

Título: **APLICACIÓN AL SECTOR ASEGURADOR
 ESPAÑOL (NO VIDA) DEL MODELO
 DE SEGUROS DE TAPIERO**

Autores: **ALBARRÁN LOZANO, Irene
 MORENO SÁEZ, Alfredo**

APLICACIÓN AL SECTOR ASEGURADOR ESPAÑOL (NO VIDA) DEL MODELO DE SEGUROS DE TAPIERO

Autores:

Irene Albarrán Lozano *

Alfredo Moreno Sáez *

Resumen:

El objetivo de este trabajo es evaluar el modelo de seguros propuesto por Tapiero en 1987, utilizando datos reales de empresas aseguradoras españolas dedicadas al negocio no vida. Tras adaptar el modelo a la información disponible, se estiman los parámetros del mismo mediante Mínimos Cuadrados en Tres Etapas utilizando variables instrumentales. Se realiza una simulación para comprobar que la evolución de dichas variables bajo diferentes escenarios es compatible con la doctrina básica actuarial, observándose que las inversiones son fundamentales para el crecimiento de la entidad.

Palabras claves:

Matemática actuarial, Modelo matemático actuarial, Seguros no vida, Regresores estocásticos, Transformación Box-Cox, Datos de panel.

INDICE

1.- Introducción	2
2.- Modelo de Tapiero	3
3.- Aplicación al sector asegurador español	6
3.1.- Información disponible y adaptación del modelo a la misma	8
3.2.- Fuentes estadísticas de información	10
3.3.- Cálculo de los valores de las variables	10
3.4.- Depuración de los datos	15
4.- Metodología empleada	16
5.- Resultados obtenidos	22
5.1.- Simulación	25
6.- Conclusiones	28
7.- Bibliografía	30

* Profesor/a del Departamento de Estadística e Investigación Operativa II (Métodos de decisión) de la Universidad Complutense de Madrid.

8.- Anexos31

1.- Introducción.

Con este trabajo se trata de evaluar si el modelo matemático de seguros especificado por Tapiero (1987) representa de manera simplificada el funcionamiento básico de una compañía de seguros no vida en el desarrollo de su actividad, y por consiguiente, puede ser empleado por los gestores de la misma como ayuda en la toma de decisiones encaminada a alcanzar los objetivos marcados por la entidad en cada momento.

Para la evaluación del citado modelo, ha sido necesario contrastarlo empíricamente utilizando la información estadística recogida por la Dirección General de Seguros (D. G. S.). La información relativa al número de trabajadores (una de las variables del modelo) no se encuentra en la base de datos que publica el organismo antes mencionado, con lo que resulta completamente imposible comprobar si la ecuación que incluye esta variable se ajusta a la realidad, por lo que debe ser suprimida del conjunto de ecuaciones que se van a contrastar con la información disponible. Asimismo, otra de las ecuaciones contiene también el número de trabajadores, con lo que debe alterarse la estructura de la ecuación, haciendo depender el volumen de negocio de la cifra de éste mismo en el periodo anterior, del volumen de inversiones encaminadas a la expansión de la entidad tanto en el periodo corriente como en el anterior y de la desviación del recargo de seguridad fijado por la compañía respecto al de las entidades de la competencia, basándonos en la modificación introducida por Moreno (2000) de la formulación de Pentikäinen para el volumen de negocio.

La ecuación reformulada contiene cuatro parámetros que es necesario estimar. Dado que hemos utilizado una combinación de serie temporal y de sección cruzada (datos de panel), el empleo de los procedimientos econométricos habituales (Mínimos Cuadrados Ordinarios) no resulta eficiente, con lo que debe utilizarse una estimación por Mínimos Cuadrados Generalizados. Al existir correlación entre una de las variables explicativas y el término de error, éste último estimador es sesgado, ineficiente e inconsistente. Por ello, se decide realizar una estimación por Mínimos Cuadrados en Tres Etapas (MC3E) por variables instrumentales. Para asegurar las propiedades de los estimadores obtenidos, se procede, como paso previo, a realizar la transformación Box - Cox resultante de una

optimización por máxima verosimilitud sobre la totalidad de las variables que incorpora tal ecuación.

Una vez estimada la ecuación, donde resultaran todas las variables significativas, se procedió a realizar una simulación, donde se comprobó que la inversión encaminada a la expansión de la compañía es una variable decisiva para su crecimiento, e incluso para garantizar su supervivencia.

2.- Modelo de Tapiero.

Uno de los modelos utilizados para representar el funcionamiento de una compañía de seguros de manera simplificada es el modelo de seguros de Tapiero (1987)¹. Éste puede mostrarse mediante el siguiente diagrama:

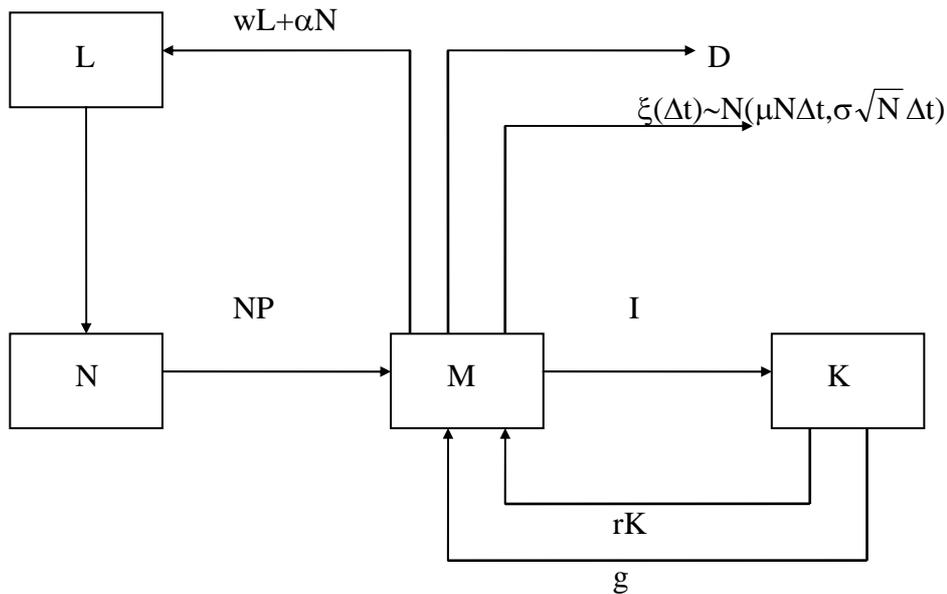


Figura I. Esquema del modelo de una compañía de seguros de Tapiero.

Donde:

¹ Tapiero, C. S. (1987), "A Systems Approach to Insurance Company", *Developments of Control Theory for Economic Analysis*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands. Tapiero, C. S. (1984), "A Mutual Insurance Diffusion Stochastic Control Problem", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 7, pp: 241-260. Tapiero, C. S. (1985), "A Dinamic Stock Insurance Firm Model and Dividend Optimization", *Journal of Large Scale Systems*.

L: es el número de horas de trabajo realizadas por los empleados de la entidad en el período de tiempo considerado. Influye directamente en el número de pólizas suscritas (N). A su vez, sobre L afecta de manera directa el salario fijo (w) y la comisión por primas recibidas (α). Es una de las variables endógenas del modelo.

N: número de pólizas suscritas en el período de tiempo considerado. Afecta directamente sobre la liquidez (M) de la compañía. Es variable endógena del modelo.

M: número de unidades monetarias líquidas (en bancos o en caja) disponibles por la entidad aseguradora en el período de tiempo considerado, y una de las variables de estado del modelo. Influye directamente sobre el stock de capital (K), a través de las inversiones (I). Se ve minorado su valor al aumentar los dividendos distribuidos (D), y los pagos de siniestros del período considerado $\xi(\Delta t)$, que siguen un proceso estocástico con dos posibles distribuciones: o bien una distribución $N(\mu N \Delta t, \sigma \sqrt{N} \Delta t)$, o bien un proceso de Poisson.

K: stock acumulado a lo largo de toda la historia de la entidad mediante inversiones de activos imperecederos (I) en el período de tiempo considerado. Es otra de las variables de estado del modelo. El stock de capital (K) proporciona a la compañía una rentabilidad rK , lo que aumentará la liquidez (M), siendo r el tipo de interés. De manera similar, las ventas (g) de parte del stock acumulado incrementarán también la liquidez.

La ecuación que define la evolución del número de horas trabajadas (L_t) depende de la productividad obtenida por hora trabajo, y del salario pagado por hora trabajada. Dicha ecuación es:

$$L_{t+1} = \left(\frac{N_t}{L_t} \right)^{\phi_1} w_t^{\phi_2} e^{a_t}$$

Por tanto, se considera que la fuerza de trabajo contratada en un período, es directamente proporcional al número de pólizas por hora de trabajo realizadas en el período anterior y al salario recibido.

La evolución del volumen de negocio (o número de pólizas suscritas por la compañía) se representa por la ecuación:

$$N_{t+1} = N_0 P_t^{-a} L_t^b e^{a t_2}$$

Así, el número de pólizas contratadas se ve afectado inversamente por la prima fijada, y directamente por el número de horas de trabajo realizadas por los empleados de la compañía.

En conclusión, el sistema dinámico del modelo de Tapiero está constituido por las siguientes ecuaciones:

$$K_{t+1} = K_t + (I_t - g_t - \delta K_t) \quad (1)$$

$$M_{t+1} = M_t + (rK_t + (1 - \alpha)P_t N_t - \beta I_t + (1 - \varphi)g_t - D_t - wL_t) - \xi(\Delta t) \quad (2)$$

$$L_{t+1} = \left(\frac{N_t}{L_t} \right)^{\phi_1} w_t^{\phi_2} e^{a t_1} \quad (3)$$

$$N_{t+1} = N_0 P_t^{-a} L_t^b e^{a t_2} \quad (4)$$

con $t = 0, 1, \dots, \tau$, siendo τ el período final del problema, $\beta > 1$, $0 \leq \varphi \leq 1$, $(\beta - 1)$ los costes de transacción por unidad de inversión, y φ los costes unitarios de venta de los activos poseídos por la compañía.

Para utilizar este modelo como ayuda en la toma de decisiones, debe partirse de condiciones iniciales en las que todas las variables endógenas tomen valores positivos, es decir, $K_0, M_0, L_0, N_0 > 0$.

Las variables de decisión del modelo, por el lado de la oferta del producto, son: la fijación de las primas (P_t)² y salarios (fijos (w_t) más comisiones (α)). Por el lado de la gestión de los recursos obtenidos, las variables de decisión del modelo son: los dividendos distribuidos (D_t), las inversiones realizadas en activos financieros líquidos (I_t), y la venta de activos (g_t), habitualmente motivada por la ausencia de liquidez.

El modelo de Tapiero no es el único planteado. Otros intentos de construcción de un

² Para que las primas sean una variable de decisión con un rango de variación relativamente amplio, habría que plantear el supuesto de monopolio de la compañía modelizada, dado que en condiciones de competencia las alteraciones de la prima respecto a la de mercado serán muy reducidas, o bien considerar que el modelo está representando un determinado sector.

modelo representativo de una compañía de seguros, son los diseñados por Borch (1967)³, Bohman (1973)⁴, Balzer y Benjamin (1980)⁵ y Balzer (1982)⁶.

3.- Aplicación al sector asegurador español.

Se ha considerado que el modelo de seguros de Tapiero tiene validez para representar de manera sencilla el estado de la entidad aseguradora española (o de otra nacionalidad) en los aspectos fundamentales referidos a su actividad principal y en su funcionamiento a lo largo del tiempo. Esta afirmación que confirma la aplicabilidad general del modelo no es incompatible con las consideraciones siguientes.

Uno de los inconvenientes de este modelo es no permitir ni la financiación de la compañía de seguros, ni la autofinanciación mediante aportaciones de los socios, puesto que la única fuente de liquidez es la suscripción de pólizas y la venta de activos.

Para que el modelo sea representativo de la realidad de una entidad o sector, habría que considerar la posibilidad de inversiones en inmovilizado, así como permitir la financiación tanto interna como externa de la compañía, mediante aumentos de la liquidez provocados por la adjudicación de créditos y mediante aumentos de capital social por aportaciones de los socios.

Se podrían incluir, también, variables económicas externas que posiblemente afectarían a la dinámica del sistema, como, por ejemplo, la inflación esperada (que influiría inversamente en la demanda) y la tasa de desempleo (que redundaría inversamente en la demanda y directamente en la oferta de trabajo lo que posibilitaría la disminución de w_t , gracias al aumento del poder de negociación con los sindicatos).

³ Borch, K. (1967), "Dynamic Decision Problems in an Insurance Company", *Astin Bulletin*.

⁴ Bohman, H.B., 1973, "Insurance business described by a mathematical model", *Scandinavian Actuarial Journal*, p.p.: 70-99.

⁵ Balzer, L.A. y S. Benjamin (1980), "Dinamic Response of Insurance Systems with Delayed Profit/Loss Feedback to Isolated Unpredicted Claims", *Journal of the Institute of Actuaries*, 107, p.p: 513-528.

⁶ Balzer, L. A. (1982), "Control of Insurance Systems with Delayed Profin/Loss Sharing Feedback an Persisting Unpredicted Claims", *Journal of the Institute of Actuaries*, 109, Part III, nº 442, p.p: 285- 316.

Para la utilización del modelo como ayuda en el proceso de decisión de una compañía determinada, es necesario estimar los parámetros de éste y asignar unos valores de partida a las variables que integran las ecuaciones del mismo. Para ello debe utilizarse información de entidades del mundo real quedando así ajustado el modelo al comportamiento actuarial que existe en la realidad.

Para obtener información sobre las variables que componen el modelo de Tapiero, han surgido las siguientes dificultades:

- En la *ecuación (3)*, que relaciona el número de agentes comerciales (personal dependiente de la compañía) con su productividad y con la remuneración, no se dispone de información pública sobre el personal asociado a una entidad aseguradora. Así, la contrastación de la validez del modelo es imposible sin tener acceso a la información confidencial de las entidades, como ocurre con la variable comentada. Sin embargo, el modelo es completamente aplicable por los actuarios de una entidad, puesto que ellos sí conocen este tipo de información.
- Al desconocer la información sobre el personal de la entidad, tampoco podrá utilizarse la *ecuación (4)* tal y como se ha definido, puesto que relaciona el número de pólizas con el número de horas trabajadas. Por tanto, si se desea contrastar la validez del modelo de Tapiero, debe reformularse esta ecuación, de modo que contenga variables que sean de acceso público.
- En la *ecuación (2)* se relaciona la liquidez (M_{t+1}) con los costes de transacción asociados a una adquisición y con los costes de transacción por venta de bienes (tangibles e intangibles) duraderos. Debido a que únicamente existe información pública sobre el total de costes de transacción, sin diferenciar entre los derivados de adquisiciones y enajenaciones, es necesario considerar que ambos costes unitarios de transacción son iguales, es decir, que $\varphi = \beta - 1$.

3.1.- Información disponible y adaptación del modelo a la misma.

Como se ha argumentado en el apartado anterior, la obtención del número de trabajadores asociados a la entidad (L_t) es una variable imposible de obtener mediante información pública. Por tanto, si se desea contrastar la validez del modelo con datos estadísticos debe suprimirse la ecuación (3) que mide la evolución de esta variable.

Además, requerirá la alteración de la ecuación (4), que modeliza la dependencia del volumen de pólizas en función de la productividad de los trabajadores de la entidad (número de pólizas por trabajador) y los salarios unitarios puesto que, al desconocer el tamaño de las plantillas, es imposible determinar ninguna de las dos variables explicativas de la ecuación.

Una expresión alternativa del comportamiento del volumen de negocio consiste en utilizar formulaciones de otros autores. Así, Pentikäinen (1975)⁷ propone para la especificación funcional que explica el comportamiento del volumen de negocio de la entidad (medida a través del número esperado de siniestros) en función del número esperado de siniestros del período anterior y de las inversiones del periodo corriente y de los p períodos anteriores.

$$n_t = \sum_j n_{j,t} = \sum_j n_{j,t-1} + c_{j,0}C_{j,t} + c_{j,1}C_{j,t-1} + c_{j,2}C_{j,t-2} + \dots + c_{j,p}C_{j,t-p}$$

Considerando que:

- i) en lugar de aplicar esta formulación al número de siniestros se aplica al volumen de negocio derivado de las pólizas suscritas por la entidad (N_tP_t),
- ii) $p = 1$ (es decir, que la influencia sobre el volumen de negocio es de la cuantía de inversiones del periodo corriente y del anterior),
- iii) sobre la expansión de la actividad de la entidad también se puede incidir mediante una reducción del recargo de seguridad (esto es, mediante la oferta en el mercado de un producto más competitivo vía precio, tal y como se desarrolla en Moreno (2000)⁸),

La expresión que mide la evolución del volumen de negocio a lo largo del tiempo es:

⁷ Pentikäinen, T. (1975), "A Model of Stochastic Dynamic Prognosis. An Application of Risk Theory to Business Planning", *Scandinavian Actuarial Journal*, p.p: 29-53.

⁸ Moreno, A. (2000), La toma de decisiones en la empresa aseguradora: un modelo dinámico aplicado a los seguros no vida, Dykinson, Madrid.

$$N_t P_t = \beta_0 N_{t-1} P_{t-1} + C_0 C_t + C_1 C_{t-1} - s(\lambda_t - \lambda_t^c) + a_t \quad (3')$$

donde

β_0 representa el grado de influencia del volumen de primas del periodo anterior sobre el corriente.

C_0, C_1 representa la influencia de las inversiones del periodo corriente y anterior sobre ésta última variable, respectivamente.

s representa la influencia de la diferencia del recargo de seguridad respecto al de la competencia sobre el volumen de primas del periodo corriente.

Esta ecuación (3') sustituye a la ecuación (3) del modelo de Tapiero, de modo que el nuevo modelo presenta la siguiente estructura:

$$K_{t+1} = K_t + (I_t - g_t - \delta K_t) \quad (1)$$

$$M_{t+1} = M_t + (rK_t + (1 - \alpha)P_t N_t - \beta I_t + (1 - \varphi)g_t - D_t - wL_t) - \xi(\Delta t) \quad (2)$$

$$N_t P_t = \beta_0 N_{t-1} P_{t-1} + C_0 C_t + C_1 C_{t-1} - s(\lambda_t - \lambda_t^c) + a_t \quad (3')$$

Cuyo diagrama es:

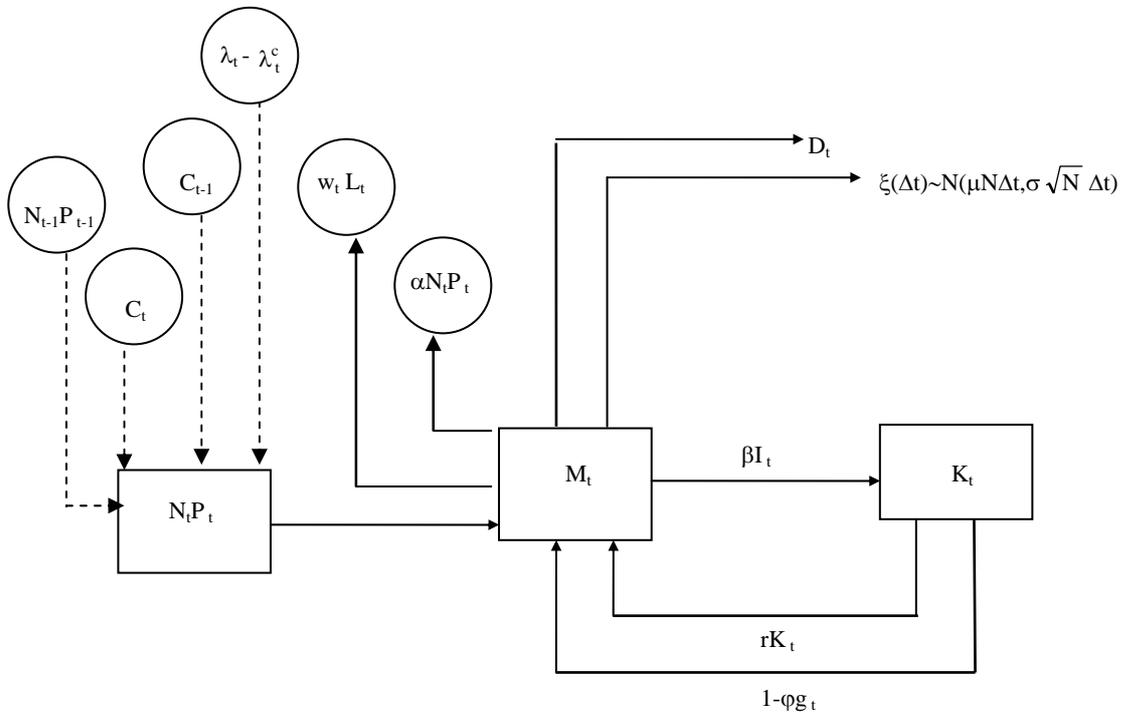


Figura II. Modelo de Tapiero transformado.

3.2.- Fuentes estadísticas de información.

Utilizar el modelo de seguros propuesto implica conocer los parámetros de la ecuación (3'). Con el fin de asignarles valores congruentes con el comportamiento real de una entidad aseguradora deben estimarse empleando información estadística real de compañías de seguros.

Para estimar la ecuación (3') que representa el volumen de negocio de una entidad es necesario disponer de información real: obtenerla, depurarla y efectuar los cálculos pertinentes con el fin de estimar los parámetros de esta ecuación.

Dado que el objetivo del presente trabajo es evaluar el comportamiento del modelo de Tapiero en el sector asegurador español se utiliza información sobre entidades de seguros no vida españolas.

Los datos públicos sobre el sector asegurador más completos y fiables, referidos a las variables fundamentales de la actividad aseguradora, son los ofrecidos por Dirección General de Seguros⁹.

El horizonte temporal analizado para la estimación ha sido el comprendido desde 1992 hasta 1997 (últimos datos publicados en la fecha de finalización de este estudio), utilizando el primer año para aquellas variables que figuran como retardadas un periodo, es decir, el volumen de primas e inversiones. Sólo se han analizado entidades que operan únicamente en ramos no vida.

3.3.- Cálculo de los valores de las variables.

Las variables del modelo necesarias para la estimación pueden obtenerse en función de la información contenida en el Balance de Situación y la Cuenta de Pérdidas y Ganancias publicadas por la Dirección General de Seguros (D.G.S.), de la siguiente forma:

⁹ Balances y cuentas, entidades aseguradoras, Dirección General de Seguros, Ministerio de Economía y Hacienda, Años 1992 a 1997, Madrid

1. C_t : Todas las partidas que supongan inversiones encaminadas a la expansión del volumen de negocio de la compañía en su actividad principal, es decir:

D427: *Gastos en inversiones materiales (incluido amortizaciones)*. Gastos de la compañía en bienes de activo fijo material que tienen por objeto la implantación de la misma en nuevas zonas geográficas, y por tanto, el incremento de la cartera de pólizas suscritas.

D429: *Gastos de inversiones en empresas del grupo, asociadas y participadas*. Gastos en otras empresas aseguradoras que suponen la participación de la compañía en la propiedad de las carteras de pólizas de éstas, lo que puede considerarse como una expansión del volumen de negocio de la misma.

D431: *Dotación del ejercicio para provisiones*. Asignación de recursos a provisiones utilizadas para cubrir gastos distintos de los siniestros (ya cubiertos por las provisiones técnicas) que se puedan producir en el desarrollo de la actividad de la compañía.

D433: *Pérdidas en realización de inversiones materiales*. Si las inversiones materiales forman parte de C_t , las pérdidas que se deriven de la venta de dichas inversiones materiales integran parte del coste de los activos adquiridos, siendo necesarios para la expansión geográfica de la compañía.

A7: *Inmovilizado inmaterial*. Elementos patrimoniales intangibles que comprenden principalmente: patentes, fondos de comercio, propiedad intelectual, derechos de traspaso, gastos de investigación y desarrollo, gastos de adquisición de pólizas, etc.. La variación que se produce en el inmovilizado inmaterial entre un periodo y el anterior ($A7_t - A7_{t-1}$) constituye parte de las inversiones que se han realizado en el ejercicio.

A12: *Inmovilizado material*. Elementos patrimoniales tangibles de carácter permanente, destinados a la explotación o actividad de la empresa. Comprenden: elementos de transporte, mobiliario, instalaciones, equipos para el proceso de la información, maquinaria, etc. La variación que se produce en el inmovilizado

material entre un periodo y el anterior ($A12_t - A12_{t-1}$) constituye parte de las inversiones que se han realizado en el ejercicio.

2. λ_t : Recargo de seguridad. Todas aquellas partidas que formen parte de los recursos destinados a cubrir posibles desviaciones futuras de siniestralidad. Está compuesto por las siguientes partidas positivas:

H49: *Total de primas adquiridas (vida y no vida)*. Aportaciones económicas que satisface el contratante o asegurado a la entidad como contraprestación por la cobertura del riesgo que éste le ofrece.

H411: *Provisiones aplicadas a su finalidad*. Total de recursos disponibles para cubrir la existencia de posibles siniestros. Dentro de éstos están las reservas técnicas que se han utilizado para pagar las obligaciones derivadas del acaecimiento de siniestros.

El recargo de seguridad está compuesto por la siguiente partida negativa:

D413: *Total de gastos técnicos (vida y no vida)*. Conjuntos de gastos derivados de los siniestros (incluyendo prestaciones y gastos pagados como provisiones técnicas para prestaciones y otras prestaciones técnicas). Se ha supuesto por hipótesis que los gastos técnicos constituyen la prima pura más los recargos de gestión interna y externa.

3. x_t : Siniestralidad observada o gastos técnicos en el periodo t . Está constituida por la partida D413 (*Total gastos técnicos vida y no vida*). Es oportuno puntualizar que las partidas de gastos técnicos vida son cero debido a que solamente se están considerando empresas que operan en ramos no vida.

4. D_t : Dividendos distribuidos. Recursos de la entidad que se han distribuido a los accionistas, vía reparto de dividendos:

A60: *Dividendos activos a cuenta*. Cuota o parte del beneficio económico de la entidad que corresponde al titular de cada acción, es decir, retribución del capital. Estos se entregan durante el ejercicio como anticipo del dividendo definitivo.

5. K_t : Stock acumulado de inversión en activos no dirigidos a la expansión del volumen de negocio resultante de la actividad principal de la entidad en el período de tiempo considerado.

A24: *Inversiones financieras*. Detracción de una parte del capital o tesorería de la entidad que se destina a una operación económica de tipo financiero.

6. $I_t - g_t$: Saldo de inversiones en activos no encaminados hacia expandir el volumen de negocio resultante de la actividad principal de la entidad en el período de tiempo considerado.

Está constituida por la partida positiva A24: *Inversiones financieras*.

El saldo de este tipo de inversiones puede obtenerse calculando la variación que se produce en las inversiones financieras entre un periodo y el anterior ($A24_t - A24_{t-1}$) constituye parte del saldo de inversiones que se han realizado en el ejercicio.

Partidas negativas:

D428: *Gastos en inversiones financieras*. Recursos destinados a pagar gastos ocasionados por las inversiones de carácter financiero realizados.

D430: *Gastos financieros varios*. Son los derivados de la gestión financiera de la entidad.

D434: *Pérdidas en realización de inversiones financieras*. Saldo deudor o negativo resultado de la realización de inversiones financieras.

7. $\alpha P_t N_t$: Comisiones y participaciones del ejercicio.

La constituye la partida D414: *Comisiones y participaciones no vida*. Conjunto de dispendios o consumos dinerarios desembolsados por una entidad como retribución por la función desempeñada por el personal comercial (agentes y corredores).

8. $(\beta - 1) (I_t + g_t + C_t)$. Costes de transacción asociados a las operaciones comerciales realizadas (tanto de adquisición como de enajenación).

Está constituida por las siguientes partidas: D428: *Gastos en inversiones financieras*, D430: *Gastos financieros varios* y D434: *Pérdidas en realización de inversiones financieras*.

9. wL_t : Remuneraciones al personal en el período considerado. La constituyen las siguientes partidas:

D419: *Sueldos y salarios*. Remuneración asignada al personal de la empresa por el desempeño de su cargo o servicio profesional.

D420: *Cargas sociales*. Cantidades que una compañía desembolsa en concepto de pago a los distintos compromisos que le son impuestos por el Instituto Nacional de la Seguridad Social.

10. r : Rentabilidad de las inversiones no dirigidas a la expansión del volumen de negocio de la actividad principal de la empresa. Constituida por:

H420: *Beneficios en realización de inversiones financieras*. Excedente que resulta en la entidad aseguradora, al deducir del total de los ingresos y conceptos de gasto en operaciones de tipo financiero.

D434: *Pérdidas en realización de inversiones financieras*. Saldo deudor o negativo resultado de la realización de inversiones financieras.

A24: *Stock de inversiones financieras*. Detracción de una parte del capital o tesorería destinado a una operación económica de tipo financiero.

Con estas tres partidas, se obtienen la rentabilidad derivadas de las inversiones, como cociente entre el saldo de realizaciones de inversiones financieras (H420-D434) y las inversiones del periodo considerado ($A24_t - A24_{t-1}$).

11. M_t : Recursos líquidos disponibles por la compañía en el periodo considerado.

Está constituida por A65: *Efectivo en banco y otros establecimientos de crédito, en caja y en cheques*. Expresión que hace referencia al grado y posibilidad de conversión inmediata en metálico de los diferentes bienes o derechos de que dispone la entidad.

12. δK_t : Contabilización de la pérdida de valor de los activos que posee la compañía, fruto del transcurso del tiempo. Está constituida por:

D421: *Dotación del ejercicio para amortizaciones*. Creación de un fondo que permita en su momento la sustitución de los bienes del activo fijo, cuyo valor va disminuyendo por el simple transcurso del tiempo, motivos físicos, funcionales o económicos.

D422: *Dotación a provisiones*. Asignación de recursos a provisiones utilizadas para cubrir gastos de producción (gestión externa) y de administración (gestión interna) motivados por las operaciones resultantes de la actividad habitual de la entidad aseguradora.

3.4.- Depuración de los datos.

Las entidades aseguradoras seleccionadas para la estimación de la ecuación (3'), inicialmente, han sido las 208 compañías aseguradoras o mutualidades de previsión social que, en la información recogida por la publicación Balances y cuentas del Ministerio de Economía y Hacienda (Dirección General de Seguros), figuran en la totalidad del horizonte temporal utilizado (periodo 1992-1997) y que operan solamente en los ramos no vida. Sin embargo, se han detectado graves anomalías en esta información, que han obligado a la depuración de los datos eliminando entidades cuya información era incoherente.

En primer lugar, se observó la existencia de depreciaciones (D421 + D422) negativas (en un cierto número de entidades y en los diferentes años contemplados) decidiendo eliminarlas del análisis. Otras entidades presentaban dividendos negativos (A60), hecho imposible desde un punto de vista económico y contable. Asimismo, se observaron gastos de inversión (A18 + A34) negativos. Otras empresas mantienen este signo en alguno de los periodos analizados respecto al recargo de seguridad, al stock de capital acumulado y los costes de transacción asociados a las adquisiciones o enajenaciones que constituyen las inversiones no dirigidas hacia la expansión del volumen de negocio asociado a la actividad fundamental de la entidad.

Tras la eliminación del análisis de las entidades y mutualidades que presentan alguna de estas irregularidades, quedaron 109 empresas que se enumeran en la Tabla I del Anexo.

4.- Metodología empleada.

La información disponible es un panel de datos compuesto por las 109 compañías aseguradoras consideradas y cinco períodos de tiempo (desde 1993 hasta 1997). Esto hace que la estimación de los parámetros del modelo utilizando Mínimos Cuadrados Ordinarios (M.C.O.) proporcione estimadores ineficientes, aún cuando se cumplan todas las hipótesis en que se sustentan las propiedades de insesgo, eficiencia y consistencia.

Las consideraciones anteriores, citadas en la introducción, llevan a proponer la siguiente ecuación:

$$N_{i,t} P_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 N_{i,t-1} P_{i,t-1} + \beta_2 C_{i,t} + \beta_3 (\lambda_{i,t} - \lambda_i^c) + a_{i,t}. \quad i=1,2, \dots, 3 ; t=93, 94 \dots, 97 \quad (5)$$

donde:

i: subíndice que representa a cada compañía.

T: subíndice que representa el año.

$N_{i,t} P_{i,t}$: volumen de primas ingresados en el periodo t por cada una de las 109 entidades aseguradoras..

$C_{i,t}$: volumen de inversiones encaminadas a la expansión de la entidad considerada en el periodo t.

$\lambda_{i,t} - \lambda_1^c$: diferencia del recargo de seguridad de la entidad considerada respecto al recargo de seguridad medio de las entidades de la competencia.

En los modelos econométricos de datos de panel existen variables que representan el comportamiento particular de cada empresa (no especificadas en el modelo al no disponerse de ellas) considerándose incluidas en el término de error. Por ejemplo, el volumen de inversiones no afecta de igual manera a una compañía asentada en una zona residencial que en otra situada en un barrio de escaso poder adquisitivo, o bien en una compañía con asesores comerciales adecuadamente formados, frente a otra con poco interés por la formación.

Así, el parámetro correspondiente a la variable j-ésima se podrá descomponer en:

$$\bar{\beta}_j = \beta_j + \alpha_{i,j}$$

donde $\alpha_{i,j}$ son variables aleatorias llamadas efectos fijos que varían con el país, pero no con el periodo de tiempo considerado, al representar peculiaridades. Éstas variables, desconocidas, están integradas en el término de error.

Otras variables de este tipo de modelos son las que representan la situación del entorno de las empresas, y que afectan de manera común a todas ellas, sin estar tampoco incluidas en el modelo. Así por ejemplo, decisiones de tipo legislativo sobre la cuantía de reservas, cuotas al Consorcio de Compensación, etc., variables de coyuntura económica que inciden en el consumo de la población y, por tanto, en la demanda de pólizas de seguro, etc.

Estas variables, puesto que tampoco son consideradas en el modelo, están incluidas en el término de error. De esta manera los términos de error del modelo de datos de panel son:

$$a_{i,t} = \alpha_i + \gamma_t + v_{i,t}$$

donde:

α_i recoge las variables aleatorias que representan el comportamiento peculiar de cada compañía ante un mismo valor de las variables explicativas.

γ_t recoge las variables aleatorias comunes a todas las entidades, pero que varían con el periodo de tiempo.

Definiendo $u_{i,t} = \gamma_t + v_{i,t}$, y suponiendo que:

$$\text{Cov} (\gamma_t, v_{i,t}) = 0 \quad \forall i, t.$$

$$\text{Cov} (\gamma_t, \alpha_{i,t}) = 0 \quad \forall i, t.$$

$$\text{Cov} (v_t, \alpha_{i,t}) = 0 \quad \forall i, t.$$

$$\text{Cov} (\gamma_{t-r}, \gamma_{i,t-s}) = 0 \quad \forall r, s \text{ con } r \neq s.$$

$$\text{Cov} (v_{t-r}, v_{i,t-s}) = 0 \quad \forall r, s \text{ con } r \neq s.$$

$$\text{Cov} (\alpha_i, \alpha_j) = 0 \quad \forall r, s \text{ con } i \neq j.$$

$$\text{Var} (u_{i,t}) = \sigma_u^2 \quad \forall i, t \quad (\text{es decir, } \text{Var} (\gamma_t) = \sigma_\gamma^2 \quad \forall t, \text{ y } \text{Var} (v_{i,t}) = \sigma_v^2 \quad \forall i, t).$$

$$\text{Var} (\alpha_i) = \sigma_\alpha^2 \quad \forall i.$$

La matriz de varianzas y covarianzas de los residuos del modelo de datos de panel no es diagonal, sino que $\Sigma = (I \otimes E)$ donde

E es la matriz:

$$E = \begin{pmatrix} \sigma_u^2 + \sigma_\alpha^2 & \sigma_\alpha^2 & \sigma_\alpha^2 \\ \sigma_\alpha^2 & \sigma_u^2 + \sigma_\alpha^2 & \sigma_\alpha^2 \\ \sigma_\alpha^2 & \sigma_\alpha^2 & \sigma_u^2 + \sigma_\alpha^2 \end{pmatrix}$$

I es la matriz identidad de dimensión 109x109

\otimes es el operador producto de Kronecker.

Por tanto, para conseguir estimadores eficientes, es necesario realizar una estimación por Mínimos Cuadrados Generalizados (M.C.G.) cuyo resultado para esta matriz de varianzas y covarianzas se conoce con el nombre de estimador de Balestra-Nerlove.

Se utilizará el estadístico Theta, que se construye a partir de las varianzas inter-grupos e intra-grupo, y que proporciona información sobre si éste es el estimador más adecuado, o por el contrario, si lo es el estimador de efectos fijos (que parte del supuesto de que α_i , los efectos fijos, son deterministas en lugar de aleatorios).

Sin embargo, al proponerse la variable endógena ($N_{i,t} P_{i,t}$) como explicativa retardada un período, existe correlación entre ésta y el término error, aún cuando éste cumpla todos los supuestos habituales del Modelo Lineal General, debido a que se verifica:

$$E[N_{i,t-1} P_{i,t-1} a_t] = E[(\beta_1 N_{i,t-2} P_{i,t-2} + \beta_2 C_{i,t-1} + \beta_3 C_{i,t-2} + \beta_4 (\lambda_{i,t-1} - \lambda_{t-1}^c) + \alpha_i + u_{i,t-1}) (\alpha_i + u_{i,t})]$$

$$= \sigma_\alpha^2$$

Al existir correlación entre los regresores y el término de error, los estimadores son sesgados, ineficientes e inconsistentes, por lo que es necesario utilizar variables instrumentales para obtener estimadores que sean, al menos, consistentes. En este caso, que se trata de estimar un panel de datos, se toman diferencias en la ecuación a estimar. De esta forma, el término de error constante en el tiempo desaparece, eliminándose así las correlaciones de cualquier retardo de la variable endógena con el término de error. De esta manera, el modelo en diferencias obtenido es:

$$\nabla N_{i,t} P_{i,t} = \beta_1 \nabla N_{i,t-1} P_{i,t-1} + \beta_2 \nabla C_{i,t} + \beta_3 \nabla C_{i,t-1} + \beta_4 \nabla (\lambda_{i,t-1} - \lambda_{t-1}^c) u_{i,t}$$

$$i = 1, \dots, 23 \quad t = 94, 95, \dots, 97$$

Sin embargo, en este modelo en diferencias todavía existe correlación entre los regresores y el término de error, dado que:

$$E[\nabla N_{i,t-1} P_{i,t-1} \nabla u_{i,t}] = E[(N_{i,t-1} P_{i,t-1} - N_{i,t-2} P_{i,t-2}) (u_{i,t} - u_{i,t-1})] = -\sigma_u^2$$

Por tanto, hay que aplicar el procedimiento de Mínimos Cuadrados por Variables Instrumentales (MCVI).

Variables instrumentales adecuadas¹⁰ para sustituir a $N_{i,t-1} P_{i,t-1}$ son los retardos de esta misma variable ($N_{i,t-2} P_{i,t-2}$, $N_{i,t-3} P_{i,t-3}$, etc.) dado que tienen correlación con la variable $N_{i,t-1}$

¹⁰ Se denomina variable instrumental a la que satisface las tres condiciones siguientes: a) no está incluida en el modelo como variable explicativa, b) la correlación entre la variable y el término de error es nula y c) está correlacionada con la variable para la cual hace de instrumento.

$P_{i,t-1}$, y no están correlacionadas (bajo los supuestos propuestos en este mismo apartado, y que son los habituales en una estimación de datos de panel) con los residuos del modelo en diferencias. También pueden utilizarse los regresores de $N_{i,t} P_{i,t}$ retardados uno o más periodos.

Las variables elegidas como instrumentos dependerán del instante del tiempo que se esté considerando. En este caso, al manejarse cinco periodos de tiempo diferentes, se tienen cuatro especificaciones distintas de sección cruzada:

$$\nabla N_{i,94} P_{i,94} = \beta_1 \nabla N_{i,93} P_{i,93} + \beta_2 \nabla C_{i,94} + \beta_3 \nabla C_{i,93} + \beta_4 \nabla (\lambda_{i,94} - \lambda_{94}^c) + u_{i,94}. \quad i = 1, \dots, 23 \quad (6)$$

$$\nabla N_{i,95} P_{i,95} = \beta_1 \nabla N_{i,94} P_{i,94} + \beta_2 \nabla C_{i,95} + \beta_3 \nabla C_{i,94} + \beta_4 \nabla (\lambda_{i,95} - \lambda_{95}^c) + u_{i,95}. \quad i = 1, \dots, 23 \quad (7)$$

$$\nabla N_{i,96} P_{i,96} = \beta_1 \nabla N_{i,95} P_{i,95} + \beta_2 \nabla C_{i,96} + \beta_3 \nabla C_{i,95} + \beta_4 \nabla (\lambda_{i,96} - \lambda_{96}^c) + u_{i,96}. \quad i = 1, \dots, 23 \quad (8)$$

$$\nabla N_{i,97} P_{i,97} = \beta_1 \nabla N_{i,96} P_{i,96} + \beta_2 \nabla C_{i,97} + \beta_3 \nabla C_{i,96} + \beta_4 \nabla (\lambda_{i,97} - \lambda_{97}^c) + u_{i,97}. \quad i = 1, \dots, 23 \quad (9)$$

Así, en la ecuación (9), es necesario utilizar instrumentos para $\nabla N_{i,96} P_{i,96}$. Variables que cumplen las propiedades necesarias son $N_{i,95} P_{i,95}$, $N_{i,94} P_{i,94}$, $N_{i,93} P_{i,93}$ y $N_{i,92} P_{i,92}$. Además, los regresores de $N_{i,96} P_{i,96}$ referidos a períodos 1995, 1994, 1993 y 1992 también pueden ser utilizados. Es decir, son instrumentos válidos $C_{i,95}$, $C_{i,94}$, $C_{i,93}$ y $C_{i,92}$, así como $(\lambda_{i,95} - \lambda_{95}^c)$, $(\lambda_{i,94} - \lambda_{94}^c)$, $(\lambda_{i,93} - \lambda_{93}^c)$ y $(\lambda_{i,92} - \lambda_{92}^c)$.

En la ecuación (8) siguiendo el mismo razonamiento, pueden utilizarse como instrumentos válidos $N_{i,94} P_{i,94}$, $N_{i,93} P_{i,93}$, y $N_{i,92} P_{i,92}$, y las variables explicativas $C_{i,94}$, $C_{i,93}$, $C_{i,92}$, $(\lambda_{i,94} - \lambda_{94}^c)$, $(\lambda_{i,93} - \lambda_{93}^c)$ y $(\lambda_{i,92} - \lambda_{92}^c)$.

Para la ecuación (7) pueden emplearse $N_{i,93} P_{i,93}$ y $N_{i,92} P_{i,92}$, así como las variables explicativas $C_{i,93}$, $C_{i,92}$ $(\lambda_{i,93} - \lambda_{93}^c)$ y $(\lambda_{i,92} - \lambda_{92}^c)$.

Para la ecuación (6), pueden emplearse $N_{i,92} P_{i,92}$, así como las variables explicativas $C_{i,92}$ y $(\lambda_{i,92} - \lambda_{92}^c)$.

Tanto la estimación Balestra-Nerlove de datos de panel como la estimación por MC3E utilizando variables instrumentales se sustentan en la hipótesis de la normalidad de las

variables, y por consiguiente, de los residuos resultantes de la regresión. En caso de no existencia de normalidad de las variables, puede optarse por utilizar una transformación Box-Cox (1964)¹¹ para transformarlas en normales.

Estas transformaciones constituyen una familia que depende de un parámetro λ , que designaremos por y , definiendo el valor del parámetro λ la transformación concreta de que se trata. La familia de transformaciones se puede escribir como:

$$y = \begin{cases} \frac{(x+m)^\lambda - 1}{\lambda}; & (\lambda \neq 0) \\ \ln(x+m); & (\lambda = 0) \end{cases} \quad (10)$$

donde:

λ es el parámetro que se estima a partir de los datos y que define la transformación concreta a realizar,

x son los valores de las variables originales y

m es una constante elegida con la condición de que $x+m$ sea positivo.

La transformación (10) asegura que bajo amplias condiciones, las variables transformadas son aproximadamente normales. Para determinar el valor más adecuado debe maximizarse la función de verosimilitud de la muestra que se dispone:

$$\ln L(\lambda, \mu, \sigma) = -n \ln \sigma - \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \mu)^2}{\sigma^2} + (\lambda - 1) \sum_{i=1}^n \ln(x_i) \quad (11)$$

La resolución de esa función de verosimilitud (en función de los parámetros μ , σ y λ) se ha realizado con el comando de estimación no lineal de S.P.S.S. versión 9.01, obteniendo los valores de estos tres parámetros λ óptimos, siendo los valores óptimos de μ y σ la media y desviación típica de las variables transformadas.

¹¹ Box, G.E.P. y Cox, D.R. (1964), "An Analysis of Transformations", *Journal of the Royal Statistical Society*, B. Vol. 39, p.p: 211-252.

5.- Resultados obtenidos.

La estimación de datos de panel, realizada con el paquete econométrico TSP, ha dado lugar al resultado presentado en la Tabla II del Anexo.

Se observa que el valor de THETA es suficientemente lejano de cero (0,52814) como para que β^{ENTRE} sea significativamente distinto a β^{MCG} (hecho que se confirma observando la diferencia entre los valores de ambos estimadores). Evidentemente, θ está lo suficientemente lejano de 1 para que β^{MCG} sea significativamente igual a β^{MCO} . Esto permite afirmar que el estimador que cumple mejor las propiedades deseables de los estimadores sea β^{MCG} .

Sin embargo, puede comprobarse que el contraste de hipótesis de incorrelación (Test de Hausman) entre los regresores y el término de error ofrece un resultado negativo, es decir, se acepta la hipótesis alternativa de existencia de correlación entre regresores y término de error con una probabilidad de equivocarnos (nivel de significación) del 3,56%. Este resultado es evidente pues, como se ha argumentado en el apartado anterior, se incluye como explicativa a la variable endógena retardada un periodo. Esto hace que sea necesario estimar mediante el procedimiento de Mínimos Cuadrados por Variables Instrumentales (MCVI) utilizando como instrumentos las variables que se enuncian en el apartado anterior.

Los resultados de la estimación de estas ecuaciones mediante Mínimos Cuadrados en tres etapas (MC3E) utilizando el comando GMM (Método Generalizado de los Momentos) del TSP, se presentan en la Tabla III del Anexo.

Se observa que, tras esta estimación, los parámetros significativos son los correspondientes a $N_{i,t-1}$, $P_{i,t-1}$, $C_{i,t}$ y $C_{i,t-1}$, sin resultar significativo el parámetro asociado a β_4 -variable ($\lambda_{i,t} - \lambda_{i,t}^c$)-. El estimador β^{MC3E} es más fiable que β^{MCG} al eliminar los problemas de correlación entre la variable endógena retardada y los residuos.

Se comprueba la significación conjunta del modelo, dado que el estadístico del test Chi-Cuadrado con cuatro grados de libertad¹² toma un valor muy alto (17900,32) garantizando una probabilidad nula de equivocarse al afirmar que se rechaza la no significación de los cuatro parámetros del modelo.

Así mismo se confirma que el test de sobreidentificación proporciona un resultado satisfactorio siendo la probabilidad de equivocarse al afirmar que existe sobreidentificación (negando la hipótesis nula de correcta identificación del modelo) es del 21,45%, es decir, suficientemente alta para no poder rechazar la correcta identificación del modelo.

Se ha aplicado, además, el Test de los Multiplicadores de Lagrange (L.M.) para contrastar la correlación de primer y segundo orden del modelo especificado. En el modelo planteado, aún cumpliéndose todos los supuestos habituales del Modelo Lineal General, debe existir correlación de primer orden, puesto que, las ecuaciones del modelo están en diferencias, obteniéndose que:

$$E[\nabla u_{i,t} \nabla u_{i,t-1}] = E[(u_{i,t} - u_{i,t-1})(u_{i,t-1} - u_{i,t-2})] = -\sigma_u^2.$$

En cambio, si los residuos son ruido blanco, la correlación de segundo orden deberá ser cero. En el Test L.M. se comprueba que, para el modelo especificado, se aceptan ambas hipótesis, es decir, la hipótesis nula de existencia de correlación de primer orden entre los residuos (puesto que la probabilidad de equivocarse al afirmar que ésta no existe -nivel de significación del contraste- es del 19,422%) y la referida a la existencia de correlación de segundo orden (con probabilidad de equivocarse al negar tal situación del 97,315%).

Las afirmaciones que se deducen de esta estimación son:

- a) que la variación del recargo de seguridad, y por consiguiente del importe de las primas, no afecta de modo significativo a los ingresos derivados de éstas,
- b) en la estimación de MC3E existe autocorrelación de segundo orden que permite afirmar que los estimadores siguen siendo ineficientes y
- c) si se realiza el test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, recogido en la Tabla V del Anexo, se observa que tanto la variable endógena como la totalidad de explicativas resultan no normales, con una probabilidad nula de equivocarnos.

¹² El número de grados de libertad del Test Chi Cuadrado de significación global de los parámetros es igual al número de parámetros a estimar.

Todos estos problemas nos permiten dudar de la validez de los resultados de la estimación anterior.

Para tratar el problema de no normalidad de las variables incluidas en el análisis, y por consiguiente, de los residuos resultantes de la estimación, se ha aplicado a todas las variables la transformación Box-Cox más adecuada, es decir, aquella que resulta de la optimización por máxima verosimilitud respecto a los parámetros μ , σ y λ , tal y como se describe de forma detallada en el epígrafe de metodología.

Se procede a realizar las transformaciones Box- Cox, para cada una de las variables, utilizando el valor óptimo de λ que se ha obtenido, observándose que la variable endógena transformada es normal. Este resultado no se mantiene para el resto de variables, como puede comprobarse al aplicar el test de Kolmogorov-Smirnov, resultados que se recogen en la Tabla VII del Anexo.

Repetiendo la estimación por el procedimiento de MC3E por variables instrumentales, se utilizan los mismos instrumentos que en la estimación anterior, que se recoge en la Tabla VIII del Anexo. Se comprueba que todos los parámetros resultan significativos, incluyendo el de la variable $\lambda_{i,t} - \lambda_t^c$ y con signo negativo, tal y como propone la doctrina actuarial. Asimismo, se comprueba la significación conjunta del modelo. El estadístico del test Chi-Cuadrado toma un valor muy alto (1241,584) que garantiza una probabilidad nula de equivocarse al afirmar que se rechaza la no significación de los cuatro parámetros del modelo. Además, el resultado del test de correlación de primer y segundo orden es el esperado de la asunción de hipótesis del Modelo Lineal General: se acepta la autocorrelación de primer orden con un nivel de significación del 85,41% y se rechaza la de segundo orden con una probabilidad nula de equivocarnos.

Así pues, considerando la estimación de tres períodos de tiempo, por ser la que mayor riqueza informativa incorpora, la ecuación queda como sigue:

$$\nabla N_{i,t} P_{i,t} = 0,1185 \nabla N_{i,t-1} P_{i,t-1} + 0,1012 \cdot 10^{-4} \nabla C_{i,t} + 0,7173 \cdot 10^{-8} \nabla C_{i,t-1} - 0,0086 \nabla (\lambda_{i,t-1} - \lambda_{t-1}^c) + u_{i,t}$$

$$\begin{matrix} (0,0122) & (0,005011 \cdot 10^{-4}) & (0,07949 \cdot 10^{-8}) & (0,0043)^{13} \\ i = 1, \dots, 23 & & t = 94, 95, 96, 97 \end{matrix}$$

¹³ Los valores que figuran entre paréntesis corresponden a desviación típica de los parámetros a que están asociados.

5.1.- Simulación

Para evaluar el comportamiento del modelo, se realizó una simulación a lo largo de 10 períodos de tiempo (desde $t = 0$ hasta $t = 10$). Para ello, es necesario fijar las condiciones iniciales o valores del periodo de partida ($t = 0$). Para la totalidad de variables se fija el valor medio de las 109 empresas utilizadas en el último periodo de que se dispone información: año 1997.

En cada uno de los periodos de la simulación se evalúan dos funciones que representan el nivel de cumplimiento de sendos objetivos.

a) Grado de solvencia representado por la suma de la liquidez de la compañía (M_t) y el stock de capital (K_t).

b) Tamaño de la entidad representado por el volumen total de primas ($N_t P_t$).

Para las variables depreciación (δK_t), siniestralidad (x_t), salarios ($w_t L_t$) costes de transacción ($\beta \cdot (I_t + C_t + g_t)$) y rentabilidad de las inversiones especulativas (r_t) no se considera una ecuación que las relacione con el resto de variables endógenas. Para determinar su valor en los diferentes periodos de la simulación se utiliza una función obtenida a partir del ajuste a la información sobre éstas para el conjunto de entidades aseguradoras utilizadas en el análisis durante los cinco periodos de que se disponía de información.

Concretamente, se comprueba que para la depreciación, rentabilidad, los salarios y la siniestralidad el ajuste exponencial es el más adecuado, obteniéndose las siguientes estimaciones:

$$\delta K_t = 32.946,9119 + 3.105,2547 t + 51,5467317 e^t$$

$$r_t = 0,05 - 0,0059299 t + 0,00003299 e^t$$

$$w_t L_t = 257.439,06 + 17.572,2016 t + 414,417901 e^t$$

$$x_t = 1.734.529,65 + 149.605,918 t + 2.538,52639 e^t$$

Para los costes de transacción, lo más adecuado es el ajuste a la función seno:

$$\beta \cdot (I_t + C_t + g_t) = -36.843,4931 + 59.135,7168 \operatorname{sen} \left(\sqrt[3]{\frac{\pi^3}{16} t} \right)$$

El valor de la liquidez de la compañía en cada período se obtiene aplicando la ecuación (2). Para obtener el valor del stock de la compañía se aplica la ecuación (1), y para obtener el volumen ingresos derivados de las primas, la ecuación (3') estimada en el epígrafe 3.1.

Para que la estimación cumpla la hipótesis de normalidad del Modelo Lineal General, como paso previo se ha aplicado la transformación Box-Cox óptima, con lo que los parámetros obtenidos corresponden a las relaciones entre las variables transformados.

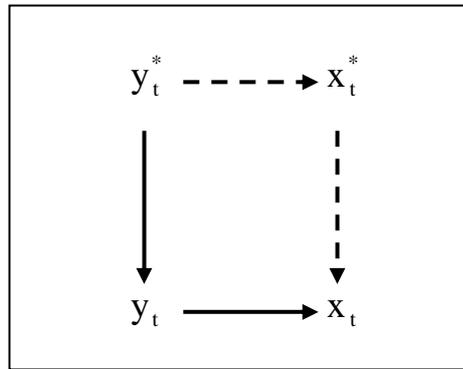


Figura III. Relaciones entre variables transformadas y originales.

Los parámetros correspondientes a las relaciones entre las variables originales se obtienen atendiendo a la Figura III. Siguiendo el camino de las flechas discontinuas se observa que la influencia de la variable x_t sobre y_t se mide:

$$\frac{\partial y_t^*}{\partial x_t^*} = \frac{\partial y_t^*}{\partial x_t^*} \frac{dx_t^*}{dx_t}$$

En cambio, siguiendo el camino de las flechas continuas, la influencia de la variable x_t sobre y_t se mide por la siguiente expresión:

$$\frac{\partial y_t^*}{\partial x_t} = \frac{dy_t^*}{dy_t} \frac{\partial y_t}{\partial x_t}$$

Igualando ambas expresiones, se tiene:

$$\frac{\partial y_t^*}{\partial x_t^*} \frac{dx_t^*}{dx_t} = \frac{dy_t^*}{dy_t} \frac{\partial y_t}{\partial x_t}$$

Sabemos, sin embargo, que si denotamos por β^* al parámetro de la variable x_t^* en la estimación, y β al parámetro de la variable x_t , entonces:

$$\beta^* = \frac{\partial y_t^*}{\partial x_t^*} \quad \beta = \frac{\partial y_t}{\partial x_t}$$

Luego:

$$\beta = \frac{\beta^* \frac{dx_t^*}{dx_t}}{\frac{dy_t^*}{dy_t}}$$

Sin embargo:

$$\frac{dx_t^*}{dx_t} = (x_t + m)^{\lambda-1}$$

$$\frac{dy_t^*}{dy_t} = (y_t + m)^{\lambda-1}$$

Así, finalmente:

$$\beta = \frac{\beta^* (x_t + m)^{\lambda-1}}{(y_t + m)^{\lambda-1}}$$

Para obtener el valor del volumen de primas $N_t P_t$, deben utilizarse los valores de los parámetros originales (β) en lugar de los valores de la Tabla VIII del Anexo, aplicando la expresión anterior.

6.- Conclusiones.

La utilización del modelo de Tapiero por agentes económicos que no tienen acceso a determinada información interna de las entidades aseguradoras (número de empleados, número de siniestros, cuantía media de los siniestros producidos, salarios medios, número de agentes comerciales) es imposible. Por consiguiente, para situaciones en las que se presenta este inconveniente, se ha propuesto una modelización alternativa que explique el volumen de negocio de la entidad, basada en las formulaciones de Pentikäinen.

Las relaciones entre las variables que representan el estado de una entidad aseguradora en sus aspectos básicos que se proponen en la especificación alternativa a la ecuación (3) del modelo de Tapiero son compatibles con el comportamiento real de las entidades. Esto se pone de manifiesto pues los parámetros de la estimación realizada sobre esta ecuación resultan todos ellos significativos, y con un signo compatible con lo establecido por la doctrina actuarial.

Así, se observa que la cuantía ingresada derivada de la actividad habitual por una entidad depende directamente del volumen de primas del periodo anterior, de las inversiones realizadas en el periodo corriente y anterior, mientras que depende inversamente de la diferencia del recargo de seguridad respecto a las entidades de la competencia.

Existen variables en el modelo formulado que son fundamentales para la cuantificación de aspectos relacionados con la actividad fundamental de la compañía cuyo valor se ve influido por otras variables del modelo. Sin embargo, no se especifica una ecuación que las relacione con ellas. Estas variables son: la siniestralidad (x_t), los salarios ($w_t L_t$) y los costes de transacción ($\beta \cdot (I_t + C_t + g_t)$). Así, en lugar de buscar una función a la cual se ajuste cada una de estas variables, deberían proponerse ecuaciones que las relacionen con el resto de variables endógenas del modelo, para obtener un mejor reflejo de la realidad.

En el modelo formulado, tal y como ocurre en una empresa aseguradora real, el recargo de seguridad incide negativamente sobre el volumen de pólizas suscritas (y por consiguiente, en el volumen de negocio de la compañía). Incrementar el precio y suponer una pérdida de competitividad respecto a las entidades de la competencia representa una minoración en el objetivo de expansión de la compañía.

Sin embargo, para una entidad real, un incremento del recargo de seguridad supone una mejora del nivel de solvencia, al reducirse la probabilidad de ruina. Este hecho no parece tener una excesiva relevancia en el modelo propuesto basándose en la información disponible de las entidades aseguradoras consideradas.

La inversión dirigida a la expansión de la compañía resulta fundamental para su crecimiento, e incluso su supervivencia. Se permite una inversión total del 5% de los ingresos derivados de las primas, que se puede repartir en inversión especulativa o dedicarse a la actividad fundamental de la empresa. Si se dedica la totalidad de los recursos al segundo tipo de inversión, se consigue un incremento sostenido del volumen de negocio, y por tanto, también del total de recursos de la entidad, y por consiguiente, de la solvencia de la compañía.

Por el contrario, si se dedica la totalidad de recursos al primer tipo de inversión, se produce una recesión continuada de la entidad aseguradora, que lleva a una liquidez negativa en el quinto y sucesivos periodos de la simulación. Incluso si se dedica la mitad de los recursos a cada una de las inversiones se llega a una situación de liquidez negativa en los tres últimos periodos de la simulación.

Esto indica que se conseguirán mejores resultados invirtiendo en aquellas opciones relacionadas con la actividad habitual de la compañía: comercializar sus servicios de cobertura ante los diferentes riesgos a que deben enfrentarse los agentes económicos de la sociedad en que desarrolla su actividad.

7.- Bibliografía.

Balances y cuentas, entidades aseguradoras. Dirección General de Seguros, Ministerio de Economía y Hacienda, Años 1992 a 1997, Madrid

Balzer, L.A. (1982), "Control of Insurance Systems with Delayed Profit/Loss Sharing Feedback and Persisting Unpredicted Claims", *Journal of the Institute of Actuaries*, 109, Part III, nº 442, p.p: 285- 316.

Balzer, L.A. y S. Benjamin (1980), "Dynamic Response of Insurance Systems with Delayed Profit/Loss Feedback to Isolated Unpredicted Claims", *Journal of the Institute of Actuaries*, 107, p.p: 513-528.

Bohman, H.B. (1973), "Insurance business described by a mathematical model", *Scandinavian Actuarial Journal*, p.p.: 70-99.

Borch, K. (1967), "Dynamic Decision Problems in an Insurance Company", *Astin Bulletin*.

Box, G.E.P. y Cox, D.R. (1964), "An Analysis of Transformations", *Journal of the Royal Statistical Society*, B. Vol. 39, p.p: 211-252.

Moreno, A. (2000). La toma de decisiones en la empresa aseguradora: un modelo dinámico aplicado a los seguros no vida, Dykinson, Madrid.

Pentikäinen, T. (1975), "A Model of Stochastic Dynamic Prognosis. An Application of Risk Theory to Business Planning", *Scandinavian Actuarial Journal*, p.p: 29-53.

Tapiero, C.S. (1984), "A Mutual Insurance Diffusion Stochastic Control Problem", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 7, p.p: 241-260.

Tapiero, C.S. (1985), "A Dynamic Stock Insurance Firm Model and Dividend Optimization", *Journal of Large Scale Systems*.

Tapiero, C.S. (1987), A Systems Approach to Insurance Company, Developments of Control Theory for Economic Analysis, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

8.- Anexos.

ENTIDADES ASEGURADORAS Y MUTUALIDADES DE PREVISIÓN SELECCIONADAS	
LA ALIANZA ESPAÑOLA S.A. DE SEGUROS	MAPFRE CAUCION Y CREDITO, CIA. INTERN.
LIMITE, S.A. DE SEGUROS	SEGUROS LAGUN ARO, S.A.
BORÉAL MEDICA DE SEGUROS, S.A. (LA)	UNION DEL DUERO, CIA. SEG. GRALES., S.A.
CAP-ARAG, CIA. INTERN. SEG. Y REAS.,S.A.	ASCAT PREVISIO, S.A. DE SEG. Y REASEG.
CIA. ESP. SEG. Y REAS.CREDITO Y CAUCION	SEGUROS GENERALES RURAL, S.A.
ETERNA, S.A. CIA. DE SEGUROS	SOS SEGUROS Y REASEGUROS, S.A.
AZUR MULTIRRAMOS, S.A. DE SEG. Y REASEG.	UNION DE AUTOMOVILES CLUBS, S.A.
ZURICH INTERNATIONAL, CIA.SEG. Y REASEG.	MAPFRE GUANARTEME, S.A.
INSTITUTO ESPAÑOL Y EUROPEO SEG., S.A.	NOVOMEDIC, S.A. DE SEGUROS
IMESA, INSTITUTO MEDICO, S.A. DE SEGUROS	MUNAT SEGUROS Y REASEGUROS, S.A.
LA PREVISORA BILBAINA-ASEGURADORA RIAZOR	MAAF, CIA. ESP. SEG. Y REAS., S.A.
LA PREVISORA MALLORQUINA DE SEG., S.A.	ADA AYUDA DEL AUTOMOVILISTA, S.A.
SEGUROS LA PREVISORA UNIVERSAL, S.A.	BANSABADELL AG, S.A.
EL REMEDIO, S.A. DE SEGUROS	CAJA DE MADRID SEGUROS GENERALES, S.A.
SEGUROS SAN LUIS BELTRAN, S.A.	MAPFRE ASISTENCIA, CIA. INT. SEG., S.A.
PONIENTE, S.A. DE SEGUROS	AIDE ASISTENCIA SEGUROS Y REASEG., S.A.
SEGUROS SEVILLA, S.A.	GENESIS SEGUROS GENERALES, S.A. SEGUROS
LA UNION ALCOYANA, S.A. DE SEG. Y REAS.	INISAS, CIA. DE SEGUROS
ECUADOR S.A., CIA. ESPAÑOLA DE SEGUROS	MAPFRE INDUSTRIAL, S.A. DE SEGUROS
VERDADERA Y CATALAUNICA DE SEGUROS, S.A.	ASITUR DE SEGUROS Y REASEGUROS S.A.
VITAL SEGURO, S.A.	FENIX DIRECTO, S.A.
SEGUROS LLORET, S.A.	UNIVERSAL ASISTENCIA DE SEG. Y REASEG.
ATOCHA, S.A. DE SEGUROS	IMA IBERICA, SEGUROS Y REASEGUROS, S.A.
CLINICUM SEGUROS, S.A.	ANTIGUA SDAD. SEG. MUTUOS MADRID A P.F.
CASER SALUD, S.A.	CAJA NAVARRA DE SEG.SDAD.MUTUA SEG.P.F.
MEDICA VASCONGADA, S.A.	MUTUA IGUALADINA DE SEGUROS A PRIMA FIJA
IGUALATORIO MEDICO QUIRURGICO BALEAR	MUTUA LERIDANA, SDAD. SEG. Y REAS. P.F.
PREVISION MEDICO SOCIAL, S.A. DE SEGUROS	MUTUA MADRILEÑA DE TAXIS, M.M.T. SEG.
ROBRE, S.A. CIA. DE SEGUROS	MUTRAL MUTUA RURAL DE SEG. A PRIMA FIJA
EL PERPETUO SOCORRO, S.A. DE SEGUROS	MUSSAP MUT. SEG. GENERALES A PRIMA FIJA
ALERGIA, CIA. DE SEG. ASIST. SANITARIA	MAPFRE AGROPECUARIA, MUT. SEG. Y REASEG.
ALMUDENA COMPAÑIA SEGUROS, S.A.	MUTUALIDAD DE LEVANTE
HERMANDAD MADRILEÑA, S.A.	MUTUA SEGORBINA SEG. A PRIMA FIJA
SANITAS, S.A. DE SEGUROS	UNION CANTALEJANA , MUTUA SEG.
POLICLINICO CENTRO MEDICO DE SEG., S.A.	SOCIEDAD SEG. MUT. C/INCENDIOS VALENCIA
LA NUEVA UNION DE SEGUROS, S.A.	MUTUA DE PROPIETARIOS, SEG. Y REAS. P.F.
EL PREVISOR DEL FUTURO, S.A. DE SEGUROS	SOCIEDAD DE SEG. MUT. C/INCENDIOS LEON
LA UNION MADRILEÑA DE SEGUROS, S.A.	S.M.PRIMA VAR.INCENDIOS CASAS VALLE MENA
IGUALATORIO MEDICO QUIR. Y ESP. ASTURIAS	SOCIEDAD SEGUROS MUTUOS MARITIMOS VIGO
D.A.S DEFENSA AUTOMOVILISTA DE SINIESTRO	MUTUA TINERFEÑA, MUTUA DE SEGUROS A P.F.
COMPANIA DE SEGUROS ADESLAS, S.A.	SDAD.SEG.MUTUOS C/INCEND. LA BAZTANDARRA
IGUALATORIO MEDICO LEONES DE SEG., S.A.	SEGUROS MUTUOS C/ INCENDIOS DE SANTIAGO
INSTITUTO SANITARIO, S.A. DE SEGUROS	SOCIEDAD DE INCENDIOS DE VERA BIDASOA
IGUALATORIO COLEGIAL (IMEDIC)	VALENCIANA DE TAXIS, MUTUA SEG. Y REAS.
ASISTENCIA MEDICA UNIVERSAL SEGUROS,S.A.	PANADERIA DE VALENCIA, MUTUA DE SEG.
GENERAL EUROPEA, S.A. DE SEG. Y REASEG.	P.S.N.-AGRUPACION MUTUAL ASEGURADORA
ASISA, ASIST. SANITARIA INTERPROVINCIAL	MUTUA CATALANA DE SEGUROS Y REASEG.
CIA.SEG.ENTERRAMIENTO LA CORONA, S.A.	MUTUASPORT, MUTUA DE SEGUROS DEPORTIVOS
MERIDIANO, S.A. CIA. ESPAÑOLA DE SEGUROS	SERAS, MUTUALIDAD SEG. A PRIMA FIJA
SEGUROS CAPISA, S.A.	UNION MUTUA ASISTENCIAL DE SEG. A P.F.
EUROPA SEGUROS DIVERSOS, S.A.	JOYEROS, PLATEROS Y RELOJEROS, MUT. ESP.
CIA. ESP. SEG. CREDITO EXPORTACION, S.A.	MUTUA DE RIESGO MARITIMO
ASEFA, S.A. CIA. ESPAÑOLA SEG. Y REASEG.	MUTUA VALENCIANA DE SEGUROS AGRARIOS
ASEGURATOR CIA SEGUROS GENERALES, S.A.	SOCIEDAD SEG.MUT.C/INCENDIOS EDIF.ALAVA
COSALUD, S.A. DE SEGUROS	

Tabla I. Empresas seleccionadas para el análisis.

Balanced data: NI= 109, T= 5, NOB= 545

TOTAL (plain OLS) Estimates:

Dependent variable: PN

Mean of dependent variable = .299659E+07 Std. error of regression = 540521.
 Std. dev. of dependent var. = .828212E+07 R-squared = .995772
 Sum of squared residuals = .157768E+15 Adjusted R-squared = .995741
 Variance of residuals = .292163E+12

Variable	Estimated Coefficient	Standard Error	t-statistic
PN_1	1.07988	.311556E-02	346.608
CT	6.71102	.130228	51.5330
CT_1	-.278562	.305250	-.912569
DLAND	-126984.	280976.	-.451940
C	22489.4	24633.1	.912973

BETWEEN (OLS on means) Estimates:

Dependent variable: PN

Mean of dependent variable = .299659E+07 Std. error of regression = 192865.
 Std. dev. of dependent var. = .815741E+07 R-squared = .999462
 Sum of squared residuals = .386848E+13 Adjusted R-squared = .999441
 Variance of residuals = .371969E+11

Variable	Estimated Coefficient	Standard Error	t-statistic
PN_1	1.08020	.254880E-02	423.807
CT	7.34553	.237007	30.9930
CT_1	0.	0.	0.
DLAND	-207252.	330764.	-.626585
C	12241.5	19836.1	.617134

WITHIN (fixed effects) Estimates:

Dependent variable: PN

Sum of squared residuals = .133851E+15 R-squared = .996413
 Variance of residuals = .309840E+12 Adjusted R-squared = .995483
 Std. error of regression = 556632.

Variable	Estimated Coefficient	Standard Error	t-statistic
PN_1	1.01148	.022771	44.4189
CT	6.54996	.149251	43.8856
CT_1	.028368	.332163	.085403
DLAND	4882.28	393878.	.012395

Variance Components (random effects) Estimates:

VWITH (variance of U_{it}) = 0.24560E+12

VBET (variance of A_i) = 0.43885E+11

(computed from large sample formula)

THETA (0=WITHIN, 1=TOTAL) = 0.52814

Dependent variable: PN

Sum of squared residuals = .147887E+15 R-squared = .996037
 Variance of residuals = .342330E+12 Adjusted R-squared = .995009
 Std. error of regression = 585090.

Variable	Estimated Coefficient	Standard Error	t-statistic
PN_1	1.07883	.388486E-02	277.702
CT	6.64746	.125214	53.0889
CT_1	-.280863	.280191	-1.00240
DLAND	-96637.6	291122.	-.331949
C	26206.9	31016.9	.844923

Hausman test of H_0 :RE vs. FE: CHISQ(4) = 10.307, P-value = [.0356]

Tabla II. Estimación de datos de panel de los datos sin transformar.

Residual Covariance Matrix

	DEQ97	DEQ96	DEQ95	DEQ94
DEQ97	3.79370D+12			
DEQ96	3.86323D+10	7.95216D+10		
DEQ95	-2.09355D+10	-4.85850D+10	7.47140D+11	
DEQ94	1.15522D+11	1.68122D+10	-5.42044D+11	6.72543D+11

E'HH'E = 0.368874
 Test of overidentifying restrictions = 40.2072
 Degrees of freedom = 34
 P-value = 0.2145
 Number of Observations = 109

Parameter	Estimate	Standard Error	t-statistic
B1	.813974	.011373	71.5737
B2	2.12882	.213979	9.94875
B3	.979318	.075953	12.8937
B4	20301.0	42435.1	.478401

Standard Errors computed from heteroscedastic-consistent matrix
 (Robust-White)

Sum of squared residuals = .733072E+14 Std. error of regression = 820087.
 Variance of residuals = .672543E+12 Durbin-Watson statistic = 2.05432
 CHISQ(4) Test Statistic: 17900.32, Upper tail area: .00000

Current sample: 1 to 436

Current sample: 2 to 4, 6 to 8, ..., 434 to 436 (327 obs.)

Standard LM Test for First Order Serial Correlation with HS
 =====

NORMAL Test Statistic: -1.298202, Two-tailed area: .19422

Standard LM Test for Second Order Serial Correlation with HS
 =====

NORMAL Test Statistic: -0.3366009E-01, Two-tailed area: .97315

Tabla III. Estimación MC3E (con variables instrumentales) de las variables sin transformar.

Residual Covariance Matrix

	DEQ97	DEQ96	DEQ95	DEQ94
DEQ97	4.36592D+12			
DEQ96	3.98814D+10	7.57772D+10		
DEQ95	-2.27930D+10	-3.72407D+10	7.26904D+11	
DEQ94	1.15215D+11	1.15231D+10	-5.50404D+11	6.95819D+11

$E'HH'E = 0.260065$
 Test of overidentifying restrictions = 28.3471
 Degrees of freedom = 21
 P-value = 0.1306
 Number of Observations = 109

Parameter	Estimate	Standard Error	t-statistic
B1	.816220	.870949E-02	93.7162
B2	1.74084	.226868	7.67333
B3	.945248	.086126	10.9751

Standard Errors computed from heteroscedastic-consistent matrix (Robust-White)

Sum of squared residuals = .758442E+14 Std. error of regression = 834157.
 Variance of residuals = .695819E+12 Durbin-Watson statistic = 2.05733
 CHISQ(3) Test Statistic: 17649.99, Upper tail area: .00000

Standard LM Test for First Order Serial Correlation with HS
 =====

NORMAL Test Statistic: -1.259327, Two-tailed area: .20791

Standard LM Test for Second Order Serial Correlation with HS
 =====

NORMAL Test Statistic: -0.9263545E-01, Two-tailed area: .92619

Tabla IV. Estimación MC3E de las variables sin transformar, excluyendo $\lambda_{i,t} - \lambda_t^c$.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

	PN97	C97	dlandapeq97	PN96	C96	dlandapeq96	PN95	C95	dlandapeq95	PN94	dlandapeq94	PN93	C93	dlandapeq93	PN92	C92	dlandapeq92
N	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109
Parámetros normales ^{a,b}																	
Media	3759052	38710,45	-3,2255E-10	3218159	11076,84	-1,1642E-09	2937869	8148,4312	-8,4695E-10	2681187	-5,4470E-10	2386678	8193,5596	6,408E-11	2087121	-35234,4	1,965E-10
Desviación típica	9929777	377431,3	5,434E-02	8803952	34123,39	5,327E-02	8165117	79644,99	5,344E-02	7421395	5,288E-02	6821736	81663,48	,1527	6123797	101637,2	4,187E-02
Diferencias más extremas																	
Absoluta	,353	,444	,373	,357	,267	,366	,359	,335	,380	,359	,356	,363	,383	,385	,367	,281	,371
Positiva	,334	,444	,373	,323	,267	,366	,325	,335	,380	,331	,356	,327	,383	,276	,326	,281	,371
Negativa	-,353	-,374	-,260	-,357	-,232	-,261	-,359	-,282	-,276	-,359	-,283	-,363	-,314	-,385	-,367	-,269	-,253
Z de Kolmogorov-Smirnov	3,680	4,633	3,896	3,731	2,790	3,823	3,753	3,494	3,964	3,748	3,713	3,792	3,997	4,022	3,828	2,933	3,871
Sig. asintót. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Tabla V. Contraste de normalidad de Kolmogorov-Smirnov sobre las variables analizadas.

VARIABLE	PARÁMETRO μ	PARÁMETRO σ	PARÁMETRO λ	PARÁMETRO m
C_{97}	59,2534609	10,3420964	,228716914	119.898
$\lambda_{97} - \lambda_{97}^c$	-26,521953	17,5040963	-,21094300	0,035
$P_{97} N_{97}$	40,9526798	14,1867697	,138572994	-----
C_{96}	33157,2492	7024,34264	,866330309	129.551
$\lambda_{96} - \lambda_{96}^c$	-26,627553	16,5045576	-,39949679	0,035
$P_{96} N_{96}$	43,4740237	15,5480001	,147392326	-----
C_{95}	159576,018	27675,0375	,918311501	414.739
$\lambda_{95} - \lambda_{95}^c$	-35,558600	22,3333734	-,35539406	0,032
$P_{95} N_{95}$	40,2150905	14,1929718	,141303246	-----
C_{94}	40313,8608	8628,93898	,848260726	214.694
$\lambda_{94} - \lambda_{94}^c$	-22,900712	13,8340843	-,35115719	0,031
$P_{94} N_{94}$	34,0106782	11,0533903	,124181982	-----
C_{93}	1093,96418	179,409773	,519651121	197.286
$\lambda_{93} - \lambda_{93}^c$	-35,077243	21,8022974	-,40052984	0,045
$P_{93} N_{93}$	35,2682507	11,9618358	,130854031	-----
C_{92}	147305088	31418127,1	1,44986432	583.965
$\lambda_{92} - \lambda_{92}^c$	-23,206731	14,7622845	-,26515976	0,028
$P_{92} N_{92}$	29,2378866	8,96091179	,111423499	-----

Tabla VI. Resultados de la estimación de máxima verosimilitud para la obtención de los valores de μ , σ y λ óptimos.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

	C97T	DLAND97T	PN97T	C96T	DLAND96T	PN96T	C95T	DLAND95T	PN95T	C94T	DLAND94T	PN94T	C93T	DLAND93T	PN93T	C92T	DLAND92T	PN92T
N	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109
Parámetros normales ^{a,b}																		
Media	59,2535	-26,5220	40,9526	33157,26	-26,6276	43,4740	159576,0	-35,5586	40,2151	40313,82	-22,9007	34,0107	1093,9642	-35,0772	35,2682	1,5E+08	-23,2067	29,2379
Desviación típica	10,3899	17,5849	14,2521	7056,8135	16,5808	15,6198	27802,79	22,4365	14,2585	8668,8730	13,8980	11,1044	180,2384	21,9030	12,0171	3,4E+07	14,8305	9,0023
Diferencias más extremas																		
Absoluta	,330	,408	,064	,260	,400	,074	,332	,416	,069	,290	,392	,065	,351	,409	,071	,274	,403	,083
Positiva	,330	,408	,061	,260	,400	,052	,332	,416	,049	,256	,392	,051	,351	,409	,051	,274	,403	,054
Negativa	-,328	-,225	-,064	-,239	-,224	-,074	-,285	-,235	-,069	-,290	-,214	-,065	-,308	-,233	-,071	-,246	-,220	-,083
Z de Kolmogorov-Smirnov	3,444	4,263	,663	2,713	4,174	,768	3,463	4,347	,723	3,032	4,090	,677	3,667	4,267	,744	2,866	4,212	,862
Sig. asintót. (bilateral)	,000	,000	,772	,000	,000	,597	,000	,000	,673	,000	,000	,749	,000	,000	,637	,000	,000	,447

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Tabla VII. Constraste de normalidad de Kolmogorov-Smirnov sobre las variables transformadas.

Residual Covariance Matrix

	DEQ97	DEQ96	DEQ95	DEQ94
DEQ97	16.17990			
DEQ96	-10.50481	17.87702		
DEQ95	-19.17506	22.59047	37.55083	
DEQ94	6.35778	-5.70620	-11.30703	4.90447

$E'HH'E = 0.978370$
 Test of overidentifying restrictions = 106.642
 Degrees of freedom = 34
 P-value = 0.0000
 Number of Observations = 109

Parameter	Estimate	Standard Error	t-statistic
B1	.118470	.012229	9.68759
B2	.101234E-04	.501093E-06	20.2027
B3	.717261E-08	.794924E-09	9.02302
B4	-.855234E-02	.428903E-02	-1.99400

Standard Errors computed from heteroscedastic-consistent matrix (Robust-White)

Sum of squared residuals = 534.588 Std. error of regression = 2.21460
 Variance of residuals = 4.90447 Durbin-Watson statistic = 1.32765
 CHISQ(4) Test Statistic: 1241.584, Upper tail area: .00000

Current sample: 1 to 436

Current sample: 2 to 4, 6 to 8, ..., 434 to 436 (327 obs.)

Standard LM Test for First Order Serial Correlation with HS
 =====

NORMAL Test Statistic: 0.1838905, Two-tailed area: .85410

Standard LM Test for Second Order Serial Correlation with HS
 =====

NORMAL Test Statistic: -8.267142, Two-tailed area: .00000

Tabla VIII. Estimación MC3E (con variables instrumentales) de las variables resultantes de la transformación Box-Cox.

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K	155.977	559.151	519.613	476.315	428.132	372.009	322.863	273.008	222.291	170.298	115.905
l-g	419.351	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
betha*(l+C+g)	19.214	22.292	20.771	17.431	13.225	19.214	22.292	20.771	17.431	13.225	13.225
delta*K	36.192	39.538	43.298	48.182	56.123	49.146	49.855	50.717	51.993	54.393	54.393
M	437.392	1.975.726	3.529.730	5.126.939	6.757.922	8.366.942	9.840.404	11.470.719	13.258.802	15.198.762	17.278.548
r	4,50%	4,06%	3,88%	4,43%	6,93%	7,90%	9,10%	10,60%	12,46%	14,75%	14,75%
P*N	3.759.052	4.218.768	4.476.485	4.750.826	5.042.865	5.353.742	5.684.674	6.036.954	6.411.958	6.811.154	7.236.101
d	0,004	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
D	16.003	42.188	44.765	47.508	50.429	53.537	56.847	60.370	64.120	68.112	72.361
w*L	276.138	295.646	318.479	350.354	406.805	423.937	444.084	467.913	496.240	530.060	530.060
x	2.868.847	1.891.036	2.052.499	2.234.335	2.471.552	2.859.310	2.972.645	3.104.448	3.258.807	3.440.718	3.656.280
alpha	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%
alpha*N*P	388.744	436.286	462.938	491.309	521.510	553.660	587.883	624.314	663.096	704.379	748.325
C	38.710	210.938	223.824	237.541	252.143	267.687	284.234	301.848	320.598	340.558	361.805
landa	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%
landacomp	23,50%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%
FUNC. OBJT											
M+K	593.370	2.534.877	4.049.343	5.603.254	7.186.054	8.738.951	10.163.268	11.743.726	13.481.092	15.369.060	17.394.453
N*P	3.759.052	4.218.768	4.476.485	4.750.826	5.042.865	5.353.742	5.684.674	6.036.954	6.411.958	6.811.154	7.236.101

Tabla IX. Simulación con nivel máximo de inversiones no especulativas y nivel mínimo de inversiones especulativas.

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K	155.977	559.151	519.613	476.315	428.132	372.009	322.863	273.008	222.291	170.298	115.905
l-g	419.351	158.072	125.491	99.513	78.802	62.288	49.122	38.624	30.255	23.581	18.261
betha*(l+C+g)	19.214	22.292	20.771	17.431	13.225	19.214	22.292	20.771	17.431	13.225	13.225
delta*K	36.192	39.538	43.298	48.182	56.123	49.146	49.855	50.717	51.993	54.393	54.393
M	437.392	1.038.319	1.654.917	1.508.506	692.020	-772.600	-2.941.210	-5.479.829	-8.359.143	-11.567.462	-15.108.203
r	4,50%	4,06%	3,88%	4,43%	6,93%	7,90%	9,10%	10,60%	12,46%	14,75%	14,75%
P*N	3.759.052	3.161.445	2.509.814	1.990.267	1.576.032	1.245.760	982.434	772.484	605.090	471.626	365.216
d	0,004	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
D	16.003	31.614	25.098	19.903	15.760	12.458	9.824	7.725	6.051	4.716	3.652
w*L	276.138	295.646	318.479	350.354	406.805	423.937	444.084	467.913	496.240	530.060	530.060
x	2.868.847	1.891.036	2.052.499	2.234.335	2.471.552	2.859.310	2.972.645	3.104.448	3.258.807	3.440.718	3.656.280
alpha	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%
alpha*N*P	388.744	326.942	259.554	205.824	162.986	128.831	101.599	79.887	62.576	48.773	37.769
C	38.710	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
landa	23,50%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%
landacomp	23,50%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%
FUNC. OBJT											
M+K	593.370	1.597.470	2.174.530	1.984.821	1.120.153	-400.591	-2.618.347	-5.206.821	-8.136.852	-11.397.164	-14.992.297
N*P	3.759.052	3.161.445	2.509.814	1.990.267	1.576.032	1.245.760	982.434	772.484	605.090	471.626	365.216

Tabla X. Simulación con nivel mínimo de inversiones no especulativas y nivel máximo de inversiones especulativas.

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K	155.977	559.151	519.613	476.315	428.132	372.009	322.863	273.008	222.291	170.298	115.905
l-g	419.351	90.359	82.077	74.526	67.641	61.364	55.640	50.422	45.664	41.326	37.370
beta*(I+C+g)	19.214	22.292	20.771	17.431	13.225	19.214	22.292	20.771	17.431	13.225	13.225
delta*K	36.192	39.538	43.298	48.182	56.123	49.146	49.855	50.717	51.993	54.393	54.393
M	437.392	1.439.874	2.458.027	2.997.191	3.059.113	2.595.994	1.499.080	62.644	-1.713.414	-3.838.804	-6.332.138
r	4,50%	4,06%	3,88%	4,43%	6,93%	7,90%	9,10%	10,60%	12,46%	14,75%	14,75%
P*N	3.759.052	3.614.368	3.283.091	2.981.045	2.705.649	2.454.553	2.225.613	2.016.873	1.826.551	1.653.023	1.494.805
d	0,004	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
D	16.003	36.144	32.831	29.810	27.056	24.546	22.256	20.169	18.266	16.530	14.948
w*L	276.138	295.646	318.479	350.354	406.805	423.937	444.084	467.913	496.240	530.060	530.060
x	2.868.847	1.891.036	2.052.499	2.234.335	2.471.552	2.859.310	2.972.645	3.104.448	3.258.807	3.440.718	3.656.280
alpha	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%	10,34%
alpha*N*P	388.744	373.782	339.522	308.286	279.806	253.839	230.163	208.576	188.894	170.948	154.586
C	38.710	90.359	82.077	74.526	67.641	61.364	55.640	50.422	45.664	41.326	37.370
landa	23,50%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%
landacomp	23,50%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%
FUNC. OBJT											
M+K	593.370	1.999.025	2.977.639	3.473.506	3.487.245	2.968.003	1.821.944	335.652	-1.491.123	-3.668.506	-6.216.232
N*P	3.759.052	3.614.368	3.283.091	2.981.045	2.705.649	2.454.553	2.225.613	2.016.873	1.826.551	1.653.023	1.494.805

Tabla XI. Simulación con mitad de inversiones no especulativas y mitad de inversiones especulativas.