 2016).

2.2. Función de Supervivencia

La función de supervivencia expresa la probabilidad de que de que el sujeto de análisis no fracase hasta el período “t”, por lo que podría no sobrevivir después; consecuentemente “t” representa el período de vida del sujeto de estudio. La presente función se puede calcular para distribuciones discretas y continuas; sus principales propiedades expresan que es una función no creciente, en caso de ausencia de censura por la izquierda la probabilidad de supervivencia es del 100%, y si el período de estudio tendiese hacia el infinito, todos los sujetos de estudio sufrirían el evento de interés, en un período dado (Kleinbaum y Klein 2005); la expresión es la siguiente:

$$S(t) = P(T_i > t) \quad \forall i = 1,2,3 \dots$$

2.3. Función de Densidad

La función de densidad proporciona la probabilidad repentina no condicionada de que el evento de interés se produzca en un momento establecido “t”, sin embargo, no es aplicable en muestras con censura. En cuanto a su principal característica, se identifica que es una función no negativa del tiempo. La función de riesgo indica la probabilidad condicionada por cada unidad de tiempo que dispone una observación de fallar en un intervalo de tiempo, bajo el supuesto de que previamente no había fallado, aunque al analizar la definición con mayor detalle se podría advertir que con mayor precisión, la función de riesgos provee una tasa y no una probabilidad, debido a que el resultado será diferente en función de la magnitud de tiempo a utilizar. En relación a sus propiedades la función de riesgo debe ser mayor o igual a cero, y no posee límite superior, por lo que su comportamiento podría ser constante en el tiempo, decreciente en el tiempo, o bien creciente en el tiempo de análisis (Kleinbaum y Klein 2005; Cordón y García 2016); la expresión es la siguiente:

$$f(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(\text{individuo no sobreviva en período } (t, t + \Delta t))}{\Delta t}$$

2.4. Función de Riesgo

También es conocida como Inversa del Ratio de Mill. La importancia de esta función radica en que permite medir la tasa condicionada e instantánea de la ocurrencia del evento de interés por unidad temporal, con la premisa de que no se ha producido el fallo previamente. La presente función provee una tasa y no una probabilidad debido a

que el valor podrá ser superior a uno, pues no posee límite superior; además fluctuará en función de la unidad de tiempo que se utilice. Las pendientes de la función pueden ser constantes, decrecientes y crecientes. Para aquellas crecientes el riesgo incrementará conforme el tiempo lo haga; mientras que, para la pendiente constante, en el transcurso del tiempo la tasa de riesgo no cambiará, un ejemplo de esta función es el riesgo de defunción por accidentes para la población con una edad entre 18 y 40 años (Lee 1992; Cordón y García 2016); la expresión es la siguiente:

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T < t + \frac{\Delta t}{T} \geq t)}{\Delta t} = \frac{f(t)}{S(t)}$$

2.5. Método de Kaplan – Meier

Entre los más importantes aquí se encuentra el Método de Kaplan Meier y el Método Actuarial. Ambos poseen un tratamiento diferente para datos, sin importar si son o no censurados, aunque su principal diferencia radica en que el segundo es más adecuado para investigaciones que dispongan de muestra grande, debido a que su metodología agrupa los elementos de la muestra, no obstante, en caso de que la misma no sea grande las estimaciones no serán precisas. Kaplan – Meier estima el tiempo de supervivencia hasta la ocurrencia del evento de interés, consecuentemente la probabilidad de no fallo que calculará será estimada una vez que cada observación muestral adolezca el evento de interés (Crowder 2012).

Debido a la complejidad en cuánto al tratamiento del tiempo y su respectiva distribución, el presente modelo no paramétrico no hace supuestos sobre el tiempo, por lo que puede ser tratado como una variable discreta o continua, otra ventaja es que no requiere trabajar con variables explicativas ni censuradas. Kaplan - Meier es una función escalonada decreciente, que varía en escalones de la razón $1 / n$; posee diferentes funciones de riesgo para el caso de que la observación posea censura y otra función respectiva cuando no posea. Para el cálculo de la varianza de la función se contempla el número de individuos que no adolecen del evento de interés en un período de tiempo (Cordón y García 2016).

También su varianza se comporta como una distribución binomial, cuyos respectivos parámetros figuran como las observaciones en riesgo en caso de producirse el evento y la probabilidad de sobrevivencia (Nikulin et al. 2004). En diversas ocasiones los intervalos de confianza pueden superar los valores permitidos de 0 y 1, para lo cual se

deberá efectuar ajustes, en los cuáles será necesario reemplazar por ceros aquellos inferiores, mientras que en aquellos superiores se deberá reemplazar por 1. Los datos requeridos para efectuar el cálculo de los estimadores de Kaplan – Meier son: la duración medida en una escala de tiempo discreta o continua, los fallos identificados y las observaciones censuradas (Kleinbaum y Klein 2005).

Con dicha información será posible desarrollar una métrica del tiempo medio de supervivencia, para cada grupo de observación. En caso de considerar aquellas observaciones censuradas como no censuradas, el resultado sería una métrica subvalorada. También se debe calcular una tasa media de riesgo para cada grupo estudiado. En cuanto a las limitaciones se encuentra la necesidad de trabajar con variables categóricas, sin embargo, es un método muy utilizado por su simplicidad en cuánto al planteamiento (Cordón y García 2016); la expresión de la función de supervivencia, en el método de Kaplan – Meier es la siguiente:

$$\hat{S}(t) = \prod_{t_j \leq t} \frac{e_j - d_j}{n_j}$$

2.6. Modelo semiparamétrico de Riesgo Proporcional de Cox

Los modelos de riesgo proporcional sean paramétricos o semiparamétricos se diferencian de los de tiempo de fallo acelerados por la manera en que se considera la incidencia de las covariables explicativas, por lo que, en los primeros, esta incidencia se da sobre la función de riesgo, mientras que para los últimos la afectación recae en el tiempo de supervivencia (Cordón y García 2016). El presente modelo posee un riesgo base ($h_0(t)$), también conocido como riesgo de referencia, que representará el riesgo cuando las covariables explicativas tengan un valor cero en todas las observaciones, o cuando no se incluyan variables explicativas; este elemento del modelo por lo común no tiene forma paramétrica, no obstante, podría adoptar la forma de alguna distribución como la de Weibull, exponencial, entre otras (Liu 2012). En el modelo de Cox clásico únicamente el riesgo base depende del tiempo, consecuentemente uno de los supuestos del mismo, consiste en que las variables predictoras no dependen del tiempo (Kleinbaum y Klein 2005). La formulación general del modelo es la siguiente:

$$h(t; x) = h_0(t) \psi(x)$$

La expresión “ $\psi(x)$ ” se lo conoce como riesgo relativo en un período de tiempo específico de una observación y representa al vector de variables explicativas que se

incluirán en el modelo; como se indicó anteriormente, esta parte del modelo utiliza variables independientes del tiempo, sin embargo, en diversos fenómenos muchas variables si cambian en el tiempo por lo que se suele considerar que, para efectos de dichas investigaciones las variables utilizadas no cambian en el período de estudio, o no lo hacen de forma excesiva (Nikulin y Wu 2016). También este elemento del modelo toma la forma de una función conocida, la cual en muchos casos es la exponencial, es decir esta es la parte paramétrica del modelo la cual tendrá un valor diferente para cada observación; consecuentemente, la tasa de riesgo está dada por:

$$h(t; x) = h_0(t) e^{\beta'x}$$

El modelo de riesgo proporcional de Cox es más utilizado que un modelo paramétrico, debido a que para desarrollar estos últimos se debe estar seguro de aplicar el correcto (Kleinbaum y Klein 2005), pese a la disponibilidad de técnicas para medir la bondad de ajuste del modelo, no se puede asegurar dicho modelo sea el más conveniente (Cordón y García 2016). Los principales supuestos del modelo son los siguientes (Nikulin et al. 2004):

- Supuesto de proporcionalidad: Implica que la razón de riesgo, es decir el “cociente entre dos funciones de riesgo para dos observaciones debe ser constante” para la parte paramétrica, o fijos durante el periodo de estudio. La forma de comprobación del presente supuesto es a través de los residuos de Schoenfeld y el método gráfico “log-log”, en donde si las líneas pertenecientes a las variables predictoras se asemejan a unas paralelas se evidenciará que las variaciones en el riesgo cumplen el supuesto, caso contrario las curvas se cruzarán y ante el incumplimiento del supuesto resultaría más conveniente trabajar con el modelo de tiempo de fallo acelerado.
- Supuesto de linealidad: Es decir la tasa de riesgo y las variables predictivas deben mantener una relación log-lineal
- Forma funcional de las covariables explicativas: La forma de las variables explicativas es la correcta.
- Influencia de las observaciones sobre el modelo general: Se refiere a que no existen observaciones que inciden significativamente al modelo estimado.
- Influencia de las observaciones sobre el cálculo de los coeficientes: Implica que no existen observaciones que inciden significativamente en la estimación de los coeficientes.

En el análisis de duración el tiempo puede ser considerado como una variable continua o discreta, en función de las estadísticas disponibles, del criterio del analista y propiedades del modelo a utilizar (Kleinbaum y Klein 2005). En caso de la utilización del tiempo como variable discreta se utilizará una regresión binaria; sin embargo, Cordón y García (2016), recomiendan usar el tiempo como una variable continua. Los autores también señalan que en caso de cambiar las unidades con las que se mide el tiempo del evento a estudiar los coeficientes del modelo no variarán, así como tampoco la significación de los mismos, menos aún su riesgo relativo, debido a que el modelo de Cox trabaja con la ordenación de los datos y no con los valores reales; sin embargo, cuando se analiza aquellos valores censurados como observación completa los resultados cambiarán en cuánto a su magnitud y en el signo, misma situación que sucederá al cambiar las categorías de variables dummies.

Máxima verosimilitud parcial es el método utilizado para la estimación de los parámetros del modelo (Cameron y Trivedi 2005), donde puede ser posible identificar algunas observaciones que presentan coincidencias con la ocurrencia del tiempo del evento de interés, este fenómeno en el análisis de duración es conocido como empates del tiempo de fallo (Kleinbaum y Klein 2005). Las alternativas más utilizadas que permiten dar un adecuado tratamiento a los empates son los siguientes métodos: Efron, Breslow, exact partial likelihood (Lee y Wenyu 2003). El método de Efron podría resultar una alternativa conveniente cuando el tiempo con el que se trabaja es continuo y existe gran cantidad de empates; sin embargo, el método exact partial likelihood podría ser conveniente si el tiempo es discreto, es decir los eventos de fallo suceden efectivamente al mismo tiempo y representa una pequeña cantidad de información (Cordón y García 2016). No obstante el método de Breslow es el de mayor aceptación pero su principal debilidad consiste en que podría brindar resultados no muy exactos en caso de existir gran cantidad de empates de tiempos de fallo (Liu 2012).

Este método de verosimilitud parcial difiere con el estándar debido a que el primero considera el tiempo como continuo, lo cual conllevaría que no podrían existir empates en la ocurrencia de los eventos de interés bajo un análisis preciso; mientras que con una consideración discreta del tiempo los empates son posibles, pero se incluye alguna de las alternativas descritas anteriormente (Cordón y García 2016). Una vez estimados los parámetros se debe evaluar la significación de los mismos y del modelo.

Para probar la hipótesis de significancia de los betas⁴; comúnmente se utiliza las siguientes pruebas (Kleinbaum y Klein 2005):

- Prueba Score Test: También es conocida como prueba de Rao. Se distribuye como una X^2 , con “ p ” grados de libertad. La interpretación del presente estadístico es menos directa en relación con el test de Wald (Liu 2012).

$$X_{SC}^2 = U(\beta_0)^t I^{-1}(\beta_0) U(\beta_0)$$

- Razón de Verosimilitudes: se distribuye como una X^2 , con “ p ” grados de libertad. La interpretación del presente estadístico es menos directa en relación con el test de Wald; sin embargo, la velocidad de convergencia hacia una distribución normal es mayor (Kleinbaum y Klein 2005).

$$X_{LR}^2 = 2 [\ln(L(b)) - \ln(L(\beta_0))]$$

- Test de Wald: donde el parámetro sigue una distribución normal estándar y se distribuye como una X^2 , con “ p ” grados de libertad; la significación se evalúa a partir de la relación entre el coeficiente estimado y el producto del error estándar con el coeficiente estimado (Nikulin y Wu 2016).

$$X_W^2 = (b - \beta_0)^t I(b) (b - \beta_0)$$

Todas las pruebas de significancia revisadas deberían concluir en la misma decisión acerca de la hipótesis seleccionada, pese a ello Cerdón y García (2016) señalan que no siempre ocurre dicha conclusión, ante lo cual el test de razón de verosimilitud es el test más robusto. En cuanto a una medida de bondad de ajuste, Atkinson (1980) establece que será mejor aquel modelo con un coeficiente de determinación más elevado. La fórmula para calcular el coeficiente de determinación en el modelo de riesgos proporcionales de Cox es la siguiente:

$$R^2 = \frac{LL(0) - LL(k) + k}{LL(0)}$$

2.7. Análisis de residuos en modelos de duración

Debido a la inclusión de observaciones censuradas, con la estimación de parámetros basados en métodos de verosimilitud parcial, no existe una conceptualización

⁴ Donde $H_0: \beta = \beta_0$; $H_1: \beta \neq \beta_0$

estándar de los residuos en análisis de duración (Collett 1994; Liu 2012), sin embargo, en la presente investigación se considera las expresiones de Córdón y García (2016) quienes consideran como la diferencia entre tiempos estimados y los previstos en función de covariables que inciden en las tasas de riesgo, junto con aquellas medidas que permiten analizar la bondad de ajuste del modelo. La principal razón para estimar y analizar los residuos consiste en validar si el modelo cumple los riesgos proporcionales (Kleinbaum y Klein 2005), si existen observaciones que influyen significativamente en los coeficientes y por tanto sobreestiman los betas de riesgo o bien el modelo (Liu 2012). Es decir se comprobará si la especificación del modelo de Cox es correcta, y la forma funcional de las covariables es adecuada (Nikulin et al. 2004).

El residuo de mayor popularidad en el análisis de fiabilidad es el Cox-Snell, para su cálculo se elabora la función de riesgo acumulado considerando como insumo la función de supervivencia de Kaplan – Meier, si el modelo fuera el adecuado la gráfica contendrá una recta decreciente con pendiente de uno. Este tipo de residuos posee el comportamiento de una distribución exponencial, en la cual su varianza es de uno, igualmente su media. Asimismo, la asimetría que tiene es claramente acentuada, consecuentemente dichos valores no se encuentran proporcionalmente organizados alrededor del origen (Córdón y García 2016). La formulación del presente residuo es la siguiente:

$$r_{C_i} = e^{\hat{\beta}'X_i}\hat{H}_0(t_i) = \hat{H}_i(t_i) = -Ln(S_i(t_i))$$

Los residuos de Martingala consideran un elemento de censura⁵ en su estimación, y los residuos de Cox – Snell; para observaciones censuradas los residuos serán siempre negativos lo cual dificulta su interpretación, ante ello una alternativa puede ser los “residuos de deviance”. Los residuos de Martingala contribuyen a evaluar la correcta forma funcional de las variables predictoras; si la gráfica no es lineal y posee forma de umbrales sería conveniente transformar la variable analizada; estos residuos no poseen una distribución simétrica (Nikulin et al. 2004). La formulación del presente residuo es:

$$r_{M_i} = \delta_i - r_{C_i} = \delta_i - \hat{H}_i(t_i)$$

Los residuos de deviance, también se conocen como residuos de desvíos, originalmente estos residuos trataron de estimar la deviance, a fin de sintetizar la distancia del modelo estimado con un modelo óptimo (Córdón y García 2016); igual que en los residuos de Martingala poseen un elemento para diferenciar la censura, son resultado de

⁵ Únicamente en censura por la derecha, caso contrario no está definido

una transformación de los residuos de Martingala; sin embargo, su distribución es simétrica, también permiten reconocer elementos atípicos (Liu 2012). La formulación del presente residuo es:

$$r_{D_i} = \text{signo}(r_{M_i}) \sqrt{-2[r_{M_i} + \delta_i * \text{Ln}(\delta_i - r_{M_i})]}$$

Los residuos de Schoenfeld también son conocidos como residuos de score, se diferencian de los residuos revisados anteriormente, los residuos de score se estiman para cada variable predictiva, consecuentemente el valor es para cada covariable utilizada en el modelo de Cox y no para cada individuo de estudio. La pendiente será cero cuando exista una tasa de riesgo constante, es decir son independientes en el tiempo estudiado, la cual es su principal característica (Cordón y García 2016). La formulación del presente residuo es:

$$r_{S_{pi}} = \delta_i * \left\{ X_{pi} - \frac{\sum_{r \in R(t_i)} X_{pr} e^{\beta' X_r}}{\sum_{r \in R(t_i)} e^{\beta' X_r}} \right\}$$

3. Principales limitaciones de modelos de quiebra empresarial

Debido a que existe una gran variedad de metodologías para estimar la quiebra empresarial, como análisis discriminante, modelos logísticos, modelos lineales, entre otros, se analizará brevemente los modelos estadísticos más populares en los trabajos de investigación.

Si bien los modelos univariados nacieron con la introducción del ratio circulante por Rosendale, quien lo incluyó en una revista que trataba aspectos sobre los métodos del departamento de crédito, fue Fitz Patrick que en 1932 identificó diferencias de ratios de empresas quebradas y no quebradas. Pero Merwin en 1942 comparó las diferencias entre las medias de estos grupos de empresas. Sin embargo, Beaver dio inicio a la etapa predictiva de la quiebra empresarial a través del estudio de modelos univariados con el uso de los actuales índices (Beaver 1966). Este tipo de modelos propiciaron un pilar fundamental para estimar la quiebra en las nuevas metodologías que se desarrollarían. Sin embargo, su debilidad radica en que no integra en un análisis todos los índices estimados, por lo que, con esta metodología cada ratio debería propiciar una estimación de la quiebra de la organización analizada, por lo que se tendría gran cantidad de resultados que podrían contradecirse inclusive. Otro factor a considerar consiste en que la metodología no

muestra un tratamiento para posibles puntos atípicos, los cuales podrían distorsionar los índices obtenidos (Zavgren 1983; Appiah, Chizema, y Arthur 2015).

Después del análisis univariante, se desarrolló la aplicación del análisis multivariado que permitió ser más eficiente en el análisis de quiebra debido a la reducción de la extensa lista de indicadores financieros utilizada en el análisis univariante. Dentro de este tipo de análisis se encuentra el análisis discriminante múltiple, el cual ha tenido gran acogida gracias al modelo Z-Score de Altman (1968), también se encuentra: el análisis por regresiones, componentes principales, análisis factorial, los cuales han tenido gran popularidad al modelar la quiebra empresarial. La aplicación de los principios de contabilidad generalmente aceptados contribuyó a que los resultados de este tipo de modelos alcance mayor precisión (Contreras 2016). Entre las principales limitaciones del modelo de Altman se encuentra que el modelo fue diseñado para empresas que cotizan en el mercado de valores, lo cual reduciría su asertividad en países subdesarrollados, debido al escaso desarrollo de estos mercados. También el modelo considera que los datos poseen una distribución normal (Appiah, Chizema, y Arthur 2015), por lo que en caso de poseer otro tipo de distribución como la de Weibull estos valores podrían estar sobreestimados (Cordón y García 2016). Esta metodología tampoco presenta un tratamiento inherente para los puntos atípicos que podrían incidir en los coeficientes y en el modelo global. Además, no contempla covariables relacionadas con aspectos externos no financieros de la empresa como la región, tasa de interés en las covariables (Liu 2004a). En cuanto al tratamiento del análisis discriminante, Ohlson (1980) indica que la interpretación de los coeficientes no son fáciles de analizar, debido a que el resultado es un score que obligatoriamente requiere de uno o más puntos de corte. Además, el vector de variables independientes podría ser aprovechado de mejor manera al utilizarlo como predictores antes que variables de correspondencia como se lo emplea en el análisis discriminante.

Deakin (1972) propuso una combinación de los trabajos de Altman (1968) y Beaver (1966) debido a la eficiencia de los índices financieros empleados en el modelo más antiguo y verificados por el segundo. La forma de emplear las variables fue a través de la técnica de análisis discriminante usada por Altman (1968) con las covariables de Beaver (1966). Es decir, solo consideró variables financieras obtenidas de los estados financieros, mientras que otras variables que puedan recoger la situación del mercado y coyuntura económica (Upegui 2016) fueron omitidas. También el modelo presenta deficiencias en la facultad de estimar el tiempo y probabilidad de supervivencia, lo que

dificultaría la toma de decisiones. En este tipo de modelos es más probable cometer un error de tipo I, es decir clasificar como sana a una empresa que fracasa, lo que conllevaría a una gestión preventiva y correctiva deficiente (Contreras 2016). Debido a que el presente modelo presenta la misma metodología para el tratamiento de los datos que Altman (1968), se identifica las mismas limitaciones.

Ohlson (1980) elaboró un modelo basado en una distribución logística, comúnmente conocido como Logit, para analizar la probabilidad de que una organización pertenezca a un grupo de empresas quebradas o no quebradas. Entre las principales limitaciones Kleinbaum y Klein (2005) indican que los modelos logísticos no aprovechan toda la información disponible, debido a que omiten la inclusión del tiempo disponible como variable dependiente. Además, excluyen de la data disponible la información censurada, la cual podría contribuir a un mejor ajuste de los coeficientes estimados (Liu 2012). Otra debilidad de estos modelos radica en su eficiencia, debido a que al modelar la quiebra empresarial y disponer de series de tiempo es común que investigadores desarrollen un modelo para cada período temporal, a fin de trabajar con el tipo de información corte transversal antes que con información panel (Ohlson 1980). También la selección de un punto de corte o umbral equivocado, a partir del cual se clasifique las observaciones estimadas como quebradas o no quebradas podría conllevar a un error tipo I, o bien un error tipo II, lo cual podría resultar muy costoso para entidades calificadoras de crédito (Trabelsi et al. 2015).

Las variables predictoras consideradas por Ohlson (1980), continúan con su carácter predominantemente financiero como en modelos anteriores. Sin embargo, el autor introduce una variable relacionada con el tamaño y las demás financieras asociadas a la rentabilidad, endeudamiento, liquidez. Para el autor el génesis de la crisis se debe netamente a la gestión financiera de la organización, mientras que elude variables que puedan recoger la coyuntura macroeconómica, accesibilidad de préstamos (Kelly, Brien, y Stuart 2015), la actividad gerencial (Lee y Choi 2013b). En cuanto a la evaluación del modelo el autor utilizó matrices de confusión. No obstante, esta metodología también permite utilizar la curva Roc, a fin de evaluar la tasa de error exactitud (Gupta, Gregoriou, y Healy 2015). Mientras que Troutt, Rai, y Zhang (1996) plantearon analizar el riesgo de quiebra con el análisis envolvente de datos desde una perspectiva teórica. Su principal argumento consistió en la delimitación de un linder o umbral que facilitaría la toma de decisiones. Entre las desventajas del modelo envolvente de datos, se encuentra la condición de no negatividad de variables, lo cual es en extremo limitante para los modelos

de quiebra empresarial, pues por la inercia de tal condición existen variables financieras que pueden ser negativas, por ejemplo el patrimonio total en situación de quiebra en promedio es negativo, además las variables relacionadas con la coyuntura económica, por ejemplo la tasa de crecimiento sectorial, la cual en una condición macroeconómica de recesión innegablemente será negativa, así como la tasa de deflación, entre otras; todas estas variables son relevantes al modelar la quiebra empresarial; sin embargo la aplicación del modelo aditivo permitiría el uso de variables negativas por su condición de invarianza de traslación.

4. Estado del arte en modelos de quiebra empresarial

Existe gran cantidad de investigaciones acerca de la quiebra empresarial, no solo de organizaciones financieras, sino también del sector no financiero, sobre todo en países con elevado nivel de desarrollo económico, investigativo y de alta generación de estadísticas (Onur y Yelkenci 2017; Volkov, Benoit, y Van den Poel 2017). El término utilizado en los trabajos seminales para describir la bancarrota fue “fracaso” (Beaver 1966). Sin embargo, en nuestros días es más frecuente el término “quiebra” (Barboza, Kimura, y Altman 2017; du Jardin 2015), el cual fue utilizado por primera vez por Altman (1968), quien lo empleó desde la perspectiva legal.

Alaka et al. (2016) agruparon los modelos de quiebra empresarial en dos categorías: modelos estadísticos y modelos computacionales. Dentro de los modelos estadísticos, los autores incluyeron modelos de duración, modelos logísticos, modelos discriminantes, modelos autorregresivos de rezagos distribuidos, entre otros. De todas estas metodologías estadísticas, el modelo discriminante de Altman (1968) y el modelo logístico de Ohlson (1980), han sido los más populares. Los modelos computacionales se basan en cálculos más complejos que los modelos estadísticos y pueden emplear gran cantidad de información. El potencial de estos modelos todavía no ha sido explotado debido a su dificultad de cálculo y de interpretación (Ahn y Kim 2009), por lo que es posible que estos modelos se constituyan en tendencia en los siguientes años. Según los autores estos modelos engloban a redes neuronales, máquina de vectores de soporte, rough sets, algoritmos genéticos, árboles de decisión, entre otros. Asimismo, los modelos más populares para la quiebra empresarial dentro de los modelos computacionales son redes neuronales, árboles de decisión, algoritmos genéticos (Lin, Ansell, y Andreeva 2012; Buehler, Kaiser, y Jaeger 2012; Onur y Yelkenci 2017).

Con toda esta gran variedad de alternativas para estimar la quiebra empresarial, se ha identificado que las investigaciones recientes de quiebra empresarial contienen la evaluación del modelo, la cual puede ser por la curva Roc o su área debajo la curva (Gupta, Gregoriou, y Ebrahimi 2017), matrices de confusión (Affes y Rania 2017) o bien la identificación directa del error tipo I y tipo II y su costo estimado (Bauer y Agarwal 2014; Trussel y Patrick 2012; Affes y Rania 2017). También, es necesario un análisis de multicolinealidad (Trussel y Patrick 2012), como la comprobación de los supuestos del modelo (Alaka et al. 2016). Entre los modelos estadísticos y los computacionales se identifica que por lo común, los modelos computacionales poseen mejor precisión (Gepp y Kumar 2015; Lee y Choi 2013a).

En cuanto al estado del arte en el análisis de supervivencia, se identifica que posee mayor popularidad el modelo de riesgos proporcionales que el tiempo de fallo acelerado (Kim y Partington 2015). El primero busca estimar directamente la tasa de riesgo de quiebra empresarial, aunque de forma indirecta permite obtener el tiempo de duración estimado. Mientras que el segundo propicia de manera directa el tiempo de supervivencia (Cordón y García 2016). Dentro de los modelos de riesgos proporcionales tiene mayor aceptación el modelo semiparamétrico de Cox (Gupta, Gregoriou, y Ebrahimi 2017), antes que los modelos paramétricos de Weibull, distribución exponencial u otros.

Mendes y Fard (2012) indican que el análisis de duración permitiría incluir eventos repetidos, lo cual traducido al riesgo de quiebra empresarial, implicaría que las organizaciones por sus dificultades financieras, un contexto macroeconómico adverso u otros factores desfavorables, que ingresan a una zona de quiebra o bien presentan la bancarrota, pero debido a una adecuada gestión financiera posterior a la quiebra, aprovechamiento de las oportunidades empresariales u otro factor, podrían recuperarse de la quiebra, o salir de esta zona de insolvencia. No obstante, por los mismos factores u otros podrían volver a caer. De esta manera el análisis de supervivencia permite estimar no solo la tasa de riesgo de quiebra, sino el tiempo de duración de las organizaciones en cada estado y su posible reincidencia para cada uno de estos.

Gruszczynski (2020) expone que con el análisis de duración no solo se podría analizar el riesgo de fallo, su tiempo de duración o los eventos repetidos del evento de riesgo, sino también la competencia en riesgo. Aplicado a la quiebra empresarial, a más de analizar la tasa de quiebra, la duración empresarial la repetición de quiebras con sus respectivas duraciones y tasas, se podría analizar cual es el factor desencadenante entre

varios factores de la quiebra empresarial, es decir estos factores compiten entre sí generan la quiebra. Así por ejemplo en un modelo de competencia en riesgo el factor desencadenante de las quiebras podría ser la liquidez antes que el endeudamiento.

Como se puede apreciar los modelos de duración son muy potentes y brindan información valiosa que se puede obtener de forma más sencilla y directa en relación con otros modelos estadísticos. Sin embargo, su elaboración requiere de información estadística que es limitada en países latinoamericanos.

Capítulo tercero

Marco empírico

1. Modelos de quiebra empresarial en el sector de la construcción

Lee y Choi (2013) estudiaron las quiebras empresariales de empresas coreanas dedicadas a la construcción, comercio minorista e industria manufacturera en el período 2000 – 2009. La muestra de la investigación cubrió 75 firmas constructoras, 67 empresas comerciantes minoristas y 87 organizaciones manufactureras. La metodología para estimar los modelos de quiebra se basó en el diseño de un modelo discriminante y a través de redes neuronales. Las variables utilizadas en los modelos están relacionadas con el crecimiento de las firmas, rendimiento, productividad, liquidez, calidad de activos. Debido a que por cada registro los autores contaban con 100 ratios financieros, desarrollaron pruebas de correlaciones y la prueba t-test para obtener las variables más relacionadas con la bancarrota. Después de estimar los modelos los autores evaluaron la precisión de los mismos y obtuvieron que para el sector de la construcción con la red neuronal tuvieron una precisión del 92%, mientras que con el modelo discriminante la precisión fue de 82%. Asimismo, para la industria manufacturera la red neuronal alcanzó una precisión de 91% y el modelo discriminante tuvo el 82%. En cuanto al sector del comercio minorista la precisión fue de 89% con la red neuronal y de 81% con el modelo discriminante. Finalmente, los resultados de las covariables indican que a mayor crecimiento de los activos las empresas y a mayor endeudamiento las entidades poseen mayor riesgo de quiebra. Sin embargo, una mayor utilidad antes de impuestos, mayores ganancias no distribuidas por cada dólar de inversión, mayores tasas de rotación de los activos, es decir una mejor gestión de gerencia reduce la posibilidad de quiebra en las empresas constructoras de Corea del Sur.

Kelly, Brien, y Stuart (2015) analizaron la supervivencia a largo plazo de las empresas constructoras y de otras industrias en Irlanda. La investigación contempla 450.000 compañías de diferentes sectores, que fueron seguidas en el período 1980 – 2012, de las cuales el 60% no sobrevivió. Para la estimación del modelo, los autores emplearon un modelo log – log. Los investigadores encontraron que no solo las variables financieras inherentes a las organizaciones incidieron en las quiebras empresariales, sino también

aquellas relacionadas con la coyuntura macroeconómica. Consecuentemente aquellas entidades creadas en períodos de elevados créditos y estabilidad macroeconómica tuvieron mayor riesgo de quiebra que aquellas creadas en períodos de austeridad. Además, encontraron una relación directa entre la disminución de créditos a las empresas con la reducción de la supervivencia. De ahí que las empresas con alto riesgo quebraron cuando la coyuntura económica se deterioró. Los resultados de la investigación demostraron que las variables más relevantes fueron sector y accesibilidad a préstamos bancarios ambos con un coeficiente positivo.

Novotná (2015a) elaboró un análisis de duración para las empresas constructoras de República Checa en el período 1988 – 2015 y abarcó una muestra de 4.546 empresas constructoras. Para el tratamiento de la información la autora consideró la información como corte transversal y las covariables fueron principalmente financieras y estuvieron relacionadas con la liquidez, rentabilidad, endeudamiento, tamaño empresarial. La autora desarrolló dos modelos a fin de obtener una mejor bondad de ajuste, la cual fue medida con los residuos de Cox – Snell. El mejor modelo para la autora fue aquel que poseía una transformación cuadrática en las variables endeudamiento y liquidez. Los resultados que obtuvo demostraron que a mayor rentabilidad y liquidez menor riesgo de quiebra. Sin embargo, las empresas que poseían mayor tamaño mantuvieron mayor riesgo de quiebra. Debido a ello la autora consideró que el resultado se podría deber al ciclo de la industria, tecnología y reducción de la inversión pública durante el período observado.

Muñoz (2016) investigó la quiebra de las constructoras en el mercado español a una muestra de 279 firmas españolas en el período de 2010 – 2013. La autora utilizó modelos Logit y Probit para la estimación de la quiebra de las constructoras. En la investigación Muñoz consideró como detonante de las dificultades financieras que conllevaron la quiebra de las empresas, a la crisis financiera del 2008 la cual tuvo un efecto retrasado en la quiebra. Es así, que según su investigadora, en el 2009 hubo en España alrededor de 70.000 quiebras de constructoras. Sin embargo, en el 2015 la tasa de quiebras y la tasa de creación de empresas empezaron a igualarse, lo cual para la autora es un síntoma de la recuperación de la economía. En la investigación se utiliza la información como corte transversal, debido a ello elaboran un modelo para cada año de análisis. Las variables rentabilidad sobre activos tuvo un coeficiente negativo, mientras que el coeficiente del apalancamiento financiero fue positivo. Para la evaluación de los

modelos la autora utilizó matrices de confusión donde obtuvo en el modelo logit una precisión de 79%, a la vez que para el modelo probit su precisión es del 58%.

Gupta, Gregoriou, y Ebrahimi (2017) analizaron la bancarrota de empresas constructoras y otras industrias en Estados Unidos en el período de enero de 1950 hasta marzo de 2015, en total trabajaron con 75.422 organizaciones. En su investigación consideran 3 posibles eventos de estudio, el primer evento consideró la quiebra legal bajo los capítulos 7 u 11 de la Ley Federal de Quiebras. El segundo trató como quiebra a la condición de utilidad antes de intereses, impuestos amortizaciones y depreciaciones menor a sus gastos financieros. Junto con un apalancamiento (patrimonio / total pasivos) inferior a la unidad, pero, además el patrimonio debía tener tasas de decrecimiento durante dos o más años. El tercer evento fue la presencia del primer y segundo. Los autores elaboraron tres modelos para cada evento de riesgo: un modelo de riesgos proporcionales de Cox extendido, un modelo logístico y un modelo complementario log – log. Para cada uno de estos, los investigadores incluyen desde uno hasta tres rezagos en sus variables explicativas. Las principales covariables utilizadas en el modelo se relacionan con apalancamiento, liquidez, financiamiento, rentabilidad, gestión, crecimiento. Los resultados obtenidos demuestran que las quiebras por pérdidas contables (evento 2) poseen mayor tasa de riesgo en relación con los otros eventos. La evaluación de los modelos fue a través de curvas Roc. Donde el modelo con mejor ajuste fue el logístico evaluado por el criterio Akaike. Sin embargo, en este modelo el tiempo fue tratado como discreto, mientras que el modelo de Cox el tiempo fue continuo. En los modelos de Cox y clog-log tuvieron un mejor ajuste de la curva Roc con variables explicativas de tercer rezago. Finalmente, las principales variables fueron apalancamiento, endeudamiento, liquidez y tamaño todas ellas con un coeficiente positivo. Sin embargo, rentabilidad y actividad tuvieron coeficientes negativos.

2. Modelos de quiebra en Norteamérica, Europa y Asia

Trussel y Patrick (2012) desarrollaron un análisis de supervivencia a los municipios de Estados Unidos en el período 1995 – 2005, a través de un modelo de riesgos proporcionales de Cox. Inicialmente consideraron una muestra de 99.683 observaciones la cual contempló información de municipios por cada año y fue obtenida de la Oficina del Censo de los Estados Unidos. Al depurar la información de municipios muy pequeños

y de excluir outliers, las observaciones finales fueron 25.419. Para los autores los municipios no podían quebrar y liquidar definitivamente, pero si atravesar dificultades financieras que conlleven la paralización de la prestación de servicios públicos. Es así que categorizaron a entidades con dificultades financieras como aquellas que por tres años consecutivos presentaron egresos superiores a los ingresos como no sobrevivientes. A pesar de contar con información de tipo panel, los autores no utilizaron el modelo de Cox ampliado. Consecuentemente la función empleada para la estimación del riesgo de falla es de tipo corte transversal. Los autores esperaban que los factores de las dificultades financieras de los municipios se deban a los ingresos, deuda, gastos administrativos, tamaño de las entidades. Los resultados evidenciaron que a mayores ingresos, tamaño y crecimiento la probabilidad de dificultad financiera se reduce. Sin embargo, con un mayor endeudamiento esta incrementa. Finalmente, los autores evaluaron la capacidad de clasificación del modelo, que obtuvo un 86% de correcta clasificación entre municipios con dificultades y sin dificultades financieras.

Bauer y Agarwal (2014) analizaron la quiebra de 2.748 firmas en el período de 1979 a 2009 en el Reino Unido a través de modelos de riesgo, el modelo de Altman y un modelo de reclamos contingentes. Los autores primero analizaron las estadísticas descriptivas de las variables descriptivas como un estudio introductorio donde identificaron que las firmas que presentaron quiebra tuvieron menor rentabilidad, también menor capacidad de generar recursos líquidos para cubrir sus obligaciones, pero se encontraban más endeudadas. Previo al desarrollo de los modelos de riesgo, primero evaluaron que no presentan diferencias estadísticamente significativas de las poblaciones. Después estimaron los modelos y las variables más relevantes que obtuvieron fueron el ingreso neto para los accionistas por cada dólar de inversión efectuada en la organización, endeudamiento y tamaño en el primer modelo. En el segundo modelo de riesgo incluye otras variables como patrimonio contable, precio de acción pero apenas son significativas. La precisión obtenida de los modelos indicaron que los modelos de riesgo tuvieron un acierto de 89.60%, pero el Z-score de Altman alcanzó una de 83.7%, mientras que el modelo de reclamos contingentes lograron una precisión de 86.7%.

Tsvetkova, Thill, y Strumsky (2014) analizaron los factores regionales del riesgo de fracaso que afronta la industria fabricante de ordenadores y artículos electrónicos en Estados Unidos en el período 1992 – 2008. La metodología de la investigación se basó en el Análisis de Supervivencia a través de un modelo paramétrico con distribución gamma que contempló a 1.803 organizaciones. Los autores consideraron variables no

financieras para la estimación del modelo, además trabajan con datos de tipo corte transversal. Las principales variables incluidas en el modelo fueron innovación metropolitana medida a través del número de patentes obtenidos por el distrito. Esta variable tuvo como resultado un coeficiente negativo, es decir a mayor innovación metropolitana la posibilidad de quiebra se redujo. Otra variable significativa fue el tamaño de la empresa cuyo coeficiente fue positivo, es decir a mayor tamaño mayor posibilidad de quiebra. Asimismo, la edad de la firma dio como resultado un coeficiente positivo, esta condición expresa la complejidad de la industria tecnológica, pues a medida que transcurre el tiempo el riesgo de obsolescencia de los productos incrementa, por lo que las organizaciones deben invertir más en investigación y desarrollo.

Gupta, Gregoriou, y Healy (2015) estimaron la quiebra de micro, pequeñas y medianas empresas en Reino Unido en el período comprendido entre 2000 y 2009. La muestra abarcó 393.895 empresas. Los modelos fueron desarrollados con la información disponible hasta el 2007, mientras que en el 2008 y en el 2009 los autores evaluaron la precisión del modelo a través de una curva ROC. La metodología utilizada fue el modelo de Cox ampliado. En esta investigación los autores identificaron que existe diferencias significativas entre los resultados obtenidos para las microempresas con las medianas y pequeñas cada grupo de empresa. Sin embargo, entre estas últimas los resultados son cercanos, inclusive desarrollaron un cuarto modelo que contempla la combinación de pequeñas y medianas empresas y los resultados tampoco poseen una amplia diferencia con los modelos separados de pequeñas y medianas organizaciones. Los resultados finales evidencian que las principales variables financieras relacionadas con la quiebra empresarial son la rentabilidad acumulada por cada dólar de inversión en la organización, que al incrementar redujo la posibilidad de quiebra de las organizaciones. Asimismo, el apalancamiento redujo la posibilidad de quiebra, aunque en menor proporción junto con la liquidez medida por el capital de trabajo. Pero el endeudamiento de corto plazo incrementó dicha probabilidad de bancarrota. En relación a la variable tamaño esta fue significativa únicamente para el modelo conjunto de pequeñas y medianas empresas. Finalmente, la variable que presentó mayor incidencia en la quiebra es la relación entre impuestos pagados por cada dólar de inversión en la empresa, la investigación demuestra que mientras mayor sea la presente relación menor posibilidad de quiebra tendrán las pequeñas y medianas empresas.

Kim y Partington (2015) analizaron la supervivencia de empresas australianas a través de sus dificultades financieras. La metodología utilizada fue Análisis de

Supervivencia en la cual desarrollaron un modelo de Cox, modelo de Cox ampliado, aunque también elaboraron un modelo Logit. La investigación cubrió un total de 9.712 firmas, en el período de 1995 a 2006. Sin embargo, para estimar el modelo los autores trabajaron con la información de 1995 a 2002 y el período 2003 a 2006 fue utilizado para evaluar la precisión del modelo a través del Brier score, mientras que para valorar la capacidad de discriminación del modelo utilizaron la curva Roc. Los resultados de la investigación demostraron que las organizaciones atravesaron mayores dificultades financieras previo y durante la crisis de las punto-com. Además, en los últimos años de la investigación las dificultades incrementan, lo cual podría relacionarse con la crisis financiera del 2008. Los resultados obtenidos demostraron que: a menor liquidez, a mayor endeudamiento, a menor capacidad de generar efectivo por cada dólar invertido en la organización existe mayor riesgo de dificultades financieras. Mientras que variable tamaño de la firma pese a ser incluida no resultó significativa. Finalmente, el modelo de Cox ampliado, con el modelo de Cox estándar tuvieron una mejor precisión que el modelo Logit.

Ertan y Gansmann (2015) elaboraron un modelo de duración para el impago para una entidad financiera en Suecia. Con la información del período de enero 2008 a diciembre 2012 los autores estimaron el modelo. Mientras que con la información de enero 2013 a diciembre de 2013 evaluaron la precisión del mismo. La presente estimación fue planteada como una herramienta para la aplicación de la Niif 9, donde la metodología empleada por los autores fue un modelo de riesgos de Cox. En la investigación consideraron como evento de interés a la improbabilidad de pago de las deudas de los socios comerciales debido a sus permanentes pérdidas contables. Además, se incluyó a aquellos socios comerciales que se han retrasado en el pago de sus obligaciones por más de 90 días, o bien han sido declarados legalmente como en quiebra. Las variables explicativas incluidas en el modelo son de carácter macro y microeconómico. Los resultados obtenidos muestran que la variación positiva del pib real reduce la posibilidad de impago de los socios comerciales del banco. Asimismo, una mejora en la calificación del socio comercial en la entidad financiera y una mejora en el índice de Nasdaq reducen esta posibilidad. En cuanto a la evaluación del modelo, este tuvo una precisión del 87% y fue evaluada bajo la curva ROC.

Markowicz (2015) desarrolló un análisis de supervivencia de las empresas polacas bajo tiempo discreto y continuo, bajo el método de Kaplan – Meier. La muestra de empresas fue de 59.587 firmas que fueron supervisadas en el período 2009 – 2013, en su

investigación la autora identificó que las quiebras poseen un comportamiento estacional. Es así que, en el sexto, junto con en el doceavo mes se presentan mayores quiebras. Sin embargo, a partir del segundo año la tasa de quiebras poseen una desaceleración, pero las firmas que fueron censuradas incrementan a partir del segundo año hasta el cuadragésimo segundo mes. Esta situación indicó que las empresas censuradas posiblemente hubiesen quebrado en caso de continuar con información de las mismas. Dentro del análisis interindustrial que realiza la autora se reconoció al sector de la construcción como la industria que mantuvo una mayor intensidad de bancarrotas, seguido de la manufactura. Mientras que el sector con menor intensidad en las quiebras fue el de la comunicación.

Upegui (2016) realizó un estudio donde evaluó el efecto de las exportaciones sobre la quiebra empresarial en las organizaciones en Francia, Reino Unido, Austria, Bosnia, Croacia, Eslovenia, Grecia, Hungría y Serbia, con un tamaño grande o mediano, donde esperaban que las firmas con mayor tamaño posean menor probabilidad de riesgo de quiebra, además intentaron analizar la incidencia de las exportaciones sobre la quiebra para aquellas organizaciones que pertenecen al sector tecnológico. El estudio utilizó una data de 1.200 empresas durante el período 1994 a 1998. Las variables que utilizaron utilizadas fueron de carácter cuantitativo y cualitativo; la cuantitativa fue el tiempo de exportación; las cualitativas fueron: exportador a través de una variable dummy, continuidad de la organización a través de una variable dicotómica, tamaño de la empresa a través de una variable dicotómica, sector al que pertenece según la clasificación Nace. Previo a la ejecución de los modelos el autor desarrolló un análisis clúster a fin de explorar la data y agruparla de manera más objetiva. El resultado obtenido muestra la estabilidad institucional, en beneficio de Reino Unido y Francia.

En la aplicación del análisis de duración el autor desarrolló múltiples modelos de duración para cada grupo, el primero intentó evaluar la incidencia de la exportación sobre la quiebra de las organizaciones, el segundo procuró analizar la presencia global de las firmas en la quiebra de las mismas. Los principales resultados son los que el autor obtiene a través de la aplicación del modelo Kaplan – Meier donde identifica una probabilidad de 39.7% de menor riesgo de quiebra en caso de que las firmas exporten en referencia a las empresas que no lo realizan. Las organizaciones que pertenecían al sector tecnológico tenían menor riesgo de quiebra que las entidades que no exportaban. Para las unidades productivas que tenían domicilio en naciones con coyuntura institucionales fuertes (Reino Unido y Francia) el autor obtuvo como resultado que la exportación no aportó a la

explicación de la quiebra, a diferencia de las naciones con contextos institucionales débiles la exportación es significativa.

3. Modelos de quiebra en Latinoamérica

Una de las investigaciones pioneras en los análisis de duración en el sector financiero en Latinoamérica es la que desarrollaron Trillo y López (2001) en la cual analizaron la crisis bancaria mexicana 1994-1999, a través de modelos de duración. Posiblemente este tipo de aplicaciones a través de estudios de supervivencia, son las pioneras dentro de las ciencias económicas. Para iniciar, los autores identificaron las principales características de la estructura del sistema financiero en la cual existían elevadas tasas de interés e índices de morosidad. En la aplicación del análisis de duración definieron al tiempo de vida como variable dependiente, la cual puede cambiar de estado por la fusión y la intervención del Organismo de Control; las variables explicativas están relacionadas con la liquidez, rentabilidad, gestión, capital, calidad de activos. En su estudio los autores excluyeron a aquellas entidades financieras con escasa participación en el mercado, debido a que su inclusión ocasionaría distorsiones en el análisis. En lo referente a la data, los autores desarrollaron un promedio de las variables explicativas en virtud al supuesto de no variabilidad de las covariables explicativas en el modelo de Cox, de tal manera que trabaja con datos de corte transversal.

Los mismos autores mexicanos establecieron en la aplicación del análisis de duración, a través del modelo de Kaplan – Meier que los bancos reducían su tiempo de duración cuando estos eran privatizados, mientras que las nuevas entidades tendían al fracaso a partir de 55 meses. En el modelo de Riesgos Proporcionales de Cox se desarrolla primero un ranking a fin de identificar que las variables dispongan de una adecuada bondad de ajuste, pero no se encuentren con elevados niveles de colinealidad entre las covariables explicativas; el resultado del último modelo estableció que la crisis financiera no estuvo dirigida por el contexto macroeconómico.

Korol (2013) investigó la quiebra de empresas en Latinoamérica y Europa Central, a través del análisis de análisis discriminante, redes neuronales y árboles de decisión. El análisis cubrió a 60 organizaciones de Brasil, Chile, Argentina, México y Perú donde el período de seguimiento fue a los años 1996 – 2009 y 185 empresas polacas con un período de seguimiento de 2000 – 2007. El autor encontró para el análisis

discriminante, árboles de decisión y redes neuronales mayor complejidad en su diseño, para las empresas latinoamericanas. En cuanto a la evaluación de los modelos el autor utilizó matrices de confusión para evaluar el error tipo I, que fue mayor en empresas latinoamericanas para los modelos discriminantes. Mientras que en empresas polacas el error tipo uno fue mayor en redes neuronales. La efectividad del modelo demostró que tuvo un mejor ajuste la estimación por árboles de decisión, la cual en Latinoamérica alcanzó un 97%, en tanto en las polacas bordeó el 96%. Debido a la amplitud de los modelos el autor solo enlista las variables consideradas, y presenta los coeficientes de modelo discriminante estos demostraron que para empresas latinas la liquidez, gestión de activos, tamaño tenían coeficientes positivos. Pero las variables endeudamiento, rentabilidad, gestión presentaron coeficientes negativos. En las empresas polacas las variables liquidez, actividad, endeudamiento tuvieron coeficientes positivos, pero fue negativo el apalancamiento

Silva (2014) analizó la crisis bancaria de Chile en el período 1982-1983, en la cual, a través de los modelos de duración el autor pretendió identificar las razones por las que las entidades financieras cuando son intervenidas por la autoridad monetaria presentan menor tiempo de duración antes que otras. La variable dependiente que utilizó en el estudio es el tiempo de supervivencia de la entidad financiera medido en días; mientras que las covariables son índices relacionados con: el capital, calidad de la cartera y pasivos, liquidez. En el estudio el autor presentó los antecedentes de la crisis en la cual establece como eje principal las reformas desarrolladas por el gobierno en 1974 a fin de cambiar de modelo económico; donde la primera reforma fue la liberalización del mercado financiero y su consecuente no intromisión para la fijación de la tasa de interés, después se implementó políticas a fin de atraer inversión extranjera. Según el autor, el impacto de dichas políticas la economía chilena la sintió en 1981, donde se presentó una caída del consumo y la inversión, la afectación del Pib bordeó el 20%; finalmente la autoridad monetaria intervino a algunos bancos debido a su insolvencia y su cartera riesgosa.

En el desarrollo del modelo el autor planteó pruebas de diferencia de medias para las instituciones financiera que presentaron quiebras y para las que no. Después el autor desarrolló una matriz de correlación para evaluar la asociación lineal entre las variables, descartando aquellas que presentan multicolinealidad; en casos de duda de la variable a seleccionar el autor utilizó el criterio de Akaike para definir la variable a utilizar. El resultado del modelo de Cox en la investigación chilena establece que las instituciones

financieras más susceptibles del riesgo de quiebra son aquellas que no presentaron niveles de capital adecuados, ni tampoco provisiones para la cartera deteriorada. Pese a ello, el autor no desechó la coyuntura económica de la época como motor de la crisis.

4. Modelos de quiebra en Ecuador

En el Ecuador las investigaciones de análisis de duración desarrolladas principalmente han sido aplicadas a la quiebra de instituciones financieras, es así que se analiza el estudio que desarrollado por Lafuente (2001) en el Ecuador, dicho autor inició con el preámbulo monetario donde se desarrolló la crisis bancaria, en la cual identificó que los eventos externos como la Guerra con el Perú, Fenómeno del Niño; y eventos internos como la salida del vicepresidente Dahik, o la entrada de Bucaram al poder, alteraron drásticamente la tasa de interés y con ello el deterioro de la cartera. Después seleccionó las variables a través del método Camel, donde los indicadores que utilizó son eficiencia administrativa, capitalización, rentabilidad calidad de activos, liquidez. Al término de la selección de las variables realizó un compendio estadístico de dichas variables analizando las posibles causas por el deterioro de dichas variables.

En relación a la aplicación del modelo, el mismo autor inició con una prueba de hipótesis de medias poblacionales a fin de descartar cualquier diferencia estadística entre las entidades financieras que quebraron y las que no. Después elaboró la función de supervivencia a través del estimador Kaplan – Meier, en la cual el hallazgo secundario fue la inmediata reducción del tiempo de supervivencia dentro del intervalo de 200 a 400, donde el autor atribuye dicha fluctuación al impacto ocasionado por la flotación del tipo de cambio, y el principal hallazgo fue la mayor cantidad de fracasos fue motivada por la publicación de las auditorías internacionales.

Para la estimación de la tasa de riesgo el autor desarrolla el Modelo de Riesgo Proporcional de Cox donde como variable dependiente utilizó el tiempo de supervivencia de los bancos, mientras que las variables independientes son las variables provenientes de la metodología Camel que se indicó anteriormente, una particularidad de la investigación consiste en que los datos para el modelo de Cox son de corte transversal, pese a que elabora un análisis de series temporales de los indicadores de desempeño no utiliza datos de panel para el modelo, ni tampoco un Modelo de Cox Ampliado. El principal hallazgo del Modelo de Cox fue que las primordiales variables

que incidieron en la quiebra de las entidades financieras bajo un stress financiero fueron la inadecuada gestión de los activos y la liquidez.

Paguay (2017) analizó la quiebra medida a través de la inviabilidad financiera de las cooperativas de ahorro y crédito en Ecuador en el período 2012 – 2015. Para el estudio la autora utilizó la segmentación propiciada por el Organismo de Control donde en el segmento uno se encontraban 27 entidades que representaban el 4% del total de cooperativas y disponían más de 80 millones de dólares en activos; en el segmento cinco se encontraban 406 cooperativas que representaban el 55% del total de entidades, en la cual las organizaciones contaban un monto de activos menor a un millón de dólares. En el estudio consideró a 672 cooperativas.

Para la investigación la autora utilizó las cooperativas de ahorro y crédito que en dicho período presentaban el estado legal activo. La particularidad del trabajo consiste en que trabajó con datos panel, es decir dispuso de información de las cooperativas para cada año de estudio. Aquellas entidades que hasta el fin del período de recolección de información no presentaron inviabilidad financiera fueron consideradas como censuradas. Conviene indicar que en el estudio Paguay consideró modelos multietápicos, es decir en el período de seguimiento de las entidades financieras estas podrían cambiar de estado en más de una ocasión, debido a las decisiones correctivas que pudo gestionar la administración o bien a la omisión de las mismas. Los diferentes estados de riesgo que Paguay utilizó en su investigación son los siguientes:

- Riesgo normal: Abarca el conjunto de indicadores financieros que evidencian un riesgo base o inercial por el normal desarrollo de sus operaciones.
- Riesgo alto: Los índices financieros dentro de la presente categoría de riesgo evidencian un deterioro en rentabilidad, en liquidez, en solvencia, entre otras.
- Riesgo crítico: La presente categoría revela inviabilidad financiera consecuentemente el patrimonio no solo se ha visto afectado, sino también deteriorado por tanto la Superintendencia de la Economía Popular y Solidaria ha decretado legalmente su liquidación.

Los dos primeros estados los definió a través de percentiles, mientras que para el último en función de lo fijado según la legislación vigente⁶. Para el análisis efectuado en la investigación se efectuaron análisis de Kaplan – Meier donde para validar los resultados la autora efectúa el test de Log-Rank a fin de medir la ausencia de diferencias entre las

⁶ En el Artículo 303 del Código Orgánico Monetario y Financiero del 2014.

poblaciones. También desarrolló el modelo de Riesgos Proporcionales de Cox, en el cual incluyó variables dicotómicas para la segmentación de las cooperativas, variables cuantitativas a través de los índices financieros obtenidos de la metodología Camel. Al término del modelo de Cox analizó los residuos de Schoenfeld, Martingala, Desvíos, Score para validar los supuestos de riesgo proporcional, de la forma funcional de las covariables explicativas, la influencia de los individuos en la estimación del modelo, la influencia de los individuos en la estimación de los parámetros respectivamente.

Los resultados que obtuvo en el método de Kaplan – Meier indicaron que el 90.52% de las entidades no incurrirán en un riesgo alto por un tiempo mayor a tres meses; mientras que el 71.38% de las entidades se mantendrá dentro de un riesgo normal durante más de doce meses. Otro resultado de este análisis consistió en la medición de la mayor probabilidad de incurrir en riesgo alto, la cual recae en las cooperativas del segmento 3 al 5 con un 54% de probabilidad aproximada. A diferencia de la probabilidad de que las entidades incurran dentro de los tres primeros meses en inviabilidad financiera que bordea el 0.9%, mientras que la probabilidad de que se encuentren en este estado por más de 48 meses es de 26.03%; sin embargo, se confirma que las entidades del segmento uno y dos, poseen menor riesgo de inviabilidad financiera que las del segmento tres al cinco. Asimismo, se evidencia que el segmento cinco es el que presenta menor duración.

En la aplicación del modelo de Cox la autora obtuvo como variables que aportan al estudio: segmento del 2 al 5, margen operacional, solvencia, liquidez, entre otras; entre los principales hallazgos obtenidos se constata nuevamente que mientras las cooperativas pertenecen a un menor segmento poseen mayor probabilidad de tener inviabilidad financiera, es así que el segmento cinco posee un hazard ratio de 63.38 y el segmento dos de 8.15; la variable que más contribuye al riesgo de quiebra técnica es activos improductivos seguido del segmento al que pertenece y proporción de cartera.

Tabla 3
Resumen de variables explicativas utilizadas en estudios previos de quiebra empresarial

Referencia	Método utilizado	Período de análisis	País	Número de empresas	Principales variables	Coficiente obtenido
Trillo y López (2001)	Modelo de Cox	1994 – 1999	México	29	Calidad de activos productivos	-
					Rentabilidad	+
					Liquidez	+
					Gestión administrativa	-

					Capitalización (apalancamiento)	+
(Lafuente 2001)	Modelo de Cox	1998 – 1999	Ecuador	40	Calidad de activos productivos	-
					Liquidez	-
					Rentabilidad	+
					Gestión administrativa	-
					Sensibilidad al riesgo	-
					Capitalización (apalancamiento)	+
Endeudamiento	+					
Buehler, Kaiser, y Jaeger (2012)	Modelo de Cox	1995 – 2000	Suiza	74,572	Tamaño	+
					Forma legal	+
					Tipo exportación	+
					Condiciones macroeconómicas	+
					Región	+/-
Lee y Choi (2013)	Redes neuronales	2000 – 2009	Corea del Sur	229	Crecimiento activos	+
					Endeudamiento	+
					Rentabilidad	-
					Gestión activos	-
Kelly, Brien, y Stuart (2015)	Modelo log-log	1980 – 2012	Irlanda	450,000	Condiciones macroeconómicas del sector	+
					Accesibilidad a préstamos	+
					Brecha de créditos	-
Novotná (2015a)	Modelo de Cox	1988 – 2015	República Checa	4,546	Liquidez	-
					Rentabilidad	-
					Gestión activos	-
					Tamaño empresarial	+
Muñoz (2016)	Modelos Logit y Probit	2010 – 2013	España	279	Rentabilidad	-
					Apalancamiento	+
					Liquidez	-
Gupta, Gregoriou, y Ebrahimi (2017)	Modelo de Cox	1950 - 2015	Estados Unidos	75,422	Apalancamiento	+
					Liquidez	+
					Endeudamiento	+
					Tamaño empresarial	+
					Rentabilidad	-
Gestión activos	-					
Trussel y Patrick (2012)	Modelo de Cox	1995 – 2005	Estados Unidos	25.419 municipios	Ingresos	-
					Tamaño	-
					Crecimiento	-

					Endeudamiento	
Bauer y Agarwal (2014)	Modelo de Reclamos Contingentes	1979 - 2009	Reino Unido	2.748	Valor de acción	-
					Rentabilidad por accionista	-
					Endeudamiento	+
					Tamaño	-
Tsvetkova, Thill, y Strumsky (2014)	Modelo paramétrico - Gamma	1992 - 2008	Estados Unidos	1.803	Innovación (número de patentes distritales)	-
					Tamaño de empresa	+
					Edad empresa	+
Gupta, Gregoriou, y Healy (2015)	Modelo de Cox	2000 - 2009	Reino Unido	393.895	Rentabilidad	-
					Apalancamiento	-
					Liquidez	-
					Endeudamiento	+
					Tamaño	-
					Contribución Impuestos (TIE)	-
Kim y Partington (2015)	Modelo de Cox	1995 - 2006	Australia	9.712	Liquidez	-
					Endeudamiento	+
					Gestión activos	-
					Rentabilidad	-
					Capitalización mercado	+
					Tamaño	-
Ertan y Gansmann (2015)	Modelo de Cox	2008 - 2012	Suecia	No específica	Variación Pib real	-
					Variación de categoría de calificación	+/-
					Desempleo	+
					Variación Nasdaq	-
					Variación de precios bonos tesoro T-Bill Suiza	+
Upegui (2016)	Modelo de Cox	1994 - 1998	Francia, Reino Unido, Austria, Bosnia, Croacia, Eslovenia, Grecia, Hungría y Serbia	143	Tamaño de empresa	-
					Gastos en investigación y desarrollo	+
					Sector	-
					Antigüedad	-
					Internacional	+

5. Metodología del Análisis de Duración

El objetivo de la presente investigación es el desarrollo de un análisis de duración para las pequeñas y medianas empresas constructoras del Ecuador constituidas en el período 2012, donde el seguimiento a las organizaciones se realizará hasta el 2017. Para alcanzar el objetivo propuesto, se desarrolló un análisis económico, un análisis financiero y el análisis de duración a través del método de Kaplan – Meier y el modelo semiparamétrico de riesgos proporcionales de Cox. Las referencias del presente trabajo, constituyen entre otras investigaciones las de Trillo y López (2001), Gupta, Gregoriou, y Ebrahimi (2017) y Pierri y Caroni (2017).

5.1. Análisis económico

Al seguir la metodología de Trillo y López (2001) junto con Lafuente (2001) y Pierri y Caroni (2017), se desarrolla en primer lugar un análisis del entorno económico, a fin de comprender cual fue la coyuntura donde las constructoras operaron. La finalidad es identificar analíticamente posibles factores de carácter macroeconómico que pudieron incidir en las bancarrotas corporativas (Kelly, Brien, y Stuart 2015). La información referente al volumen de créditos otorgados al sector de la construcción ha sido recopilada de la Superintendencia de Bancos (2019), de la cual se obtuvo la información anual desde el 2012 hasta el 2017. Después se procedió a consolidar la información y a filtrarla por año y por sector requerido. Conviene indicar que se revisa también los créditos concedidos a los sectores con los cuales compite el sector de la construcción (ver capítulo I) a fin de establecer algún tipo de contracción o expansión en los créditos. Asimismo, se agrupó la información por provincia grande y por región. Dentro de esta última no se incluye la región insular en el análisis, debido a que no hay constructoras constituidas en el 2012 en Galápagos. Como se indicó en los párrafos anteriores, se consideran estas variables categóricas a fin de identificar algún patrón geográfico causante de las quiebras (Buehler, Kaiser, y Jaeger 2012).

Otra variable a considerar en el análisis macroeconómico es el índice de precios al constructor el cual, es un indicador que recopila las fluctuaciones de los precios de todos los materiales e insumos utilizados en la construcción. Este indicador es calculado por entidades públicas a través de índices ponderados e índices simples (Inec 2019c). Se ha incluido este índice como un promedio anual debido a que las publicaciones del Inec

son mensualizadas. Asimismo, se ha incluido la inflación (Banco Central del Ecuador 2018a) a fin de identificar posibles fluctuaciones del nivel general de precios. La razón de ambos indicadores se debe a que las salvaguardias impuestas (EC y Comexi 2009, 2015) pudieron contribuir a las quiebras de las constructoras, a través de la inflación. Es decir, se pretende identificar si fue un entorno monetario el cual generó las quiebras (Pierri y Caroni 2017).

También se incluye la tasa de desocupación total (Ertan y Gansmann 2015), la cual es una relación que expresa el número de desempleados entre la población económicamente activa e incluye los desempleados del área urbana y rural (Inec 2019e). La tasa de desocupación ha sido recopilada del Banco Central del Ecuador (2018) y fue considerada debido a que al incrementar el número de quiebras, esta no solo afecta el número de desempleados, sino también incide en la reducción de los ingresos de los hogares, consecuentemente existirán menos clientes e inclusive menos proveedores, lo cual es un círculo vicioso en la economía (García, Sánchez, y Tomaseti 2016).

La Formación Bruta de Capital Fijo, es comúnmente denominada inversión, en el sector público contempla rubros como construcción de viviendas, carreteras, hospitales, alcantarillado. Mientras que en el sector privado contempla rubros comúnmente conocidos como activos fijos (Naciones Unidas et al. 2016, 240), esta serie ha sido recopilada del Banco Central del Ecuador (2018b) la inclusión en el análisis pretende analizar si su fluctuación desde el sector público, alteró las quiebras empresariales (Bhattacharjee et al. 2009).

La Producción Interna Bruta por sectores hace referencia a la producción de cada sector en términos constantes, es decir esta variable excluye la inflación, debido a que la inclusión de esta última no genera una apreciación de las cifras reales (Blanchard, Amighini, y Giavazzi 2012). Los sectores considerados son aquellos semejantes en participación en el Pib global y con quienes viene compitiendo la construcción., estos sectores son: agricultura, transporte, manufactura (Banco Central del Ecuador 2019). Además, se considera las tasas de crecimiento del sector de la construcción y del Pib real. La información ha sido recopilada del Banco Central del Ecuador (2019). La inclusión en el análisis pretende identificar si la fluctuación del Pib incidió en la quiebra de las constructoras (Liu 2004).

5.2. Análisis financiero

Al seguir la metodología de Trillo y López (2001), se desarrolló un análisis financiero de la información disponible con la cual se trabajó, es decir de las 163 empresas constructoras clasificadas como empresas con dificultades financieras y empresas sin dificultades financieras con el sector de la construcción. Además, se analiza las principales razones financieras del sector de la construcción con los demás sectores con los cuales compite: agricultura, manufactura, transporte (Banco Central del Ecuador 2019). La finalidad del análisis financiero es identificar existe un patrón de comportamiento entre las empresas quebradas y las no quebradas, su semejanza en cuanto al sector y los patrones financieros entre los sectores cercanos a la construcción (Lafuente 2001).

Los índices financieros del sector de la construcción y de los demás con los que esta compite, han sido recopilados de la Superintendencia de Compañías (2019), y utilizan indicadores relacionados con la liquidez, endeudamiento, apalancamiento, gestión empresarial, y rentabilidad (Novotná 2015b; Trillo y López 2001). Los relacionados con la liquidez el Organismo de Control (2019) los calcula como la relación entre los activos corrientes sin inventarios y los pasivos corrientes. Los de endeudamiento los calcula como la relación entre pasivo y activo. Mientras que los de apalancamiento son calculados como activo total y patrimonio. Los relacionados con la rotación de activos fijos son calculados como la relación entre ventas y activos fijos, pero la rotación de cartera es considerada como la relación entre ventas y cuentas por cobrar. Finalmente, la rentabilidad sobre activos, la considera como la relación entre la utilidad neta y activo total.

5.3. Base de datos

Para la presente investigación se ha considerado como evento de estudio la quiebra técnica (ver Capítulo segundo), en razón de que permite trabajar con una muestra mayor en comparación con la quiebra legal. Además, al revisar la base de datos de los estados financieros de las empresas analizadas en el período de estudio (2012 – 2017), se pudo verificar que no todos los casos de empresas que cumplen el causal de quiebra legal presentan el correspondiente estado legal de quiebra, sino al contrario se encuentran activas, sin haber superado el causal de quiebra. De manera que, la quiebra técnica podría ser la mejor alternativa a fin de no considerar empresas quebradas como no quebradas, es

decir se podría cometer un error tipo II (Wong, Wong, y Leung 2010). El seguimiento que se dará a las empresas constructoras es: desde su constitución en el 2012 para todas las constructoras hasta que presenten la quiebra técnica o bien culmine el período de estudio 2017, en caso que no se presente el fracaso empresarial o que por razones ajenas a la quiebra no se tenga más información de las organizaciones las empresas serán consideradas como censuradas. De esta manera, la duración será medida en años, y la censura utilizada es por la derecha de tipo I (Liu 2012).

El inicio del seguimiento de las organizaciones es el 2012 debido a que a partir de dicho período las empresas estuvieron obligadas a implementar las Normas Internacionales de Información Financiera (Ecuador. Superintendencia de Compañías Valores y Seguros 2008). Consecuentemente hubo un cambio entre la valoración de la información financiera, la cual antes del 2012 estaba basada en el costo histórico, pero a partir del 2011 cambió su valoración hacia el valor razonable y costo amortizado principalmente. Por lo que, para considerar años previos al 2012 habría que homologar la información financiera entre diferentes normas contables lo cual estaría fuera del alcance de la presente investigación. El fin de seguimiento es 2017, en virtud a que dicho año cuenta con mayor información reportada al Organismo de Control en relación al 2018, en vista de que muchas organizaciones no reportaban su información, cuando se recopiló la presente base de datos.

La información ha sido obtenida de la Superintendencia de Compañías Valores y Seguros del Ecuador, sin embargo, no se incluye en el análisis la identificación de las organizaciones, sea Ruc, expediente u otra característica que permita reconocerlas en virtud a que podrían caer en un riesgo de tipo reputacional.

Para obtener el panel desbalanceado definitivo de pequeñas y medianas empresas constructoras constituidas en el 2012 y seguidas hasta el 2017 primero se procedió a descargar la información financiera global de todas las organizaciones constructoras del país por cada año de estudio de la Superintendencia de Compañías Valores y Seguros del Ecuador (2019). Debido a que se identificó que la información financiera interanual tenía cambios en los nombres de las cuentas contables de cada año, por las actualizaciones en las distintas versiones de los formularios del Impuesto a la Renta para sociedades, se procedió a empear a las cuentas para después consolidar la información inter temporal en un panel desbalanceado. Luego se ordenó la información por cada entidad y se excluyó a empresas sin movimiento financiero en los años de seguimiento. Para filtrar a las

empresas pequeñas y medianas por su tamaño, se utilizó el criterio de tamaño de activos (ver variables explicativas) y se promedió el valor total de los activos de las organizaciones por el período de seguimiento, excluyendo a aquellas constructoras con activos promedios menores a 100 001 y mayores a US\$ 3 999 999, también se excluyó a entidades constituidas en períodos diferentes al 2012. A continuación, se procedió a deflactar las series financieras de cada año con los deflatores anuales del Banco Central del Ecuador (2019b) con año base 2007, debido a que en el modelo se incluyeron variables macroeconómicas y con este procedimiento la información fue comparable. Una vez realizado esto, se calculó los ratios financieros anuales y finalmente se procedió a obtener los promedios de cada ratio por cada una de las organizaciones de acuerdo con la metodología para el tratamiento de la data utilizada por Trillo y López (2001) y Espinel y Vega (2016).

Finalmente, se identificó las organizaciones con y sin quiebra, con su respectiva duración y se eliminó las variables Ruc, expediente y otras que permitan identificar a las constructoras. De esta manera al inicio estaban 5.736 empresas constructoras del Ecuador y quedaron 163 firmas constructoras, de las cuales hubo 26 medianas empresas y 137 pequeñas empresas pequeñas constructoras constituidas en el 2012. Así se obtuvo la información disponible para ser utilizada como corte transversal (Lafuente 2001; Trillo y López 2001; Kim y Partington 2015; Yeong, Ma, y Zhou 2016).

5.4. Selección de variables

En la presente investigación la variable explicada para el método de Kaplan – Meier y el modelo de Cox es la duración, la cual representa el tiempo medido en años de sobrevivencia de las pequeñas y medianas empresas constructoras. Es decir se contabilizará la duración de las organizaciones hasta que presenten la quiebra técnica (Rubio 2008; Caballo 2013), o bien para aquellos casos para observaciones censuradas, se registra la duración hasta que se presenta la censura (Liu 2012). En el modelo de Cox la presente es la variable dependiente, sin embargo, el fin del modelo de Cox es estimar la tasa de riesgo de quiebra de una empresa constructora en un tiempo dado, y no solo el tiempo de quiebra (Kleinbaum y Klein 2005).

Para la inclusión de variables explicativas se partió de una revisión de investigaciones recientes acerca de la quiebra empresarial a través del modelo de Cox, modelo logístico, modelo probabilístico, redes neuronales, entre otros, donde se identificó

las variables financieras y macroeconómicas más utilizadas y que mayor éxito de explicación junto con predicción de las quiebras han tenido (Kim y Partington 2015). Principalmente se revisó investigaciones de Elsevier, Jstor, Taylor & Francis Group en quiebra empresarial y dificultades financieras (Kim y Partington 2015; Gupta, Gregoriou, y Ebrahimi 2017; S. Lee y Choi 2013b; Muñoz 2016; Gupta, Gregoriou, y Healy 2015; Ertan y Gansmann 2015; Madera del Pozo 2017; Pérez y Mañez 2008; Buehler, Kaiser, y Jaeger 2012). Estas variables seleccionadas, son aquellas que aportan a la explicación teórica y empírica de las quiebras empresariales en el Ecuador, al cumplimiento de los supuestos del modelo de riesgos proporcionales de Cox, las respectivas pruebas de hipótesis y a la elaboración de un modelo parsimonioso (Yeong, Ma, y Zhou 2016). La tabla 4 muestra un resumen de las variables explicativas incluidas en el modelo de Cox.

En la presente investigación se incluyó una variable relacionada con la liquidez, debido a su inclusión en diversos estudios previos de bancarrota con resultados favorables, además este indicador se encuentra relacionado con la solvencia de las organizaciones a corto plazo (Ross, Westerfield, y Jaffe 2010). La forma de cálculo del indicador es la relación entre efectivo y sus equivalentes con el capital de trabajo, este último medido como la diferencia entre activos y pasivos. Además se espera que a mayor liquidez la posibilidad de riesgo de las constructoras reduzca por lo que su coeficiente esperado es negativo (Kim y Partington 2015).

El endeudamiento se incluyó debido a que representa un síntoma de las dificultades financieras que anteceden las quiebras empresariales (Korol 2013). También por su inclusión en diversos estudios previos de bancarrota con resultados favorables. Su cálculo se obtuvo de la relación entre pasivo corriente y pasivo total. De la presente variable se espera que mientras las constructoras posean mayor endeudamiento su posibilidad de quiebra incremente, por lo que el coeficiente esperado es positivo (Lee y Choi 2013b).

El apalancamiento fue considerado porque expresa la estructura de financiamiento de la organización (Van Horne y Wachowicz 2010). Es decir, con esta variable se pudo identificar que tipo de estructura de financiamiento en las organizaciones hacen más propensas a la quiebra empresarial. También se la consideró por su inclusión en diversos estudios previos de bancarrota con resultados favorables. Su cálculo se obtuvo como la relación entre patrimonio total y pasivo total. Se espera que mientras mayor sea esta

relación, más disminuya la probabilidad de riesgo por lo que su coeficiente esperado es negativo (Gupta, Gregoriou, y Healy 2015).

La rotación de activos fijos fue considerada por su inclusión en estudios de bancarrota previos y sus resultados favorables. Además, la presente variable constituye un indicador de la gestión administrativa y operativa de las organizaciones (Van Horne y Wachowicz 2010). El índice se obtuvo de la relación entre ingreso total y activo fijo neto. En esta variable se espera que a mayor gestión administrativa y operativa la posibilidad de quiebra de las empresas constructoras disminuya. De esta manera su coeficiente esperado es negativo (Lee y Choi 2013b).

La rentabilidad ha sido considerada por ser uno de los principales factores que han sido incluidos en estudios previos y presentado resultados favorables en explicar la causa de las quiebras y dificultades financieras (Gupta, Gregoriou, y Ebrahimi 2017; Kim y Partington 2015; Pierri y Caroni 2017). La presente variable se obtuvo de la relación entre resultados acumulados de la organización y los activos. Se espera que mientras mayores utilidades genere la organización la posibilidad de quiebra se reduzca. Consecuentemente, el coeficiente esperado es negativo (Gupta, Gregoriou, y Ebrahimi 2017).

La inversión representa los recursos destinados a la adquisición de propiedad planta y equipo como inmuebles, máquinas, entre otros, o bien la dotación de infraestructura para la sociedad. La presente variable se la puede considerar de forma separada entre inversión pública y privada (Naciones Unidas et al. 2016) y ha sido considerada en la presente investigación porque es un indicador que recoge de manera adecuada la coyuntura macroeconómica en el país durante el período de estudio (Mera, Salazar, y Solís 2018). Su forma de cálculo es la tasa de variación anual calculada en el año en que se produjo la quiebra empresarial. Se espera que a medida que la inversión pública aumenta, la posibilidad de quiebra empresarial también, debido a la volatilidad de los precios del hidrocarburo en el período de estudio, los cuales, al reducir generaron menores montos de inversión pública y con ello inferiores ingresos, utilidades, mayor endeudamiento, entre otros. Mientras que a medida que la inversión privada incrementó, la posibilidad de quiebra se redujo por su posible sostenibilidad en el tiempo. Consecuentemente, los coeficientes esperados son positivo para la inversión pública y negativo para la inversión privada (Ertan y Gansmann 2015; Madera del Pozo 2017).

La variable tamaño ha sido considerada en el en el método de Kaplan – Meier, a fin de identificar diferencias en los patrones de supervivencia de las pequeñas y medianas empresas constructoras. Se consideró como pequeñas empresas a aquellas que poseen activos desde US\$ 100 001 hasta US\$ 750 000, mientras que a las medianas como aquellas que pueden tener activos desde US\$ 750 001 hasta US\$ 3 999 999 (Ecuador SC y RO 335 2010). Se espera que las medianas empresas posean mayor posibilidad de supervivencia que las pequeñas empresas (Gupta, Gregoriou, y Healy 2015).

Asimismo, las variables región y provincia han sido consideradas en el método de Kaplan – Meier a fin de identificar patrones de supervivencia que puedan estar asociados a factores macroeconómicos. Las regiones consideradas son costa, sierra y oriente, se excluye la región insular debido a que en la base de datos descargada no se encontraron constructoras constituidas en el 2012 en dicha región. Las provincias han sido agrupadas en provincia grande las que pueden ser Pichincha, Guayas y Azuay y resto de provincias. Se espera que las regiones de la costa y de la sierra tengan mayor posibilidad de supervivencia que el oriente y las organizaciones domiciliadas en provincias grandes posean mayor posibilidad de supervivencia (Buehler, Kaiser, y Jaeger 2012).

Tabla 4

Factores de riesgo de quiebra empresarial y su relación esperada con la bancarrota de pymes constructoras

Tipo variable	Categoría	Nombre en el modelo	Forma de cálculo	Detalle	Referentes en modelo de quiebras	Signo esperado del coeficiente
Cuantitativa	Liquidez	Liquidez	Efectivo/Capital de trabajo	Muestra la capacidad de satisfacer el capital de trabajo con los recursos líquidos disponibles en caja y bancos.	Kim y Partington (2015), Gupta, Gregoriou, y Ebrahimi (2017)	-
Cuantitativa	Apalancamiento	Endeudamiento	Pasivo corriente / Pasivo total	Expresa la proporción de financiamiento de los recursos de la empresa efectuada por terceros, la cual es exigible en un tiempo igual o menor a un año.	S. Lee y Choi (2013), Korol (2013), Muñoz (2016)	+
Cuantitativa	Apalancamiento	Apalancamiento	Patrimonio / Pasivo	Expone los recursos en dólares propiciados por los socios o accionistas de las empresas por cada dólar financiado por terceros	Gupta, Gregoriou, y Healy (2015), Gupta, Gregoriou, y Ebrahimi (2017)	-
Cuantitativa	Gestión	Rotación de activos fijos	Ingreso Total / Activo fijo neto	Presenta el número de veces que las empresas constructoras generan ingresos en relación con la planta propiedad y equipo invertido	Lee y Choi (2013), Muñoz (2016), Gupta, Gregoriou, y Ebrahimi (2017)	-
Cuantitativa	Rentabilidad	Rentabilidad	Resultados / Activo Total	Muestra la facultad de la organización en generar utilidades por la inversión efectuada en los activos de la empresa, de forma acumulada	Gupta, Gregoriou, y Healy (2015), Lee y Choi (2013), Gupta, Gregoriou, y Ebrahimi (2017)	-
Cuantitativa	Macroeconómica	Inversión Pública	Tasa de variación	Representa a la fluctuación anual de la inversión del sector público (FBKF) y contempla rubros como construcción de viviendas, carreteras, hospitales, alcantarillado, entre otros	Ertan y Gansmann (2015), Madera del Pozo (2017), Pierri y Caroni (2017)	+/-
Cuantitativa	Macroeconómica	Inversión Privada	Tasa de variación	Se refiere a la fluctuación anual de la inversión del sector privado (FBKF) y contempla activos fijos de carácter no financiero.	Ertan y Gansmann (2015), Madera del Pozo (2017), Pierri y Caroni (2017)	+/-
Cualitativa dicotómica	Tamaño_	Tamaño	d_T1=Medianas=0 d_T2=Pequeñas=1	Agrupar a las empresas por el volumen de los activos en el período de seguimiento, donde empresas con activos entre US\$ 100.001 y 750.000	Gupta, Gregoriou, y Healy (2015), Pérez y Mañez (2008)	+/-

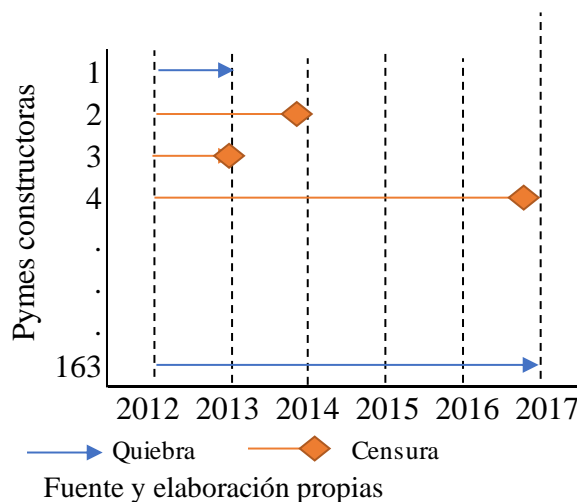
				son pequeñas. Las medianas poseen activos entre US\$ 750.001 y US\$ 3.999.999 (Ecuador SC y RO 335 2010)		
Cualitativa dicotómica	Región_	D_Reg1=Costa D_Reg2= Oriente D_Reg3= Sierra	D_Reg1=Costa=1, demás 0 D_Reg2=1, resto=0 D_Reg3=1, resto=0	Clasifica a las constructoras por su región de domicilio a través de una variable categórica	Buehler, Kaiser, y Jaeger (2012)	+/-

Elaboración propia

5.5. Método de Kaplan – Meier

El análisis de la función de supervivencia se inició con la agrupación entre pequeñas y medianas empresas, de acuerdo a la clasificación descrita anteriormente. Los parámetros calculados fueron: la función de supervivencia, la cual usa una ley multiplicativa y condicional, es decir multiplica la probabilidad de que la quiebra no produzca en el período de análisis, dado que no se ha producido en el año anterior. También se calculó el error estándar y los intervalos de confianza de la supervivencia de las entidades bajo un 95% de confianza.

Gráfico 4
Análisis de duración en empresas constructoras con datos censurados



Como se puede apreciar en el gráfico 4, la presente investigación inició el seguimiento de todas las pequeñas y medianas empresas constituidas en el 2012 hasta el 2017. No obstante, en el transcurso del periodo de seguimiento, existen empresas que por algún motivo dejaron de propiciar la información financiera a la Superintendencia de Compañías y consecuentemente se desconoce en los siguientes períodos si quebraron o no, pero mientras presentaron información no registraron quiebra, estas fueron consideradas como censuradas por la derecha, también aquellas empresas que al 2017 no registraron la bancarrota fueron consideradas como censuradas acorde a la metodología de los modelos de duración (Kleinbaum y Klein 2005). Metodológicamente en Kaplan – Meier la censura implica que estas observaciones son utilizadas como si fueran completas únicamente hasta el período donde la censura se presenta. A partir de ahí, dichas observaciones son excluidas del análisis (Liu 2012).

Después se procedió a analizar las curvas de supervivencia en primer lugar por tamaño empresarial, en segundo por región, seguido de escolaridad de los administradores y finalmente por provincia grande. Para efectuar las curvas de supervivencia y su análisis se procede primero a desarrollar las pruebas de hipótesis a fin de establecer si las curvas de las poblaciones a quienes representan son estadísticamente diferentes, en caso de ser heterogéneos no se podría compararlas, ni proceder a elaborar las curvas de supervivencia (Cordón y García 2016). Las pruebas de hipótesis se basan en el test de Mantel y Haenzel que es comúnmente utilizado, pero en la actualidad es conocido como test de Log-rank y trabaja con la distribución χ^2 , además no se utiliza la prueba de Mann-Whitney debido a que no considera la censura. Log – Rank test compara las quiebras de constructoras observadas con las bancarrotas esperadas para cada uno de los n estratos asignados. Para la presente investigación todos los casos serán dos estratos, con excepción de región que considera tres. El nivel de significancia considerado es del 1% para todas las pruebas de hipótesis del Método Kaplan - Meier. Las hipótesis nula (H_0) y alternativa (H_1) de Log-rank test son:

H_0 : No existe diferencia entre las curvas de supervivencia

H_1 : Existe diferencia entre las curvas de supervivencia

Después de calcular el estadístico del Log-rank test se procedió a evaluar las pruebas de hipótesis, bajo un nivel de significancia del 1% para todas las pruebas. Una vez concluido las pruebas de hipótesis se elaboró las curvas de supervivencia a fin de identificar mediante el desarrollo de análisis para cada curva patrones de comportamiento de la supervivencia y del riesgo de las constructoras, con la inclusión de los factores macroeconómicos y financieros identificados previamente. Las curvas de supervivencia consideran en el eje de las ordenadas la probabilidad de supervivencia y en el eje de las abscisas el tiempo de supervivencia identificado para cada organización. Este tipo de curvas presenta un comportamiento decreciente escalonado, debido a que se espera que con el transcurso del tiempo la probabilidad de supervivencia se reduzca, o bien se presente la quiebra de todas las constructoras hasta que culmine el período de estudio (Kleinbaum y Klein 2005).

5.6. Modelo de Cox

Para analizar las variables explicativas que inciden sobre la quiebra de medianas y pequeñas empresas constructoras, se utilizará el modelo de riesgo proporcional de Cox, debido a que este tipo de modelos no requiere una distribución de probabilidad determinada para tratar el tiempo de supervivencia a diferencia de los modelos paramétricos; además Kleinbaum y Klein (2005) establecen que en caso de utilizar un modelo paramétrico, se debería estar seguro de que sea el correcto, mientras que el modelo de Cox será una aproximación correcta al modelo paramétrico preciso. También se identificó que el modelo de Cox es más utilizado en los análisis de duración previamente realizados, además posee mejor precisión que los modelos logísticos, modelos discriminantes, entre otros modelos estadísticos para estimar la quiebra empresarial (Kim y Partington 2015).

Para la estimación del modelo de Cox, primero se consideró utilizar las 163 observaciones disponibles, para lo cual se procedió a estimar el riesgo relativo, es decir el riesgo propiciado por las variables explicativas en el modelo, cuando estas presentaron valores (Kleinbaum y Klein 2005; Cameron y Trivedi 2005). En la estimación del riesgo relativo se utilizó la verosimilitud parcial con la modificación de Efron (ver capítulo 2). El método de empates de Efron se utilizó debido a que en la base de datos existen varias empresas que coinciden en el tiempo al presentar las quiebras empresariales y el resultado de este método de empates brinda mayor precisión que la verosimilitud de Cox o el método de Breslow, debido a que este último es más recomendado para reducidas cantidades de observaciones que empatan en su duración (Cordón y García 2016). Además de estimar los coeficientes, se obtuvo los errores estándar y los valores experimentales o calculados, a través de la relación entre el coeficiente y los errores estándar para después desarrollar el test de Wald para cada variable explicativa, a fin de establecer si las variables incluidas en el modelo aportan a la explicación del mismo (Kleinbaum y Klein 2005). Las pruebas de hipótesis de Wald para cada covariable fueron:

$$H_0: \beta_1 = 0$$

$$H_1: \beta_1 \neq 0$$

Asimismo, se calculó los intervalos de confianza a través de la suma y resta entre el coeficiente calculado y el producto del valor teórico de la distribución por el error estándar del coeficiente, a fin de identificar con el 95% de confianza el intervalo del verdadero coeficiente de cada covariable. Después de desarrollar el test de Wald, se

analizó de manera conjunta si las variables explicativas aportan de manera integral a la estimación del modelo, para ello se realizó el estadístico de Lagakos, el cual posee una distribución de tipo χ^2 y equivale a la relación entre la diferencia de los betas elevada al cuadrado y la suma producto del error estándar de cada beta elevada al cuadrado. La hipótesis nula intentó probar que los betas son iguales a cero (Lee y Wenyu 2003).

Después se procedió a calcular el riesgo basal o sistémico, a través del método de Kalbfleisch – Prentice, para lo cual se estimó la probabilidad condicionada de la función de supervivencia de aquellas observaciones que se encuentran en riesgo (ver capítulo 2), en un período determinado (Liu 2012). Consecuentemente, el riesgo basal fue la diferencia entre 1 y la función de supervivencia calculada (Cordón y García 2016). De esta manera se estimó el riesgo basal para todas las organizaciones, el cual después de sumar con el riesgo referencial de todas las instituciones dio como resultado el riesgo acumulado. Luego de obtener estos diferentes tipos de riesgo, se evaluó la multicolinealidad de las covariables, es decir la posible relación lineal entre las variables explicativas. La prueba desarrollada fue a través de las correlaciones parciales entre los pares de regresores (Trillo y López 2001; Kim y Partington 2015), donde en caso de existir indicios de multicolinealidad estas correlaciones serían mayores a 50 (Gujarati 2004).

Una vez estimados los coeficientes y evaluada la multicolinealidad, se inició con la evaluación de los supuestos del modelo. Primero se comprobó la hipótesis de riesgos proporcionales en el tiempo que establece para todo modelo de riesgo proporcional de Cox un comportamiento constante de su riesgo relativo (Kleinbaum y Klein 2005; Liu 2012). Es decir, los coeficientes del modelo para las variables explicativas serán invariantes en el tiempo de análisis en caso de cumplir con esta afirmación. Esta es una ventaja competitiva del modelo de Cox en relación con otro tipo de modelos estadísticos de quiebra empresarial, debido a que un modelo logit por ejemplo, debería ser estimado para cada año del período de estudio (Muñoz 2016). Mientras que con el modelo de Cox únicamente se estimaría un solo modelo (Gupta, Gregoriou, y Ebrahimi 2017). Para la evaluación de este supuesto se utilizó los residuos de Schoenfeld obtenidos a través del método de Grambsch – Therneau que consiste en la relación entre las diferencias del vector de variables explicativas para cada constructora en el momento de la quiebra de la estimación del vector de riesgo relativo por una parte y por otra la varianza del tiempo (Liu 2012). Las pruebas de hipótesis a probar en cada variable explicativa son las siguientes:

H_0 : La tasa de riesgo β_i es constante en el tiempo

H_1 : La tasa de riesgo β_i no es constante en el tiempo

A continuación, se evaluó la forma funcional de las variables explicativas a través del análisis gráfico de los residuos de Martingala. Para obtener estos residuos se partió de los residuos de Cox – Snell con una modificación consistente en restar de un indicador de censura para cada constructora a los residuos de Cox – Snell (Cordón y García 2016). Después se graficó estos residuos en función de cada variable explicativa respectiva mediante un diagrama de dispersión. En caso de no poseer una forma correcta funcional en las variables explicativas del modelo, estos gráficos no tendrían una forma lineal en los residuos (Liu 2012). Asimismo, para evaluar la bondad de ajuste del modelo se calculó los residuos de Cox – Snell mediante el producto del riesgo referencial con el estimador de la función de riesgo acumulado de referencia para cada período de estudio (Nikulin et al. 2004). Una vez obtenidos los residuos de Cox – Snell se procedió a graficar estos indicadores donde en el eje de las abscisas estuvieron los residuos y en el de las ordenadas estuvo la tasa de riesgo acumulada obtenida anteriormente con signo negativo. Un buen ajuste tendrá un comportamiento muy parecido al de una línea recta de 45 grados (Cordón y García 2016).

También se utilizó los residuos de Deviance para evaluar el supuesto de no existencia de influencia de las observaciones en el modelo. Estos residuos se obtuvieron del producto de los residuos de Martingala por la raíz cuadrada de -2 por el producto de la suma de los residuos de Martingala más el indicador de censura por el logaritmo natural de la diferencia del residuo de Martingala con el indicador de censura (Nikulin et al. 2004). Una vez calculados estos residuos se graficó en función del tiempo de supervivencia. En caso de tener observaciones que incidan significativamente en el modelo en este gráfico se visualizarían residuos plenamente distantes del cero (Liu 2012). El último supuesto evaluado es la incidencia de las observaciones sobre el coeficiente de la variable explicativa. Es decir, con este supuesto se analiza si existen observaciones que por su residuo puedan distorsionar los coeficientes de las respectivas variables explicativas. Para ello se calculó los residuos de Score, donde se obtuvo los Dfbeta que representan la variación de los parámetros estimados de las constructoras cuando se retira la observación analizada. Con los Dfbetas, se aplicó la prueba práctica de Belsley, Kuh, y Welsch (1980) que establece filtrar a aquellas observaciones con un Dfbeta absoluto mayor a $\frac{2}{\sqrt{163}}$. Al realizar el filtro se excluyeron del modelo 7 observaciones de las cuales

4 fueron pequeñas quebradas y 1 pequeña no quebrada, mientras que fueron 2 medianas quebradas. De esta manera quedaron 156 observaciones de las cuales 24 fueron medianas y de estas 6 presentaron quiebra. De igual manera 132 fueron pequeñas y de este grupo 42 presentaron la quiebra.

Debido a la presencia de estos *outliers*, se repitió la estimación del riesgo relativo, riesgo basal, evaluación de multicolinealidad, evaluación de supuestos del modelo de Cox bajo la misma metodología descrita anteriormente con las 156 observaciones, quedando con estas empresas el modelo definitivo. Pese a haber filtrado los *outliers*, en el residuo de Martingala parecería que aún existe otro punto atípico adicional, sin embargo, no fue excluida debido a que, al estimar el modelo sin dicha observación los coeficientes de las covariables no cambian de forma significativa (ver Anexo I), consecuentemente es más beneficioso mantener a la observación dentro de la muestra.

Después de evaluar y cumplir los supuestos del modelo se procedió a comparar con otro modelo alternativo denominado Modelo B (ver Anexo 2), el cual fue desarrollado bajo la misma metodología descrita anteriormente. Los criterios de comparación fueron Cox Snell, Akaike y Bayesiano. Estos dos últimos contemplan el número de covariables, parámetros auxiliares y el logaritmo de verosimilitud del modelo obtenido. El modelo seleccionado fue el de menor criterio de información y de mejor ajuste (Cordón y García 2016).

Para la evaluación de la capacidad predictora del modelo se trabajó con los *hazard ratio* del modelo obtenido. Se definió un umbral de corte de acuerdo a lo establecido en la literatura de análisis de supervivencia (Kleinbaum y Klein 2005). Con el presente umbral se evaluó a través de matrices de confusión la precisión del modelo (Muñoz 2016; Korol 2013). Se elaboró una matriz para las pequeñas y medianas empresas respectivamente. Asimismo, se elaboró las curvas de supervivencia observadas y estimadas para pequeñas y medianas empresas. Finalmente, se obtuvo el tiempo estimado de supervivencia (Lafuente 2001) y el estado estimado (quiebra, no quiebra) de las pequeñas y medianas empresas constructoras y se comparó con el tiempo y estado observado de las mismas (ver Anexo 3).

Capítulo cuarto

Resultados

Los resultados indicados a continuación cumplen el desarrollo de un análisis de duración para las pequeñas y medianas empresas constructoras del Ecuador constituidas en el período 2012. Además, los resultados han permitido obtener un sistema de gestión de alertas tempranas en quiebras empresariales, que podría ser útil para los Organismos de Control del sector real, como también para las entidades del sector privado que no dispongan de instrumentos preventivos. Los resultados se encuentran divididos en análisis económico, análisis financiero y análisis de duración que se realiza a 163 empresas constructoras, de las cuales 54 presentaron quiebra empresarial, pero debido al cumplimiento de los supuestos se filtraron 7 *outliers* (Liu 2012) y para la estimación del modelo de Cox quedaron 156 observaciones de las cuales 24 fueron medianas y de estas 6 presentaron quiebra. De igual manera 132 fueron pequeñas y de este grupo 42 presentaron la quiebra.

1. Análisis económico

En el 2010 la economía presentaba un crecimiento del 3.5% de su Pib real, el precio promedio anual del barril de petróleo WTI era de \$79.4, el sector de la construcción creció un promedio de 6.38% en el período 2006-2011, en donde tuvo su mejor desempeño en el 2011 con un crecimiento del 17.5% seguido del 2008 con un crecimiento del 8.85%. Además, presentaba un comportamiento líder respecto de sus sectores más cercanos, pues estos habían crecido para el mismo período en promedio: la agricultura un 3.3%, la manufactura 4.59%, el transporte un 4.53% (Banco Central del Ecuador 2019c).

Tabla 5
Volumen de créditos por sector

	En millones de dólares					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Construcción	2,479	2,432	2,963	2,375	2,078	2,630
Agricultura	1,871	1,971	2,288	1,697	1,732	2,221
Manufactura	5,143	6,404	5,574	4,731	4,859	4,747
Transporte	658	630	726	473	519	494

Fuente: Superintendencia de Bancos
Elaboración propia

En la tabla 5 se puede apreciar el volumen de créditos concedidos a cada sector, donde se puede reconocer que en el 2012 quien predominaba en la concentración de créditos en estos sectores era la manufactura, la cual representaba el 18% del total de créditos concedidos, la construcción ocupaba el segundo lugar con el 9%. En el periodo 2013 la construcción obtuvo menores créditos y descendió al 7%. Es importante identificar que a partir de ahí los créditos a la construcción no presentan una tendencia estable, pese a que el período de menor volumen de créditos recibidos es el 2016, año en que sucedió el terremoto de Manabí, el monto equivale al 8% del total de créditos recibidos cifra que es superior al 2013. La conclusión consiste en que los créditos totales se redujeron en el país debido al terremoto por una parte y por otra a las precauciones económicas que tomaron las entidades financieras ya venían realizando por la posible reducción del precio del hidrocarburo que había sido estimada (Superintendencia de Bancos 2019). El petróleo había alcanzado un precio promedio anual de US\$ 93,20 en el 2014, pero en el 2015 descendió a US\$ 48,7 y en el 2016 llegó al mínimo de US\$ 43,20. Es importante indicar que según las estadísticas esta reducción del volumen total de créditos había iniciado en el 2014, con una disminución del 3.8%, pero en el 2015 fue del 20% y en el 2016 apenas del 2.4%.

La conclusión del factor créditos otorgados al sector de la construcción, consiste en que si bien existió una reducción del volumen crediticio primordialmente por factores económicos y de desastres naturales. Estos montos no disminuyeron de forma considerable para afectar el financiamiento de las empresas constructoras.

Tabla 6
Porcentaje de créditos por tipo de provincia

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Provincia grande	0.76	0.82	0.75	0.81	0.77	0.75
Resto de provincias	0.24	0.18	0.25	0.19	0.23	0.25
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Superintendencia de Bancos
Elaboración propia

Al analizar la tabla 4, se puede identificar fácilmente que las provincias de Pichincha, Guayas y Azuay concentraron en promedio el 78% del volumen total de créditos, mientras que el resto de provincias en promedio captaron el 22% (Superintendencia de Bancos 2019). Una característica inherente de estos créditos agrupados por la categoría provincia grande consiste en que al incrementar los créditos

del resto de provincias las grandes obtienen menos recursos. Esta situación se la puede observar en todos los años analizados pues ambas categorías presentan un comportamiento inversamente proporcional.

La conclusión del factor porcentaje de créditos por tipo de provincia, estriba en que si una empresa constructora pertenece a una provincia grande es más probable que le otorguen créditos destinados a la construcción. Es así, que al obtener mayor financiamiento podría disminuir su riesgo de quiebra.

Tabla 7
Porcentaje de créditos por región

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Costa	0,41	0,45	0,46	0,46	0,46	0,43
Sierra	0,56	0,54	0,52	0,52	0,52	0,53
Oriente	0,03	0,01	0,03	0,01	0,02	0,03
Insular	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: Superintendencia de Bancos
Elaboración propia

En la tabla 7, se puede divisar que en promedio la región insular fue la que menos créditos recibió en el período de análisis con un 0.4%, seguido de la oriental con un 2%. La mayor parte del volumen de créditos se otorgan a las regiones de la costa y la sierra. Según las estadísticas, a la región de la costa se otorgaron en promedio el 43% de los créditos, mientras que la sierra se benefició del 53% del volumen total de créditos (Superintendencia de Bancos 2019).

La conclusión del factor porcentaje de créditos por región se puede indicar que, si una empresa constructora pertenece a la región de la sierra o de la costa, tiene mayor probabilidad de recibir financiamiento de instituciones financieras, consecuentemente su tasa de supervivencia podría ser mayor.

Tabla 8
Fluctuaciones de precios

AÑOS	IPCO	TI
2012	3,86%	5,11%
2013	0,38%	2,73%
2014	-0,19%	2,28%
2015	2,42%	3,97%
2016	-2,52%	1,73%
2017	-0,78%	0,42%

Donde:
IPCO: Índice Precios de la Construcción

TI: Tasa de inflación

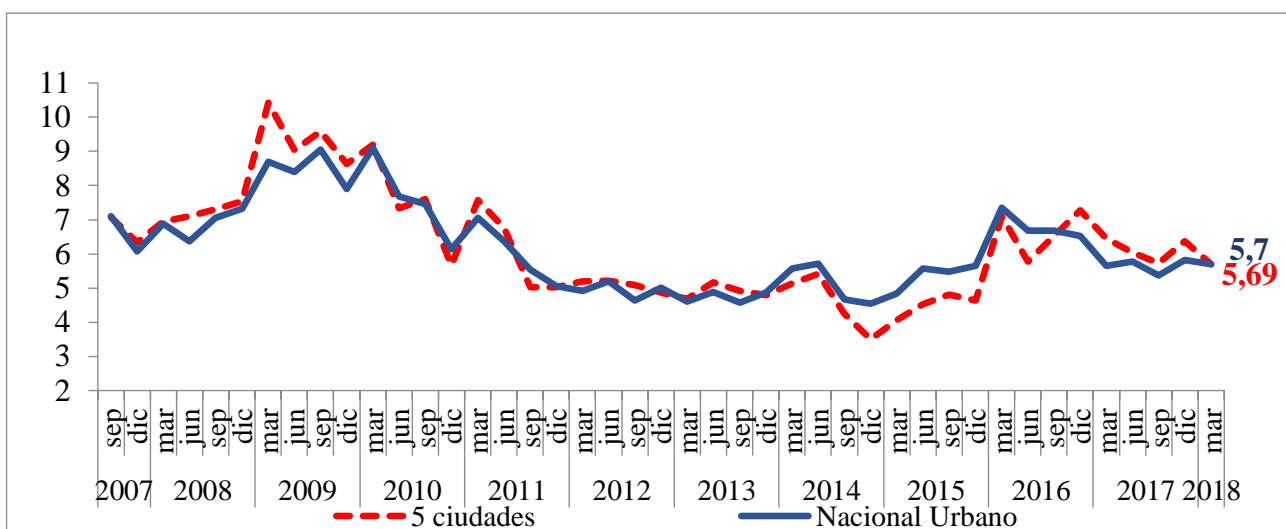
Fuente: Inec y Banco Central del Ecuador

Elaboración propia

Al considerar las salvaguardias que se implementaron en años anteriores (EC y Comexi 2009, 2015), se podría considerar que son los incrementos de los precios en materiales directos de la construcción como el cemento, hierro, concreto los que provocaron una reducción del margen neto de la compañía y la empujaron a la bancarrota. Sin embargo, al revisar la tabla 8 se encuentra que apenas el 2012, el índice de precios al constructor llegó a su máximo de 3,86%. Asimismo, la tasa de inflación llegó al 5,11% en dicho año, mientras que en promedio las tasas descendieron en los años siguientes, con excepción del 2015, año en que impusieron más salvaguardias, lo cual explica su valor. Finalmente, se puede apreciar que la tendencia de los precios generalizados es a la baja al finalizar el 2017, lo que podría conllevar deflación en siguientes períodos (Inec 2019c; Banco Central del Ecuador 2018a).

La conclusión obtenida del factor fluctuaciones de precios, consiste en dentro del período de estudio los precios artículos relacionados con la construcción y a nivel general tendían a reducir, consecuentemente es poco probable que este factor económico incidió en la supervivencia o no de las empresas.

Gráfico 5
Desocupación total



Fuente: Inec

Elaboración: Banco Central del Ecuador

Al revisar las estadísticas de desempleo en el gráfico 5 se puede reconocer que el 2009 ha sido el año con mayor desempleo cuya tasa bordeó el 9%, en este año el Pib real

creció un 1%, en el 2010 la economía se empieza a recuperar y con ella el desempleo también se reduce, las menores tasas de desempleo se encuentran en 4.56% a septiembre del 2013 el Pib ese año creció un 4.9%, en los siguientes años, desde el 2015 y 2016 la economía empieza a tener problemas donde creció un 0.1% para el 2015 y decreció un 1.2% en el 2016, año en el cual la tasa de desempleo volvió a tener un máximo de 7.35%, el siguiente año la tasa de desempleo se redujo al 5.82% (Banco Central del Ecuador 2018a).

La conclusión del factor económico desocupación total, consiste en la relación inversa proporcional entre el Pib real y la tasa de desempleo. No obstante, pese a las variaciones trimestrales de la tasa de desempleo se identifica que esta no presentó fluctuaciones significativas, por lo que la demanda del sector de la construcción, no se vio alterada por este factor.

Tabla 9
Formación bruta de Capital Fijo pública y privada

Años	Pública	Privada	Total
2000	27,5	72,5	100,0
2001	32,7	67,3	100,0
2002	30,7	69,3	100,0
2003	29,2	70,8	100,0
2004	26,9	73,1	100,0
2005	22,9	77,1	100,0
2006	20,3	79,7	100,0
2007	31,5	68,5	100,0
2008	32,2	67,8	100,0
2009	47,7	52,3	100,0
2010	44,2	55,8	100,0
2011	42,7	57,3	100,0
2012	46,7	53,3	100,0
2013	57,8	42,2	100,0
2014	57,6	42,4	100,0
2015	50,6	49,4	100,0
2016 sd	45,7	54,3	100,0
2017 p	41,9	58,1	100,0
Promedio 2000 - 2006	27,2	72,8	100,0
Promedio 2007 - 2017	45,3	54,7	100,0

Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaboración propia

La tabla 9 muestra que a la Formación Bruta de Capital Fijo, el Banco Central del Ecuador (2018) la ha dividido en dos sectores público y privado. Dentro de ambos

sectores se puede dividir en dos períodos en los cuales las cifras presentan un comportamiento similar para cada sector respectivamente. Antes del 2007 en el sector público la FBKF presenta un promedio de 27,20%, y la inversión privada un promedio de 72,80%. Después del 2007 la inversión posee un comportamiento creciente en el sector público que de tal manera llega al 57,8% de participación en el 2013 y comienza a decrecer. Al contrario, la FBKF en el sector privado inicia con un comportamiento decreciente llegando al mínimo en el 2013 con un 42,2% año en que la inversión pública empieza a decrecer. Sin embargo, a partir de este mismo año la inversión privada empieza a crecer.

La conclusión obtenida del factor inversión agrupado por pública y privada consiste en que la primera motivada por un alto precio de los hidrocarburos desplazó a la inversión privada; sin embargo, la inversión privada a partir del año 2013 en el cual descendió el precio de los hidrocarburos y con ello la inversión pública empezó a desplazar a esta inversión. Es así, que debido al carácter de la inversión pública supeditada al precio del petróleo, esta pudo incidir en las quiebras empresariales de aquellas empresas constructoras que tenían como cliente principal el Estado y sus obras públicas conllevando un mayor riesgo de quiebra, a diferencia, de aquellas entidades basadas en la inversión privada, la cual era menos dependiente del precio de los hidrocarburos, lo cual pudo incidir en una mayor tasa de supervivencia.

Tabla 10
Pib sectorial y real

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
PIB real	64.362.433	67.546.128	70.105.362	70.174.677	69.314.066	70.955.691
Agricultura	4.667.557	4.967.197	5.258.169	5.366.126	5.356.735	5.593.352
Manufactura	7.510.096	7.972.188	8.266.571	8.230.447	8.016.304	8.264.795
Construcción	6.132.321	6.586.767	6.893.456	6.838.747	6.444.179	6.159.857
Transporte	4.152.356	4.576.583	4.695.286	4.911.329	4.976.757	4.982.003

Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaboración propia

La tabla 10, permite apreciar la evolución del Pib real de la economía ecuatoriana en el período de análisis, junto con los sectores con los cuales la construcción presentaba un comportamiento líder en el período 2006-2011. Se identifica que el transporte es el sector que más crece dentro de los dos primeros años con el 6% y 10% respectivamente, sin embargo, en el 2014 decrece el 3%, en el 2015 se recupera pero su decrecimiento se da en los siguientes años, posiblemente se vieron afectados por las salvaguardias a los

CKD. Es la industria de la agricultura quien ha tenido una mejor tasa promedio del crecimiento del 3%, en cuanto a su participación en el Pib llega al 7.6%, este crecimiento pudo deberse a la Formación Bruta de Capital Fijo del sector público a través de vías de acceso, puentes, entre otras, consecuentemente se profundizaron los canales de comercialización. El sector manufacturero presenta una mayor tasa promedio de participación del Pib, además este sector recibió mayor financiamiento, también incidió en este sector las salvaguardias, tanto en el incremento de los costos de los factores de producción como de los precios de sus bienes fabricados (Banco Central del Ecuador 2018b).

Tabla 11
Tasas de crecimiento del Pib

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Participación construcción	0,090	0,095	0,098	0,098	0,097	0,093	0,087
Tasa crecimiento construcción	0,175	0,122	0,074	0,047	-0,008	-0,058	-0,044
Tasa crecimiento Pib	0,079	0,056	0,049	0,038	0,001	-0,012	0,024
Déficit presupuestario como porcentaje del Pib	-0,016	-0,020	-0,057	-0,063	-0,040	-0,056	-0,059

Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaboración propia

Al centrar el análisis en el sector de la construcción se identifica que la tendencia de la tasa de crecimiento del sector de la construcción es negativa, y el mayor año de decrecimiento fue el 2016. También el sector posee un comportamiento directamente proporcional con el Pib. Las principales conclusiones que se pueden obtener consisten en que el sector de la construcción no vio significativamente alterado su financiamiento proveído por entidades financieras. También la inversión pública constituyó un factor primordial en el sector de la construcción, debido a que esta proveyó a la economía de vías, edificios, etc. Sin embargo, cuando descendió el precio del hidrocarburo la inversión pública de igual manera descendió. Esta disminución también podría relacionarse con el déficit presupuestario. Debido a que el índice de precios a la construcción tuvo un comportamiento decreciente, este no incidió en las bancarrotas corporativas, debido a que la reducción y congelamiento de precios fue de los insumos y no de los precios de los inmuebles, viviendas, entre otros. Además, la disminución del volumen de crédito destinado al sector de la construcción fue mínima, sin embargo, esta se mantuvo dentro de niveles razonables, pese a la reducción global de la concesión de créditos. Finalmente existe mayor probabilidad de que una entidad constructora obtenga financiamiento de una

entidad financiera si se domicilia en la sierra y en la costa o en una provincia grande (Banco Central del Ecuador 2019c).

2. Análisis financiero

Una vez identificados los sectores que tuvieron un comportamiento económico más cercano a la construcción, a continuación, se procede a analizar sus índices financieros a fin de identificar si fueron factores relacionados a la liquidez, endeudamiento, rentabilidad, gestión empresarial o coyuntura financiera de los competidores directos las que generaron patrones de comportamiento que pudieron incidir en las quiebras de las constructoras durante el período de estudio.

Tabla 12
Indicadores financieros promedios 2012 - 2017 por sector

Industria	Liquidez	Endeudamiento	Apalancamiento	Rotación de activos	Rotación de cartera	Rentabilidad sobre activos
Agricultura	1.732	0,5395	18.012	6.520	40.619	0,0156
Transporte	5.636	0,6015	20.461	30.144	47.236	0,0369
Manufactura	14.056	0,2687	12.219	18.617	31.087	0,0314
<u>Construcción</u>	<u>6.902</u>	<u>0,4596</u>	<u>14.942</u>	<u>15.113</u>	<u>21.145</u>	<u>0,0267</u>

Fuente: Superintendencia de Compañías Valores y Seguros
Elaboración propia

En la tabla 12, se encuentra que según la Superintendencia de Compañías Valores y Seguros (2019): en el sector agrícola en promedio tuvo capacidad para cubrir sus obligaciones, lo cual conlleva que posiblemente en las empresas del sector agrícola no se encontraron obligadas a liquidar activos para obtener recursos, a fin de cumplir sus obligaciones, debido a que contaba con US\$ 1.732 excluidos inventarios para pagar las deudas. La razón de endeudamiento fue apenas moderada en relación con otros sectores, pues el sector agrícola disponía un dólar de activos por cada US\$ 0,54 de deuda. En atención al apalancamiento el sector generó US\$ 18.012 en activos, por cada dólar de patrimonio. La industria también vendió US\$ 6.520 gracias a cada dólar invertido en activos, posiblemente en activos fijos biológicos dada la naturaleza del sector. También se identifica que en promedio 40.619 veces las cuentas por cobrar se han efectivizado en el período de estudio en el sector. Finalmente, en promedio el sector agrícola ganó US\$ 0,02 por cada dólar de inversión en el período de estudio. Si bien la liquidez fue superior

a cada dólar de deuda, el costo de oportunidad de contar con recursos improductivos redujo el margen neto. Consecuentemente, en promedio el margen neto es el más bajo de todos los sectores. Por otra parte, el 53% de los activos de la empresa pertenecen a los deudores, de ahí que se pudo evaluar la conveniencia de reducir dicha razón de endeudamiento a fin de reducir el costo de financiamiento, situación que mejoraría el margen. Si bien la entidad generó US\$ 18.012 por cada dólar aportado por los accionistas y dicha cifra está entre las mayores de los sectores el excedente de los recursos se está licuando por una gestión ineficiente que se traduce en altos costos. Asimismo, existe una ineficiencia en la gestión, debido a que el sector debido a que la entidad apenas generó US\$ 6.520 por cada dólar de inversión en activos biológicos.

Asimismo, se puede apreciar en promedio: liquidez que le permitió disponer de capacidad para cancelar sus obligaciones, de igual manera que en el sector agrícola esto conlleva que el sector no se encuentre obligado a liquidar activos para cubrir obligaciones, debido a que contaba con US\$ 5.636 para cumplir sus obligaciones. La razón de endeudamiento fue elevada en relación con los demás sectores, pues el sector del transporte disponía un dólar de activos por cada dólar de deuda US\$ 0,60. Mientras que la industria generó US\$ 20.461 en activos por cada dólar de patrimonio. También el sector vendió US\$ 30.144, gracias a cada dólar invertido en activos. Además, la industria convirtió en efectivo y sus equivalentes 47.236 veces las cuentas por cobrar en el período de estudio. Así mismo, el sector obtuvo US\$ 0,04 por cada dólar de inversión en activos. En promedio, la industria tuvo recursos improductivos según sus índices sectoriales, los cuales pudo invertirlos de acuerdo a su costo de oportunidad o bien a través de la cancelación de deudas, en virtud a que la razón de endeudamiento es la más alta de todos los sectores. Es así que el sector hubiese podido reducir sus costos por la disminución del costo financiero y así mejorar la rentabilidad que pese a la coyuntura económica compleja que atravesó fue la que mejor desempeño generó.

También el sector de la manufactura presentó en promedio: liquidez que le brindó capacidad para cumplir sus obligaciones a tiempo, pues contaba con US\$ 14.056 fuera de inventarios para sus deudas. Como los sectores indicados anteriormente también en esta industria no se encontró obligada a vender sus activos para cumplir con las obligaciones. La razón de endeudamiento indica que el sector dispuso de un dólar en activo para cada US\$ 60 sesenta centavos de deuda, además el sector generó US\$ 12.219 en activos por cada dólar de patrimonio. También el sector convirtió 31.087 veces las cuentas por cobrar

en efectivo y sus equivalentes en el período de estudio. Mientras que la industria generó US\$ 18.617 dólares gracias a cada dólar invertido en los activos de la empresa. Así mismo, el sector obtuvo US\$ 0,03 de ganancia por cada dólar invertido en los activos. Indudablemente la manufactura obtuvo mejor liquidez por su elevada rotación de cartera, por la concentración de créditos en este sector, sin embargo, al apreciar el bajo índice de endeudamiento se puede indicar que en promedio los créditos son cancelados lo más pronto posible.

El sector de la construcción presentó en promedio: liquidez que le facilitó capacidad para cumplir sus obligaciones a tiempo y así como los demás sectores, no se encontró obligado a liquidar activos para cancelar deudas, debido a que contaban con US\$ 6.902 fuera de inventarios para cancelar los pasivos en el período de estudio. El endeudamiento que presentan expresa que terceros han financiado el 46% de los activos de la organización, indicador que se encuentra por debajo de la agricultura y el transporte. Además, por cada dólar de patrimonio el sector generó US\$ 14.942 de activos, pero gracias a cada dólar de activos de la industria, esta generó US\$ 15113. Asimismo, el sector convirtió en efectivo y sus equivalentes 21.145 veces las cuentas por cobrar. En cuanto a la rentabilidad del sector, este generó US\$ 0,03 de utilidad neta por cada dólar invertido en activos. El sector de la construcción dadas sus características inherentes e informalidad posee una mayor necesidad de liquidez en relación con los demás sectores, pero aún así, el sector dispone de un excedente de liquidez, la cual las organizaciones pudieron invertir a fin de mejorar la rentabilidad o anticiparse en la cancelación de aquellos préstamos con costo. En este sector se puede identificar que los ingresos generados gracias a los activos invertidos, apenas cubren la mitad de lo generado por el transporte. Esta situación evidencia la ineficiencia del sector, pues en el país todavía se realizan muchos trabajos de forma manual, por lo que la automatización aún está lejos de implementarse en la región. Además, se evidencia otro tipo de ineficiencia relacionado con la rotación de la cartera pues es menor en relación con otros sectores, esto podría indicar que las políticas crediticias son muy relajadas, lo cual se debería a causa de la crisis del sector que conlleva relajación en cuanto a las veces en que se efectivizan las cuentas por cobrar. Sin embargo, las administraciones de las firmas podrían negociar las carteras en la Bolsa de Valores a fin de mejorar no solo la calidad de sus activos sino también su capital de trabajo recuperación de las mismas. También se puede apreciar que el sector del transporte a generado más activos por cada dólar de patrimonio que el

presente sector, lo cual evidencia la falta de una gerencia que pueda convertir en estrategias las oportunidades que existen en el mercado a través de la mayor asignación de créditos al presente sector.

Tabla 13
Indicadores de liquidez de empresas analizadas y del sector

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Empresas sobrevivientes.	0,9015	1,1427	0,7203	0,1965	0,6677	1,7802
Empresas quebradas	-0,0915	-0,1235	-0,0879	-0,0240	-0,0133	-0,0091
Sector construcción	0,87	13.105,00	13.897,00	0,91	0,81	14.407,00

Fuente: Superintendencia de Compañías Valores y Seguros
Elaboración propia

En la tabla 13 se puede identificar que las organizaciones que no presentaron la quiebra empresarial, mantuvieron una liquidez promedio de US\$ 0,90, donde en el 2015 y 2016, años con decrecimientos del Pib de la construcción contaron con menor liquidez, pero en el siguiente año presentaron una mejoría. Los recursos con los que estas dispusieron en épocas de crisis pudieron ser insuficiente para cancelar las obligaciones inherentes a su operación, por lo que pudieron verse obligadas en vender activos para cubrir las mismas. Las empresas quebradas mantuvieron una necesidad permanente de liquidez, sobre todo en los tres primeros años de vida societaria, consecuentemente es probable que en estos años existan mayor cantidad de quiebras registradas (Superintendencia de Compañías Valores y Seguros 2019).

Tabla 14
Indicadores de endeudamiento de empresas analizadas y del sector

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Empresas sobrevivientes	0,3530	0,3127	0,4336	0,3993	0,2868	0,3326
Empresas quebradas	0,6586	0,6231	0,5508	0,5975	0,5331	0,7366
Sector construcción	0,5658	0,5562	0,4887	0,4422	0,3380	0,3667

Fuente: Superintendencia de Compañías Valores y Seguros
Elaboración propia

En la tabla 14, se puede apreciar que las constructoras que no presentaron quiebra, mantuvieron un endeudamiento promedio de US\$ 0,35 por cada dólar de activos en el período analizado, al analizar los períodos donde hubo mayor decrecimiento en el sector de la construcción, se identifica que estas empresas presentaron una actitud de cautela reduciendo su nivel de endeudamiento, es así que en el 2016 año de mayor crisis la razón

de endeudamiento fue de US\$ 0,29 por cada dólar de deuda en el corto plazo. Sin embargo, las empresas quebradas a lo largo del período analizado tuvieron un promedio de endeudamiento de US\$ 0,62. Pese a que en el 2016 la razón se redujo al US\$ 0,53 fue alta en relación con las no quebradas y más aún con el sector de la construcción.

Tabla 15
Indicadores período medio de cartera (cobranza y pagos) de empresas analizadas y del sector

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Período medio de pago en empresas sobrevivientes	473	1.944	116	143	16	149
Período medio de cobranza en empresas sobrevivientes	136	27	88	171	194	198
Período medio de pago en empresas quebradas	517	2.427	232	412	124	140
Período medio de cobranza en empresas quebradas	63	26	48	1.539	50	7
Período medio de cobranza del sector de la construcción	-	157.940	436.325	12.315	117.290	872.494
Período medio de pagos del sector de la construcción	0.0000	569.713	911.432	80.749	0.0001	2.330.755

Fuente: Superintendencia de Compañías Valores y Seguros

Elaboración propia

La tabla 15 muestra la duración promedio en días de cobranzas y de pagos de las empresas sobrevivientes, es así que en promedio los períodos de pago fueron 473 días en el período analizado, y de 136 días el período medio de cobro de la cartera. Una particularidad consiste en que en el año 2016 es donde existió un mayor plazo de cobranza, pero fue el menor período de cobro a los clientes y en el 2013 existió un mayor apalancamiento con el plazo de pagos, asimismo fue el año donde menor fue la duración de los cobros, el cual coincide con el año de mayor expansión de la inversión pública. En las empresas que presentaron quiebra empresarial en promedio los días de cobranza en promedio fueron de 289 días, donde la mayor duración de cobranza fue en el 2015 año donde presentó mayor período medio de cobranza. Sin embargo, el período medio de pago fue de 642 días en el período de análisis (Superintendencia de Compañías Valores y Seguros 2019).

Tabla 16
Indicadores promedio de rentabilidad sobre activos de empresas analizadas y del sector

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Roa de empresas sobrevivientes	0,0556	0,0065	0,0316	0,0655	0,1184	0,0559
Roa de empresas quebradas	-0,3020	-0,2683	-0,2470	-0,0724	-0,0620	-0,0555
Roa del sector construcción	0,0055	0,0382	0,0621	0,0060	0,0000	0,0483

Fuente: Superintendencia de Compañías Valores y Seguros
Elaboración propia

La tabla 16, muestra la rentabilidad sobre activos de las empresas sobrevivientes donde se identifica que en promedio tuvieron una rentabilidad de 5,6% en el período de análisis, se puede apreciar que si bien en el 2016 existió mayor decrecimiento en el sector de la construcción. Sin embargo, la gestión de las empresas sobrevivientes les permitió obtener una rentabilidad sobre activos del 11,84%, lo cual evidencia que la crisis incidió en la rentabilidad y quiebras, esta pudo ser sorteada con una adecuada gestión. En cuanto a las empresas quebradas se puede identificar que estas presentaron pérdidas en cada año del período de estudio. Si se consolida los presentes indicadores se puede concluir que las empresas con quiebra presentan pérdidas por años consecutivos, elevadas tasas de endeudamiento e iliquidez por períodos seguidos. Además, los indicadores financieros en promedio son inferiores al sector de la construcción (Superintendencia de Compañías Valores y Seguros 2019).

3. Análisis de duración

En el presente análisis de duración se desarrolla el método de Kaplan – Meier y el modelo semiparamétrico de riesgos proporcionales de Cox, no como herramientas alternativas, sino más bien complementarias, las cuales se utilizarán acorde a la naturaleza de los datos disponibles (Cordón y García 2016). El presente análisis de duración ayudará a obtener un sistema de alertas tempranas para prevenir quiebras empresariales en virtud de la ausencia de un sistema de riesgos de este tipo en las entidades de control del sector real. A continuación, se exponen los resultados obtenidos del modelo seleccionado

3.1. Resultados del método de Kaplan – Meier

3.1.1. Función de supervivencia

Tabla 17
Función de Supervivencia mediante Kaplan - Meier

Time	Beg. Total	Net Fail	Net Lost	Survivor Function	Std. Error	[95% Conf. Int.]	
T_KM=0							
1	26	2	0	0,9231	0,0523	0,7260	0,9802
2	24	2	0	0,8462	0,0708	0,6404	0,9393
3	22	1	2	0,8077	0,0773	0,5981	0,9151
4	19	0	1	0,8077	0,0773	0,5981	0,9151
5	18	3	3	0,6731	0,0958	0,4488	0,8223
6	12	0	12	0,6731	0,0958	0,4488	0,8223
T_KM=1							
1	137	16	0	0,8832	0,0274	0,8165	0,9268
2	121	18	6	0,7518	0,0369	0,6705	0,8158
3	97	2	8	0,7363	0,0377	0,6538	0,8022
4	87	3	3	0,7109	0,0392	0,6261	0,7799
5	81	5	5	0,6670	0,0414	0,5788	0,7409
6	71	2	69	0,6483	0,0423	0,5587	0,7242

Fuente: Superintendencia de Compañías
Elaboración propia

Para las medianas empresas constructoras se puede apreciar que se presentan 26 empresas en riesgo de quiebra al comienzo del primer año, sin embargo al término del mismo 2 organizaciones tuvieron el fracaso empresarial, lo que representa a una probabilidad de supervivencia cuando menos hasta el 2012 de 92,31%; en el segundo año se presentan 24 empresas con riesgo de quiebra; mientras que para el tercero se presentan 22 empresas con riesgo de fracaso empresarial al inicio del tercer año, no obstante, una organización presenta quiebra técnica y dos organizaciones son censuradas por la derecha, consecuentemente el 80,77% de las medianas empresas constructoras constituidas en el 2012 sobreviven al menos hasta el 2014. Al término del 2016 se puede observar que la Función de Supervivencia es la misma que para el 2017, ello se debe a que en el último año no se presentan empresas quebradas, no obstante, en este último año 12 entidades han sido censuradas por la derecha.

Para las pequeñas empresas constructoras se visualiza que existen 137 entidades en riesgo de quiebra al inicio del 2012, de las cuales 16 empresas presentan quiebra empresarial al culminar el mismo, por lo que la probabilidad es de 88,32% para la

supervivencia de al menos el primer año. En el tercer año, 97 pequeñas empresas constructoras constituidas en el 2012 presentaban riesgo de fracaso empresarial, de las cuáles 2 quebraron y 8 fueron censuradas por la derecha, por lo que, en el 2014, la probabilidad de supervivencia cuando menos en este año es de 73,63%. Para culminar en el 2017, 71 empresas presentaban riesgo de quiebra al inicio de dicho año, 2 entidades tuvieron el evento de quiebra al culminar el año, es así que con el 95% de seguridad, la probabilidad de que las empresas sobrevivan cuando menos hasta el sexto año se encuentra entre el 55,87% y 72,42%.

3.1.2. Curvas de supervivencia

3.1.2.1. Por tamaño empresarial

A continuación, se procede a identificar si existen diferencias en las curvas de supervivencia de las pequeñas y las medianas empresas constructoras a fin de identificar si las tasas de bancarrota son similares a través del desarrollo de Log-rank test:

Tabla 18
Log-rank test por tamaño empresarial

Log-rank test for equality of survivor functions

T_KM	Events observed	Events expected
Medianas	8	9,020
Pequeñas	46	44,980
Total	54	54,000

$$\begin{aligned} \text{chi2}(1) &= 0,15 \\ \text{Pr}>\text{chi2} &= 0,6960 \end{aligned}$$

Fuente: Superintendencia de Compañías
Elaboración propia

Las pruebas de hipótesis específicas para la prueba estadística son:

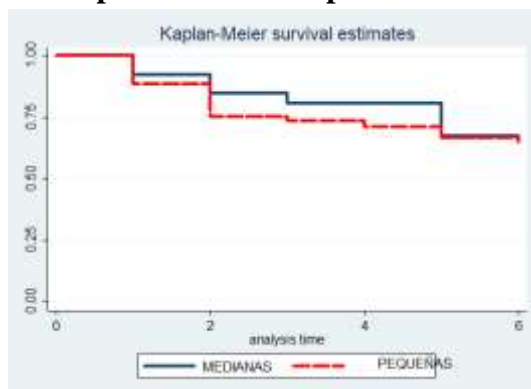
H_0 : No existe diferencia entre las curvas de supervivencia de las pequeñas y medianas empresas constructoras

H_1 : Existe diferencia entre las curvas de supervivencia de las pequeñas y medianas empresas constructoras

Como la probabilidad para el estadístico log-rank de 69,60% es mayor al nivel de significancia del 1%, se puede indicar que no existe evidencia estadísticamente

significativa para no rechazar la hipótesis nula, por lo que no existe diferencia entre las curvas de supervivencia de las pequeñas y medianas empresas constructoras del Ecuador en el período 2012 – 2017. En seguida, se procede a identificar gráficamente la posible existencia de tipo de comportamiento de supervivencia:

Gráfico 6
Curvas de supervivencia KM por tamaño empresarial



Fuente: Superintendencia de Compañías
Elaboración propia

En el gráfico 11 se puede apreciar las curvas de supervivencia por el método de Kaplan – Meier, de las pequeñas y medianas empresas constructoras, donde se identifica que ambos tipos de empresas inician con igual probabilidad de supervivencia, pero a partir del 2013 esta probabilidad difiere en mayor proporción con las medianas constructoras. En dicho año la inversión pública llegó a su máxima participación en el período de análisis, lo cual podría sugerir que la gestión de las medianas empresas y sus recursos como capital de trabajo, activos fijos les permitieron aprovechar más dicha inversión. En los años 2013 al 2015 las empresas sobrevivientes cuentan con mayor capacidad de liquidez para cancelar sus obligaciones que las empresas quebradas. Asimismo, en relación al endeudamiento, las empresas que presentan bancarrota poseen en promedio un 59% de endeudamiento, mientras que para las sanas su endeudamiento apenas llega en promedio al 38%. En el 2017 la tasa de supervivencia de las empresas medianas tiende a igualarse con las pequeñas, posiblemente incidió la reducción de la inversión en el sector público cuyo porcentaje de participación fue del 41,9% en dicho año. Se concluye que en el período de estudio la duración mínima fue de 1 año y la máxima de 6 años, además la tasa media de riesgo fue de 6,61% para las medianas empresas y de 7,74% para las pequeñas empresas en el período de seguimiento.

3.1.2.2. Por región

A continuación, se procede a identificar si existen diferencias en las curvas de supervivencia de las empresas constructoras del oriente, costa y sierra a fin de identificar si las tasas de bancarrota son similares a través del desarrollo de Log-rank test:

Tabla 19
Log-rank test por región

Log-rank test for equality of survivor functions

REG_KM	Events Observed	Events Expected
Oriente	2	2,500
Costa	31	29,760
Sierra	21	21,740
Total	54	54,000
	chi2(2) = 0,20	
	Pr>chi2 = 0,9062	

Fuente: Superintendencia de Compañías
Elaboración propia

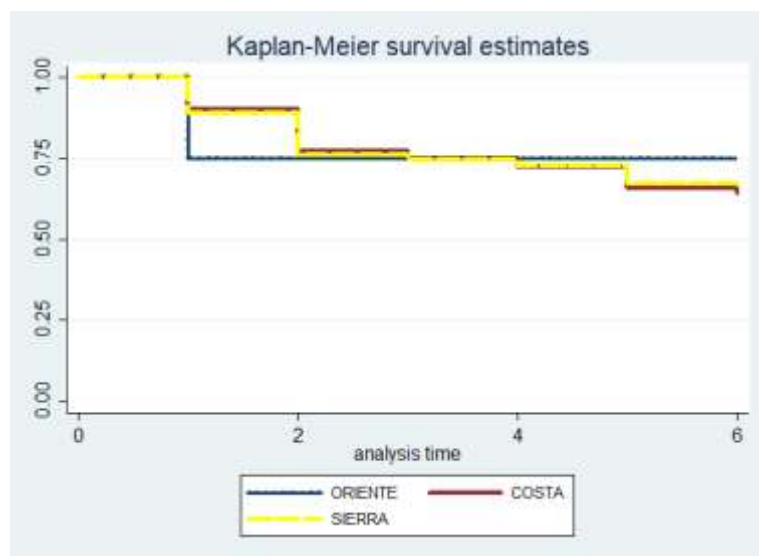
Las pruebas de hipótesis específicas para la prueba estadística son:

H_0 : *No existe diferencia entre las curvas de supervivencia de las empresas de las regiones del oriente, sierra y la costa*

H_1 : *Existe diferencia entre las curvas de supervivencia de las de las empresas de las regiones del oriente, sierra y la costa*

Como la probabilidad para el estadístico log-rank de 90,62% es mayor al nivel de significancia del 1%, se puede indicar que no existe evidencia estadísticamente significativa para no rechazar la hipótesis nula, por lo que no existe diferencia entre las curvas de supervivencia de las empresas constructoras del oriente, sierra y la costa del Ecuador en el período 2012 – 2017. En seguida, se procede a identificar gráficamente la posible existencia de un patrón de comportamiento de supervivencia:

Gráfico 7
Curvas de Supervivencia KM por región



Fuente: Superintendencia de Compañías
Elaboración propia

En el gráfico 7 se puede apreciar las curvas de supervivencia por el método de Kaplan – Meier, de las pequeñas y medianas empresas constructoras que pertenecen al oriente, costa o sierra, donde se identifica que todas las procedencias inician con igual probabilidad de supervivencia, pero a partir del 2012 esta probabilidad difiere en mayor proporción con empresas del oriente. En dicho año la participación de créditos relacionados con la construcción y canalizados al oriente fue de 3% del total. En los siguientes años el promedio de créditos otorgados a la construcción y canalizados hacia el oriente sería del 2%. También en el 2012 se puede apreciar que las constructoras de la sierra y el oriente presentan un patrón de supervivencia muy similar, pero en los años 2012 y 2013 poseen mayor supervivencia las organizaciones de la costa. No obstante, en los años 2016 y 2017 las entidades de la sierra poseen mayor supervivencia. Es poco probable que los créditos a la construcción incidan en la supervivencia de las empresas analizadas regionalmente, debido a que estos presentaron una media del 53% de créditos relacionados con la construcción y canalizados a la sierra en el período 2013 – 2017. Mientras que, para la costa, la media fue del 45% para el mismo período.

Las empresas sobrevivientes de la costa tuvieron un margen neto más elevado en el 2016, pero una menor liquidez, sin embargo, en promedio tuvieron mayor endeudamiento en el mismo año. Consecuentemente su gestión no fue muy eficiente y a causa de ello perdieron el liderazgo en la supervivencia. Las empresas de la sierra contaron con menor liquidez y rentabilidad en los primeros (2012-2013), sin embargo,

tuvieron mayor endeudamiento, pero en los períodos siguientes gozaron de mayor liquidez, rentabilidad y menor endeudamiento.

Las empresas que presentaron bancarrota de la sierra presentaron una característica importante consiste en que presentaron una elevada razón de pérdida neta en el primer año. De ahí que en el segundo año estas empresas presentaron mayor iliquidez y en el tercer año registraron un mayor endeudamiento en el 2014. Las empresas con quiebra de la costa en promedio presentaron la mayor quiebra en el 2013, en el 2014 mayor necesidad de recursos líquidos, y en el 2013 y 2016 fueron los años con mayor endeudamiento. Debido a lo indicado anteriormente, se concluye que todas las empresas de la sierra, costa y oriente tuvieron una duración mínima de uno y una máxima de 6 años, donde la tasa media de riesgo para las empresas domiciliadas en el oriente es de 5.88%, para las empresas de la sierra la tasa media es de 7,22%, y para las de la costa la tasa media de riesgo es de 7,95%.

3.1.2.3. Por tipo de provincia

A continuación, se procede a identificar si existen diferencias en las curvas de supervivencia de las constructoras domiciliadas en provincias grandes y en el resto de provincias del Ecuador en el período 2012 – 2017, a fin de identificar si las tasas de bancarrota son similares a través del desarrollo de Log-rank test:

Tabla 20
Log-rank test por tipo de provincia

Log-rank test for equality of survivor functions

PG_KM	Events Observed	Events expected
Resto de provincias	21	16,820
Provincia grande (Pichincha, Guayas, Azuay)	33	37,180
Total	54	54,000
chi2(1) =	1,67	
Pr>chi2 =	0,1957	

Fuente: Superintendencia de Compañías
Elaboración propia

Las pruebas de hipótesis específicas para la prueba estadística son:

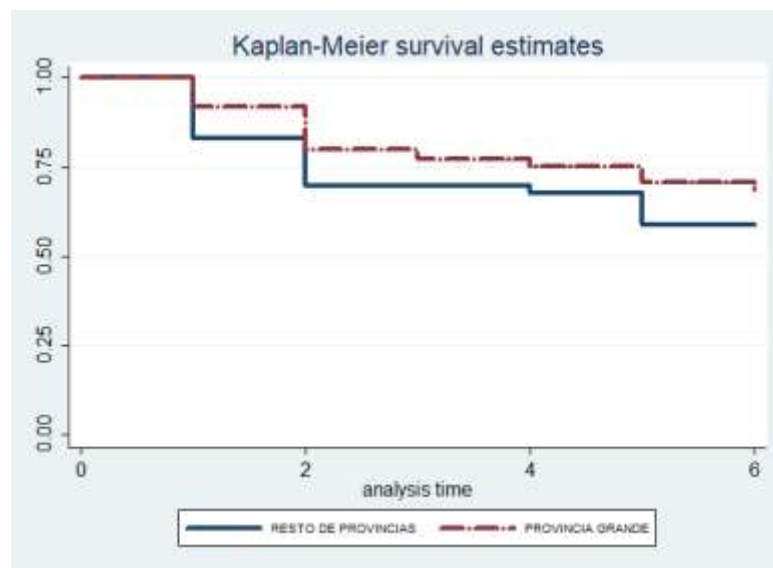
H_0 : *No existe diferencia entre las curvas de supervivencia de las empresas domiciliadas en provincias grandes con aquellas domiciliadas en el resto*

de provincias

H_1 : *Existe diferencia entre las curvas de supervivencia de las de las empresas domiciliadas en provincias grandes con aquellas domiciliadas en el resto de provincias*

Como la probabilidad para el estadístico log-rank de 19,57% es mayor al nivel de significancia del 1%, se puede indicar que no existe evidencia estadísticamente significativa para no rechazar la hipótesis nula, por lo que no existe diferencia entre las curvas de supervivencia de las empresas domiciliadas en provincias grandes y en el resto de provincias del Ecuador, en el período 2012 – 2017. En seguida, se procede a identificar gráficamente la posible existencia de un patrón de comportamiento de supervivencia:

Gráfico 8
Curva de Supervivencia KM por tipo de provincia



Fuente: Superintendencia de Compañías
Elaboración propia

El gráfico 8 muestra que los dos grupos de empresas inician con la misma probabilidad de supervivencia, sin embargo, en el transcurso del período de seguimiento aquellas domiciliadas en provincias grandes presentan mayor supervivencia que aquellas domiciliadas en el resto el Ecuador.

La curva de supervivencia del resto de provincias descendió más rápido en el 2013 y en el 2017. A nivel macroeconómico los créditos asignados al sector de la construcción y asignados a provincias grandes en promedio superan el 75% en todo el período de seguimiento, sin embargo, en el 2013 el otorgamiento de créditos al resto de provincias

descendió un 27%. También en el mismo año, la inversión pública llegó a su máxima participación en el país. Las empresas sobrevivientes del resto de provincias, si bien no tuvieron problemas de liquidez esta fue ajustada y fue mayor en los dos primeros años de vida. De igual manera se encontró que presentaron mejores niveles de rentabilidad en los primeros años de vida, junto con un endeudamiento decreciente en los mismos años. A diferencia de las empresas que registran quiebra y se encuentran domiciliadas en el resto de provincias presentan dificultades en su liquidez desde el primer año de vida, asimismo presentan elevados y crecientes niveles de endeudamiento en los primeros años. Asimismo, presentan crecientes niveles de márgenes negativos en los primeros años.

La curva de supervivencia de las empresas domiciliadas en provincias grandes presenta una mayor reducción en el 2014, año en el cual el sector de la construcción creció un 4,7% pero en el 2013 la tasa había crecido un 7,4%, es decir existió una desaceleración del sector de la construcción. En los años siguientes la reducción de la curva de supervivencia es marginal, aunque el último año la disminución es ligeramente mayor, en este mismo tiempo el porcentaje de la participación pública de la inversión total descendió al 41,9%. Las empresas sobrevivientes de las provincias grandes contaron con elevados niveles de liquidez el primer año, los cuáles pese a ir disminuyendo hasta el cuarto año les permitieron seguir operando, de tal manera que en el quinto año este indicador en promedio incrementó. Asimismo, el nivel de endeudamiento es bajo en los primeros años, si bien estos incrementan en los siguientes también lo hace el margen neto. Las empresas quebradas de las provincias grandes. Las empresas que presentaron quiebra domiciliadas en las provincias grandes tuvieron crecientes necesidades de liquidez en los primeros años. También contaron con crecientes márgenes negativos y en promedio elevadas razones de endeudamiento durante todo el período el seguimiento. Por lo indicado anteriormente, se concluye que las constructoras domiciliadas en grandes provincias y en el resto de provincias poseen una duración mínima de uno y una máxima de 6 años. Las domiciliadas en las grandes empresas poseen una tasa media de riesgo de 6,67%, mientras que las domiciliadas en el resto de provincias 9,55%.

3.2. Resultados del modelo de riesgo proporcional de Cox

A continuación, se analiza los resultados del modelo semiparamétrico de riesgos proporcionales de Cox, efectuado inicialmente a 163 empresas constructoras, de las cuales 26 son medianas y 137 pequeñas empresas constructoras del Ecuador, constituidas

en el período 2012. Pero, debido a la evaluación de los residuos (Pinto, Carvalho, y Vinga 2016) y el cumplimiento de los supuestos del modelo, se filtraron 7 *outliers* (Liu 2012) y quedaron 156 empresas para estimar el modelo. Los resultados se encuentran agrupados en riesgo relativo, riesgo basal, pruebas de multicolinealidad, evaluación de supuestos, y evaluación del modelo a través del índice de pronóstico.

3.2.1. Riesgo relativo

En base a las variables seleccionadas (ver capítulo III) bajo los criterios de popularidad en la literatura financiera en el estado del arte del período 2012 - 2017, aporte empírico en la explicación de las quiebras empresariales en el sector de la construcción en Ecuador, significancia individual de las variables junto con el modelo, cumplimiento de supuestos del modelo, se desarrolló el modelo de Cox. Los resultados del riesgo relativo se presentan a continuación:

Tabla 21
Regresión de riesgos proporcionales de Cox en coeficientes

Regression results

_t	Coef.	St. Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
Liquidez	-3,591	0,484	-7,42	0,000	-4,540	-2,643	***
Endeudamiento	1,670	0,315	5,30	0,000	1,053	2,287	***
Apalancamiento	-0,053	0,011	-4,68	0,000	-0,075	-0,031	***
Rotación_AF	-0,102	0,026	-3,86	0,000	-0,154	-0,050	***
Rentabilidad	-34,586	7,410	-4,67	0,000	-49,109	-20,064	***
Inversion_Publica	5,843	0,620	9,42	0,000	4,626	7,059	***
Mean dependent var		4,404	SD dependent var			1,937	
Pseudo r-squared		0,386	Number of obs			156,000	
Chi-square		166,193	Prob > chi2			0,000	
Akaike crit, (AIC)		297,183	Bayesian crit, (BIC)			315,482	

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

Fuente: Superintendencia de Compañías
Elaboración propia

Con los resultados de la tabla 21 se procede a evaluar si las covariables incluidas en el modelo son estadísticamente significativas, a través de pruebas de hipótesis individuales, para un nivel de significancia del 1%, para todas las pruebas de hipótesis. A fin de establecer si cada una aporta a la explicación del modelo de quiebras empresariales. Las pruebas de hipótesis individuales para cada variable explicativa son:

Para la variable liquidez:

$$H_0: \beta_1 = 0$$

$$H_1: \beta_1 \neq 0$$

Como la probabilidad de la variable liquidez en el estadístico del test de Wald es 0% y es menor al nivel de significancia del 1%, se puede indicar que existe evidencia estadísticamente significativa para rechazar la hipótesis nula, por lo que el coeficiente de la variable liquidez, es diferente de cero. Consecuentemente, si establecemos límites de confianza al 95% sobre la reducción de la posibilidad de quiebra ante incrementos de la liquidez, en el largo plazo en 95 de cada 100 casos, se acertará en la disminución de la quiebra, debido a que esta se encontrará entre el 4,54% y 2,64%. Sin embargo, para ser más objetivos, se indica que al mantener el resto de variables constantes, frente a un incremento marginal en promedio de la liquidez, la posibilidad de quiebra de las Pymes constructoras en promedio se reduce un 3.59%. Para concluir se indica que el signo es el esperado.

A continuación, se procede a evaluar la variable endeudamiento:

$$H_0: \beta_2 = 0$$

$$H_1: \beta_2 \neq 0$$

Como la probabilidad de la variable endeudamiento en el estadístico del test de Wald es 0% y es menor al nivel de significancia del 1%, se puede indicar que existe evidencia estadísticamente significativa para rechazar la hipótesis nula, por lo que el coeficiente de la variable endeudamiento, es diferente de cero. Consecuentemente, si establecemos límites de confianza al 95% sobre el incremento de la posibilidad de quiebra ante incrementos del endeudamiento, en el largo plazo en 95 de cada 100 casos, se acertará en el incremento de la quiebra, debido a que esta se encontrará entre el 1,05% y 2,29%. Sin embargo, para ser más objetivos, se indica que al mantener el resto de variables constantes, frente a un incremento marginal en promedio de la liquidez, la posibilidad de quiebra de las Pymes constructoras en promedio incrementa un 1,67%. Para concluir se indica que el signo es el esperado.

En seguida, se evalúa la variable apalancamiento:

$$H_0: \beta_3 = 0$$

$$H_1: \beta_3 \neq 0$$

Como la probabilidad de la variable apalancamiento en el estadístico del test de Wald es 0% y es menor al nivel de significancia del 1%, se puede indicar que existe evidencia estadísticamente significativa para rechazar la hipótesis nula, por lo que el coeficiente de la variable apalancamiento, es diferente de cero. Consecuentemente, si establecemos límites de confianza al 95% sobre la disminución de la posibilidad de

quiebra ante incrementos del apalancamiento, en el largo plazo en 95 de cada 100 casos, se acertará en la reducción de la quiebra, debido a que esta se encontrará entre el 0,031% y 0,075%. Sin embargo, para ser más objetivos, se indica que al mantener el resto de variables constantes, frente a un incremento marginal en promedio de la liquidez, la posibilidad de quiebra de las Pymes constructoras en promedio reduce un 0,053%. Para concluir se indica que el signo es el esperado.

La siguiente variable a evaluar es la rotación de activos fijos:

$$H_0: \beta_4 = 0$$

$$H_1: \beta_4 \neq 0$$

Como la probabilidad de la variable apalancamiento en el estadístico del test de Wald es 0% y es menor al nivel de significancia del 1%, se puede indicar que existe evidencia estadísticamente significativa para rechazar la hipótesis nula, por lo que el coeficiente de la variable rotación de activos fijos, es diferente de cero. Consecuentemente, si establecemos límites de confianza al 95% sobre la disminución de la posibilidad de quiebra ante incrementos de la rotación de activos fijos, en el largo plazo en 95 de cada 100 casos, se acertará en la reducción de la quiebra, debido a que esta se encontrará entre el 0,05% y 0,15%. Sin embargo, para ser más objetivos, se indica que al mantener el resto de variables constantes, frente a un incremento marginal en promedio de la liquidez, la posibilidad de quiebra de las Pymes constructoras en promedio reduce un 0,10%. Para concluir se indica que el signo es el esperado.

La próxima variable a evaluar es la rentabilidad:

$$H_0: \beta_5 = 0$$

$$H_1: \beta_5 \neq 0$$

Como la probabilidad de la variable apalancamiento en el estadístico del test de Wald es 0% y es menor al nivel de significancia del 1%, se puede indicar que existe evidencia estadísticamente significativa para rechazar la hipótesis nula, por lo que el coeficiente de la variable rotación de activos fijos, es diferente de cero. Consecuentemente, si establecemos límites de confianza al 95% sobre la disminución de la posibilidad de quiebra ante incrementos de la rotación de activos fijos, en el largo plazo en 95 de cada 100 casos, se acertará en la disminución de la quiebra, debido a que esta se encontrará entre el 20,06% y 49,11%. Sin embargo, para ser más objetivos, se indica que al mantener el resto de variables constantes, frente a un incremento marginal en promedio

de la liquidez, la posibilidad de quiebra de las Pymes constructoras en promedio reduce un 34,59%. Para concluir se indica que el signo es el esperado.

A continuación, se procede a evaluar la variable inversión pública:

$$H_0: \beta_6 = 0$$

$$H_1: \beta_6 \neq 0$$

Como la probabilidad de la variable inversión pública en el estadístico del test de Wald es 0% y es menor al nivel de significancia del 1%, se puede indicar que existe evidencia estadísticamente significativa para rechazar la hipótesis nula, por lo que el coeficiente de la variable inversión pública, es diferente de cero. Consecuentemente, si establecemos límites de confianza al 95% sobre el incremento de la posibilidad de quiebra ante incrementos del endeudamiento, en el largo plazo en 95 de cada 100 casos, se acertará en el incremento de la quiebra, debido a que esta se encontrará entre el 4,63% y 7,06%. Sin embargo, para ser más objetivos, se indica que al mantener el resto de variables constantes, frente a un incremento marginal en promedio de la liquidez, la posibilidad de quiebra de las Pymes constructoras en promedio incrementa un 5,84%. Para concluir se indica que el signo es el esperado.

En seguida, se evalúa el modelo de forma conjunta:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = 0$$

$$H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4 \neq \beta_5 \neq \beta_6 \neq 0$$

Debido a que la probabilidad del estadístico de Lagakos (Cordón y García 2016) es 0% y es menor al nivel de significancia del 1%, se puede establecer que existe evidencia estadísticamente significativa para rechazar la hipótesis nula, por lo que los betas simultáneamente son diferentes a cero.

Al evaluar todas las covariables se puede analizar, que la variable explicativa que presenta una menor afectación a la posibilidad de quiebra es el apalancamiento interno; mientras que la variable que presenta mayor afectación en la misma es la rentabilidad acumulada sobre los activos, lo cual se encuentra dentro de lo esperado en razón de que no solo la rentabilidad del ejercicio sobre los activos es relevante, sino también los resultados de ejercicios pasados. La inversión pública presenta un resultado que conviene resaltar no solo por el principio de escasez de los recursos, sino también por el aporte que podría representar al diseño de políticas públicas (Blanchard, Amighini, y Giavazzi 2012).

El resultado del modelo con dicha variable si bien indica que al incrementar dicha variable el riesgo de quiebra aumenta, no sería válido afirmar que la inversión en puertos, carreteras, hospitales necesaria para el desarrollo económico debería suspenderse; sino más bien, para las pequeñas y medianas empresas constructoras, la inversión pública en promedio no fue sostenible en el tiempo de seguimiento, consecuentemente las organizaciones que tuvieron como cliente principal al Estado ecuatoriano atravesaron dificultades financieras y de otra índole medidas a través del riesgo basal, debido a que al disminuir el ingreso del Estado por la caída del precio de los hidrocarburos (Banco Central del Ecuador 2019b), este redujo no solo su inversión pública sino también la frecuencia de los pagos, incrementando el riesgo de quiebra sobre las medianas y pequeñas empresas constructoras.

Los resultados de la variable liquidez reflejan que las organizaciones que tuvieron una mejor gestión en cuanto a esta variable, procurando contar permanentemente con efectivo y sus equivalentes para cubrir sus obligaciones, el cual procedió de sus ventas y pronta cobranza, tuvieron un menor impacto de la coyuntura económica del país en el período de estudio y debido a ello se redujo su posibilidad de quiebra. Sin embargo, las constructoras que buscaron liquidez por medio de un elevado nivel de endeudamiento, debido a su menor capacidad de generar ingresos por ventas, no solo que redujeron su débil margen neto, sino también tuvieron dificultades financieras en los siguientes períodos por cubrir estos préstamos. La fuente de financiamiento, si bien reduce la posibilidad de quiebra de las constructoras cuando esta proviene de los accionistas de dichas entidades, posee una incidencia marginal, de manera que no alcanza ni al 0.1%. Consecuentemente se podría considerar una extensión de la proposición I de Modigliani y Miller (Ross, Westerfield, y Jaffe 2010) a las quiebras empresariales. De manera que, es más importante la administración de la liquidez y la gestión de las operaciones en las organizaciones, antes que la fuente de financiamiento.

La variable rotación de activos fijos, muestra la eficiencia de las administraciones para la utilización de su propiedad, planta y equipo. Al relacionar este indicador con la bancarrota empresarial, se concluye que las Pymes constructoras constituidas en el 2012 en Ecuador no son eficientes, además son intensivas en la utilización de talento humano en su operación y generación de ingresos. Esta situación, podría recomendar el cambio de estrategia, debido a la reducida productividad en la construcción (Camino et al. 2018). No obstante, pese a la escasa eficiencia de las organizaciones de análisis, la posibilidad

de quiebra se redujo un 0.10%, de ahí que si las organizaciones incrementan este indicador la posibilidad de quiebra reducirá.

Finalmente, la rentabilidad no solo de un ejercicio, sino también de anteriores⁷ es el principal factor que incide en una reducción de las quiebras empresariales de las Pymes constructoras constituidas en el 2012. Este resultado se debe a que los flujos generados por las actividades operativas⁸ constituyen la principal fuente de financiamiento de una empresa sobreviviente. Mientras que los flujos provenientes de actividades de desinversión⁹ y financiamiento únicamente son complementarias a los primeros para reducir la posibilidad de quiebra (Ross, Westerfield, y Jaffe 2010). De esta manera una gestión que priorice los ingresos de financiamiento junto con aquellos provenientes de desinversión, antes que los operativos, indudablemente incrementará su posibilidad de quiebra en ese mismo ejercicio e incidirá en los períodos siguientes.

Pese a la difícil coyuntura que atravesaron las Pymes constructoras, se evidenció que las ganancias se encuentran asociadas a la gestión corporativa en los ámbitos operativos, financieros y estratégicos.

3.2.2. Riesgo basal

Como se indicó en los párrafos anteriores, el modelo de riesgos proporcionales de Cox está compuesto por dos elementos, el riesgo basal y el riesgo relativo. Debido a que en la sección anterior se analizó el riesgo relativo el cual es constante para todos los períodos de seguimiento del modelo (Liu 2012), a continuación se analiza el riesgo basal en cada año de seguimiento a las Pymes constructoras del Ecuador, constituidas en el 2012:

Tabla 22
Modelo de Riesgos Proporcionales de Cox

Período	Riesgo sistémico	Modelo de riesgos proporcionales de Cox
$h_{(2012;x)}$	0,0212	$0,0212 e^{(-3.59L_i+1.67E_i-0.05A_i-0.10RA_i-34.59ROA_i+5.84IPB_i)}$
$h_{(2013;x)}$	0,1010	$0,1010 e^{(-3.59L_i+1.67E_i-0.05A_i-0.10RA_i-34.59ROA_i+5.84IPB_i)}$
$h_{(2014;x)}$	0,1038	$0,1038 e^{(-3.59L_i+1.67E_i-0.05A_i-0.10RA_i-34.59ROA_i+5.84IPB_i)}$

⁷ En organizaciones con pérdidas posteriores al ejercicio 2012.

⁸ Es decir, rentas por servicios de construcción deducidos de sus respectivos costos y gastos.

⁹ Se refiere a los flujos obtenidos por la venta de propiedad, planta y equipo u otros activos.

$h_{(2015;x)}$	0,0948	$0,0948 e^{(-3.59L_i+1.67E_i-0.05A_i-0.10RA_i-34.59ROA_i+5.84IPB_i)}$
$h_{(2016;x)}$	0,2943	$0,2943 e^{(-3.59L_i+1.67E_i-0.05A_i-0.10RA_i-34.59ROA_i+5.84IPB_i)}$
$h_{(2017;x)}$	0,1724	$0,1724 e^{(-3.59L_i+1.67E_i-0.05A_i-0.10RA_i-34.59ROA_i+5.84IPB_i)}$

Donde:

L= Liquidez	E=Endeudamiento	A=Apalancamiento
RA=Rotación_AF	ROA=Rentabilidad	IPB=Inversión Pública

Fuente: Superintendencia de Compañías

Elaboración propia

La tabla 22 por una parte muestra el riesgo basal y por otra el modelo de Cox consolidado, el cual integra el riesgo basal y el riesgo relativo para cada período de estudio respectivamente (Cordón y García 2016). A nivel estadístico la interpretación de cada riesgo basal consiste en que este será el riesgo de quiebra cuando las variables: liquidez, endeudamiento, apalancamiento, rotación de activos, rentabilidad e inversión pública posean un valor de cero. Ahora, al ampliar el análisis al ámbito de los riesgos financieros se encuentra que al omitir las variables explicativas del riesgo relativo, es decir el riesgo específico, nos queda el riesgo sistemático (Ross, Westerfield, y Jaffe 2010) de las Pymes constructoras constituidas en el 2012 hasta el período de seguimiento en el 2017, el cual no dependió de la gestión administrativa, financiera ni operativa de las organizaciones de análisis. Conviene aclarar que el presente no podría representar al riesgo del sector de la construcción, debido a que el actual modelo, excluye a Pymes constituidas en períodos anteriores o posteriores, tampoco considera a grandes empresas.

Al analizar el comportamiento de este riesgo, se identifica que este incrementa a medida que la economía tuvo mayores dificultades debido a que este recoge las fluctuaciones de otras variables que no se encuentran especificadas en el riesgo relativo. Uno de estos factores es el Pib real, pues a medida que el Pib disminuye en su tasa de crecimiento, el riesgo sistemático incrementa. Es decir, existe una relación inversa entre esta variable macroeconómica y el riesgo sistemático, debido a que al reducir toda la actividad económica también reduce el ingreso de los agentes económicos, junto con sus expectativas de inversión, lo cual incrementa el riesgo de quiebra de las Pymes constructoras. Dentro de esta relación es conveniente analizar el 2016, debido a que el riesgo sistemático es mayor, consecuencia de una mayor desaceleración en el Pib real, y más aún en el Pib de la construcción, debido a que este sector que tuvo una tasa de decrecimiento del 6% (Banco Central del Ecuador 2019c), que conllevó a un riesgo

sistémico del 0,2943%. Pese a que la economía tuvo una leve mejora en su crecimiento, el riesgo sistémico no descendió como se esperaba, debido a que en el 2017 se encontraba en vigencia la Ley de la Plusvalía, la cual, si bien no fue el factor determinante en el desempeño del sector en este último año, si incidió en las expectativas del mercado (Mera, Salazar, y Solís 2018).

También se identifica una relación negativa con la fluctuación de los precios en la construcción, lo cual podría deberse a que mientras existió un incremento moderado de precios de la construcción, los ingresos de dichas organizaciones mejoraron, consecuentemente la posibilidad de riesgo de quiebra se redujo. Pero ante una disminución generalizada de estos precios, la tasa de crecimiento de los ingresos de la construcción se redujo, ante ello la posibilidad de riesgo aumento. Esta situación se la puede visualizar en los años 2013, 2016, 2017 donde los índices de precios de la construcción caen, mientras que en los mismos años el riesgo sistémico incrementó.

3.2.3. Prueba de multicolinealidad

A continuación, se evaluará la multicolinealidad de las variables, a través de la prueba de correlaciones parciales (Greene 2018):

Tabla 23
Evaluación de multicolinealidad

	L	E	A	RA	ROA	IPB
L	1,0000					
E	-0,0202	1,0000				
A	-0,0066	-0,0983	1,0000			
RA	-0,0071	0,0120	-0,0216	1,0000		
ROA	0,0564	-0,1064	-0,0399	0,0603	1,0000	
IPB	-0,0665	0,2779	-0,0380	-0,0171	-0,3020	1,0000

Donde:

L= Liquidez

E=Endeudamiento

ROA=Rentabilidad

A=Apalancamiento

RA=Rotación_AF

IPB=Inversión Pública

Fuente: Superintendencia de Compañías
Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 23 las correlaciones parciales entre endeudamiento y liquidez es de 2% en su valor absoluto por lo que no presentan multicolinealidad. También la relación entre las variables apalancamiento y liquidez, junto con apalancamiento y endeudamiento poseen una correlación de 0,1% y 9% en sus valores absolutos para ambas por lo que tampoco estos pares de regresores presentan

multicolinealidad. Además, la relación entre rotación de activos fijos y liquidez, con rotación de activos fijos con endeudamiento, y rotación de activos fijos con apalancamiento poseen una correlación de 0.1%, 1% y 2% en sus valores absolutos respectivamente, por lo que estos pares de regresores tampoco presentan una relación lineal entre las variables. Por otra parte, los regresores de la rentabilidad y liquidez, rentabilidad y endeudamiento, rentabilidad y apalancamiento, rentabilidad y rotación de activos presentan una correlación de 6%, 11%, 4%, 6%, en sus valores absolutos respectivamente, por lo que tampoco presentan multicolinealidad. Finalmente, los regresores de inversión pública y liquidez, inversión pública y endeudamiento, inversión pública y apalancamiento, inversión pública y rotación de activos, inversión pública y rentabilidad poseen una correlación de 7%, 28%, 4%, 1% 30% en sus valores absolutos respectivamente, por lo que tampoco entre estas se encuentra la presencia de multicolinealidad (Greene 2018).

En conclusión, debido a que las correlaciones parciales son menores a 0,50, es posible que no haya problemas de multicolinealidad.

3.2.4. Evaluación de riesgos proporcionales

A continuación, con los resultados de la tabla 24, se procede a evaluar si se cumple el supuesto de riesgos proporcionales, a fin de identificar si los riesgos son constantes en el período de seguimiento para cada covariable incluida en el modelo, a través de los residuos de Schoenfeld, para un nivel de significancia del 1% para todas las pruebas de hipótesis individuales.

Tabla 24
Evaluación de los residuos de Schoenfeld

Time: Rank(t)	Rho	chi2	Df	Prob>chi2
Liquidez	-0,40788	2,30	1	0,1295
Endeudamiento	0,11532	0,40	1	0,5261
Apalancamiento	-0,05458	0,07	1	0,791
Rotacion_AF	-0,04184	0,02	1	0,8943
Rentabilidad	-0,05942	0,06	1	0,8067
Inversion_pública	0,17407	0,13	1	0,7205
global test		2,58	6	0,8599

Fuente: Superintendencia de Compañías
Elaboración propia

En la variable liquidez, las pruebas de hipótesis son:

H₀: La tasa de riesgo β_1 es constante en el tiempo

H₁: La tasa de riesgo β_1 no es constante en el tiempo

Como la probabilidad para el estadístico rho de Harrell (Box y Jones 2004) de 12,95% es mayor al nivel de significancia del 1%, se puede indicar que no existe evidencia estadísticamente significativa para no rechazar la hipótesis nula, por lo que la variable liquidez presenta riesgos proporcionales en el tiempo. El valor negativo del estadístico rho para la presente variable sugiere que la posibilidad de riesgo de quiebra se reduce en el tiempo para la variable liquidez (Vittinghoff et al. 2012).

En la variable endeudamiento, las pruebas de hipótesis son:

H₀: La tasa de riesgo β_2 es constante en el tiempo

H₁: La tasa de riesgo β_2 no es constante en el tiempo

Como la probabilidad para el estadístico rho de Harrell (Box y Jones 2004) de 52,61% es mayor al nivel de significancia del 1%, se puede indicar que no existe evidencia estadísticamente significativa para no rechazar la hipótesis nula, por lo que la variable endeudamiento presenta riesgos proporcionales en el tiempo. El valor positivo del estadístico rho para la presente variable sugiere que la posibilidad de riesgo de quiebra se incrementa en el tiempo para la variable endeudamiento (Vittinghoff et al. 2012).

En la variable apalancamiento, las pruebas de hipótesis son:

H₀: La tasa de riesgo β_3 es constante en el tiempo

H₁: La tasa de riesgo β_3 no es constante en el tiempo

Como la probabilidad para el estadístico rho de Harrell (Box y Jones 2004) de 79,13% es mayor al nivel de significancia del 1%, se puede indicar que no existe evidencia estadísticamente significativa para no rechazar la hipótesis nula, por lo que la variable apalancamiento presenta riesgos proporcionales en el tiempo. El valor negativo del estadístico rho para la presente variable sugiere que la posibilidad de riesgo de quiebra se reduce en el tiempo para la variable apalancamiento (Vittinghoff et al. 2012).

En la variable rotación de activos fijos, las pruebas de hipótesis son:

H₀: La tasa de riesgo β_4 es constante en el tiempo

H₁: La tasa de riesgo β_4 no es constante en el tiempo

Como la probabilidad para el estadístico rho de Harrell (Box y Jones 2004) de 89,43% es mayor al nivel de significancia del 1%, se puede indicar que no existe evidencia estadísticamente significativa para no rechazar la hipótesis nula, por lo que la

variable rotación de activos fijos presenta riesgos proporcionales en el tiempo. El valor negativo del estadístico rho para la presente variable sugiere que la posibilidad de riesgo de quiebra se reduce en el tiempo para la variable rotación de activos fijos (Vittinghoff et al. 2012).

En la variable rentabilidad, las pruebas de hipótesis son:

H_0 : La tasa de riesgo β_5 es constante en el tiempo

H_1 : La tasa de riesgo β_5 no es constante en el tiempo

Como la probabilidad para el estadístico rho de Harrell (Box y Jones 2004) de 89,43% es mayor al nivel de significancia del 1%, se puede indicar que no existe evidencia estadísticamente significativa para no rechazar la hipótesis nula, por lo que la variable rentabilidad presenta riesgos proporcionales en el tiempo. El valor negativo del estadístico rho para la presente variable sugiere que la posibilidad de riesgo de quiebra se reduce en el tiempo para la variable rentabilidad (Vittinghoff et al. 2012).

En la variable inversión pública, las pruebas de hipótesis son:

H_0 : La tasa de riesgo β_6 es constante en el tiempo

H_1 : La tasa de riesgo β_6 no es constante en el tiempo

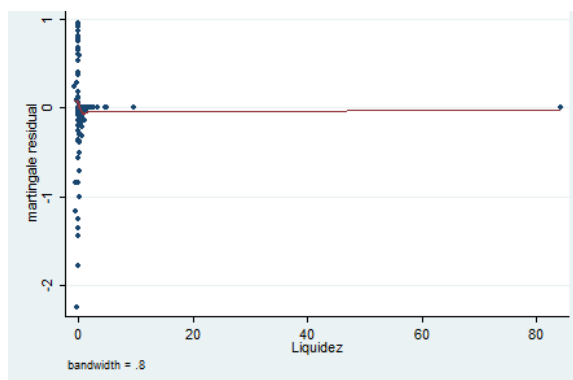
Como la probabilidad para el estadístico rho de Harrell (Box y Jones 2004) de 72,05% es mayor al nivel de significancia del 1%, se puede indicar que no existe evidencia estadísticamente significativa para no rechazar la hipótesis nula, por lo que la variable endeudamiento presenta riesgos proporcionales en el tiempo. El valor positivo del estadístico rho para la presente variable sugiere que la posibilidad de riesgo de quiebra se incrementa en el tiempo para la variable inversión pública (Vittinghoff et al. 2012).

Después de la evaluación de los residuos de Schoenfeld se puede concluir que para todas las variables se cumple el supuesto de riesgos proporcionales, es decir los betas son constantes en todo el período de seguimiento (Kleinbaum y Klein 2005).

3.2.5. Evaluación de la forma funcional de las variables explicativas

A continuación, con los residuos de Martingala, se procede a evaluar si se cumple el supuesto de la correcta forma funcional de las variables explicativas, en el período de seguimiento para cada covariable incluida en el modelo, a través de las pruebas gráficas (Liu 2012).

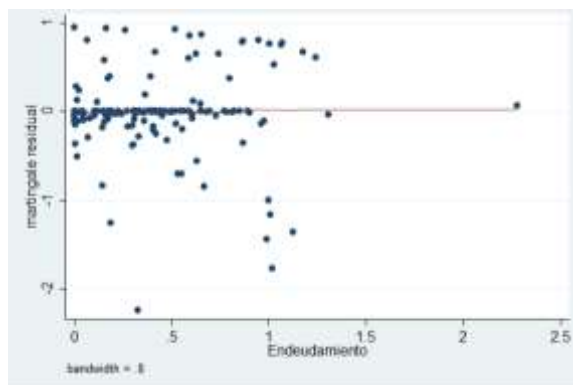
Gráfico 9
Evaluación gráfica de residuos de Martingala para liquidez



Fuente: Superintendencia Compañías
Elaboración propia

En el gráfico 9 se puede apreciar los residuos de Martingala para la variable liquidez, donde los valores negativos se refieren a las observaciones censuradas en el modelo, mientras que los positivos se refieren a las completas. Los residuos de Martingala poseen forma lineal vertical y horizontal, por lo que la variable liquidez posee una correcta forma funcional (Liu 2012).

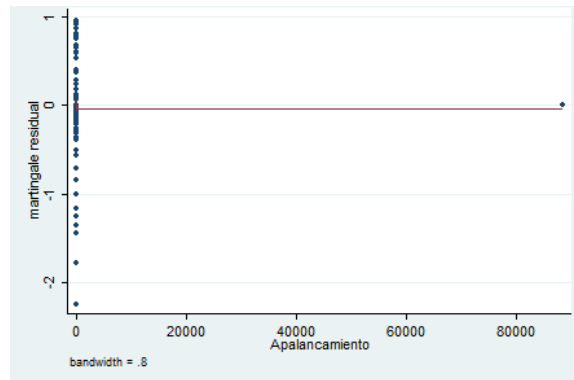
Gráfico 10
Evaluación gráfica de residuos de Martingala para endeudamiento



Fuente: Superintendencia Compañías
Elaboración propia

En el gráfico 10 se puede apreciar los residuos de Martingala para la variable endeudamiento, donde los valores negativos se refieren a las observaciones censuradas en el modelo, mientras que los positivos se refieren a las completas. Los residuos de Martingala en su mayoría se alinean a un comportamiento lineal horizontal, por lo que la variable endeudamiento posee una correcta forma funcional (Liu 2012).

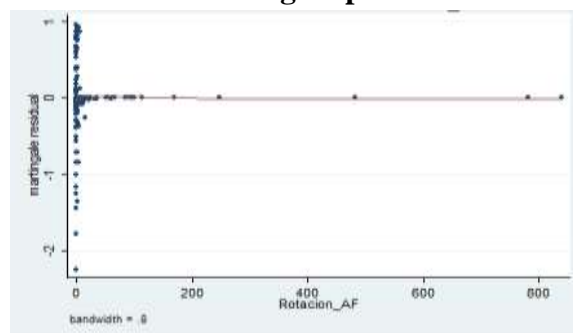
Gráfico 11
Evaluación gráfica de residuos de Martingala para apalancamiento



Fuente: Superintendencia Compañías
Elaboración propia

En el gráfico 11 se puede apreciar los residuos de Martingala para la variable apalancamiento, donde los valores negativos se refieren a las observaciones censuradas en el modelo, mientras que los positivos se refieren a las completas. Los residuos de Martingala se poseen un comportamiento lineal vertical principalmente, por lo que la variable apalancamiento posee una correcta forma funcional (Liu 2012). Si bien se identifica un *outlier* en la prueba gráfica, el mismo corresponde a una observación censurada, por lo que su presencia no altera a los resultados del modelo, por lo que al excluirlo se perdería innecesariamente una observación. Para corroborar lo indicado se procede a estimar el modelo de Cox sin el presente *outlier*, además se repite la prueba gráfica de los residuos de Martingala para el apalancamiento (ver Anexo I).

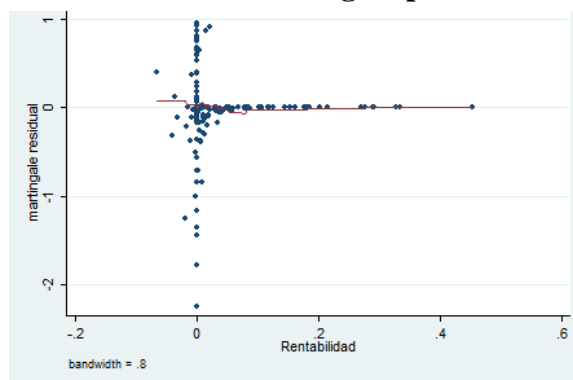
Gráfico 12
Evaluación gráfica de residuos de Martingala para rotación de activos fijos



Fuente: Superintendencia Compañías
Elaboración propia

En el gráfico 12 se puede apreciar los residuos de Martingala para la variable rotación de activos fijos, donde los valores negativos se refieren a las observaciones censuradas en el modelo, mientras que los positivos se refieren a las completas. Los residuos de Martingala se poseen un comportamiento lineal horizontal y vertical principalmente, por lo que la variable rotación de activos fijos posee una correcta forma funcional (Liu 2012).

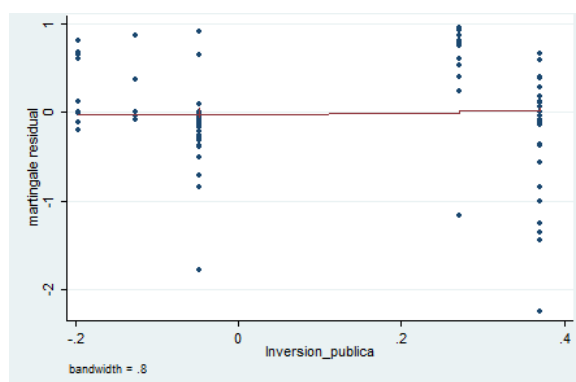
Gráfico 13
Evaluación gráfica de residuos de Martingala para rentabilidad



Fuente: Superintendencia Compañías
Elaboración propia

En el gráfico 13 se puede apreciar los residuos de Martingala para la variable rentabilidad, donde los valores negativos se refieren a las observaciones censuradas en el modelo, mientras que los positivos se refieren a las completas. Los residuos de Martingala se poseen un comportamiento lineal vertical y horizontal principalmente, por lo que la variable rentabilidad posee una correcta forma funcional (Liu 2012).

Gráfico 14
Evaluación gráfica de residuos de Martingala para inversión pública



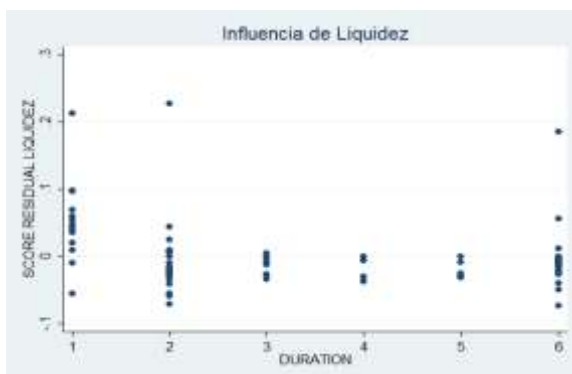
Fuente: Superintendencia Compañías
Elaboración propia

En el gráfico 14 se puede apreciar los residuos de Martingala para la variable inversión pública, donde los valores negativos se refieren a las observaciones censuradas en el modelo, mientras que los positivos se refieren a las completas. Los residuos de Martingala se poseen un comportamiento lineal vertical principalmente, por lo que la variable inversión pública posee una correcta forma funcional (Liu 2012).

3.2.6. Evaluación de la influencia de las empresas constructoras sobre la estimación de cada coeficiente

A continuación, con los residuos de Score, se procede a evaluar la influencia de las empresas constructoras sobre los coeficientes de las variables predictoras (Boj del Val 2017) a través de una prueba gráfica. Primero se evaluó el modelo original con 163 observaciones y se obtuvo los Dfbetas con lo que se filtró a 7 *outliers* que tenían un valor absoluto mayor a $\frac{2}{\sqrt{163}}$, en atención a la regla práctica propuesta por Belsley, Kuh, y Welsch (1980). Es así que después del filtro quedaron las 156 observaciones con las que se ha desarrollado todo el resultado expuesto en el presente capítulo denominado análisis de duración. Con estas 156 Pymes constructoras se volvió a calcular los Dfbetas y a continuación se realiza la prueba gráfica con los mismos (Liu 2012):

Gráfico 15
Evaluación gráfica de influencia de constructoras sobre liquidez

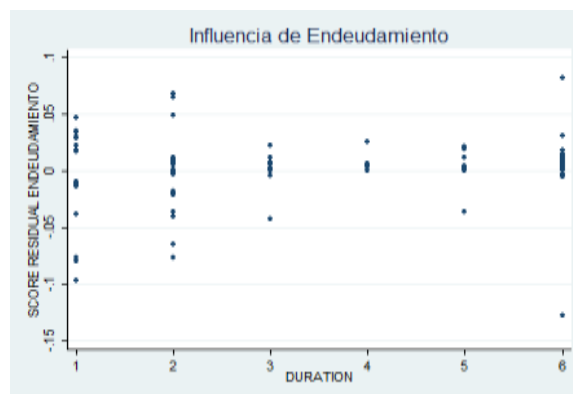


Fuente: Superintendencia Compañías
Elaboración propia

En el gráfico 15 se puede apreciar los residuos Dfbetas para la variable liquidez agrupados por el tiempo de seguimiento en la investigación, donde se puede identificar a las constructoras que efectúan mayor influencia en el período de investigación, quienes ejercen mayor incidencia en el primer, segundo y sexto año del coeficiente del coeficiente

de liquidez. Sin embargo, no son considerados outliers debido a que el coeficiente de liquidez es de 3,59 y la afectación sería en promedio de -0,20 en el citado beta, en caso de retirar dichas observaciones del modelo, por lo que no se excluyen dichas observaciones, debido a que su permanencia no afecta en la toma de decisiones, ni en el orden del coeficientes en el modelo.

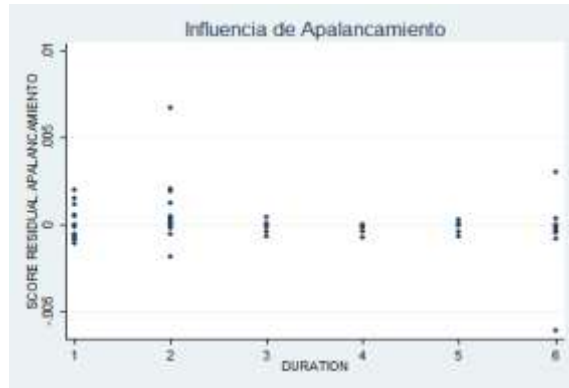
Gráfico 16
Evaluación gráfica de influencia de constructoras sobre endeudamiento



Fuente: Superintendencia Compañías
Elaboración propia

En el gráfico 16 se puede apreciar los residuos Dfbetas para la variable endeudamiento agrupados por el tiempo de seguimiento en la investigación, donde se puede identificar a las constructoras que efectúan mayor influencia en el período de investigación, quienes ejercen mayor incidencia en el sexto año del coeficiente de endeudamiento. Sin embargo, no son considerados outliers debido a que el coeficiente de endeudamiento es de 1,67 y la afectación sería en promedio de -0,12 en el citado beta, en caso de retirar dichas observaciones del modelo, por lo que no se excluyen dichas observaciones, debido a que su permanencia no afecta en la toma de decisiones, ni en el orden del coeficientes en el modelo.

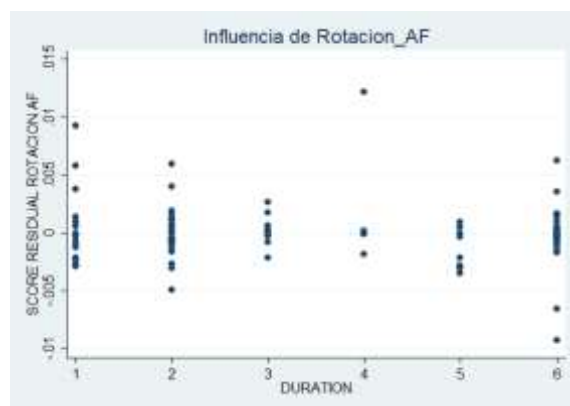
Gráfico 17

Evaluación gráfica de influencia de constructoras sobre apalancamiento

Fuente: Superintendencia Compañías
Elaboración propia

En el gráfico 17 se puede apreciar los residuos Dfbetas para la variable apalancamiento agrupados por el tiempo de seguimiento en la investigación, donde se puede identificar a las constructoras que efectúan mayor influencia en el período de investigación, quienes ejercen mayor incidencia en el segundo y sexto año del coeficiente de apalancamiento. Sin embargo, no son considerados outliers debido a que el coeficiente de apalancamiento es de 0,053 y la afectación sería en promedio de -0,0053 en el citado beta, en caso de retirar dichas observaciones del modelo, por lo que no se excluyen dichas observaciones, debido a que su permanencia no afecta en la toma de decisiones, ni en el orden del coeficientes en el modelo.

Gráfico 18

Evaluación gráfica de influencia de constructoras sobre rotación de activos fijos

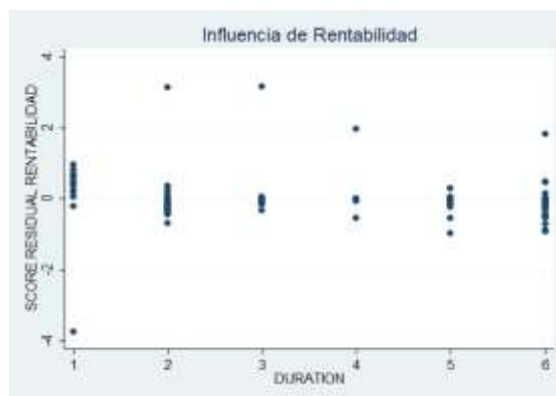
Fuente: Superintendencia Compañías
Elaboración propia

En el gráfico 18 se puede apreciar los residuos Dfbetas para la variable rotación de activos fijos agrupados por el tiempo de seguimiento en la investigación, donde se

puede identificar a las constructoras que efectúan mayor influencia en el período de investigación, quienes ejercen mayor incidencia en el cuarto y sexto año del coeficiente de rotación de activos fijos. Sin embargo, no son considerados outliers debido a que el coeficiente de rotación de activos fijos es de 0,10 y la afectación sería en promedio de -0,013 en el citado beta, en caso de retirar dichas observaciones del modelo, por lo que no se excluyen dichas observaciones, debido a que su permanencia no afecta en la toma de decisiones, ni en el orden del coeficientes en el modelo.

Gráfico 19

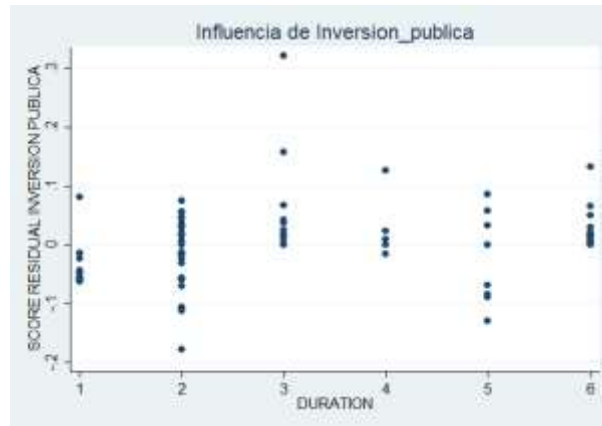
Evaluación gráfica de influencia de constructoras sobre rentabilidad



Fuente: Superintendencia Compañías
Elaboración propia

En el gráfico 19 se puede apreciar los residuos Dfbetas para la variable rentabilidad agrupados por el tiempo de seguimiento en la investigación, donde se puede identificar a las constructoras que efectúan mayor influencia en el período de investigación, quienes ejercen mayor incidencia en el primer, segundo y tercer año del coeficiente de rentabilidad. Sin embargo, no son considerados outliers debido a que el coeficiente de rentabilidad es de 34,59 y la afectación sería en promedio de -3,8 en el citado beta, en caso de retirar dichas observaciones del modelo, por lo que no se excluyen dichas observaciones, debido a que su permanencia no afecta en la toma de decisiones, ni en el orden del coeficiente en el modelo.

Gráfico 20
Evaluación gráfica de influencia de constructoras sobre inversión pública



Fuente: Superintendencia Compañías
Elaboración propia

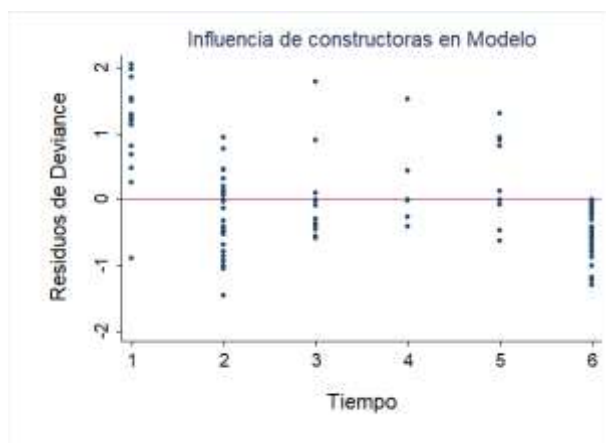
En el gráfico 20 se puede apreciar los residuos Dfbetas para la variable inversión pública agrupados por el tiempo de seguimiento en la investigación, donde se puede identificar a las constructoras que efectúan mayor influencia en el período de investigación, quienes ejercen mayor incidencia en el segundo, tercer y quinto año del coeficiente de inversión pública. Sin embargo, no son considerados outliers debido a que el coeficiente de inversión pública es de 5,84 y la afectación sería en promedio de -0,38 en el citado beta, en caso de retirar dichas observaciones del modelo, por lo que no se excluyen dichas observaciones, debido a que su permanencia no afecta en la toma de decisiones, ni en el orden del coeficientes en el modelo.

En conclusión, después del primer filtro no se identificaron outliers adicionales por lo que todas las 156 observaciones son consideradas dentro del análisis de duración.

3.2.7. Evaluación de la influencia de las empresas constructoras sobre la estimación del modelo

A continuación, con los residuos de Deviance, se procede a identificar si existe una influencia significativa de las empresas constructoras para el período de análisis en el modelo de Cox (Lee y Wenyu 2003):

Gráfico 21
Análisis de residuos de Deviance



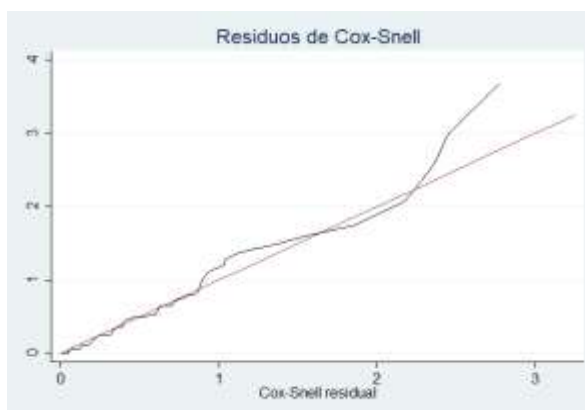
Fuente: Superintendencia de Compañías
Elaboración propia

En el gráfico 21, se puede apreciar que los residuos de Deviance se encuentran simétricamente distribuidos en torno al cero. Aquellos residuos positivos representan a las constructoras constituidas en el 2012, que sobreviven un tiempo menor al esperado. A diferencia de los residuos negativos que representan a las constructoras que sobreviven un tiempo mayor al estimado. La distribución de los residuos en torno al cero demuestra que poseen una distribución simétrica, lo cual es una prueba de que el modelo es adecuado, además no posee valores atípicos (Lee y Wenyu 2003).

3.2.8. Evaluación de la bondad de ajuste

A continuación, con los residuos de Cox-Snell, se procede a evaluar la bondad de ajuste del modelo de Cox para las Pymes constructoras en el período 2012 - 2017:

Gráfico 22
Residuos de Cox – Snell



Fuente: Superintendencia de Compañías
Elaboración propia

El gráfico 22 nos permite visualizar los residuos de Cox Snell con el riesgo de quiebra acumulado para las constructoras con aquellos valores dado en las variables explicativas de cada año de análisis. La curva demuestra que no se encuentra simétricamente distribuidos alrededor del cero, como lo estaban los residuos de Deviance y los Dfbetas. Tampoco se aprecia que estos toman valores negativos, pero si presentan cierta volatilidad a partir de la mitad del período, esta podría originarse por la censura en la información. En virtud a que el modelo presenta un ajuste razonable con la información de las constructoras en el período de análisis, la curva ascendente se alinea moderadamente a la recta con pendiente de 1 (Lee y Wenyu 2003).

3.2.9. Criterios de selección

En la presente investigación se realizaron dos modelos (A y B). Todos los resultados indicados en el presente capítulo se refieren al modelo seleccionado. A continuación se expone los criterios considerados para la selección del “modelo A”, los que se basan en los aportes de Lee y Wenyu (2003), Cameron y Trivedi (2005), Liu (2012), Cerdón y García (2016), quienes establecen entre las principales alternativas al criterio de información de Akaike, criterio de información Bayesiano, y residuos de Cox – Snell el cual evalúa el grado de bondad de ajuste de cada modelo.

Tabla 25
Criterios de selección

Modelo	Akaike (AIC)	Bayesiano (BIC)	Residuos Cox-Snell	Decisión
Modelo A	297.1826	315.4818	++	Seleccionado
Modelo B	323.3492	345.0094	+	Descartado

Fuente: Superintendencia de Compañías
Elaboración propia

Al desarrollar una comparación entre los modelos se puede apreciar en la tabla 25 que el modelo A, posee un menor valor del criterio de información de Akaike. Asimismo, este modelo tiene un menor valor del criterio de información Bayesiano. Finalmente, el modelo A posee un mejor ajuste en cuanto a la semejanza del comportamiento del riesgo acumulado y el residuo de Cox – Snell de una línea recta con pendiente 1, en comparación con el modelo B. Debido a estas razones el modelo A es el seleccionado.

3.3. Evaluación del índice de pronóstico

El desarrollo del presente análisis de duración podría servir como un sistema de alerta temprana para aquellas entidades con posible quiebra técnica en el futuro; para analizar la capacidad del modelo a continuación se procede a evaluar la *hazard ratio* obtenida en el modelo de Cox seleccionado. La tasa de riesgo también es conocida como índice de pronóstico (Cordón y García 2016); para evaluarla, es necesario contar con un “punto de corte”, también conocido como umbral. Para la selección del umbral es posible utilizar el criterio experto en conjunto con métodos cualitativos o métodos cuantitativos, como técnicas discriminantes paramétricas o no paramétricas y otros elementos como el apetito de riesgo de la institución usuaria del modelo, regulaciones de los Organismos de Control, entre otros.

El criterio utilizado para la elección del umbral se basa en los *odds ratios* (Kleinbaum y Klein 2005). La regla establece que:

- $e^{\beta'X} = 1 \rightarrow$ *No existe influencia*
- $e^{\beta'X} > 1 \rightarrow$ *Influye positivamente*
- $e^{\beta'X} < 1 \rightarrow$ *Influye negativamente*

Consecuentemente, cuando la tasa de riesgo estimada sea mayor a uno, el sistema de alertas considera a las empresas quebradas técnicamente, al revisar los resultados se obtiene lo siguiente:

Tabla 26
Matriz de confusión para medianas empresas

Observado	Estimado		Total
	No quiebra	Quiebra	
No quiebra	18	0	18
Quiebra	2	6	8
Total	20	6	26

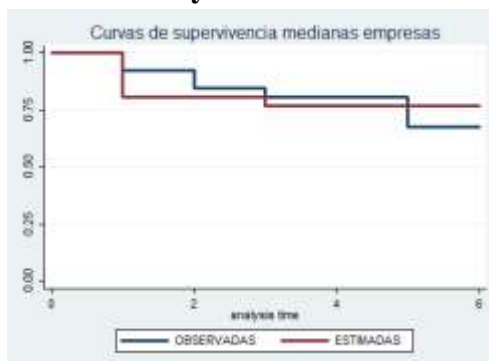
Fuente: Superintendencia de Compañías
Elaboración propia

En la tabla 26 se puede apreciar que el sistema de alertas tempranas clasificó como empresas quebradas cuando realmente presentaron quiebra al 75% de las medianas empresas; mientras clasificó al 100% como no quebradas a aquellas que realmente no quebraron; sin embargo, clasificó al 25% como no quebradas a empresas que realmente

quebraron. En síntesis, para las medianas empresas el modelo presenta una exactitud de clasificación del 92%, mientras que una tasa de error del 8%.

Gráfico 23

Curvas de Supervivencia observadas y estimadas de medianas empresas



Fuente: Superintendencia de Compañías
Elaboración propia

El gráfico 23 muestra las curvas de supervivencia de las medianas empresas constructoras constituidas en el período del 2012 observadas y las estimadas a través del modelo de Cox. Se identifica que ambos grupos inician con la misma probabilidad de supervivencia, sin embargo, en el segundo año la curva estimada parecería que subestima la supervivencia de las organizaciones. Sin embargo, en el tercer año existe un mejor ajuste de dichas curvas debido a las quiebras de las empresas observadas. Desde este año hasta el quinto la subestimación del modelo es mínima, pero en el sexto año ocurre una sobreestimación de la supervivencia de las organizaciones. Para revisar la comparación entre el tiempo observado y el estimado de las medianas empresas ver el Anexo III.

Tabla 27

Matriz de confusión para pequeñas empresas

Observado	Estimado		Total
	No quiebra	Quiebra	
No quiebra	87	4	91
Quiebra	6	40	46
Total	93	44	137

Fuente: Superintendencia de Compañías
Elaboración propia

El 87% de las pequeñas empresas que fueron clasificadas como quebradas realmente quebraron. Mientras que el 4% de las pequeñas empresas que fueron clasificadas como quebradas, realmente no quebraron. A diferencia del 97% de las entidades que fueron catalogadas como no quebradas realmente no quebraron. Pero el 13% de las organizaciones catalogadas como no quebradas realmente quebraron. En

síntesis, para las pequeñas empresas el sistema de alertas presenta una exactitud de clasificación del 93%, mientras que una tasa de error del 7%.

Gráfico 24
Curvas de Supervivencia observadas y estimadas de pequeñas empresas



Fuente: Superintendencia de Compañías
Elaboración propia

El gráfico 24 muestra las curvas de supervivencia de las pequeñas empresas constructoras constituidas en el período del 2012 observadas y las estimadas a través del modelo de Cox. Se identifica que ambos grupos inician con la misma probabilidad de supervivencia, sin embargo, en el segundo año la curva estimada subestima la supervivencia de las organizaciones. Sin embargo, a partir del tercer año esta brecha de supervivencia se reduce debido a que las pequeñas empresas observadas reducen su probabilidad de supervivencia al 75%. De esta manera el comportamiento de supervivencia observado y estimado posee un reducido error para los siguientes años. Sin embargo, en el sexto año parecería que la supervivencia estimada se encuentra marginalmente sobreestimada. Para revisar la comparación entre el tiempo observado y el estimado de las pequeñas empresas ver el Anexo III

Discusiones finales

La detección de dificultades financieras en pequeñas y medianas empresas constructoras en muchas ocasiones es tardía (Trussel y Patrick 2012), debido a que los accionistas, administradores y Organismos de Control no gozan de herramientas cuantitativas que les permitan una oportuna detección (EC SCVS 2019, 2015). Consecuentemente, cuando ocurre la identificación, esta es inoportuna para tomar medidas correctivas. El presente modelo, propicia un sistema de alerta temprana que hasta la actualidad es inexistente en el sector real, el cual permitirá identificar las dificultades financieras que puedan conllevar a bancarrotas corporativas (Cordón y García 2016).

Una gran ventaja del modelo de riesgos proporcionales de Cox consiste en que permite estimar la tasa de riesgo de quiebra de las constructoras, sin conocer previamente la distribución de probabilidad del tiempo de supervivencia de las organizaciones en el período de estudio (Mendes y Fard 2012).

Una empresa llega a la quiebra corporativa cuando pasa por cuatro estados. De forma inicial la entidad presenta un deterioro de sus índices de liquidez por lo que cae en mora con sus obligaciones. Después la organización se encuentra en un concurso de acreedores. Luego la entidad se encuentra en quiebra técnica, es decir las obligaciones no se pueden cubrir con los activos que resultan insuficientes, consecuentemente posee un patrimonio negativo. Finalmente, las autoridades judiciales declaran legalmente quebrada a la organización (Caballo 2013).

La coyuntura económica que atravesó el Ecuador en el período de análisis 2012 – 2017, no incidió aleatoriamente en las pequeñas y medianas empresas constructoras ecuatorianas para que estas presenten quiebras empresariales, sino existieron factores determinantes en la propia gestión de las organizaciones que influyeron en la quiebra técnica (Lafuente 2001).

El signo negativo obtenido en la variable liquidez indica que al incrementar la liquidez, la posibilidad de riesgo de quiebra disminuye. Este signo es el esperado, además coincide con los resultados de investigaciones previas (Kim y Partington 2015; Gupta, Gregoriou, y Ebrahimi 2017; Lafuente 2001). El signo positivo obtenido en la variable endeudamiento es el esperado y muestra que al incrementar el endeudamiento, la posibilidad de quiebra también aumenta coincide con las investigaciones previas de (Lee y Choi 2013b; Korol 2013; Muñoz 2016; Gupta, Gregoriou, y Ebrahimi 2017).

Asimismo el signo negativo obtenido de la variable apalancamiento es el esperado

e indica que mientras mayor sea esta forma de financiamiento la empresa reducirá su posibilidad de quiebra, el resultado coincide con investigaciones previas (Gupta, Gregoriou, y Healy 2015; Gupta, Gregoriou, y Ebrahimi 2017). También el signo negativo de la rotación de activos fijos es el esperado. Este indica que en caso de gestionar de mejor manera los activos y por tanto habrá una mayor rotación de los mismos, la posibilidad de quiebra se reducirá, las investigaciones con las que coincide el resultado son las de Lee y Choi (2013b); Muñoz (2016); Gupta, Gregoriou, y Ebrahimi (2017).

Además, el signo negativo obtenido en el coeficiente de la variable rentabilidad es el esperado y muestra que a mayor rentabilidad la posibilidad de quiebra es menor. La presente variable es el principal factor que en el modelo incide en las quiebras de las pymes constructoras, igual que las anteriores variables, la presente coincide con investigaciones previas (Lee y Choi 2013b; Bauer y Agarwal 2014; Gupta, Gregoriou, y Healy 2015; Kim y Partington 2015; Gupta, Gregoriou, y Ebrahimi 2017). Finalmente, el coeficiente obtenido con la inversión pública es positivo, pero el obtenido con la inversión privada (en el modelo B) es negativo. Esta situación indica que las pymes constructoras que centraron su línea de negocios en construir para el Estado incrementaron su posibilidad de quiebra, debido a la reducción de precios de los hidrocarburos y la consecuente afectación en el presupuesto público, que se trasladó a las empresas constructoras. Mientras que las empresas que diversificaron su línea de negocios al sector privado y a su inversión redujeron su posibilidad de quiebra. Los signos de los coeficientes obtenidos son los esperados y coinciden con investigaciones previas (Ertan y Gansmann 2015; Madera del Pozo 2017; Pierri y Caroni 2017).

En promedio las entidades con mayores recursos, se encuentran menos expuestas a la posibilidad de quiebra en relación que las pequeñas empresas. Las organizaciones de la sierra y la costa poseen idéntico comportamiento en cuanto a la supervivencia. En los primeros años, las entidades de estas regiones poseían mayor supervivencia que las del oriente. Sin embargo, a medida que la situación económica se deterioró su supervivencia fue inferior a las domiciliadas en la región amazónica.

Bibliografía

- Affes, Zeineb, y Hentati-Kaffel Rania. 2017. «Predicting US Banks Bankruptcy: Logit Versus Canonical Discriminant Analysis». <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10614-017-9698-0#citeas>.
- Ahn, Hyunchul, y Kyoung-jae Kim. 2009. «Bankruptcy Prediction Modeling with Hybrid Case-Based Reasoning and Genetic Algorithms Approach». *Applied Soft Computing* 9 (2): 599-607. doi:10.1016/j.asoc.2008.08.002.
- Alaka, Hafiz A., Lukumon O. Oyedele, Hakeem A. Owolabi, Saheed O. Ajayi, Muhammad Bilal, y Olugbenga O. Akinade. 2016. «Methodological approach of construction business failure prediction studies: a review». *Construction Management and Economics* 34 (11): 808-42. doi:10.1080/01446193.2016.1219037.
- Altman, Edward I. 1968. «Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy». *The Journal of Finance* 23 (4): 589-609. doi:10.2307/2978933.
- Altman, Edward I., Małgorzata Iwanicz, Erkki K. Laitinen, y Arto Suvas. 2017. «Financial Distress Prediction in an International Context: A Review and Empirical Analysis of Altman's Z-Score Model». *Journal of International Financial Management & Accounting* 28 (2): 131-71. doi:10.1111/jifm.12053.
- Appiah, Kingsley Opoku, Amon Chizema, y Joseph Arthur. 2015. «Predicting corporate failure: a systematic literature review of methodological issues». *International Journal of Law and Management* 57 (5): 461-85. doi:10.1108/IJLMA-04-2014-0032.
- Atkinson, A. C. 1980. «A note on the generalized information criterion for choice of a model». *Biometrika* 67 (2): 413-18. doi:10.1093/biomet/67.2.413.
- Banco Central del Ecuador. 2018a. «Boletín mensual correspondiente a marzo 2018. Precios, Salarios y Empleo». Quito: Banco Central del Ecuador. <https://contenido.bce.fin.ec/home1/estadisticas/bolpse/PSEMensual.jsp>.
- . 2018b. «Cuentas Nacionales Anuales- Formación Bruta de Capital Fijo». Estadísticas del Sector Real. Quito. <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/CuentasNacionales/Anuales/Dolares/indiceFBKF.htm>.
- . 2019a. «Boletín Anuario 41. Capítulo III Balanza de Pagos». Quito: Banco Central del Ecuador. <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Anuario/Anuario40/IndiceAnuario41.htm>.
- . 2019b. «Cifras mensuales del Sector Petrolero Ecuatoriano». Quito: Banco Central del Ecuador. <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/Hidrocarburos/indice.htm>.
- . 2019c. «Cuentas Nacionales Trimestrales Boletín 106 Marzo 2019». <https://contenido.bce.fin.ec/home1/estadisticas/cntrimestral/CNTrimestral.jsp>.
- . 2019d. «Estadísticas del Sector Real, Sector Fiscal, Sector Externo, Sector Monetario -Matrices Especiales de Cuentas Nacionales-». <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Administracion/MapaSitio.html>.
- . 2019e. «Boletín de Cuentas Trimestrales 108 Septiembre 2019». Quito: Banco Central del Ecuador. <https://contenido.bce.fin.ec/home1/estadisticas/cntrimestral/CNTrimestral.jsp>.

- Barboza, Flavio, Herbert Kimura, y Edward Altman. 2017. «Machine learning models and bankruptcy prediction». *Expert Systems with Applications: An International Journal* 83 (C): 405–417. doi:10.1016/j.eswa.2017.04.006.
- Bauer, Julian, y Vineet Agarwal. 2014. «Are Hazard Models Superior to Traditional Bankruptcy Prediction Approaches? A Comprehensive Test». *Journal of Banking & Finance* 40 (marzo): 432-42. doi:10.1016/j.jbankfin.2013.12.013.
- Beaver, William H. 1966. «Financial Ratios As Predictors of Failure». *Journal of Accounting Research* 4: 71-111. doi:10.2307/2490171.
- Belsley, David, Edwin Kuh, y Roy Welsch. 1980. «Detecting Influential Observations and Outliers». En *Regression Diagnostics*. New York : John Wiley & Sons, Ltd. doi:10.1002/0471725153.ch2.
- Beretta, Alessandro, y Cédric Heuchenne. 2019. «Variable selection in proportional hazards cure model with time-varying covariates, application to US bank failures». *Journal of Applied Statistics* 46 (9): 1529-49. doi:10.1080/02664763.2018.1554627.
- Bhattacharjee, A., C. Higson, S. Holly, y P. Kattuman. 2009. «Macroeconomic Instability and Business Exit: Determinants of Failures and Acquisitions of UK Firms». *Economica* 76 (301): 108-31. doi:10.1111/j.1468-0335.2007.00662.x.
- Blanchard, Oliver, Alessia Amighini, y Francesco Giavazzi. 2012. *Macroeconomía*. Quinta edición. España: Pearson Educación.
- Boj del Val, Eva. 2017. «El modelo de regresión de Cox». Universidad de Barcelona. <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/49070/6/El%20modelo%20de%20Cox%20de%20riesgos%20proporcionales.pdf>.
- Box, Janet M., y Bradford S. Jones. 2004. *Event History Modeling: A Guide for Social Scientists*. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511790874.
- Brealey, Richard, Stewart Myers, y Franklin Allen. 2010. *Principios de Finanzas Corporativas*. Novena edición. México: McGraw - Hill.
- Buehler, Stefan, Christian Kaiser, y Franz Jaeger. 2012. «The Geographic Determinants of Bankruptcy: Evidence from Switzerland». *Small Business Economics* 39 (1): 231-51. doi:10.1007/s11187-010-9301-8.
- Caballo, Álvaro. 2013. *Medición de riesgo de crédito: Desarrollo de una nueva herramienta*. Primera. Madrid: Unión de Editoriales Universitarias Españolas.
- Cameron, Colin, y Pravin Trivedi. 2005. *Microeconometrics Methods and Applications*. New York : Cambridge University Press.
- Camino, Segundo, Natalia Bermudez, Andrea Carolina Chalen, y Denisse Arian Romero. 2018. «PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN PERÍODO 2013-2017», Investigación y Estudios, , 30.
- Collett, David. 1994. *Modelling Survival Data in Medical Research*. CRC Press.
- Contreras, José. 2016. «Análisis de quiebra empresarial: modelo de ecuaciones de estimación generalizadas sobre datos panel». Info:eu-repo/semantics/doctoralThesis, Madrid: Universidad Complutense de Madrid. <https://eprints.ucm.es/37377/>.
- Cordón, Encarnación, y Félix García. 2016. *Tratamiento de la supervivencia con datos de duración*. Primera. Huelva: Alonso Barba.
- Coso. 2004. «Gestión de Riesgos Corporativos - Marco Integrado Técnicas de Aplicación». Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission.
- Crowder, Martin. 2012. *Multivariate Survival Analysis and Competing Risks*. Texts in Statistical Science. New York: Taylor & Francis Group.

- <https://www.crcpress.com/Multivariate-Survival-Analysis-and-Competing-Risks/Crowder/p/book/9781138199606>.
- Deakin, Edward B. 1972. «A Discriminant Analysis of Predictors of Business Failure». *Journal of Accounting Research* 10 (1): 167-79. doi:10.2307/2490225.
- EC, y Comexi. 2009. *Resolución 466 del Comexi. Registro Oficial 512*. <http://portal1.uasb.edu.ec:2055/Webtools/LexisFinder/ImageVisualizer/ImageVisualizer.aspx?id=3A7403BF8ABFAF3F956FBAF61FE56CC5AB49EB07&type=RO>.
- . 2015. *Resolución 011 del Comexi, Registro Oficial Suplemento No. 465*.
- EC SCVS. 2015. «Instructivo para la Vigilancia y Control Posterior». Superintendencia de Compañías Valores y Seguros. <https://portal.supercias.gob.ec/wps/wcm/connect/14d3144c-e76b-4e09-b49b-1f67df9019cb/RESOLUCI%C3%93N+No.+SCVS-DNCDN-2015-+011.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=14d3144c-e76b-4e09-b49b-1f67df9019cb>.
- . 2019. «Ley de Compañías». Registro Oficial Suplemento N° 100.
- Ecuador. 2016. *Ley Orgánica para Evitar la Especulación sobre el Valor de las Tierras y Fijación de Tributos. Registro Oficial 913, Séptimo Suplemento*.
- . 2018. *Ley Orgánica Derogatoria de la Ley Orgánica para Evitar la Especulación sobre el Valor de las Tierras y Fijación de Tributos, de conformidad con la Consulta Popular del 4 de Febrero de 2018. Registro Oficial No. 206, Segundo Suplemento, de 22-03-2018*.
- Ecuador SC, y RO 335. 2010. *Resolución No. SC-INPA-UA-G-10-005*. <http://portal1.uasb.edu.ec:2055/Webtools/LexisFinder/ImageVisualizer/ImageVisualizer.aspx?id=2b90cfa0816e1f0755c9ed584d7e464a1e03203f&type=PAGE&pagenum=1>.
- Ecuador. Superintendencia de Compañías Valores y Seguros. 2008. «Resolución No.08.G.DSG.010». Registro Oficial No. 498.
- Erráez, Juan. 2014. «Sistema de indicadores del ciclo de crecimiento económico». Notas técnicas 77. Notas técnicas. Quito: Banco Central del Ecuador. JSTOR. <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/NotasTecnicas/nota77.pdf>.
- Ertan, Can, y Alex Gansmann. 2015. «A Semi-Parametric Probability of Default Model». Master Thesis, Stockholm - Sweden: Stockholm School of Economics. <http://arc.hhs.se/download.aspx?MediumId=2818>.
- Espinel, Karina, y Adriana Vega. 2016. «Riesgo de quiebra empresarial en Ecuador durante 2009 a 2012» 5 (5): 204.
- Fuentelsaz, Lucio, Jaime Gómez, y Yolanda Polo. 2004. «Aplicaciones del análisis de supervivencia a la investigación en economía de la empresa». *Cuadernos de economía y dirección de la empresa*, n.º 19: 81-114.
- García, José Horacio, Javier Sánchez, y Eva Tomaseti. 2016. «Fracaso empresarial y efectos contagio. Un análisis espacial para España». *El trimestre económico* 83 (330): 429-49.
- Gepp, Adrian, y Kuldeep Kumar. 2015. «Predicting Financial Distress: A Comparison of Survival Analysis and Decision Tree Techniques». *Procedia Computer Science*, Eleventh International Conference on Communication Networks, ICCN 2015, August 21-23, 2015, Bangalore, India Eleventh International Conference on Data Mining and Warehousing, ICDMW 2015, August 21-23, 2015, Bangalore, India Eleventh International Conference on Image and Signal Processing, ICISP 2015,

- August 21-23, 2015, Bangalore, India, 54 (enero): 396-404. doi:10.1016/j.procs.2015.06.046.
- Gitman, Lawrence, y Chad Zutter. 2012. *Administración financiera*. Decimosegunda. Pearson Educación.
- Godoy, Angel. 2009. «Introducción al Análisis de Supervivencia con R». Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.academia.edu/18385469/Analisis_de_Supervivencia_con_R.
- Government United kingdom. 2012. «Company winding up and bankruptcy petition statistics». London. <https://www.gov.uk/government/statistics/company-winding-up-and-bankruptcy-petition-statistics>.
- Grashuis, Jasper. 2019. «Agricultural Firm Survival: The Case of Farmer Cooperatives in the United States». *Agribusiness* 36 (1): 79-93. doi:10.1002/agr.21612.
- Greene, William. 2018. *Econometric Analysis*. Eighth edition. New York: Pearson Educación.
- Gruszczynski, Marek. 2020. *Financial Microeconometrics: A Research Methodology in Corporate Finance and Accounting*. Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-030-34219-7.
- Gujarati, Damodar. 2004. *Econometría*. Cuarta. McGraw - Hill.
- Gupta, Jairaj, Andros Gregoriou, y Tahera Ebrahimi. 2017. «Empirical comparison of hazard models in predicting SMEs failure». *Quantitative Finance* 18 (3): 437-66. doi:10.1080/14697688.2017.1307514.
- Gupta, Jairaj, Andros Gregoriou, y Jerome Healy. 2015. «Forecasting Bankruptcy for SMEs Using Hazard Function: To What Extent Does Size Matter?» *Review of Quantitative Finance and Accounting* 45 (4): 845-69.
- Hernández, Manrique. 2014. «Modelo financiero para la detección de quiebras con el uso de análisis discriminante múltiple». <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/intersedes/article/view/17792>.
- Hernandez, Mario, y Nick Wilson. 2013. «Financial Distress and Bankruptcy Prediction among Listed Companies Using Accounting, Market and Macroeconomic Variables». *International Review of Financial Analysis* 30 (diciembre): 394-419. doi:10.1016/j.irfa.2013.02.013.
- Inec. 2017. «Panorama Laboral y Empresarial del Ecuador». Quito: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/Panorama%20Laboral%202017.pdf>.
- . 2019a. «Directorio de Empresas». Quito: Inec. https://produccion.ecuadorencifras.gob.ec/geoqlik/proxy/QvAJAXZfc/opensdoc.htm?document=empresas_test.qvw&host=QVS%40virtualqv&anonymous=true.
- . 2019b. «Directorio de Empresas Personal Ocupado». Quito. https://produccion.ecuadorencifras.gob.ec/geoqlik/proxy/QvAJAXZfc/opensdoc.htm?document=empresas_test.qvw&host=QVS%40virtualqv&anonymous=true.
- . 2019c. «Metodología Índice de Precios de la Construcción». Quito: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/indice-de-precios-de-la-construccion/>.
- . 2019d. «Visualizador de estadísticas productivas». https://produccion.ecuadorencifras.gob.ec/geoqlik/proxy/QvAJAXZfc/opensdoc.htm?document=empresas_test.qvw&host=QVS%40virtualqv&anonymous=true.
- . 2019e. «Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU)». 02-2019-ENEMDU. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2019/Marzo/Boletin_mar2019.pdf.

- Instituto Nacional de Estadística de España. 2019. «INEbase. CONSUL». Banco de Series Temporales. Consultado diciembre 25. <https://www.ine.es/consul/serie.do?s=EPC6536&c=2&nult=100>.
- Jardin, Philippe du. 2015. «Bankruptcy Prediction Using Terminal Failure Processes». *European Journal of Operational Research* 242 (1): 286-303. doi:10.1016/j.ejor.2014.09.059.
- Kelly, Robert, Eoin O. Brien, y Rebecca Stuart. 2015. «A Long-Run Survival Analysis of Corporate Liquidations in Ireland». *Small Business Economics* 44 (3): 671-83. doi:10.1007/s11187-014-9605-1.
- Kim, Maria H., y Graham Partington. 2015. «Dynamic Forecasts of Financial Distress of Australian Firms». *Australian Journal of Management* 40 (1): 135-60. doi:10.1177/0312896213514237.
- Kleinbaum, David, y Mitchel Klein. 2005. *Survival Analysis A Self-Learning Text*. Second Edition. Springer.
- Korol, Tomasz. 2013. «Early Warning Models against Bankruptcy Risk for Central European and Latin American Enterprises». *Economic Modelling* 31 (C): 22-30. doi:dx.doi.org/10.1016/j.econmod.2012.11.017.
- Lafuente, Danilo. 2001. «La crisis de los bancos privados en Ecuador: una aplicación de los modelos de duración». https://www.bce.fin.ec/cuestiones_economicas/images/PDFS/2001/No3/Vol.17-3-2001DANILOLAFUENTE.pdf.
- Lasio, Virginia, Xavier Ordeñana, Guido Caicedo, Edgar Izquierdo, y Andrea Samaniego. 2017. «Global Entrepreneurship Monitor Ecuador 2016».
- Lasio, Virginia, Xavier Ordeñana, Guido Caicedo, Andrea Samaniego, y Edgar Izquierdo. 2016. «Global Entrepreneurship Monitor Ecuador 2015».
- . 2018. «Global Entrepreneurship Monitor Ecuador 2017».
- Lasio, Virginia, Xavier Ordeñana, Andrea Samaniego, y Edgar Izquierdo. 2013. «Global Entrepreneurship Monitor Ecuador 2012».
- . 2014. «Global Entrepreneurship Monitor Ecuador 2013».
- . 2015. «Global Entrepreneurship Monitor Ecuador 2014».
- Lee, Elisa T. 1992. *Statistical Methods for Survival Data Analysis*. Wiley.
- Lee, Elisa T., y John Wenyu. 2003. *Statistical Methods for Survival Data Analysis*. Third Edition. New Jersey: A JOHN WILEY & SONS, INC., PUBLICATION.
- Lee, Sangjae, y Wu Sung Choi. 2013a. «A Multi-Industry Bankruptcy Prediction Model Using Back-Propagation Neural Network and Multivariate Discriminant Analysis». *Expert Systems with Applications* 40 (8): 2941-46. doi:10.1016/j.eswa.2012.12.009.
- . 2013b. «A Multi-Industry Bankruptcy Prediction Model Using Back-Propagation Neural Network and Multivariate Discriminant Analysis». *Expert Systems with Applications* 40 (8): 2941-46. doi:10.1016/j.eswa.2012.12.009.
- Lin, S-M, J Ansell, y G Andreeva. 2012. «Predicting default of a small business using different definitions of financial distress». *The Journal of the Operational Research Society* 63 (4): 539-48.
- Liu, Jia. 2004a. «Macroeconomic determinants of corporate failures: evidence from the UK». *Applied Economics*, 36: 945. doi:10.1080/0003684042000233168.
- . 2004b. «Macroeconomic determinants of corporate failures: evidence from the UK». *Applied Economics* 36 (9): 939-45. doi:10.1080/0003684042000233168.
- Liu, Xian. 2012. *Survival Analysis: Models and Applications* / Wiley. First. A John Wiley & Sons, Ltd. <https://www.wiley.com/en-us/Survival+Analysis%3A+Models+and+Applications-p-9780470977156>.

- Madera del Pozo, Antonio. 2017. «Análisis de la sostenibilidad financiera de las Cajas Rurales a través de modelos logit y regresión de Cox. Propuesta de un indicador sintético de salud financiera». Tesis doctoral, Madrid: Universidad Pontificia Comillas. <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/19408>.
- Markowicz, Iwona. 2015. «Duration Analysis of Firms – Cohort Tables and Hazard Function | Markowicz | International Journal of Business and Social Research». 11, International Journal of Business and Social Research, 05. doi:<http://dx.doi.org/10.18533/ijbsr.v5i11.879>.
- Mendes, Alexandre, y Nasser Fard. 2012. «Practical approximation for the proportional hazard model with time-dependent covariates and repeated events». *International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering* 19 (06): 1240004. doi:10.1142/S0218539312400049.
- Mera, Edgar, César Salazar, y Alex Solís. 2018. «El impuesto a la plusvalía y su impacto en el sector de la construcción en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua» 1. doi:<http://dx.doi.org/10.31164/bcoyu.20.2019.686>.
- Muñoz, Laura. 2016. «Fracaso empresarial en el sector de la construcción en España». Tesis de Magíster, España: Universidad de Valladolid. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/21765>.
- Naciones Unidas, OCDE, FMI, Banco Mundial, y Comisión Europea. 2016. «Sistema de Cuentas Nacionales 2008». <https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/SNA2008Spanish.pdf>.
- Nikulin, Mikhail, y Hong-Dar Isaac Wu. 2016. «The Cox Proportional Hazards Model». *The Cox Model and Its Applications*, 35-51. doi:10.1007/978-3-662-49332-8_3.
- Nikulin, M.S, N. Balakrishnan, M. Mesbah, y N. Limnios. 2004. *Parametric and Semiparametric Models with Applications to Reliability, Survival Analysis, and Quality of Life*. Statistics for Industry and Technology. New York: Springer Science & Business Media. <https://link.springer.com/bookseries/4982>.
- Novotná, Martina. 2015a. «Survival Analysis of Corporate Defaults in the Czech Construction Sector». SSRN Scholarly Paper ID 2867786. Rochester, NY: Social Science Research Network. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2867786.
- . 2015b. «Survival Analysis of Corporate Defaults in the Czech Construction Sector». diciembre, 9.
- Nurazira, Siti, y Rizal Ahmad. 2008. «Macroeconomic Determinants of Corporate Failures in Malaysia». <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ijbm/article/view/1621>.
- Ohlson, James A. 1980. «Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy». *Journal of Accounting Research* 18 (1): 109-31. doi:10.2307/2490395.
- Onur, Ibrahim, y Tezer Yelkenci. 2017. «A Theoretical Approach to Financial Distress Prediction Modeling». *Managerial Finance*, Financial distress prediction modeling, 43 (2): 2012-2230. doi:10.1108/MF-03-2016-0084.
- Paguay, Diana. 2017. «Análisis de supervivencia aplicado a las entidades del sector financiero popular y solidario en el período 2012 - 2015». Quito: Escuela Politécnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17100>.
- Pérez, Esteve Silviano, y Juan A. Mañez. 2008. «The Resource-Based Theory of the Firm and Firm Survival». *Small Business Economics* 30 (3): 231-49. doi:10.1007/s11187-006-9011-4.
- Pierri, Francesca, y Chrys Caroni. 2017. «Bankruptcy prediction by survival models based on current and lagged values of time-varying financial data».

- Communications in Statistics: Case Studies, Data Analysis and Applications* 3 (3-4): 62-70. doi:10.1080/23737484.2018.1431816.
- Pinto, Joao, Alexandra Carvalho, y Susana Vinga. 2016. «Outlier Detection in Cox Proportional Hazards Models Based on the Concordance c-Index | SpringerLink». En *Machine Learning, Optimization, and Big Data*, 372. Switzerland: Springer, Cham. doi:<https://doi.org/10.1007/978-3-319-27926-8>.
- Pranav, G., y K. Govinda. 2018. «Bankruptcy Prediction Using Neural Networks». doi:10.1109/ICISC.2018.8399072.
- Romero, Fredy, Zuray Melgarejo, y Mary Vera. 2015. «Fracaso empresarial de las pequeñas y medianas empresas (pymes) en Colombia - ScienceDirect». <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215910X15000087>.
- Ross, Stephen, Randolph Westerfield, y Jeffrey Jaffe. 2010. *Finanzas Corporativas*. Novena. México: McGRAW-HILL.
- Rubio, María. 2008. «Análisis del fracaso empresarial en Andalucía. Referencia especial a la edad de la empresa». Málaga. https://www.researchgate.net/publication/41390623_Un_Modelo_de_Prediccion_de_la_Insolvencia_Empresarial_Basado_en_Variables_Financiera_Su_Aplicacion_al_Caso_Textil_Catalan_1994-1997.
- Servicio de Rentas Internas. 2019. «Estadísticas Multidimensionales». <https://srienlinea.sri.gob.ec/saiku-ui/>.
- Silva, Cristhian Pablo Correa. 2014. «La Crisis Bancaria De 1982-83 En Chile, Utilizando Modelos De Duración.» Tesis de Magíster, Concepción: Universidad de Concepción. http://repositorio.udec.cl/bitstream/handle/11594/1691/Tesis_La_Crisis_Bancaria_de_1982_1983.Image.Marked.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Statista. 2019. «Annual number of business bankruptcy cases filed in the United States from 2000 to 2018d States from 2000 to 2018». Statista. Accedido diciembre 25. <https://www.statista.com/statistics/817918/number-of-business-bankruptcies-in-the-united-states/>.
- Statistics Denmark. 2019. «ERHVERVSLIVET PÅ TVÆRS». Accedido diciembre 25. <https://www.statistikbanken.dk/10104>.
- Superintendencia de Bancos. 2019. «Volumen de Crédito – Portal de estudios». Portal Estadístico. *Volúmen de Crédito*. http://estadisticas.superbancos.gob.ec/portalestadistico/portalestudios/?page_id=327.
- Superintendencia de Compañías. 2019. «Estados Financieros x Rama - IBM Cognos Viewer». https://reporteria.supercias.gob.ec/portal/cgi-bin/cognos.cgi?b_action=cognosViewer&ui.action=run&ui.object=%2fcontent%2ffolder%5b%40name%3d%27Reportes%27%5d%2ffolder%5b%40name%3d%27Estados%20Financieros%27%5d%2freport%5b%40name%3d%27Estados%20Financieros%20x%20Rama%27%5d&ui.name=Estados%20Financieros%20x%20Rama&run.outputFormat=&run.prompt=true.
- Superintendencia de Compañías Valores y Seguros. 2019. «Indicadores Financieros». Quito: Superintendencia de Compañías Valores y Seguros. https://reporteria.supercias.gob.ec/portal/cgi-bin/cognos.cgi?b_action=cognosViewer&ui.action=run&ui.object=%2fcontent%2ffolder%5b%40name%3d%27Reportes%27%5d%2ffolder%5b%40name%3d%27Indicadores%27%5d%2freport%5b%40name%3d%27Indicadores%20Sector%20Empresa%27%5d&ui.name=Indicadores%20Sector%20Empresa&run.outputFormat=&run.prompt=true.

- Trabelsi, Samir, Roc He, Lawrence He, y Martin Kusy. 2015. «A Comparison of Bayesian, Hazard, and Mixed Logit Model of Bankruptcy Prediction». *Computational Management Science* 12 (1): 81-97. doi:10.1007/s10287-013-0200-8.
- Trillo, Fausto Hernández, y Omar López. 2001. «La crisis bancaria mexicana: un modelo de duración y riesgo proporcional: un modelo de duración y riesgo proporcional». *El trimestre económico*, n.º 272: 551.
- Troutt, M. D., Arun Rai, y Aimao Zhang. 1996. «The potential use of DEA for credit applicant acceptance systems». *Computers & Operations Research* 23 (4): 405-8. doi:10.1016/0305-0548(95)00048-8.
- Trussel, John M., y Patricia A. Patrick. 2012. «A Survival Analysis of U.S. Municipalities in Fiscal Distress». *International Journal of Public Administration* 35 (9): 620-33. doi:10.1080/01900692.2012.661189.
- Tsvetkova, Alexandra, Jean-Claude Thill, y Deborah Strumsky. 2014. «Metropolitan innovation, firm size, and business survival in a high-tech industry». *Small Business Economics* 43 (3): 661-76.
- Upegui, Felipe. 2016. «¿Exportar mejora la supervivencia empresarial? análisis considerando las características de las empresas exportadoras, el entorno institucional y el proceso de internacionalización». Tesis doctoral, Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona. <https://ddd.uab.cat/record/174937>.
- Uriarte, Fátima, y Ysela Agüero. 2017. «Análisis de supervivencia como alternativa metodológica para estimar probabilidades de incumplimiento de los deudores de créditos corporativos y a grandes empresas en el Perú», *Producción y Gestión*, . revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/download/13486/11936/.
- Van Horne, James, y John Wachowicz. 2010. *Fundamentos de Administración Financiera*. Décimo Tercera. Pearson.
- Vittinghoff, Eric, David V. Glidden, Stephen C. Shiboski, y Charles E. McCulloch. 2012. *Regression Methods in Biostatistics: Linear, Logistic, Survival, and Repeated Measures Models*. 2.^a ed. Statistics for Biology and Health. New York: Springer-Verlag. doi:10.1007/978-1-4614-1353-0.
- Volkov, Andrey, Dries F. Benoit, y Dirk Van den Poel. 2017. «Incorporating Sequential Information in Bankruptcy Prediction with Predictors Based on Markov for Discrimination». *Decision Support Systems* 98 (junio): 59-68. doi:10.1016/j.dss.2017.04.008.
- Wild, Jhon, K.R Subraman, y Robert Halsey. 2007. *Análisis de Estados Financieros*. Novena edición. México: McGraw - Hill.
- Wong, Jim, Tak-Chuen Wong, y Phyllis Leung. 2010. «Predicting Banking Distress in the EMEAP Economies». *Journal of Financial Stability* 6 (3): 169-79. doi:10.1016/j.jfs.2010.01.001.
- Yeong, Maria Heui-Yeong, Shiguang Ma, y Yanran Annie Zhou. 2016. «Survival prediction of distressed firms: evidence from the Chinese special treatment firms». *Journal of the Asia Pacific Economy* 21 (3): 418-43. doi:10.1080/13547860.2016.1176645.
- Zavgren, C.V. 1983. «The Prediction of Corporate Failure: The State of the Art». *Journal of Accounting Literature*.

Anexos

Anexo 1

Tabla 28
Regresión de Cox, sin outlier

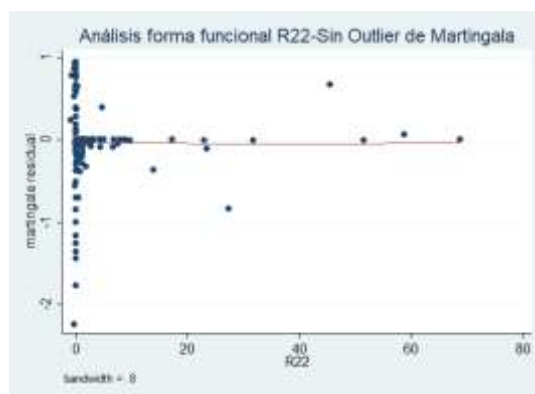
Regression results							
_t	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig	
Liquidez	-3,591	0,484	-7,42	0,000	-4,540 -2,642	***	
Endeudamiento	1,670	0,315	5,30	0,000	1,053 2,287	***	
Apalancamiento	-0,053	0,011	-4,68	0,000	-0,075 -0,031	***	
Rotación_AF	-0,102	0,026	-3,86	0,000	-0,154 -0,050	***	
Rentabilidad	-34,586	7,410	-4,67	0,000	-49,109 -20,064	***	
Inversión_pública	5,843	0,620	9,42	0,000	4,626 7,059	***	
Mean dependent var		4,394	SD dependent var		1,939		
Pseudo r-squared		0,385	Number of obs		155,000		
Chi-square		166,186	Prob > chi2		0,000		
Akaike crit. (AIC)		297,183	Bayesian crit. (BIC)		315,443		

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

Fuente: Superintendencia Compañías

Elaboración propia

Gráfico 25
Análisis forma funcional sin outlier



Fuente: Superintendencia Compañías

Elaboración propia

Anexo 2

Tabla 29
Regresión de Cox - Modelo B

Regression results							
_t	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf Interval]	Sig	
Indice_precios_cons	1,171	0,230	5,09	0,000	0,720 1,622	***	
Inversion_privada	-22,388	5,626	-3,98	0,000	-33,414 -11,362	***	
Capacidad_pago_m	-1,846	0,749	-2,46	0,014	-3,315 -0,377	**	
Margen_bruto	-0,033	0,014	-2,29	0,022	-0,061 -0,005	**	
Roa_Acumulado	-4,808	1,542	-3,12	0,002	-7,830 -1,785	***	
Endeudamiento	0,548	0,303	1,81	0,071	-0,046 1,142	*	
Tipo_Administración	0,877	0,324	2,71	0,007	0,243 1,511	***	
Mean dependent var		4,387	SD dependent var		1,929		
Pseudo r-squared		0,411	Number of obs		163,000		
Chi-square		215,540	Prob > chi2		0,000		
Akaike crit, (AIC)		323,349	Bayesian crit, (BIC)		345,005		

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

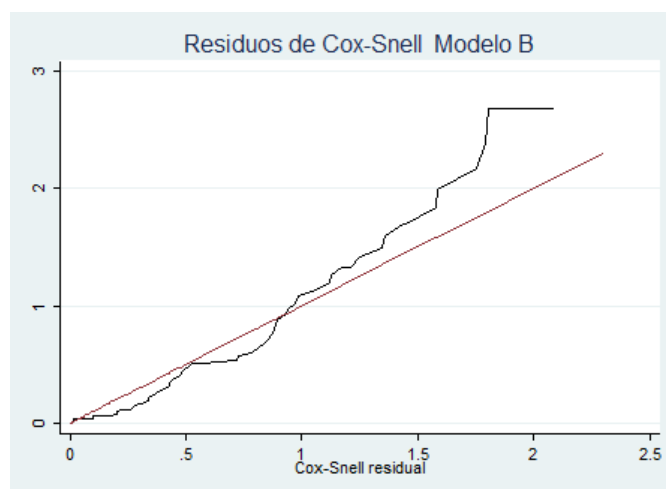
Fuente: Superintendencia Compañías
 Elaboración propia

Tabla 30
Criterios de información Modelo B

Akaike's information criterion and Bayesian information criterion						
Model	N	ll(null)	ll(model)	df	AIC	BIC
.	163	-262.445	-154.675	7	323.3492	345.0054

Fuente: Superintendencia Compañías
 Elaboración propia

Gráfico 26
Ajuste del Modelo B



Fuente: Superintendencia Compañías
 Elaboración propia

Anexo 3

Tabla 31
Tiempo observado vs duración estimada pequeñas empresas

Ref	Observado		Estimado		Ref	Observado		Estimado	
	Tiempo	Estado	Duración	Estado		Tiempo	Estado	Duración	Estado
5788	6	Quiebra	6	Quiebra	6521	6	Quiebra	6	Quiebra
9899	6	Quiebra	4	Quiebra	9366	6	Quiebra	6	Quiebra
8450	6	Quiebra	3	Quiebra	6647	6	Quiebra	5	Quiebra
5575	6	Quiebra	6	Quiebra	6003	6	Quiebra	6	Quiebra
8995	6	Quiebra	6	Quiebra	4717	6	Quiebra	6	Quiebra
7717	6	Quiebra	6	Quiebra	6504	6	Quiebra	6	Quiebra
2697	6	Quiebra	6	Quiebra	7603	6	Quiebra	6	Quiebra
6435	6	Quiebra	6	Quiebra	5080	6	Quiebra	6	Quiebra
9232	6	Quiebra	6	Quiebra	9563	6	Quiebra	6	Quiebra
4920	6	Quiebra	6	Quiebra	6491	6	Quiebra	6	Quiebra
8380	6	Quiebra	6	Quiebra	7847	6	Quiebra	6	Quiebra
4682	6	Quiebra	6	Quiebra	5282	6	Quiebra	6	Quiebra
4808	6	Quiebra	6	Quiebra	5329	6	Quiebra	3	No Quiebra
5153*	6	Quiebra	3	No Quiebra	4945	6	Quiebra	6	Quiebra
9174	6	Quiebra	5	Quiebra	7984	6	Quiebra	6	Quiebra
4879	6	No Quiebra	1	No Quiebra	4597	6	Quiebra	6	Quiebra
4817	6	Quiebra	6	Quiebra	8867	6	Quiebra	6	Quiebra
6936	6	Quiebra	6	Quiebra	5059	6	Quiebra	6	Quiebra
4716	6	Quiebra	5	Quiebra	8462	6	Quiebra	6	Quiebra
5715	6	Quiebra	6	Quiebra	6496	6	Quiebra	6	Quiebra
4443	6	Quiebra	6	Quiebra	4078	6	Quiebra	5	Quiebra
6624	6	Quiebra	6	Quiebra	4675	6	Quiebra	6	Quiebra
5218	6	Quiebra	6	Quiebra	5920	6	Quiebra	6	Quiebra
5951	6	Quiebra	6	Quiebra	6864	6	Quiebra	6	Quiebra
8345	6	Quiebra	4	Quiebra	4002	6	Quiebra	6	Quiebra
4380	6	Quiebra	5	Quiebra	6781	6	Quiebra	6	Quiebra
6705	6	Quiebra	6	Quiebra	8364	6	Quiebra	6	Quiebra
9290	6	Quiebra	6	Quiebra	5641	6	Quiebra	6	Quiebra
8838	6	No Quiebra	2	No Quiebra	4386	6	Quiebra	6	Quiebra
8195	6	Quiebra	6	Quiebra	8291	6	Quiebra	6	Quiebra
7268	6	Quiebra	6	Quiebra	5606	6	Quiebra	6	Quiebra
5027	6	Quiebra	6	Quiebra	4351	6	Quiebra	6	Quiebra
5898	6	Quiebra	6	Quiebra	7224	6	Quiebra	6	Quiebra
6437	6	Quiebra	5	Quiebra	6265	6	Quiebra	6	Quiebra

Ref	Observado		Estimado		Ref	Observado		Estimado	
	Tiempo	Estado	Duración	Estado		Tiempo	Estado	Duración	Estado
7398	5	Quiebra	5	Quiebra	7794	2	No Quiebra	1	No Quiebra
8623	5	No Quiebra	4	Quiebra	9440	2	No Quiebra	1	No Quiebra
4317	5	Quiebra	5	Quiebra	5644	2	No Quiebra	1	No Quiebra
4501	5	Quiebra	5	Quiebra	6284	2	Quiebra	2	No Quiebra
5926	5	Quiebra	5	Quiebra	5387	2	Quiebra	2	Quiebra
9810	5	Quiebra	5	Quiebra	5180	2	No Quiebra	1	No Quiebra
5502	5	No Quiebra	2	No Quiebra	6060	2	Quiebra	2	Quiebra
4488	4	No Quiebra	2	No Quiebra	5081	2	No Quiebra	1	No Quiebra
6289	4	Quiebra	4	Quiebra	8918	2	Quiebra	2	No Quiebra
9870	4	No Quiebra	4	Quiebra	4795	2	No Quiebra	1	No Quiebra
7517	4	Quiebra	4	Quiebra	9621	2	No Quiebra	1	No Quiebra
5976	4	Quiebra	4	Quiebra	7789	2	No Quiebra	1	No Quiebra
5289*	4	No Quiebra	3	Quiebra	6492	2	No Quiebra	1	No Quiebra
8033	3	Quiebra	3	Quiebra	7845	2	No Quiebra	1	No Quiebra
5473	3	Quiebra	3	Quiebra	4992*	2	No Quiebra	2	No Quiebra
8101	3	Quiebra	3	Quiebra	4914	1	No Quiebra	1	No Quiebra
6921	3	Quiebra	3	Quiebra	5400	1	No Quiebra	1	No Quiebra
6254	3	Quiebra	3	Quiebra	9648	1	No Quiebra	1	No Quiebra
4872	3	No Quiebra	3	Quiebra	4267	1	No Quiebra	1	No Quiebra
8086	3	Quiebra	3	Quiebra	5142	1	No Quiebra	1	No Quiebra
7118	3	Quiebra	3	Quiebra	4693	1	No Quiebra	1	No Quiebra
5479	3	No Quiebra	2	No Quiebra	5910	1	No Quiebra	1	No Quiebra
5169	3	Quiebra	3	Quiebra	5973*	1	No Quiebra	1	No Quiebra
5847	2	Quiebra	2	Quiebra	6943	1	No Quiebra	1	No Quiebra
7052	2	No Quiebra	1	No Quiebra	5126	1	No Quiebra	1	No Quiebra
6208	2	Quiebra	2	Quiebra	5240	1	No Quiebra	1	No Quiebra
4197	2	No Quiebra	1	No Quiebra	4341	1	No Quiebra	1	No Quiebra
5324	2	No Quiebra	1	No Quiebra	4840	1	No Quiebra	1	No Quiebra
9071	2	No Quiebra	1	No Quiebra	5511	1	No Quiebra	1	No Quiebra
7694	2	No Quiebra	1	No Quiebra	4726	1	No Quiebra	1	No Quiebra
9467	2	No Quiebra	1	No Quiebra	4593	1	No Quiebra	1	No Quiebra
5157	6	Quiebra	6	Quiebra	4572	5	No Quiebra	4	Quiebra
5280	6	Quiebra	6	Quiebra	4645*	5	No Quiebra	3	No Quiebra
9756	6	Quiebra	6	Quiebra	8607	5	No Quiebra	4	Quiebra
9527	2	No Quiebra	1	No Quiebra					

Fuente: Superintendencia Compañías
Elaboración propia

Tabla 32
Tiempo observado vs duración estimada medianas empresas

Ref	Observado		Estimado	
	Tiempo	Estado	Duración	Estado
7337	6	No quiebra	6	No quiebra
9376	3	No quiebra	3	No quiebra
6001	5	No quiebra	5	No quiebra
5680	6	No quiebra	5	No quiebra
7273	6	No quiebra	6	No quiebra
5808	5	Quiebra	3	No quiebra
9738	4	No quiebra	4	No quiebra
6071	6	No quiebra	6	No quiebra
6332	6	No quiebra	6	No quiebra
6915	2	Quiebra	1	Quiebra
5113	6	No quiebra	6	No quiebra
7890	5	No quiebra	5	No quiebra
6628*	5	Quiebra	3	No quiebra
4320	6	No quiebra	5	No quiebra
4344	1	Quiebra	1	Quiebra
5501	6	No quiebra	6	No quiebra
7049	2	Quiebra	1	Quiebra
7766	6	No quiebra	6	No quiebra
7165	6	No quiebra	3	No quiebra
6176	6	No quiebra	6	No quiebra
8609	3	No quiebra	3	No quiebra
9929*	5	Quiebra	3	Quiebra
4300	5	No quiebra	5	No quiebra
9014	6	No quiebra	6	No quiebra
8272	3	Quiebra	1	Quiebra
4266	1	Quiebra	1	Quiebra