



SUPERINTENDENCIA
VALORES Y SEGUROS

Serie Documentos de Trabajo

Superintendencia de Valores y Seguros
Santiago – Chile

Documento de Trabajo N° 5

Eficiencia de Compañías de Seguros de Vida en Chile: Aproximación a Través de Enfoques Paramétrico y no Paramétrico

Giovanni Malatesta - Marcos Vergara

Julio 2009



La Serie Documentos de Trabajo publicada por la Superintendencia de Valores y Seguros tiene como propósito difundir trabajos de investigación aplicada, desarrollados por profesionales de esta institución o delegados a investigadores externos, académicos y participantes del mercado. De esta manera, nos comprometemos a abrir un espacio para la discusión académica de temas relevantes para el desarrollo y perfeccionamiento de los mercados de Valores y Seguros.

Los trabajos presentados en esta serie corresponden a versiones en progreso, donde serán bienvenidos comentarios adicionales. Toda la información contenida en éstos, así como su análisis y conclusiones, es de exclusiva responsabilidad de su (s) autor (es) y no reflejan necesariamente la opinión de la Superintendencia de Valores y Seguros.

The main objective of the Working Paper Series published by the Superintendence of Securities and Insurance is to share applied research studies, conducted by our staff or entrusted to outside researchers, with scholars and market participants. Thus, we are committed to open a space for academic discussion on relevant topics for the development and improvement of the securities and insurance markets.

The papers included in these series are work in progress and further comments are mostly welcomed. All the information, as well as the analysis and conclusions of these papers, are exclusively those of the author(s) and do not necessarily reflect the opinion of the Superintendence of Securities and Insurance.

Documentos de Trabajo
Superintendencia de Valores y Seguros, Santiago-Chile
Avda. Lib. Bernardo O'Higgins 1449
www.svs.cl

**EFICIENCIA DE COMPAÑÍAS DE SEGUROS DE VIDA EN CHILE:
APROXIMACIÓN A TRAVÉS DE
ENFOQUES PARAMÉTRICO Y NO PARAMÉTRICO.**

Giovanni Malatesta C.¹

Marcos Vergara F.²

RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo evaluar la eficiencia de las compañías de seguros de vida que operan en Chile. Aplicando conceptos de eficiencia técnica, económica y de escala, y estimaciones paramétricas y no paramétricas, se estudia la eficiencia del mercado para el período comprendido entre los años 1997 y 2007. Adicionalmente, de manera complementaria se exploran algunas variables que permitirían explicar las diferencias de eficiencia a través del tiempo. Se encontró evidencia que las compañías de mayor tamaño presentan mayores niveles de eficiencia, y que las de menor tamaño han presentado los mayores incrementos de productividad. Adicionalmente, hay evidencia que en los últimos años la mayoría de las compañías se ha acercado a su escala óptima de funcionamiento. Finalmente, se obtuvieron resultados que permiten concluir que las diferentes medidas de eficiencia se encuentran relacionadas con la concentración de seguros ofrecidos por cada compañía, con la importancia de las rentas vitalicias en la cartera de productos, y con el nivel de apalancamiento que presentan.

¹ Instructor Adjunto Facultad Economía y Negocios, Universidad de Chile; gmalates@fen.uchile.cl

² Académico Escuela de Negocios, Universidad Adolfo Ibáñez; Marcos.Vergara@uai.cl

1. INTRODUCCIÓN.

El desarrollo del mercado asegurador en Chile ha estado marcado por las modificaciones estructurales iniciadas a comienzo de la década de los años 80, así como también por la Reforma Previsional del año 1981.

En términos de participantes de mercado, se ha observado movilidad. Por ejemplo, a fines de 2007 existían 28 compañías de seguros de vida, mientras que en 1990 y 1997 el número fue de 25 y 34 respectivamente. La composición del mercado se ha afectado por la participación de competidores que bajo el concepto de “bancaseguros” ampliaron el mercado al concentrar la demanda aprovechando bases de clientes, y diseñando productos estandarizados de bajo costo para segmentos que anteriormente no se encontraban cubiertos.

Analizar el mercado de compañías de seguros de vida en el contexto de agentes financieros tiene alta importancia, por cuanto los compromisos mantenidos por las compañías deben mantenerse respaldados con un portfolio de inversiones consistente con un conjunto de reglamentaciones legales y normativas, lo cual las convierte en uno de los actores principales dentro del mercado de capitales local.

Esta participación de las compañías de seguros de vida como inversionistas institucionales genera un creciente interés por analizar su comportamiento, evaluando su rol como intermediarios financieros. Dentro de los trabajos realizados se encuentra el de Neriz, García y Ramis (2002-2003) que, utilizando los conceptos de matching de flujos y modelos de flujo financiero sensibles al interés, simularon el comportamiento de carteras de inversiones frente a variaciones tanto en la distribución del número de pólizas, así como también frente a la composición de la cartera de productos. Por otra parte, Molina y Torrens (2003) efectuaron un test de eficiencia del mercado al analizar la señal que es posible extraer a partir de la clasificación de riesgo que presentan las compañías. Desde el punto de vista de gestión, Malatesta, Parraguez, Sánchez y Vergara (2005) efectuaron un análisis de razones financieras de las compañías de

seguros de vida entre los años 1990 y 2003, analizando diferencias en los niveles de eficiencia, atendiendo variables como tamaño y propiedad de las compañías.

No obstante, la investigación financiero-económica reciente ha incrementado el uso de técnicas de evaluación de gestión que utilizan herramientas superiores a los indicadores contables de desempeño, gracias al uso de instrumental econométrico y de programación matemática. Estas técnicas no han sido ampliamente aplicadas al mercado asegurador, por lo cual el trabajo a realizar intentará entregar un aporte al respecto.

El principal objetivo de la investigación consiste en identificar variables disponibles de manera pública que pueden explicar la eficiencia del sector asegurador de vida, utilizando para ello información contenida en los estados financieros anuales.

El trabajo se estructura de la siguiente manera: en la sección 2 se presenta una exposición de los principales puntos que caracterizan el marco institucional del sector. En la sección 3 se exponen los conceptos de productividad y eficiencia, mientras que en la sección 4 se explican diferentes alternativas para estimarlas. En la sección 5 se resume la evidencia existente en la literatura internacional, y en la sección 6 se presentan algunos hechos estilizados del mercado chileno. En la sección 7 se detallan los datos y la metodología utilizada para el análisis, mientras que en la sección 8 se exponen los principales resultados obtenidos. Finalmente, en la sección 9 se presentan un breve resumen y las conclusiones.

2. ANÁLISIS INSTITUCIONAL.

La estructura legal del mercado asegurador chileno con anterioridad al año 1980 se encontraba basada principalmente en dos criterios: el primero de ellos consistía en la regulación integral de la actividad aseguradora a través de una autoridad gubernativa de control (llamada “Superintendencia de Seguros”). El segundo de ellos, consistía en la nacionalización o reserva del comercio de seguros a firmas constituidas en Chile, cuyo patrimonio se encontrara principalmente concentrado en capitales nacionales.

El primero de los criterios antes descritos se mantuvo vigente desde el año 1927 hasta 1980, consagrando un sistema en el que al organismo regulador le correspondía la aprobación de las tarifas por primas, los modelos de póliza utilizados, las comisiones de reaseguros, las remuneraciones de los agentes y las inversiones que las compañías podían efectuar. El segundo criterio prohibió las operaciones de sucursales de compañías extranjeras, gravó con tributos la contratación de seguros en el extranjero con coberturas de bienes ubicados en el país, y exigió que dos tercios de las acciones de compañías constituidas en Chile debían encontrarse en manos de chilenos, (o bien de extranjeros residentes en Chile).

De forma complementaria al criterio de nacionalización anterior, se dispuso legalmente que el reaseguro sólo podía ser llevado a cabo con otras compañías nacionales de reaseguros, mientras que los excedentes no cubiertos de esa manera debían ser obligatoriamente colocados en la Caja Reaseguradora de Chile³.

Durante el transcurso del año 1983, se creó una institución aseguradora estatal llamada “Instituto de Seguros del Estado” (I.S.E.), la cual gozaba del monopolio de los seguros encargados de coberturas de bienes o riesgos del Estado y sus empresas. La regulación del comercio de seguros en esta etapa se estableció en la Ley N°4.228 del año 1927, cuyo texto definitivo fue fijado por el DFL N° 251 del año 1931, el cual se encuentra vigente hasta el día de hoy.

A partir de la década de los años 80, hubo un importante cambio que implicó grandes modificaciones del mercado asegurador, traduciéndose estos cambios en nuevas normativas que permitieron introducir la libre competencia, y la apertura a la inversión extranjera. En el año 1987 la legislación fue nuevamente modificada, introduciéndose mejoras en la regulación de las inversiones que respaldan los compromisos, al exigirse mayores niveles de diversificación y menores niveles de riesgo, con el fin de procurar evitar la materialización de

³ Esta institución fue creada por ley como una empresa mixta con participación del Estado y de las compañías de seguros, tanto en el capital como a su vez también en la administración de la misma. Esta empresa mantenía la exclusividad de contratación en el extranjero de los reaseguros que se requerían en el mercado local.

elementos que motivaron la insolvencia de compañías en el recesivo período económico de comienzos de los años 80.

Durante el año 1994, nuevamente se introdujeron modificaciones a la regulación de inversiones, permitiéndose la posibilidad de llevar a cabo inversiones en el extranjero, y se modificó la metodología de determinación del concepto de patrimonio de riesgo al incorporarse los conceptos de margen de solvencia y patrimonio mínimo.

La reforma al mercado de capitales del año 2001 permitió la desregulación del mercado a través de la flexibilización de los límites de inversiones, y se incorporaron nuevos instrumentos al conjunto de inversiones admitidas para respaldar los compromisos. Adicionalmente, se llevaron a cabo modificaciones con el objetivo de promover la autorregulación en el diseño de las pólizas, se incorporó el concepto de “value at risk” (VaR) como herramienta de medición del riesgo de mercado de la cartera de inversiones, se entregaron mayores responsabilidades a los directores de las compañías, y se flexibilizaron los mecanismos de ahorro previsional voluntario, permitiendo a las aseguradoras la participación en este producto previsional.

En el año 2004 se modificó el otorgamiento de pensiones a través del producto de rentas vitalicias, considerándose varias materias que permitieran mejorar las pensiones entregadas a los afiliados, así como también disminuir las asimetrías de información entre los participantes. Las modificaciones introducidas principalmente dicen relación con la creación de un sistema de información conocido como “SCOMP” (“Sistema de Consultas y Ofertas de Montos de Pensiones”) en el cual obligatoriamente deben participar quienes desean pensionarse. Este sistema pretende asegurar mejores pensiones al transparentar y agilizar el proceso, además se aumentan los requisitos para poder acceder a pensiones anticipadas⁴ y se crean nuevas modalidades de pensión⁵. El mismo año, se publicaron nuevas tablas de mortalidad necesarias para realizar los cálculos actuariales de reservas técnicas de rentas vitalicias, permitiendo la

⁴ Entre otras cosas, lo que se busca con ello es disminuir la tendencia que se venía observando de aumentos de las pensiones anticipadas, y simultáneamente mejorar los niveles de pensiones obtenidas.

⁵ A las ya existentes, se agregan la “renta vitalicia con retiro programado” y la “renta vitalicia variable”.

disposición de herramientas estadísticas actualizadas para la estimación de los flujos esperados de pago de las compañías.

Finalmente, la segunda reforma al mercado de capitales, efectuada a mediados del año 2007, introdujo importantes cambios tanto a niveles de exigencias financieras, como a su vez también de funcionamiento del mercado. De esta manera, entre otros elementos, se fijó el marco legal que permitiría potenciar el desarrollo de productos con reajustabilidad distinta a la UF⁶ (por ejemplo, moneda extranjera o bien en pesos nominales). Asimismo, se amplía la gama de inversiones disponibles para las compañías, flexibilizándose la incorporación de instrumentos de desarrollo más reciente al conjunto de valores posibles de ser adquiridos, y se reducen restricciones a la inversión. Por otra parte, se aumenta la competencia que las compañías poseen en el mercado de créditos de consumo, se promueve la integración financiera en el mercado de capitales y se otorga mayor acceso al crédito para los pensionados, entre otros elementos⁷.

3. MARCO TEÓRICO.

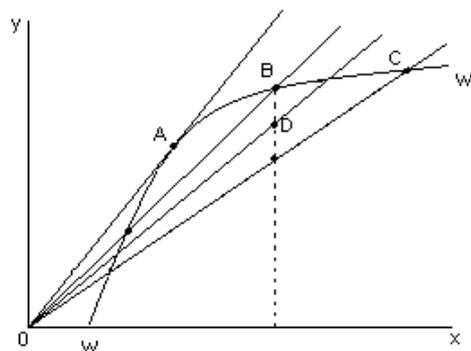
Los conceptos de productividad y eficiencia se encuentran íntimamente ligados. El primero, por una parte, puede ser definido como el cociente entre producto e insumo, correspondiendo el caso más simple a aquél en que se especifica una función de producción que requiere un único insumo para producir un único producto. No obstante lo anterior, en el caso que existan múltiples insumos y simultáneamente múltiples productos, para el cálculo de la productividad total de los factores (PTF) se requiere utilizar un set de ponderadores para construir insumos y productos. Por otro lado, el concepto de eficiencia dice relación con los niveles relativos de insumos respecto de niveles relativos de productos, por lo que una firma para ser eficiente requiere minimizar sus costos dado un nivel producción, o bien maximizar la producción dados los insumos.

⁶ Unidad de cuenta indexada a la inflación.

⁷ Importante referencia merece la actualización de la ley en relación a la presencia de compañías extranjeras en Chile, por cuanto permite asegurar el cumplimiento de acuerdos asumidos a nivel país en tratados de libre comercio, permitiendo la instalación de sucursales de compañías de seguros extranjeras.

El concepto de eficiencia tradicionalmente utilizado en el análisis financiero ha sido medido utilizando conceptos contables a través del cálculo de indicadores financieros. Sin embargo, en los últimos años ha aumentado la utilización de conceptos económicos al momento de utilizar indicadores, incrementándose el uso del concepto de fronteras eficientes para medir el desempeño de instituciones financieras. El concepto de frontera eficiente permite medir la desviación en desempeño de una empresa relativa al desempeño de las mejores firmas dentro de la industria en la cual se desenvuelve bajo las mismas condiciones de mercado. Estas medidas son superiores a los indicadores contables de desempeño por cuanto requieren el uso de técnicas econométricas y de programación matemática para su aplicación, permitiendo de esta forma ajustar los efectos de diferencias en precios de los insumos y de otros factores exógenos de mercado que pueden afectar las medidas tradicionales de desempeño. Para comprender de mejor forma la relación entre productividad y eficiencia, es posible analizar el ejemplo sencillo contenido en la figura nº1.

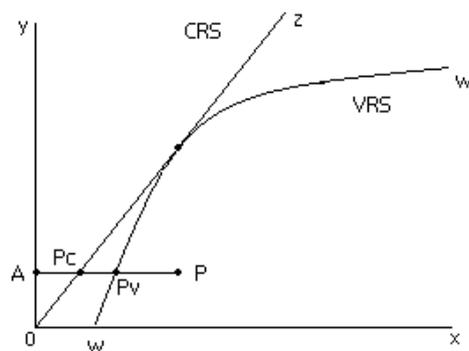
Figura nº 1: Productividad y Eficiencia.



El eje X representa diferentes niveles de un único insumo, mientras que el eje Y muestra diferentes niveles de un único producto. De esta forma, la curva WW' corresponde a la frontera de producción para diferentes niveles de insumos. La productividad de cada firma puede ser representada como la pendiente del rayo que parte del origen e intercepta la línea WW'. Así, la maximización de la productividad ocurre en el punto donde se encuentra la firma A, no obstante las empresas B y C igualmente se encuentran sobre la frontera de producción. Lo anterior significa que, si bien estas empresas presentan un comportamiento

técnicamente eficiente, no se encuentran maximizando su productividad. Por otra parte, el caso de la firma D permite afirmar que si bien resulta más productiva que la empresa C, no presenta un comportamiento técnicamente eficiente. En el ejemplo de la figura nº2, se observan dos fronteras diferentes: la curva OZ corresponde a una función de retornos constantes a escala, mientras que la curva WW' presenta retornos variables a escala (CRS y VRS, respectivamente).

Figura nº 2: Eficiencia Técnica y Eficiencia de Escala.



Es posible apreciar que para el caso de una firma que se encuentra produciendo en el punto P, bajo la frontera de producción que presente retornos variables a escala es posible plantear que la ineficiencia técnica orientada al insumo corresponde al segmento PPv, mientras que bajo una frontera de producción que presente retornos constantes a escala, se puede plantear que la ineficiencia técnica corresponde al segmento PPc.

Así, la diferencia de ambos segmentos (PcPv) correspondería a la ineficiencia de escala. Utilizando ratios, lo anterior puede expresarse como:

$$ET_{CRS} = \frac{APc}{AP}$$

$$ET_{VRS} = \frac{APv}{AP}$$

$$EE = \frac{APc}{APv}$$

donde:

ET_{CTRS} = eficiencia técnica bajo existencia de función con retornos constantes a escala.

ET_{VRS} = eficiencia técnica bajo existencia de función con retornos variantes a escala.

EE = eficiencia de escala.

Nótese que considerando el ejemplo sencillo anterior, es posible plantear que:

$$ET_{CRS} = ET_{VRS} \times EE$$

Vale decir, la eficiencia técnica puede ser descompuesta en dos partes: la eficiencia técnica pura y la eficiencia de escala. En el caso que se deseen analizar los cambios en la PTF, se requiere incorporar un horizonte de tiempo. De esta forma, si una empresa presenta retornos constantes a escala (en dos períodos: s y t, respectivamente), y opera por bajo la tecnología disponible, existe ineficiencia técnica en ambos períodos. En la figura nº3 puede visualizarse un ejemplo bajo el cual los elementos del cambio en la PTF pueden entenderse como:

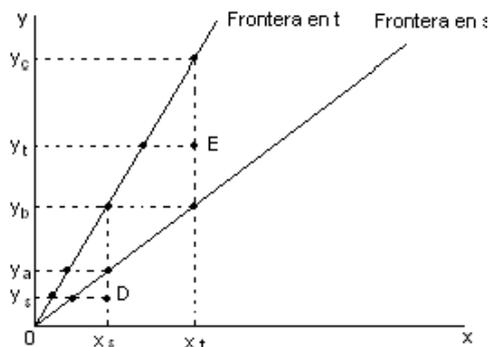
$$\Delta ET_{CRS} = \frac{y_t / y_c}{y_s / y_a} \quad \text{y} \quad \Delta T = \left[\frac{y_t / y_b}{y_t / y_c} \times \frac{y_s / y_a}{y_s / y_b} \right]^{1/2}$$

donde:

ΔET_{CTRS} = cambio en la eficiencia técnica bajo existencia de función con retornos constantes a escala.

ΔT = cambio tecnológico.

Figura nº 3: Cambios en Productividad.



De esta forma, el cambio en la PTF puede ser expresado como el cambio en la eficiencia técnica y el cambio tecnológico:

$$\Delta PTF = \Delta ET_{CRS} \times \Delta T$$

(Nótese que el cambio en la eficiencia técnica, incluyendo la eficiencia técnica pura y la eficiencia de escala, presenta un valor entre 0 y 1, mientras que el cambio tecnológico presenta un valor mayor que 1).

En consecuencia, los cambios en la PTF pueden ser expresados como:

$$\Delta PTF = \Delta ET_{VRS} \times \Delta EE \times \Delta T$$

Lo anterior, conceptualmente implica que el cambio en la productividad total de los factores productivos de una firma viene dado por: cambios en la eficiencia técnica (distancia a la frontera de producción), cambios en la eficiencia de escala (dados por la escala bajo la cual se produce) y por cambios tecnológicos (provenientes de desplazamientos de la frontera a través del tiempo).

De lo anterior se desprende que para efectos de estimar empíricamente la PTF y sus cambios, es necesario llevar a cabo estimaciones de cada uno de sus componentes, no existiendo un consenso absoluto en relación a cuál es el mejor método de estimación, pudiendo su elección afectar las conclusiones de política extraídas del análisis (Bauer, Berger, Ferrier y Humprey 1997).

4. ESTIMACIÓN DE LA PTF Y MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA.

Las diferentes alternativas para estimar la PTF y medir la eficiencia, pueden dividirse en dos grupos: métodos paramétricos y métodos no paramétricos.

4.1 Métodos paramétricos: Stochastic Frontier Approach (SFA).

Esta técnica especifica una forma funcional para la relación costo, beneficio o producción entre los insumos, productos y factores ambientales. Además, permite que el error aleatorio pueda temporalmente dar firmas produciendo una mayor o menor cantidad de producto, uso de insumos, costos o beneficios. SFA posibilita modelos con error compuesto donde se asume que las ineficiencias siguen una distribución asimétrica (half-normal, normal truncada), mientras los errores aleatorios siguen una distribución simétrica (normal estándar). La lógica indica que las ineficiencias deben tener una distribución normal truncada (half-normal) debido a que éstas no pueden ser negativas. Tanto las ineficiencias como los errores aleatorios se asumen ortogonales a insumos, productos, y variables ambientales especificadas en la estimación de la ecuación. La ineficiencia estimada para cualquier empresa se obtiene como la media (moda) condicional de la distribución del término ineficiencia, dada la observación del término error compuesto.

Cualquier supuesto distributivo impuesto arbitrariamente puede llevar a significativos errores en la estimación de la eficiencia individual. Por ejemplo, el supuesto de distribución halfnormal para las ineficiencias es relativamente inflexible, y presume que muchas firmas en conjunto están cerca de la eficiencia total. No obstante, algunos estudios han encontrado que una especificación distribucional más general para la ineficiencia, como normal truncada y gamma, es más apropiada que la half-normal (Greene 1990, Yuengert 1993, Berger y De Young 1997). Sin embargo, el permitir más flexibilidad en el supuesto distributivo de la ineficiencia puede hacer difícil su separación del error aleatorio en una estructura de error compuesto, debido a que la distribución normal truncada y

gamma pueden acercarse a la distribución normal simétrica asumida para el error aleatorio.

4.2 Métodos no-paramétricos: Data Envelopment Analysis (DEA).

Para medir eficiencia utilizando la metodología no paramétrica, representada por DEA, se requiere el uso de técnicas de programación lineal, imponiendo relativamente poca estructura sobre la especificación de la frontera. DEA es una técnica de programación lineal donde el conjunto de observaciones frontera está compuesta por aquellas para las cuales ninguna otra empresa o combinación lineal de ellas produce más de todos los productos dados los insumos o, alternativamente, usa menos de todos los insumos dado los productos. La frontera eficiente DEA está formada por la combinación lineal de las piezas que conectan el conjunto de aquellas observaciones de mejor práctica en la muestra, retornando un conjunto de posibilidades de producción convexa. Como tal, DEA no requiere la especificación explícita de la forma de producción subyacente. Esta metodología permite que la eficiencia varíe en el tiempo, y no hace a priori supuestos respecto a la forma distributiva de ellas.

Un problema potencial con esta metodología es que usualmente no permite un error aleatorio conveniente que mida los problemas asociados con el uso de datos contables, shocks aleatorios, o errores de especificación, tales como excluir insumos o productos e imponer una forma lineal sobre la frontera. Con esta metodología, los errores aleatorios existentes pueden ser confundidos con diferencias en eficiencia. Presumiblemente, esto resulta en una menor eficiencia promedio, generándose una mayor dispersión en los datos, a menos que exista alguna inusual asociación estadística entre el error aleatorio y la verdadera eficiencia. Este efecto puede ser considerable, por cuanto el error aleatorio en una sola observación sobre la frontera eficiente afectará la medida de eficiencia de todas las unidades de producción que son comparadas con cualquier combinación lineal sobre la frontera que envuelve esta unidad.

5. EVIDENCIA INTERNACIONAL PARA EL MERCADO DE SEGUROS.

Las evidencia empírica de estimaciones de fronteras eficientes para las compañías de seguros no se encuentran ampliamente abordada. Sin embargo, es posible mencionar el trabajo efectuado por Cummins y Zi (1997), el cual comparó estimaciones de eficiencia en costo para las compañías de seguros de vida de Estados Unidos, encontrando que la elección de la metodología de estimación de eficiencia entrega diferencias significativas en términos de estimaciones de valores de eficiencia. Encontraron que más del 63% de las compañías contenidas en la muestra presentaron retornos crecientes de escala y un 31% entregó retornos decrecientes. Por otra parte, proponen que los resultados sean testeados utilizando otros sets de datos, o bien utilizando simulaciones para efectos de ser testeados en su robustez, al confirmarse que los resultados alcanzados utilizando metodologías DEA y free disposal hull (FDH) tienden a entregar conclusiones estadísticamente distintas.

Complementariamente, Cummins y Weiss (1998) plantean que las economías de escala en la industria no han sido ampliamente abordada utilizando métodos de fronteras eficientes de más reciente desarrollo. Así, los efectos consolidados de eficiencia pueden llegar a ser importantes tópicos a tener en cuenta en implicancias tanto académicas como regulatorias.

Más recientemente, Diboky y Ubl (2007) utilizan información de aproximadamente el 90% del mercado asegurador de Alemania entre los años 2002 y 2005, y testean tres hipótesis de agencia relativas a diferentes estructuras de propiedad de las compañías. En su trabajo encuentran que, dependiendo si las firmas corresponden a compañías de tipo mutuales, o bien si su propiedad es o no transada en bolsa, las aseguradoras no operan en fronteras de producción conjuntas. Este punto si bien entrega importantes conclusiones teóricas, para efectos de aplicación al mercado en Chile no resulta de amplio alcance, por cuanto las aseguradoras principalmente poseen una estructura de propiedad accionaria no pública, por lo cual no existe suficiente información como para poder extraer conclusiones al respecto. Sin embargo, un gran aporte del estudio dice relación

con la metodología utilizada, así como también con la definición de las variables utilizadas.

En relación a lo primero, utilizan técnicas de bootstrapping para obtener inferencia estadística de modelos no paramétricos con el objetivo de corregir los sesgos de eficiencia de los estimadores DEA, mientras que en relación a la definición de las variables utilizadas, proponen que el uso de los “siniestros pagados” o las “pérdidas incurridas” como aproximaciones de variables de producción, pueden afectar de manera importante de resultados de eficiencia al ser potencialmente afectadas por variables exógenas.

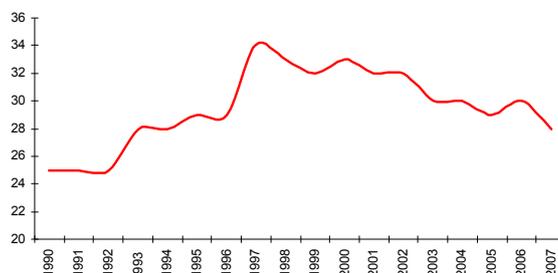
6. HECHOS ESTILIZADOS EN EL MERCADO CHILENO.

Actualmente, el mercado en Chile incluye 28 compañías de seguros de vida⁸, alcanzando la prima per cápita aproximadamente los US\$235. Durante 2007 alcanzó su segundo mayor crecimiento en penetración de los últimos 10 años, y actualmente el primaje llega a representar aproximadamente un 2,4% del PIB.

En relación al número de firmas, el mercado presenta regularmente entradas y/o salidas. Las salidas principalmente se producen por fusiones más que por liquidaciones, (a diferencia de lo ocurrido en la década de los años 80 cuando la mayoría de las salidas se debieron a situaciones de insolvencia), sin embargo, en la figura n°4 es posible visualizar que el aumento del número de compañías existentes ocurrido en la primera parte de los años 90 se revierte a partir del año 1998, principalmente debido a procesos de ajustes que implicaron reestructuraciones del mercado a través de fusiones y adquisiciones.

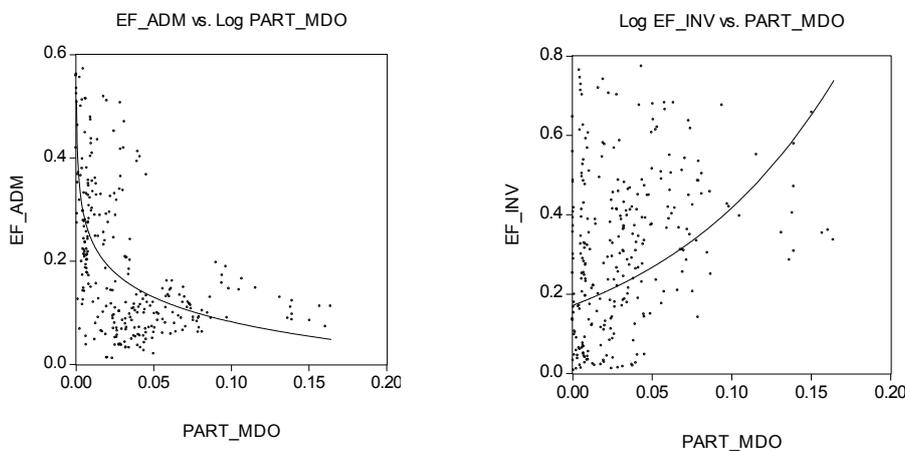
⁸ Según información de la Superintendencia de Valores y Seguros en www.svs.cl

Figura nº 4: Número de Compañías.



La figura nº5 provee información respecto a la eficiencia del mercado, siendo posible visualizar algunos aspectos de interés. Así por ejemplo, considerando la eficiencia administrativa, medida como el costo de administración sobre prima directa, se observa una relación negativa con el tamaño de las compañías (medido éste como la participación relativa de primaje que cada compañía posee), lo cual permite presumir que las compañías grandes aprovecharían economías de escala. Por otra parte, considerando la eficiencia de inversión, medida como resultado de inversiones sobre prima directa, es posible visualizar una cierta relación positiva al compararse con el tamaño de las compañías. Lo anterior, permitiría asumir que las compañías de mayor primaje, especialmente debido a la participación en productos de rentas vitalicias, obtienen comparativamente mayores resultados provenientes de la gestión de inversiones que realizan.

Figura nº 5: Eficiencia y Tamaño.



Desde el punto de vista de la concentración de mercado, el índice C-4 muestra un incremento desde un 37% en el año 1997 hasta un 41,8% en el año 2007. De manera análoga, el indicador Herfindahl-Hirschman (HHI) muestra una variación desde 0,063 hasta 0,071 entre los mismo años, pudiendo concluirse la existencia de una mayor concentración del mercado (tabla nº1), en línea con la disminución del número de participantes antes descrito.

Tabla nº1: Evolución de la concentración del mercado.

Año	C4	HHI
1997	0.370	0.063
1998	0.372	0.061
1999	0.383	0.065
2000	0.374	0.062
2001	0.423	0.070
2002	0.380	0.062
2003	0.399	0.066
2004	0.401	0.065
2005	0.439	0.072
2006	0.424	0.074
2007	0.418	0.071

Por otra parte, en relación a la solvencia del mercado, es posible distinguir grandes diferencias entre los distintos participantes. De esta forma, considerando los distintos “estratos”⁹ de compañías, entre los mismos años es posible encontrar que las compañías calificadas como “pequeñas” presentan un leverage (medido como pasivo exigible sobre patrimonio) promedio de aproximadamente 5 veces (con un rango de fluctuación entre 0,01 y 13 veces), mientras que las compañías “grandes” mantuvieron un leverage promedio de aproximadamente 10 veces (con un rango de variación entre 7 y 13 veces). La anterior dispersión del mercado se debe fundamentalmente a la participación de compañías en productos de rentas vitalicias, el cual de acuerdo a la normativa vigente requiere la constitución de reservas técnicas por la totalidad de la responsabilidad asumida por la compañía con sus rentistas.

En consecuencia, la existencia de diferencias entre participantes del mercado y la presencia de regularidades a nivel agregado, hacen necesario

⁹ Tomando como referencia la participación de mercado, una compañía es calificada como “grande” si su participación es superior a 6%, como “mediana” si se encuentra entre 3% y 6%, y como “pequeña” si es inferior a 3%.

estudiar con mayor profundidad el nivel de eficiencia que presentan las compañías, así como también las variables que podrían explicar dicha eficiencia, por cuanto su comprensión permitirá una mejor evaluación del desempeño, así como también una comprensión más acabada de los factores determinantes de éste. Como hipótesis de trabajo, es posible plantear que aparentemente variables tales como el tamaño de las compañías, la cartera de productos o los canales de comercialización son capaces de explicar diferentes niveles de eficiencia, así como también es factible identificar las variables que mayormente explican los cambios en la productividad de los participantes del mercado.

7. DATOS Y METODOLOGÍA UTILIZADA.

7.1 Datos utilizados.

El set de datos utilizados proviene de información financiera de las compañías de seguros reportada a la Superintendencia de Valores y Seguros, construyéndose un panel de datos para el período 1997-2007 con información anual a los meses de diciembre de cada año.

La correcta elección de las variables a través de las cuales se intenta representar los inputs y outputs resulta decisiva al momento de extraer conclusiones de estimaciones DEA y SFA, y presenta particulares desafíos para participantes del mercado asegurador. Las investigaciones respecto de la eficiencia de compañías de seguros tradicionalmente han utilizado el denominado “enfoque de producción”, originalmente planteado por Berger y Humphreys (1997), y utilizado en varias investigaciones posteriores.

No obstante lo anterior, dichos estudios utilizan los siniestros asumidos por las compañías como aproximaciones de los outputs de las firmas, lo cual en algunas ocasiones puede sesgar al alza los niveles de eficiencia. (Por ejemplo, cuando se presentan aumentos en los costos de siniestros producto de variables exógenas a las compañías, dichos aumentos pueden ser considerados como incrementos en los niveles productivos, afectando de manera positiva el nivel de eficiencia obtenido).

Por esta razón, la aproximación utilizada en este trabajo corresponde al denominado “enfoque de intermediación”, ampliamente utilizado en estudios de instituciones del sector financiero.

7.1.1 Outputs.

Las compañías de seguros principalmente entregan servicios a sus tenedores de pólizas, utilizando para ello los recursos provenientes del cobro de primas. Tal como lo plantean diversos estudios de eficiencia, las actividades llevadas a cabo por las aseguradoras pueden ser clasificadas en tres categorías. Utilizando las definiciones de Cummins y Weiss (1998), las compañías efectúan una tarea de “risk-bearing” al disminuir el valor esperado de las pérdidas individuales de cada uno de los asegurados. Por otra parte, efectúan una tarea de “risk-pooling” al recibir primas por parte de sus clientes y redistribuir parte ellas entre los asegurados que enfrentan siniestros. En tercer lugar, las aseguradoras efectúan una actividad de “intermediación financiera” al demandar instrumentos en el mercado de capitales, utilizando los recursos que son entregados por sus asegurados a través de las primas cobradas, (y que posteriormente deben ser pagados de vuelta en caso de siniestros, o bien en determinadas fechas futuras). Considerando lo anterior, se utilizó la prima directa como variable de output de cada compañía, por cuanto del primaje dependen fuertemente las tres primeras actividades descritas.

7.1.2 Inputs y precios.

Las investigaciones relativas a la eficiencia de las compañías de seguros utilizan diferentes conceptos para agrupar los inputs de las aseguradoras. De manera consistente con el trabajo de Diboky y UBL (2007), se utilizaron tres factores. El primero de ellos dice relación con el factor trabajo que requieren las compañías para proveer sus servicios, y fue medido considerando los montos correspondientes a remuneraciones pagadas. En segundo lugar, y considerando que una parte importante de la comercialización de los seguros es llevada a cabo por personal externo a las compañías, se incluyó un factor de servicios de comercialización

medido a través de las comisiones pagadas a los corredores de seguros. Finalmente, se incluyó como input el patrimonio de las compañías, por cuanto corresponde a los recursos aportados para llevar a cabo las actividades antes descritas¹⁰.

En relación a los precios de los inputs utilizados, para el caso del factor trabajo su precio fue calculado dividiendo las remuneraciones pagadas por el número de trabajadores de las compañías. Respecto al factor de servicios de comercialización, se utilizó información relativa al número de corredores con los cuales cada compañía tuvo operaciones, mientras que para el caso del patrimonio se utilizó el retorno histórico promedio de cinco años, calculado a fines de cada período.

7.2 Metodología utilizada.

Se efectuaron estimaciones de la eficiencia de las compañías de seguros de vida a través de modelos no-paramétricos (DEA)¹¹ y paramétricos (SFA)¹². Para el caso de los primeros, se utilizaron fronteras estimadas a partir de formas funcionales del tipo Cobb-Douglas y Translogarítmica, mientras que para el caso de las estimaciones no paramétricas, se obtuvieron estimaciones de la eficiencia técnica y de sus componentes, tanto la eficiencia técnica pura, así como también la eficiencia de escala.

7.2.1 Modelos No - Paramétricos.

Primeramente se definirán algunas variables. Si suponemos K inputs y M outputs de cada una de las N compañías analizadas, cada compañía i está representada por x_i e y_i . Las matrices X y Y , (de dimensiones $K \times N$ y $M \times N$, respectivamente), representan los datos de las N compañías. Con lo anterior, el modelo DEA con retornos constantes a escala, (CRS), puede expresarse como:

¹⁰ No se incluyó el input correspondiente al financiamiento vía deuda utilizado en la literatura internacional debido a que las compañías en Chile no emiten instrumentos financieros en el mercado de capitales..

¹¹ Las estimaciones se llevaron a cabo utilizando el software "DEAP Version 2.1"

¹² Las estimaciones se llevaron a cabo utilizando el software "FRONTIER Version 4.1"

$$\begin{aligned}
& \min_{\theta, \lambda} \theta \\
& \text{s.a} \\
& -y_i + Y\lambda \geq 0 \\
& \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\
& \lambda \geq 0
\end{aligned}$$

donde θ es un escalar y λ es un vector de $N \times 1$. El valor de θ representa el score de eficiencia para la compañía i , debiendo resolverse el anterior planteamiento de programación lineal para cada una de las compañías; (nótese que $\theta \leq 1$ y $\theta = 1$ corresponde al valor de una compañía ubicada en la frontera).

El modelo DEA con retornos variables a escala (VRS) es similar al anterior, con la restricción adicional de $N1\lambda = 1$, (donde $N1$ es un vector de N unos), por lo que el planteamiento resulta ser:

$$\begin{aligned}
& \min_{\theta, \lambda} \theta \\
& \text{s.a} \\
& -y_i + Y\lambda \geq 0 \\
& \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\
& N1\lambda = 1 \\
& \lambda \geq 0
\end{aligned}$$

7.2.2 Modelos Paramétricos.

Las funciones de producción estimadas a partir de fronteras estocásticas fueron inicialmente propuestas de manera independiente por Aigner, Lovell y Schmidt (1977) y por Meeusen y Van de Broeck (1977). La especificación requiere una función de producción determinada para datos en corte transversal, la cual contiene un término de error con dos componentes: uno de ellos para dar cuenta de efectos aleatorios y el otro para capturar la ineficiencia técnica. El modelo utilizado puede ser expresado como:

$$Y_i = x_i\beta + (V_i - U_i) \quad \text{con } i = 1, \dots, N$$

donde Y_i corresponde a la producción de la empresa “i”, x_i es un vector de cantidades de inputs de la firma “i”, β es un vector de parámetros a estimar, V_i es una variable aleatoria que se asume $iid \sim N(0, \sigma_v^2)$ e independiente de U_i que corresponde a una variable aleatoria no negativa que captura la ineficiencia técnica que se asume $iid \sim N(0, \sigma_u^2)$.

Posteriormente, Battese y Coelli (1992) propusieron un modelo para datos de panel con efectos específicos para cada firma los cuales se asumen con distribución normal truncada y pueden variar a través del tiempo. El modelo utilizado puede ser expresado como:

$$Y_{it} = x_{it}\beta + (V_{it} - U_{it}) \quad \text{con } i = 1, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T$$

donde Y_{it} corresponde a la producción de la empresa “i” en el período “t”, x_{it} es un vector de cantidades de inputs de la firma “i” en el período “t”, β es un vector de parámetros a estimar, V_{it} es una variable aleatoria que se asume $iid \sim N(0, \sigma_v^2)$ e independiente de $U_{it} = (U_i \exp(-\eta(t-T)))$ que corresponde a una variable aleatoria no negativa que captura la ineficiencia técnica que se asume iid y truncada a cero en la distribución $N(\mu, \sigma_u^2)$, y η es un parámetro a estimar.

Además, se utilizó la definición propuesta por Battese y Corra (1977), la cual reemplaza σ_v^2 y σ_u^2 por $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ y $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{(\sigma_v^2 + \sigma_u^2)}$. El valor de γ se encuentra entre 0 y 1, lo cual resulta útil para el uso de un método iterativo de maximización. En caso que no se rechace la hipótesis nula que $\gamma = 0$, la variable μ_{it} no debe incluirse en el modelo, pudiendo efectuarse la estimación a través de mínimos cuadrados ordinarios.

Adicionalmente, se utilizó la especificación de Battese y Coelli (1995), la cual en relación al modelo anterior, incorpora una segunda etapa que permite incluir potenciales variables determinantes de la ineficiencia. De esta manera, el modelo puede expresarse como:

$$Y_{it} = x_{it}\beta + (V_{it} - U_{it}) \quad \text{con } i = 1, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T$$

donde Y_{it} , x_{it} , β y V_{it} son similares a las anteriores, no obstante esta última se define como independiente de $m_{it} = z_{it}\delta$, siendo z_{it} un vector de variables que pueden afectar la eficiencia de la compañía "i" en el período "t", y δ un vector de parámetros a estimar. Al igual que en el caso anterior, se utilizó la especificación de Battese y Corra (1977).

De forma adicional a las estimaciones paramétricas y no-paramétricas anteriores, se realizaron simulaciones de Montecarlo para efectos de estimar posibles realizaciones futuras de la eficiencia técnica pura que pudieran eventualmente fijar un umbral bajo el cual se encontrarían las compañías de menor eficiencia. Además, se analizó la PTF y su composición, utilizando para ello estimaciones del índice de Malmquist. Complementariamente, y a través de la estimación de un modelo tobit, se identificaron algunas variables que podrían explicar las diferencias en eficiencia, atendiendo distintas características de las compañías.

8. RESULTADOS OBTENIDOS.

8.1 Modelos No - Paramétricos.

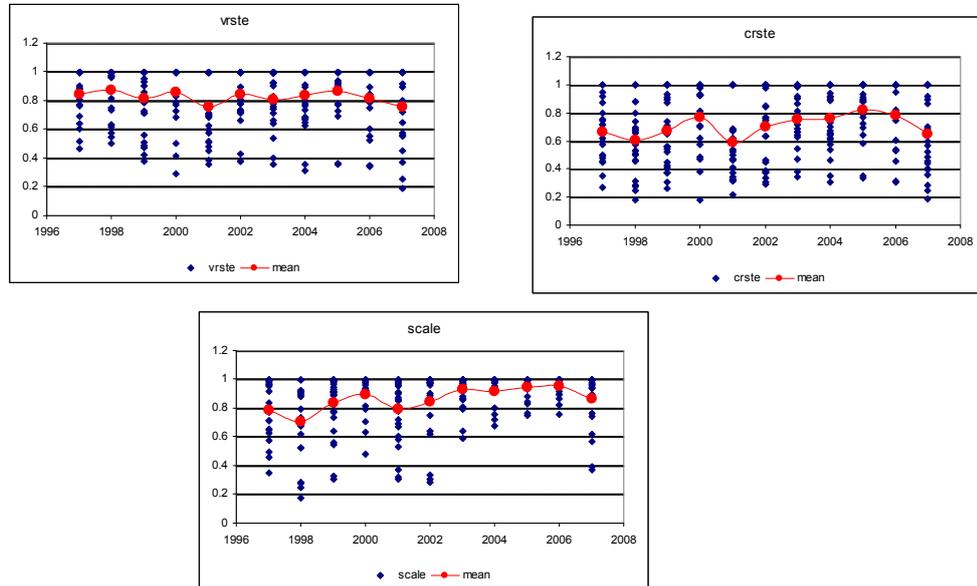
En la tabla nº 2 se presenta la descomposición de la eficiencia técnica en eficiencia técnica pura y eficiencia de escala para el mercado en su conjunto; (en anexo nº1 se presentan los resultados de cada compañía). Es posible observar que si bien la eficiencia técnica pura no ha presentado grandes variaciones, la eficiencia que considera retornos constantes de escala y la eficiencia de escala,

han mostrado mejoras en los años recientes en comparación con los primeros, con excepción del último año.. Adicionalmente, en relación a ésta última, es posible observar una menor dispersión del mercado, concentrándose paulatinamente todas las compañías en mayores niveles de eficiencia, tendencia que en 2007 se ve interrumpida (figura nº 5).

Tabla nº2: Evolución de la eficiencia técnica.

año	crste	vrste	scale
1997	0.66	0.85	0.79
1998	0.61	0.87	0.71
1999	0.67	0.82	0.84
2000	0.77	0.86	0.89
2001	0.59	0.76	0.79
2002	0.70	0.84	0.85
2003	0.76	0.83	0.92
2004	0.75	0.81	0.93
2005	0.82	0.87	0.94
2006	0.78	0.81	0.95
2007	0.65	0.76	0.87
promedio	0.71	0.82	0.86

Figura nº 5: Dispersión de la eficiencia.



Considerando los distintos estratos, es posible apreciar en la tabla n° 3 que las compañías grandes presentan los mayores niveles de eficiencia, seguidas de las medianas, y que las compañías pequeñas presentan los menores niveles de eficiencia; (en anexo n°2 se presentan los resultados de cada estrato).

Tabla n°3: Eficiencia técnica según estrato.

	pequeñas	medianas	grandes
crste	0.517	0.735	0.831
vrste	0.679	0.830	0.867
scale	0.785	0.883	0.953

Específicamente, en relación a la eficiencia técnica pura, es posible visualizar diferentes comportamientos dependiendo del tamaño de las firmas. Así por ejemplo, considerando el total de activos como medida de tamaño, al analizar la distribución a la que mejor se ajusta la eficiencia técnica pura de las compañías de menor y mayor tamaño, se observa que en el caso de las primeras, la distribución se aproxima a una distribución normal, mientras que para las compañías más grandes, se presenta un sesgo hacia mayores niveles de eficiencia (figuras n° 6 y n° 7, respectivamente).

Figura n° 6: Distribución eficiencia técnica pura compañías de menor tamaño.

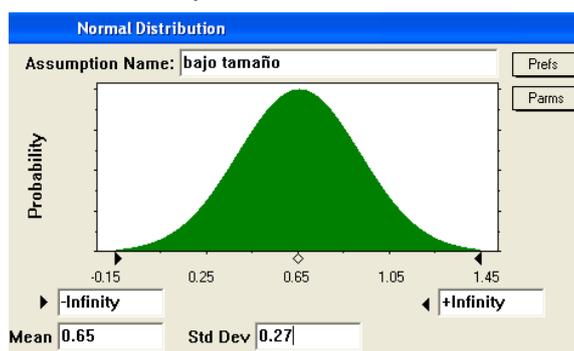
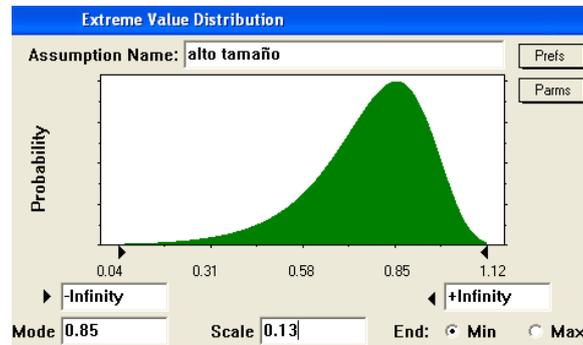


Figura nº 7: Distribución eficiencia técnica pura compañías de mayor tamaño.



Con respecto a la escala de producción de las compañías, se analizó si éstas se encontraban en tramos con rendimientos constantes de escala (CRS), crecientes de escala (IRS), o bien decrecientes de escala (DRS). En relación a su tamaño, se observa en la tabla nº 4 que para todo el período analizado, la mayoría de las firmas se encuentra en tramos de rendimientos decrecientes de escala, lo que permitiría concluir que gran parte de las compañías posee problemas de escala al encontrarse en un tamaño mayor al óptimo.

Tabla nº4: Escala según estrato.

año	crs	irs	drs
pequeñas	8%	40%	53%
medianas	15%	15%	70%
grandes	24%	20%	56%

Sin embargo, al analizarse la evolución de la escala en cada año de la tabla nº 5, es posible observar que en 2005 y 2006 esta situación se revirtió, por cuanto un mayor porcentaje de compañías presentó retornos constantes de escala, lo cual puede indicar un tamaño óptimo de funcionamiento durante dichos años. No obstante, el año 2007 se revierte este comportamiento

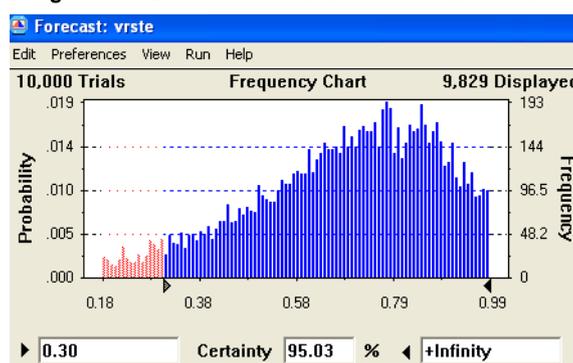
Tabla nº5: Evolución de la escala.

año	crs	irs	drs
1997	10%	19%	71%
1998	13%	25%	63%
1999	19%	41%	41%
2000	18%	32%	50%
2001	19%	41%	41%
2002	23%	27%	50%
2003	22%	39%	39%
2004	24%	32%	44%
2005	43%	43%	14%
2006	45%	25%	30%
2007	26%	26%	48%

Adicionalmente, puede visualizarse que hasta el año 2004 una minoría de los participantes del mercado se encontraba en tramos de rendimientos constantes de escala. Luego, este problema de tamaño podría explicar el proceso de ajuste en el número total de compañías que se experimentó a partir de 1997.

En relación a la eficiencia técnica pura, además se efectuaron simulaciones de Montecarlo, y se identificó el nivel de eficiencia que acumuló aproximadamente el 5% de las más bajas realizaciones. En la figura nº 8, se puede apreciar que valores inferiores a 0,30 pueden ser interpretados como niveles de eficiencia técnica pura en extremo bajos.

Figura nº 8: Distribución simulaciones de Montecarlo.



Con lo anterior, y considerando todo el período analizado, existen 11 observaciones que presentan niveles de eficiencia técnica pura inferiores a este umbral, correspondiendo todas ellas a compañías de estrato bajo.

Por otra parte, se analizó el comportamiento de la PTF utilizando el índice de Malmquist. Construyendo paneles balanceados, se estimaron los cambios anuales de eficiencia técnica, tecnología y eficiencia de escala. En la tabla nº 6 puede observarse que en relación al mercado, el mayor crecimiento de la PTF se produjo en el período 2001-2002, al igual que el más alto crecimiento de la eficiencia técnica pura. En relación a los cambios en la tecnología, se observa un aumento a través del tiempo, y son los que en su mayoría explican los cambios en la PTF de todo el período estudiado. Esto resulta de alta importancia, por cuanto muestra que los cambios en productividad no necesariamente se deben a cambios en eficiencia. De hecho, a partir de las estimaciones obtenidas, se desprende que los elementos que principalmente explican los cambios en productividad del mercado, corresponden a cambios tecnológicos y cambios en la escala de producción.

Tabla nº 6: Cambios en la PTF para el mercado.

	effch	techch	pech	sech	tfpch
1997-1998	12%	-18%	3%	9%	-6%
1998-1999	23%	-22%	1%	22%	1%
1999-2000	1%	5%	-3%	4%	7%
2000-2001	-17%	18%	-3%	-14%	1%
2001-2002	14%	-2%	12%	2%	12%
2002-2003	10%	-2%	0%	11%	8%
2003-2004	-1%	3%	-3%	2%	2%
2004-2005	-2%	2%	0%	-2%	0%
2005-2006	-5%	4%	-5%	0%	-1%
2006-2007	-7%	4%	-4%	-3%	-3%

En la tabla nº 7 se presentan los resultados anteriores para cada compañía en cada uno de los períodos. Los mayores cambios en la PTF los presentaron compañías que en sus respectivos años pertenecían al estrato pequeño, siendo solamente en el período 2001-2002 en el cual una compañía del estrato grande presentó el incremento más alto. Por otra parte, los mayores cambios individuales de productividad que cada año se registraron, se debieron principalmente cambios en la escala de producción.

Tabla nº 7: Cambios en la PTF por compañía.

year = 1997-1998						year = 1998-1999					
firm	efch	techch	pech	sech	tfpch	firm	efch	techch	pech	sech	tfpch
1	1.140	0.715	1.000	1.140	0.816	1	1.091	0.838	1.000	1.091	0.914
2	1.067	0.726	0.833	1.280	0.775	2	1.720	0.942	1.248	1.379	1.621
3	0.898	0.844	1.249	0.719	0.758	3	1.463	0.938	1.494	0.979	1.373
4	1.067	0.911	1.000	1.067	0.972	4	1.320	0.536	1.036	1.275	0.708
5	0.898	0.938	1.075	0.835	0.842	5	3.096	0.766	1.000	3.096	2.372
6	1.135	0.838	1.124	1.010	0.951	6	1.900	0.622	1.000	1.900	1.182
7	1.192	0.855	1.000	1.192	1.020	7	0.968	0.731	0.678	1.428	0.708
8	1.244	0.755	1.181	1.053	0.939	8	1.132	0.896	1.039	1.090	1.015
9	0.849	0.914	0.619	1.371	0.776	9	1.597	0.874	1.000	1.597	1.396
10	1.580	0.923	1.439	1.098	1.458	10	1.140	0.948	0.871	1.310	1.081
11	2.732	0.715	1.000	2.732	1.954	11	0.958	0.936	0.860	1.114	0.896
12	1.005	0.914	0.827	1.215	0.918	12	0.880	0.884	0.830	1.060	0.778
13	1.200	0.911	1.084	1.107	1.094	13	1.126	0.725	0.912	1.235	0.817
14	0.748	0.859	0.893	0.838	0.643	14	1.302	0.915	0.908	1.435	1.192
15	1.427	0.843	1.494	0.955	1.204	15	1.613	0.761	1.279	1.262	1.227
16	1.052	0.834	1.000	1.052	0.878	16	1.763	0.788	1.100	1.604	1.390
17	1.000	0.857	1.000	1.000	0.857	17	0.832	0.748	0.886	0.938	0.622
18	1.112	0.725	1.107	1.005	0.807	18	0.904	0.693	1.060	0.852	0.626
19	1.000	0.876	1.000	1.000	0.876	19	1.133	0.946	1.000	1.133	1.073
						20	1.000	0.654	1.000	1.000	0.654
						21	1.519	0.982	1.358	1.119	1.493
						22	0.934	0.738	1.000	0.934	0.690
						23	1.000	0.843	1.000	1.000	0.843

year = 1999-2000						year = 2000-2001					
firm	efch	techch	pech	sech	tfpch	firm	efch	techch	pech	sech	tfpch
1	0.598	0.545	0.289	2.072	0.326	1	1.193	1.346	3.287	0.363	1.605
2	1.086	1.178	1.072	1.013	1.280	2	0.970	1.167	1.079	0.899	1.132
3	0.694	1.328	0.728	0.954	0.923	3	1.000	1.237	1.000	1.000	1.237
4	1.000	1.193	1.000	1.000	1.193	4	0.660	1.024	1.000	0.660	0.675
5	1.217	1.266	1.000	1.217	1.541	5	0.794	1.085	1.000	0.794	0.861
6	0.932	0.716	1.000	0.932	0.668	6	0.355	1.214	0.358	0.991	0.431
7	1.406	1.284	1.367	1.029	1.805	7	0.695	1.252	0.709	0.981	0.871
8	0.921	1.093	1.000	0.921	1.007	8	0.844	1.167	1.000	0.844	0.984
9	0.885	1.253	1.000	0.885	1.108	9	0.866	1.192	1.000	0.866	1.032
10	1.124	1.227	1.192	0.943	1.379	10	0.806	1.129	0.793	1.016	0.909
11	0.745	1.351	0.831	0.896	1.007	11	0.766	1.450	1.000	0.766	1.112
12	1.866	0.581	1.125	1.659	1.085	12	0.891	1.067	0.933	0.955	0.950
13	0.949	1.265	0.983	0.965	1.200	13	0.965	1.283	1.111	0.868	1.237
14	0.709	1.187	0.767	0.925	0.841	14	1.000	1.120	1.000	1.000	1.120
15	1.345	1.132	1.351	0.996	1.522	15	0.984	1.092	1.053	0.935	1.075
16	1.294	0.955	1.161	1.115	1.236	16	1.001	1.303	1.000	1.001	1.304
17	1.000	1.154	1.000	1.000	1.154	17	0.895	1.368	0.925	0.967	1.224
18	0.957	1.100	0.934	1.025	1.053	18	0.798	1.044	0.794	1.005	0.833
19	0.999	0.797	1.000	0.999	0.796	19	1.000	1.321	1.000	1.000	1.321
20	0.831	1.307	0.812	1.024	1.086						
21	1.633	1.293	1.673	0.976	2.111						
22	1.000	0.759	1.000	1.000	0.759						

year = 2001-2002						year = 2002-2003					
firm	efch	techch	pech	sech	tfpch	firm	efch	techch	pech	sech	tfpch
1	1.018	1.204	1.428	0.713	1.226	1	2.220	0.955	1.000	2.220	2.119
2	1.649	0.894	1.000	1.649	1.474	2	1.000	1.150	1.000	1.000	1.150
3	0.939	1.217	1.000	0.939	1.143	3	1.086	1.007	1.031	1.053	1.094
4	1.350	0.743	1.279	1.055	1.002	4	1.006	1.014	1.000	1.006	1.020
5	0.993	0.835	1.000	0.993	0.829	5	1.318	1.117	1.237	1.065	1.472
6	1.405	0.766	1.174	1.197	1.076	6	1.000	0.929	1.000	1.000	0.929
7	1.399	1.189	1.000	1.399	1.663	7	0.899	1.003	0.922	0.976	0.903
8	1.107	0.792	1.070	1.035	0.877	8	1.230	0.936	1.290	0.954	1.151
9	0.721	1.138	1.000	0.721	0.820	9	1.004	0.870	0.927	1.084	0.874
10	1.042	1.111	1.000	1.042	1.157	10	1.045	0.898	1.057	0.988	0.939
11	0.943	1.132	0.935	1.008	1.067	11	0.848	0.894	0.848	1.001	0.758
12	1.391	0.933	1.285	1.082	1.298	12	0.902	0.924	0.903	0.999	0.834
13	1.808	0.900	1.542	1.172	1.628	13	2.359	1.037	1.000	2.359	2.448
14	0.717	1.543	1.000	0.717	1.107	14	1.028	0.911	1.000	1.028	0.936
15	1.087	1.014	1.141	0.953	1.102	15	1.185	0.933	1.239	0.956	1.106
16	1.185	0.947	0.962	1.232	1.122	16	2.118	1.056	1.346	1.573	2.237
17	1.467	0.932	1.218	1.205	1.367	17	1.031	0.866	1.004	1.027	0.893
18	0.647	1.159	0.612	1.058	0.751	18	0.816	1.001	0.826	0.988	0.817
19	1.493	0.811	1.458	1.024	1.212	19	1.027	1.049	1.000	1.027	1.078
20	1.000	0.764	1.000	1.000	0.764	20	0.849	0.927	0.878	0.967	0.786
21	0.973	0.956	1.000	0.973	0.931	21	0.885	1.060	0.825	1.072	0.938
22	1.249	1.155	1.190	1.050	1.442	22	0.981	1.093	0.845	1.160	1.072
23	1.727	0.758	1.719	1.005	1.309	23	1.000	0.974	1.000	1.000	0.974
24	1.604	0.712	1.865	0.860	1.142						
25	1.000	1.403	1.000	1.000	1.403						

Tabla nº 7: Cambios en la PTF por compañía (continuación.)

year	= 2003-2004				
firm	effch	techch	pech	sech	tfpch
1	1.177	0.981	1.000	1.177	1.155
2	1.000	0.945	1.000	1.000	0.945
3	1.296	0.957	1.264	1.025	1.241
4	0.668	0.985	0.672	0.994	0.658
5	1.087	1.339	1.000	1.087	1.456
6	1.000	1.012	1.000	1.000	1.012
7	0.904	0.945	0.868	1.041	0.854
8	0.844	0.983	0.737	1.145	0.830
9	0.866	1.085	0.742	1.167	0.939
10	0.983	1.046	0.879	1.119	1.028
11	0.972	1.084	0.969	1.002	1.053
12	0.989	1.034	1.010	0.980	1.023
13	1.262	1.030	1.000	1.262	1.300
14	1.046	1.073	1.000	1.046	1.122
15	1.136	1.004	1.251	0.908	1.141
16	0.931	0.984	1.014	0.918	0.917
17	0.925	1.036	0.896	1.032	0.958
18	0.894	0.974	0.888	1.007	0.871
19	0.937	0.982	0.993	0.943	0.920
20	0.798	1.085	1.071	0.745	0.866
21	0.976	1.032	0.970	1.006	1.008
22	1.344	1.084	1.319	1.019	1.457
23	1.000	1.068	1.000	1.000	1.068

year	= 2004-2005				
firm	effch	techch	pech	sech	tfpch
1	1.001	0.999	1.000	1.001	1.000
2	1.000	1.165	1.000	1.000	1.165
3	0.938	0.987	0.927	1.012	0.926
4	1.000	0.990	1.000	1.000	0.990
5	1.000	0.908	1.000	1.000	0.908
6	0.926	0.948	0.939	0.986	0.878
7	1.205	1.013	1.141	1.056	1.220
8	0.998	1.011	0.998	1.000	1.009
9	0.962	1.069	0.958	1.005	1.029
10	0.894	1.080	0.897	0.997	0.965
11	0.880	0.795	1.000	0.880	0.699
12	1.000	1.028	1.000	1.000	1.028
13	1.122	1.067	1.062	1.056	1.197
14	0.930	1.078	1.000	0.930	1.002
15	1.060	0.999	1.196	0.886	1.058
16	0.889	0.998	0.942	0.944	0.888
17	0.881	0.911	0.927	0.951	0.802
18	1.049	0.972	1.055	0.995	1.019
19	1.000	1.006	1.000	1.000	1.006
20	1.000	1.292	1.000	1.000	1.292
21	1.000	1.211	1.000	1.000	1.211

year	= 2005-2006				
firm	effch	techch	pech	sech	tfpch
1	1.000	0.964	1.000	1.000	0.964
2	0.854	0.947	0.870	0.983	0.809
3	1.000	0.910	1.000	1.000	0.910
4	1.000	1.001	1.000	1.000	1.001
5	0.890	1.010	0.945	0.942	0.899
6	0.775	1.148	0.709	1.093	0.889
7	0.763	1.027	0.762	1.000	0.784
8	1.030	1.038	1.030	1.000	1.069
9	1.063	1.085	1.115	0.953	1.153
10	1.000	1.104	1.000	1.000	1.104
11	0.940	1.094	1.026	0.916	1.028
12	1.076	1.098	1.000	1.076	1.181
13	0.985	1.012	0.957	1.029	0.997
14	0.925	1.068	0.972	0.953	0.989
15	0.931	1.015	0.908	1.025	0.945
16	0.886	1.160	0.903	0.982	1.028
17	1.000	1.050	1.000	1.000	1.050
18	1.000	1.097	1.000	1.000	1.097
19	1.000	1.014	1.000	1.000	1.014

year	= 2006-2007				
firm	effch	techch	pech	sech	tfpch
1	1.000	0.937	1.000	1.000	0.937
2	1.180	1.013	1.194	0.988	1.196
3	0.850	1.174	0.960	0.885	0.998
4	1.000	1.105	1.000	1.000	1.105
5	1.000	0.978	1.000	1.000	0.978
6	1.332	0.963	1.455	0.915	1.282
7	1.037	1.072	1.079	0.960	1.111
8	0.974	1.088	0.970	1.005	1.060
9	1.053	1.067	1.000	1.053	1.123
10	0.932	0.963	1.000	0.932	0.898
11	1.074	0.922	0.894	1.201	0.990
12	0.645	0.997	1.000	0.645	0.643
13	1.081	1.045	1.118	0.967	1.129
14	0.684	1.405	0.656	1.042	0.961
15	0.893	1.107	0.896	0.997	0.989
16	1.168	0.936	1.120	1.043	1.094
17	1.000	1.281	1.000	1.000	1.281
18	1.000	1.015	1.000	1.000	1.015
19	0.386	0.812	0.389	0.992	0.314

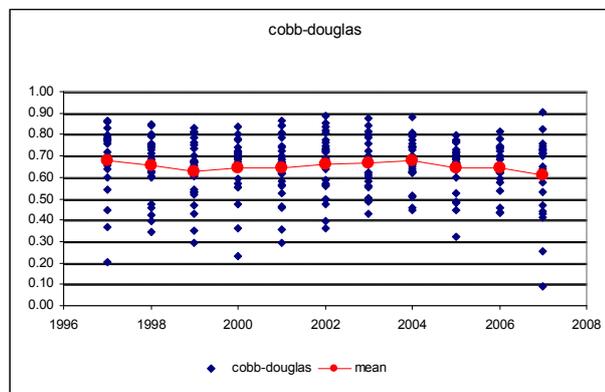
8.2 Modelos Paramétricos.

Con respecto a los modelos paramétricos, primeramente se estimó la eficiencia de las compañías asumiendo una frontera de producción del tipo Cobb-Douglas y una distribución half-normal del término de ineficiencia. En este caso, la eficiencia promedio de las compañías si bien no presenta grandes fluctuaciones en los años analizados, es posible visualizar que disminuye paulatinamente, en especial desde el año 2004, presentándose además una cierta tendencia a disminuir la dispersión del mercado que se ve alterada en el año 2007 (tabla nº8 y figura nº9).

Tabla nº 8: Eficiencia Técnica.

año	cobb-douglas
1997	0.68
1998	0.66
1999	0.63
2000	0.65
2001	0.64
2002	0.66
2003	0.66
2004	0.68
2005	0.64
2006	0.65
2007	0.61
promedio	0.65

Figura nº 9: Dispersión de la eficiencia.

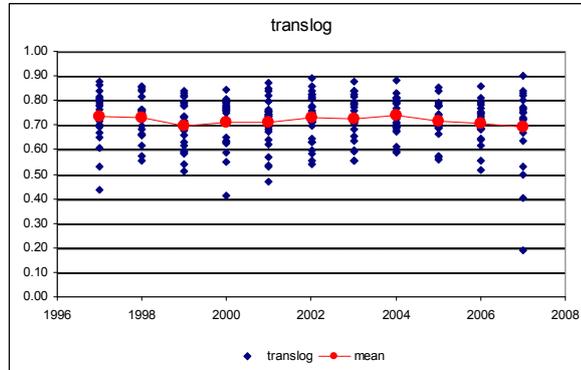


De forma adicional se modificó la frontera asumida y se supuso una del tipo ranslogarítmica. Los resultados son similares a los anteriores, solamente que en promedio los valores de eficiencia resultan más altos que al suponer una función Cobb-Douglas (tabla nº9 y figura nº10).

Tabla nº 9: Eficiencia Técnica.

año	translog
1997	0.73
1998	0.73
1999	0.70
2000	0.71
2001	0.71
2002	0.73
2003	0.73
2004	0.74
2005	0.72
2006	0.71
2007	0.69
promedio	0.72

Figura nº 10: Dispersión de la eficiencia.



En relación al tamaño de las compañías, se pudo observar que al igual que en las estimaciones no-paramétricas, las compañías de tamaño pequeño presentaron los menores niveles de eficiencia. Sin embargo, al asumir una frontera cobb-douglas, resultan en mayores niveles de eficiencia las compañías medianas (a diferencia del caso no-paramétrico en que los mayores niveles de eficiencia se obtuvieron para compañías de tamaño grande).

8.3 Diferencias en eficiencia.

Como complemento al análisis anterior, se estimó un modelo tobit con el objetivo de intentar identificar algunas variables de interés que podrían explicar las diferencias en eficiencia que presentaron las compañías.

De esta manera, se especificó un modelo de variable endógena acotada entre los valores 0 y 1 que, para el caso de las estimaciones de eficiencia no-paramétricas, consideró la eficiencia técnica pura, la eficiencia con retornos constantes a escala y la eficiencia de escala. Para el caso de los modelos paramétricos, se utilizó como variable endógena la estimación de eficiencia obtenida para cada compañía. Como variables explicativas, se incluyeron el tamaño de las compañías (medido a través de la participación de mercado), el resultado de las inversiones mantenidas (medido como el logaritmo de los beneficios provenientes de inversiones), la concentración tanto de los canales de distribución como a su vez también de los seguros ofrecidos (medidas ambas a través del indicador Herfindahl-Hirschman), la importancia relativa de las rentas

vitalicias (medida en función de la prima), y el nivel de endeudamiento (medido como los pasivos exigibles sobre el patrimonio contable).

El modelo de regresión puede ser representado por:

$$y_i = x'_i \beta + \varepsilon_i, \quad \text{donde se cumple que: } 0 \leq x'_i \beta + \varepsilon_i \leq 1$$

Mientras que la función de verosimilitud asociada es de la siguiente forma:

$$l(\beta, \sigma) = \sum \log f\left(\frac{y_i - x'_i \beta}{\sigma}\right) - \log \left(F\left(\frac{1 - x'_i \beta}{\sigma}\right) - F\left(\frac{0 - x'_i \beta}{\sigma}\right) \right)$$

donde f y F corresponden a las funciones de densidad y distribución acumulada de los residuos, respectivamente.

Considerando los resultados presentados en la tabla nº 10, para el caso de las estimaciones no-paramétricas, se puede observar que existe evidencia que las compañías de mayor tamaño relativo presentan mayores niveles de eficiencia técnica pura, así como también de eficiencia considerando retornos constantes a escala. Para el caso de eficiencia de escala, la evidencia es contraria.

Tabla nº 10: Estimaciones de eficiencia.

	Variables Dependientes								
	crste			vrste			scale		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
constant	-0.050129 (0.8512)	0.847942 (0.0001)*	1.058312 (0.0000)*	2.042261 (0.0000)*	2.922709 (0.0000)*	3.229595 (0.0000)*	-0.303622 (0.1296)	-0.013499 (0.9371)	0.067208 (0.7003)
mkt_share	2.233308 (0.0063)*	1.713440 (0.0294)*	2.379612 (0.0000)*	11.938520 (0.0000)*	10.556650 (0.0000)*	11.924880 (0.0000)*	-2.871228 (0.0000)*	-3.034154 (0.0000)*	-2.826486 (0.0000)*
log (result_inv)	0.002849 (0.8760)	-0.029288 (0.1109)	-0.059339 (0.0026)*	-0.177669 (0.0000)*	-0.199726 (0.0000)*	-0.240421 (0.0000)*	0.082349 (0.0000)*	0.073843 (0.0000)*	0.062166 (0.0001)*
hhi_corr	-0.050768 (0.5165)	0.152151 (0.0608)***	0.138993 (0.0773)***	-0.100957 (0.2001)	0.106900 (0.1854)	0.080005 (0.2825)	0.020945 (0.7207)	0.075798 (0.2274)	0.082442 (0.1784)
hhi_ramos	1.889980 (0.0000)*			2.157794 (0.0000)*			0.640068 (0.0237)**		
import_rv		0.393717 (0.0000)*			0.405110 (0.0000)*			0.102031 (0.0407)**	
leverage			0.044985 (0.0000)*			0.048491 (0.0000)*			0.014466 (0.0066)*
nº obs	236	236	236	236	236	236	236	236	236
adjust R-squared	0.133385	0.182372	0.227529	0.439024	0.49794	0.546203	0.209823	0.204302	0.221558

p-values en paréntesis.

Niveles de significancia: 1% (*); 5% (***) y 10% (**)

Con respecto a los beneficios provenientes de las inversiones, se observan resultados opuestos, por lo que no es posible identificar el efecto que dicha variable posee sobre la eficiencia. En relación a la concentración de los canales de distribución a través de los cuales las compañías colocan sus productos, los resultados apoyan sólo de manera débil que aquellas compañías cuyos canales se encuentran más concentrados, presentan mayores niveles de eficiencia que considera retornos constantes a escala.

Un aspecto interesante de los resultados obtenidos, dice relación con el hecho que la cartera de seguros ofrecidos por las compañías se encontraría asociada con todas las medidas de eficiencia estimadas, y a su vez también a través de las tres variables que recogen esta situación.

En efecto, en la medida que la cartera de seguros ofrecidos es más concentrada, (medido esto por medio de la variable “hhi-ramos”), se observan mayores niveles de eficiencia. Adicionalmente, cuando la concentración de productos ofrecidos está asociada con los seguros de rentas vitalicias, se obtienen resultados similares. Por último, la relación estadísticamente significativa encontrada entre el leverage y los diferentes niveles de eficiencia complementa la evidencia anterior, ya que dadas las características técnicas que posee el seguro

de rentas vitalicias, su venta conlleva la constitución de mayores reservas técnicas que los seguros tradicionales, y por ende mayores niveles de apalancamiento.

Para el caso de las estimaciones paramétricas de eficiencia, en la tabla nº11 es posible visualizar que principalmente para el caso en que se asume una frontera translogarítmica, existe evidencia que las compañías de mayor tamaño presentan niveles de eficiencia más altos.

Tabla nº 11: Estimaciones de eficiencia.

	Variables Dependientes					
	cobb-douglas			translog		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
constant	0.298188 (0.0074)*	0.653294 (0.0000)*	0.770618 (0.0000)*	0.606790 (0.0000)*	0.910894 (0.0000)*	0.975590 (0.0000)*
mkt_share	0.313373 (0.3766)	0.116344 (0.7011)	0.553112 (0.0715)**	1.308620 (0.0000)*	1.143834 (0.0000)*	1.443318 (0.0000)*
log (result_inv)	0.011017 (0.1750)	-0.011413 (0.1104)	-0.028949 (0.0002)*	-0.009269 (0.0864)***	-0.027027 (0.0000)*	-0.036259 (0.0000)*
hhi_corr	-0.074524 (0.0330)**	0.077531 (0.0154)**	0.063885 (0.0453)**	-0.038055 (0.1019)	0.082228 (0.0001)*	0.057249 (0.0110)**
hhi_ramos	0.586945 (0.0000)*			0.522510 (0.0000)*		
import_rv		0.286569 (0.0000)*			0.223063 (0.0000)*	
leverage			0.030261 (0.0000)*			0.019970 (0.0000)*
nº obs	259	259	259	259	259	259
adjust R-squared	0.140671	0.367714	0.359068	0.238656	0.476905	0.357276

p-values en paréntesis.

Niveles de significancia: 1% (*); 5% (**) y 10% (***)

En relación a la concentración de los canales de distribución, los resultados son opuestos, razón por la que no es posible visualizar el efecto que poseen sobre la eficiencia. Al igual que para el caso de las estimaciones no-paramétricas, se observan mayores niveles de eficiencia, tanto al utilizar fronteras cobb-douglas o translogarítmicas, en la medida que hay mayor concentración de la cartera de producto, más alta es la participación de las rentas vitalicias, y mayor es el nivel de endeudamiento de las compañías.

9. RESUMEN Y CONCLUSIONES.

El objetivo del presente trabajo ha sido realizar un aporte al análisis del mercado asegurador de vida en Chile, aplicando para ello conceptos de eficiencia y productividad.

Utilizando un enfoque de programación matemática no paramétrico DEA, se estimó la eficiencia de las compañías para un período comprendido entre los años 1997 y 2007, en base a información contenida en los estados financieros publicados por la Superintendencia de Valores y Seguros. A través del uso de conceptos de eficiencia técnica, escala de producción y tecnología, se analizó el comportamiento del mercado y su evolución, encontrándose diferentes patrones de comportamiento de acuerdo al tamaño de las compañías participantes. Adicionalmente, se estimó el comportamiento de la PTF y sus componentes, identificándose sus principales fuentes de fluctuación.

Los resultados entregan evidencia relativa a que las compañías de mayor tamaño serían las que presentan mayores niveles de eficiencia. Además, existiría evidencia de problemas de escala en el funcionamiento de las compañías. En particular, se obtuvo evidencia que en todo el período estudiado, gran parte de los participantes del mercado se encontraría produciendo en tramos de rendimientos decrecientes de escala. No obstante, es posible sostener que en los últimos años la mayoría de las compañías se ha acercado a su escala óptima de producción.

Con respecto a la productividad de las compañías, se puede concluir que el crecimiento de la PTF del mercado asegurador de vida se ha debido principalmente a mejoras en la tecnología y en la escala de producción, siendo las compañías de menor tamaño las que presentaron mayores incrementos de productividad.

De forma complementaria, se obtuvo evidencia de algunas características que podrían ayudar a explicar las diferencias de eficiencias entre compañías. Específicamente, mayores niveles de eficiencia se encontrarían asociados a compañías concentradas en ciertos seguros, así como también fue posible

obtener evidencia que las compañías que ofrecen rentas vitalicias y se encuentran más apalancadas, presentan una utilización más eficiente de sus recursos.

El trabajo desarrollado pretende entregar un aporte teórico que pueda respaldar la evaluación de la gestión llevada a cabo por los administradores de las compañías, pudiendo dicha evaluación ser parte integrante del análisis que periódicamente los analistas, el regulador, las agencias clasificadoras, y otros llevan a cabo.

BIBLIOGRAFÍA.

Aigner, D.J., Lovell, C.A.K. y Schmidt, P (1977): "*Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models.*" *Journal of Econometrics* 6, 21-37.

Battese, G.E. y Coelli, T.J. (1992): "*Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India.*" *Journal of Productivity Analysis* 3, 153-169.

Battese, G.E. y Corra, G.S. (1977): "*Estimation of a Production Frontier Model: Wirh Application to the Pastoral Zone of Eastern Australia.*" *Australian Journal of Agricultural Economics* 21, 169-179.

Bauer, P. W., Berger, A. N., Ferrier, G. D., Humphrey, D. B. (1997): "*Consistency conditions for regulatory ananlysis of financial institutions: A comparison of frontier efficiency methods.*" *Finance and Economics Discission Series. Divisions of Research & Statistics and Monetary Affairs. Federal Reserve Board, Washington, D.C.*

Berger, Allen N., y Robert DeYoung, (1997): "*Problem Loans and Cost Efficiency in Commercial Banks*". *Journal of Banking and Finance* 21, 849-870.

Berger, A. y Humphrey, D. B. (1997): "*Efficiency of Financial Institutions: An International Survey and Directions for Future Research*". *European Journal of Operational Research* 98, 175-212.

Cummins David, Zi Hongmin (1997): *"Measuring Cost Efficiency in the U.S. Life Insurance Industry: Econometric and Methematical Programming Approaches"*. The Wharton School. University of Pennsylvania.

Cummins David, Weiss Mary (1998): *"Analyzing Firm Performance in the Insurance Industry Using Frontier Efficiency Methods"*. The Wharton School. University of Pennsylvania.

Diboky Franz y Ubl Eva (2007): *"Ownership and Efficiency in the German Life Insurance Market: A DEA Bootstrap Approach"*. University of Viena, Department of Finance, draft mes de Junio.

Greene, W. H. (1990): *"A Gamma - Distributed Stochastic Frontier Model"*. Journal of Econometrics, 46, 141-63.

Malatesta G., Parraguez M., Sánchez P., Vergara M., (2003): *"Análisis de Gestión en Compañías de Seguros de Vida: Análisis de Razones Financieras"*. Estudios de Información y Control de Gestión, Depto. de Control de Gestión y Sistemas de Información, Universidad de Chile, 5-42.

Meeusen, W y Van de Broeck, J. (1977): *"Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error."* International Economic Review 18, 435-444.

Molina C., Torrens S., (2003): *"Test de Eficiencia en el Mercado Asegurador."* Escuela de Ingeniería Comercial, Universidad Tecnológica Metropolitana de Chile.

Neriz L., García C., Ramis F., (2002-2003): *"Un Modelo para la Gestión del Riesgo de las Carteras de Inversiones y Obligaciones de una Compañía de Seguros de"*

Vida". Estudios de Información y Control de Gestión, Depto. de Sistemas de Información y Auditoría, Universidad de Chile, 45-70.

Yuengert, A., (1993): "*The measurement of efficiency in life insurance: Estimates of a mixed normal-gamma error model*". Journal of Banking and Finance 17, 483-96.

Anexo nº 1: Estimaciones de eficiencia por compañía.

year=	1997			
firm	crste	vrste	scale	
1	0.716	1.000	0.716	irs
2	0.593	0.902	0.657	drs
3	0.755	0.771	0.979	drs
4	0.494	1.000	0.494	drs
5	0.742	0.884	0.840	drs
6	0.870	0.879	0.990	drs
7	0.455	1.000	0.455	drs
8	0.652	0.847	0.770	drs
9	0.713	1.000	0.713	drs
10	0.449	0.693	0.647	drs
11	0.347	1.000	0.347	irs
12	0.477	0.761	0.627	drs
13	0.265	0.463	0.572	drs
14	0.617	0.638	0.967	drs
15	0.577	0.603	0.957	irs
16	0.950	1.000	0.950	drs
17	1.000	1.000	1.000	-
18	0.915	1.000	0.915	drs
19	0.800	0.804	0.995	drs
20	0.501	0.517	0.969	irs
21	1.000	1.000	1.000	-
mean	0.661	0.846	0.789	

year=	1998			
firm	crste	vrste	scale	
1	0.280	1.000	0.280	irs
2	0.510	0.752	0.678	drs
3	0.502	0.547	0.918	irs
4	0.247	1.000	0.247	irs
5	0.677	0.966	0.702	drs
6	0.176	1.000	0.176	irs
7	0.526	1.000	0.526	drs
8	0.666	0.976	0.682	drs
9	0.883	0.963	0.918	drs
10	0.527	1.000	0.527	drs
11	0.679	1.000	0.679	drs
12	0.798	0.890	0.896	drs
13	0.571	0.619	0.922	drs
14	0.693	1.000	0.693	drs
15	0.275	1.000	0.275	irs
16	0.464	0.630	0.737	drs
17	0.311	0.502	0.619	drs
18	0.452	0.571	0.792	drs
19	0.738	0.812	0.909	irs
20	0.882	1.000	0.882	drs
21	1.000	1.000	1.000	-
22	0.658	0.737	0.894	drs
23	1.000	1.000	1.000	-
24	1.000	1.000	1.000	-
mean	0.605	0.873	0.706	

yerar=	1999			
firm	crste	vrste	scale	
1	0.305	1.000	0.305	irs
2	0.681	0.929	0.733	drs
3	0.650	0.716	0.908	irs
4	0.894	1.000	0.894	drs
5	0.544	1.000	0.544	irs
6	1.000	1.000	1.000	-
7	0.560	0.562	0.996	irs
8	0.875	0.955	0.917	drs
9	0.558	1.000	0.558	drs
10	0.520	0.810	0.642	drs
11	0.667	0.726	0.919	drs
12	0.413	0.419	0.984	irs
13	0.738	0.900	0.820	drs
14	0.258	0.783	0.329	irs
15	0.705	0.794	0.888	drs
16	0.427	0.507	0.842	drs
17	0.376	0.488	0.770	drs
18	0.667	0.861	0.775	irs
19	1.000	1.000	1.000	-
20	0.911	1.000	0.911	drs
21	0.446	0.472	0.945	irs
22	1.000	1.000	1.000	-
23	1.000	1.000	1.000	-
24	0.690	0.715	0.964	irs
25	0.934	1.000	0.934	irs
26	0.375	0.379	0.989	irs
27	1.000	1.000	1.000	-
mean	0.674	0.815	0.836	

year=	2000			
firm	crste	vrste	scale	
1	0.182	0.289	0.632	irs
2	0.927	1.000	0.927	drs
3	0.577	0.728	0.793	irs
4	1.000	1.000	1.000	-
5	1.000	1.000	1.000	-
6	0.932	1.000	0.932	drs
7	0.975	1.000	0.975	irs
8	0.921	1.000	0.921	drs
9	0.703	1.000	0.703	drs
10	0.811	1.000	0.811	drs
11	0.705	0.789	0.894	drs
12	0.481	1.000	0.481	irs
13	0.796	0.827	0.963	drs
14	0.380	0.412	0.922	drs
15	0.616	0.683	0.901	drs
16	0.923	1.000	0.923	irs
17	1.000	1.000	1.000	-
18	0.471	0.501	0.941	irs
19	0.999	1.000	0.999	drs
20	0.757	0.770	0.983	irs
21	0.788	0.856	0.920	drs
22	1.000	1.000	1.000	-
mean	0.770	0.857	0.892	RE

year=	2001			
firm	crste	vrste	scale	
1	0.215	0.700	0.307	irs
2	0.606	1.000	0.606	irs
3	0.323	1.000	0.323	irs
4	0.468	0.516	0.907	irs
5	1.000	1.000	1.000	-
6	0.497	0.688	0.722	irs
7	0.668	1.000	0.668	drs
8	0.343	0.356	0.963	irs
9	0.619	0.709	0.874	drs
10	0.583	1.000	0.583	drs
11	0.688	1.000	0.688	drs
12	0.607	0.777	0.781	drs
13	0.525	0.575	0.912	drs
14	0.534	0.625	0.855	drs
15	0.369	1.000	0.369	irs
16	0.327	0.385	0.850	drs
17	0.594	0.759	0.782	drs
18	0.316	0.593	0.532	irs
19	1.000	1.000	1.000	-
20	0.459	0.510	0.900	irs
21	0.670	0.686	0.976	irs
22	1.000	1.000	1.000	-
23	1.000	1.000	1.000	-
24	0.678	0.713	0.951	drs
25	0.408	0.453	0.900	irs
26	0.473	0.481	0.984	drs
27	1.000	1.000	1.000	-
mean	0.591	0.760	0.794	

year=	2002			
firm	crste	vrste	scale	
1	0.287	1.000	0.287	irs
2	1.000	1.000	1.000	-
3	0.303	1.000	0.303	irs
4	0.631	0.660	0.957	irs
5	0.993	1.000	0.993	drs
6	0.698	0.808	0.863	drs
7	1.000	1.000	1.000	-
8	0.380	0.381	0.997	irs
9	0.444	0.716	0.620	drs
10	0.747	1.000	0.747	drs
11	0.636	0.735	0.865	drs
12	0.764	0.778	0.982	drs
13	1.000	1.000	1.000	-
14	0.336	1.000	0.336	irs
15	0.842	1.000	0.842	drs
16	0.384	0.432	0.890	drs
17	0.704	0.725	0.971	drs
18	0.463	0.723	0.641	irs
19	0.369	0.379	0.975	irs
20	1.000	1.000	1.000	-
21	1.000	1.000	1.000	-
22	0.973	1.000	0.973	drs
23	0.704	0.779	0.904	drs
24	0.759	0.897	0.846	drs
25	1.000	1.000	1.000	-
26	0.846	0.848	0.998	drs
mean	0.702	0.841	0.846	

year=	2003			
firm	crste	vrste	scale	
1	0.64	1.00	0.64	irs
2	1.00	1.00	1.00	-
3	0.69	0.71	0.97	irs
4	1.00	1.00	1.00	-
5	0.92	1.00	0.92	drs
6	1.00	1.00	1.00	-
7	0.34	0.36	0.95	drs
8	0.55	0.92	0.59	drs
9	0.75	0.93	0.81	drs
10	0.67	0.78	0.86	drs
11	0.66	0.66	1.00	irs
12	0.90	0.90	1.00	irs
13	0.87	1.00	0.87	drs
14	0.47	0.54	0.88	drs
15	0.98	0.99	1.00	drs
16	0.38	0.40	0.96	irs
17	0.82	0.83	0.99	irs
18	1.00	1.00	1.00	-
19	0.62	0.64	0.97	drs
20	0.74	0.76	0.98	irs
21	1.00	1.00	1.00	-
22	0.79	1.00	0.79	irs
23	0.72	0.74	0.97	irs
mean	0.76	0.83	0.92	RE

year=	2004			
firm	crste	vrste	scale	
1	0.753	1.000	0.753	irs
2	1.000	1.000	1.000	-
3	0.889	0.898	0.990	irs
4	0.668	0.672	0.994	drs
5	1.000	1.000	1.000	-
6	1.000	1.000	1.000	-
7	0.309	0.311	0.993	irs
8	0.461	0.681	0.677	drs
9	0.649	0.687	0.945	drs
10	0.653	0.683	0.956	drs
11	0.643	0.644	0.998	irs
12	0.892	0.911	0.979	drs
13	0.907	1.000	0.907	drs
14	0.534	0.669	0.797	drs
15	0.917	1.000	0.917	irs
16	0.622	0.776	0.801	drs
17	0.354	0.356	0.993	irs
18	0.730	0.734	0.995	irs
19	0.703	0.767	0.917	drs
20	0.937	0.993	0.943	drs
21	0.608	0.623	0.975	drs
22	1.000	1.000	1.000	-
23	1.000	1.000	1.000	-
24	1.000	1.000	1.000	-
25	0.573	0.797	0.719	irs
mean	0.752	0.808	0.930	

year=	2005			
firm	crste	vrste	scale	
1	0.765	1.000	0.765	irs
2	1.000	1.000	1.000	-
3	0.898	0.899	1.000	-
4	1.000	1.000	1.000	-
5	1.000	1.000	1.000	-
6	0.350	0.361	0.971	irs
7	0.584	0.777	0.751	drs
8	0.690	0.690	1.000	-
9	0.720	0.725	0.994	irs
10	0.894	0.897	0.997	irs
11	1.000	1.000	1.000	-
12	0.642	0.774	0.830	drs
13	0.930	1.000	0.930	irs
14	0.787	0.935	0.843	drs
15	0.333	0.356	0.935	irs
16	0.881	0.927	0.951	irs
17	0.906	0.915	0.990	irs
18	1.000	1.000	1.000	-
19	1.000	1.000	1.000	-
20	1.000	1.000	1.000	-
21	0.880	1.000	0.880	irs
mean	0.822	0.869	0.944	

year=	2006			
firm	crste	vrste	scale	
1	1.000	1.000	1.000	-
2	0.768	0.782	0.982	drs
3	0.537	0.601	0.893	drs
4	1.000	1.000	1.000	-
5	1.000	1.000	1.000	-
6	0.312	0.341	0.914	irs
7	0.452	0.550	0.822	drs
8	0.526	0.526	1.000	-
9	0.742	0.746	0.994	irs
10	0.950	1.000	0.950	drs
11	1.000	1.000	1.000	-
12	0.604	0.794	0.760	drs
13	1.000	1.000	1.000	-
14	0.776	0.895	0.867	drs
15	0.308	0.346	0.891	irs
16	0.820	0.842	0.974	irs
17	0.803	0.841	0.955	irs
18	1.000	1.000	1.000	-
19	1.000	1.000	1.000	-
20	1.000	1.000	1.000	-
mean	0.780	0.813	0.950	

Anexo nº 2: Estimaciones de eficiencia por estrato.

grandes:				
firm	crste	vrste	scale	
1	0.725	0.745	0.973	drs
2	1.000	1.000	1.000	-
3	1.000	1.000	1.000	-
4	0.841	0.873	0.963	irs
5	1.000	1.000	1.000	-
6	0.629	0.640	0.982	drs
7	1.000	1.000	1.000	-
8	0.921	0.946	0.973	drs
9	0.877	0.880	0.997	drs
10	1.000	1.000	1.000	-
11	0.737	0.747	0.986	drs
12	1.000	1.000	1.000	-
13	0.678	0.763	0.889	drs
14	0.601	0.617	0.973	drs
15	0.887	1.000	0.887	irs
16	1.000	1.000	1.000	-
17	0.872	0.882	0.989	irs
18	1.000	1.000	1.000	-
19	0.737	0.818	0.902	drs
20	0.876	0.941	0.931	drs
21	1.000	1.000	1.000	-
22	0.767	0.817	0.940	irs
23	0.787	0.841	0.935	drs
24	0.689	0.756	0.912	drs
25	0.847	0.858	0.986	drs
26	0.896	1.000	0.896	irs
27	0.963	1.000	0.963	irs
28	0.484	0.495	0.977	drs
29	0.840	0.855	0.982	irs
30	0.845	0.907	0.932	drs
31	0.887	1.000	0.887	irs
32	0.477	0.581	0.820	drs
33	0.788	0.789	0.999	drs
34	0.742	0.763	0.972	drs
35	1.000	1.000	1.000	-
36	0.983	0.990	0.993	drs
37	0.417	0.565	0.737	drs
38	0.974	0.994	0.980	drs
39	0.678	0.707	0.959	drs
40	1.000	1.000	1.000	-
41	0.904	0.914	0.988	drs
42	0.488	0.558	0.876	drs
43	0.966	1.000	0.966	drs
44	0.735	0.850	0.865	drs
45	0.949	0.957	0.992	drs
46	0.861	0.881	0.977	irs
47	0.441	0.550	0.801	drs
48	1.000	1.000	1.000	-
49	0.780	0.884	0.882	drs
50	0.998	0.999	0.999	irs
mean	0.831	0.867	0.953	

medianas:				
firm	crste	vrste	scale	
1	0.998	1.000	0.998	irs
2	1.000	1.000	1.000	-
3	0.578	0.625	0.926	drs
4	0.642	0.696	0.922	drs
5	0.331	0.441	0.751	drs
6	1.000	1.000	1.000	-
7	0.999	1.000	0.999	irs
8	1.000	1.000	1.000	-
9	0.770	0.859	0.897	irs
10	0.739	0.746	0.991	drs
11	0.905	0.916	0.988	drs
12	0.541	0.553	0.978	drs
13	0.358	0.475	0.754	drs
14	1.000	1.000	1.000	-
15	0.672	0.687	0.978	drs
16	0.682	0.692	0.985	drs
17	0.683	0.692	0.986	drs
18	0.612	0.707	0.866	drs
19	0.634	0.653	0.971	drs
20	0.427	0.450	0.950	drs
21	0.954	1.000	0.954	irs
22	0.871	0.992	0.878	irs
23	0.678	0.818	0.829	drs
24	0.615	0.728	0.845	drs
25	0.701	0.840	0.834	drs
26	0.454	0.574	0.791	drs
27	1.000	1.000	1.000	-
28	0.618	0.632	0.978	drs
29	0.569	0.849	0.670	drs
30	0.567	0.627	0.905	drs
31	0.557	0.747	0.746	drs
32	1.000	1.000	1.000	-
33	0.930	1.000	0.930	irs
34	0.866	0.870	0.995	drs
35	0.622	0.758	0.820	drs
36	0.756	0.760	0.996	irs
37	0.927	0.976	0.950	drs
38	0.699	0.699	0.999	drs
39	0.817	0.886	0.922	irs
40	1.000	1.000	1.000	-
41	0.811	0.822	0.986	irs
42	0.916	0.988	0.927	drs
43	1.000	1.000	1.000	-
44	0.575	0.945	0.608	drs
45	0.786	0.804	0.977	drs
46	0.979	1.000	0.979	irs
47	0.630	1.000	0.630	drs
48	0.632	0.907	0.697	drs
49	0.798	0.814	0.981	drs
50	0.418	0.652	0.640	drs
51	0.671	0.944	0.711	drs
52	1.000	1.000	1.000	-
53	0.626	0.905	0.692	drs
54	0.617	0.628	0.982	drs
55	0.780	0.797	0.978	drs
56	0.517	0.803	0.644	drs
57	0.823	0.874	0.942	drs
58	0.585	0.763	0.767	drs
59	0.552	1.000	0.552	drs
60	1.000	1.000	1.000	-
61	0.526	0.786	0.669	drs
62	0.557	0.692	0.805	drs
63	0.877	0.958	0.916	drs
64	0.529	0.870	0.607	drs
65	0.918	0.991	0.927	drs
66	0.596	0.911	0.654	drs
mean	0.735	0.830	0.883	

pequeñas:

firm	crste	vrste	scale	
1	0.213	1.000	0.213	irs
2	0.682	0.797	0.856	drs
3	0.823	0.892	0.923	drs
4	0.116	0.356	0.326	irs
5	0.512	0.684	0.748	drs
6	0.536	0.573	0.935	irs
7	1.000	1.000	1.000	-
8	0.661	0.693	0.954	drs
9	0.354	0.359	0.986	irs
10	1.000	1.000	1.000	-
11	0.227	1.000	0.227	irs
12	0.384	0.430	0.894	irs
13	0.231	0.639	0.361	irs
14	0.136	1.000	0.136	irs
15	0.469	0.625	0.751	drs
16	0.231	0.493	0.468	irs
17	0.389	0.638	0.609	drs
18	0.594	0.694	0.856	irs
19	0.939	0.952	0.987	irs
20	0.493	0.498	0.990	irs
21	1.000	1.000	1.000	-
22	0.215	1.000	0.215	irs
23	0.498	0.539	0.924	irs
24	0.330	1.000	0.330	irs
25	0.456	0.456	0.998	drs
26	0.404	0.540	0.748	drs
27	0.285	0.586	0.486	irs
28	0.258	0.555	0.464	drs
29	0.314	0.335	0.938	drs
30	0.431	0.545	0.791	drs
31	0.743	0.755	0.984	irs
32	0.680	0.692	0.983	drs
33	0.632	0.709	0.891	irs
34	0.252	0.252	0.998	-
35	1.000	1.000	1.000	-
36	0.131	0.143	0.921	irs
37	0.447	0.473	0.945	irs
38	0.621	1.000	0.621	irs
39	0.667	0.797	0.836	drs
40	0.285	0.495	0.576	irs
41	0.358	0.681	0.525	drs
42	0.414	0.452	0.917	drs
43	0.457	0.589	0.775	drs
44	0.742	0.770	0.964	drs
45	0.432	0.508	0.850	drs
46	1.000	1.000	1.000	-
47	0.170	0.171	0.994	irs
48	0.330	0.940	0.351	irs
49	0.223	1.000	0.223	irs
50	0.432	0.450	0.961	irs
51	0.320	0.351	0.913	irs
52	0.368	0.402	0.916	drs
53	0.535	0.830	0.644	drs
54	0.285	0.443	0.644	irs
55	0.356	0.663	0.537	drs
56	0.414	0.525	0.789	irs
57	0.501	0.675	0.742	drs
58	0.694	0.845	0.821	drs
59	1.000	1.000	1.000	-
60	0.892	0.922	0.967	drs
61	0.399	0.411	0.969	irs
62	0.381	0.470	0.811	drs
63	0.221	0.235	0.941	irs
64	0.560	0.619	0.905	irs
65	0.235	0.790	0.297	irs
66	0.488	0.497	0.982	irs
67	0.344	0.403	0.855	drs
68	0.308	0.346	0.888	drs
69	0.285	0.412	0.692	irs

pequeñas:

firm	crste	vrste	scale	
70	0.363	0.771	0.471	drs
71	0.469	0.539	0.870	irs
72	0.420	0.458	0.917	drs
73	0.986	1.000	0.986	drs
74	0.470	0.670	0.700	drs
75	0.430	0.536	0.802	drs
76	0.392	0.567	0.692	irs
77	0.689	0.751	0.918	irs
78	0.488	0.490	0.997	irs
79	0.507	0.604	0.840	drs
80	0.247	0.339	0.728	drs
81	0.559	0.857	0.653	drs
82	0.321	0.877	0.366	drs
83	0.527	0.550	0.958	drs
84	0.444	0.490	0.906	drs
85	0.822	0.979	0.840	drs
86	0.456	0.781	0.584	drs
87	0.446	0.467	0.954	drs
88	0.658	0.890	0.739	irs
89	1.000	1.000	1.000	-
90	0.472	0.523	0.903	irs
91	0.629	0.641	0.981	irs
92	0.555	0.582	0.954	drs
93	0.852	1.000	0.852	drs
94	0.800	1.000	0.800	drs
95	0.259	0.299	0.866	drs
96	0.679	1.000	0.679	drs
97	0.534	0.547	0.976	irs
98	0.454	0.540	0.841	drs
99	0.822	0.920	0.894	drs
100	0.443	0.928	0.478	drs
101	0.678	0.690	0.982	drs
102	0.724	1.000	0.724	irs
103	1.000	1.000	1.000	-
104	0.491	0.578	0.848	irs
105	0.638	0.920	0.694	drs
106	0.534	0.795	0.672	drs
107	0.742	1.000	0.742	drs
108	0.255	0.257	0.991	drs
109	0.649	0.792	0.819	irs
110	0.380	0.437	0.869	drs
111	0.787	0.860	0.915	drs
112	0.853	0.864	0.988	drs
113	0.367	1.000	0.367	irs
114	0.634	1.000	0.634	drs
115	0.437	0.752	0.580	drs
116	0.252	0.256	0.986	drs
117	0.797	0.956	0.834	irs
118	0.319	0.371	0.859	drs
119	0.691	0.778	0.888	drs
120	0.892	1.000	0.892	drs
mean	0.517	0.679	0.785	