



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
Facultad de Ciencias Económicas



“Modelo Alternativo para la estimación de IBNR”

Tesina Final de la Carrera de Actuario

Autor: Juan Alberto Scharf

Nº registro: 819.309

Tutor: Act. Leonardo Berinstein

Fecha entrega: Febrero 2008

Resumen

Un gran desafío para la matemática actuarial de seguros es la estimación de las reservas técnicas necesarias para hacer frente a los pasivos conocidos y no conocidos de una compañía aseguradora.

La reserva de siniestros ocurridos y no reportados IBNR (junto con su complemento para siniestros ocurridos y no suficientemente reservados IBNER) es una de las reservas técnicas de mayor importancia para la solvencia de una compañía de seguros, principalmente en ramos patrimoniales de “cola larga”. Por tanto, no es extraño que la literatura actuarial proponga una gran variedad de metodologías para su cálculo, que generalmente se basan en el desarrollo siniestral verificado en el pasado. En este sentido, dadas las condiciones cambiantes del entorno en que se mueve la actividad aseguradora, la selección de la muestra a partir de la cual estimaremos dicho desarrollo siniestral cobra vital importancia; decisión que dependerá a su vez del método de cálculo de IBNR elegido.

Por estas razones, la estimación de las reservas sobre el run-off de siniestros debería analizarse con todas las herramientas posibles. Concretamente, el presente trabajo detecta y analiza ciertas relaciones que deberían tenerse en cuenta a la hora de proyectar triángulos de IBNR, dando lugar así a una metodología alternativa de cálculo de IBNR basada en el método de triángulos Chainladder.

Índice

Introducción	3
Concepto de IBNR	5
IBNR según Chainladder de siniestros pagados	6
IBNR según Chainladder de siniestros incurridos	11
Comparación de resultados	13
Explicación de la distorsión del cálculo	14
Chainladder Alternativo	26
IBNR según Chainladder Alternativo de siniestros pagados	29
IBNR según Chainladder Alternativo de siniestros incurridos	33
Comparación de resultados	36
Consecuencias del método Chainladder Alternativo	37
Conclusión	41
Anexo	42
Bibliografía	44

Introducción

La naturaleza de la operatoria aseguradora requiere de una estimación correcta de los pasivos comprometidos para funcionar en un entorno de solvencia económica. Dichos pasivos se componen principalmente de los distintos tipos de reservas a constituir; las cuales se pueden clasificar a grandes rasgos en Reservas de Primas (como por ejemplo las Reservas Matemáticas en Seguros de Vida y las Reservas de Riesgos en Curso) y en Reservas de Siniestros (entre las que se encuentran por ejemplo las Reservas de Siniestros Pendientes “Caso a Caso”, las Reservas por Insuficiencia de Primas, las Reservas de IBNR e IBNER y las Reservas para Contingencias y Desvíos).

Las reservas para siniestros ocurridos y no reportados (IBNR) representan al 30 de junio de 2007 una suma que supera los \$2.000.000.000.- para el total del mercado asegurador argentino¹. Desde su instauración obligatoria el 30 de junio de 2002 por la resolución N°28.906 de la Superintendencia de Seguros de la Nación, el método de cálculo propuesto ha recibido vastas observaciones por parte de la plaza aseguradora; muchas de ellas fundadas en que el mismo es demasiado rígido como para contemplar el contexto cambiante de una realidad tan dinámica como se presenta en nuestro país.

En este sentido, la literatura actuarial intenta periódicamente idear nuevos modelos de cálculo de IBNR que permitan dar solución a las particularidades de cada mercado asegurador. En ansias de contribuir a dicha tarea, el presente trabajo propone un método de cálculo alternativo de IBNR con objetivos tanto académicos (de difusión y discusión) como prácticos (de posible aplicación).

¹ Fuente: www.segurosaldia.com

Distintos métodos pueden ser utilizados para el cálculo de las Reservas de IBNR, siendo los tres más difundidos el método Chainladder, el método de la Siniestralidad Esperada y el método de Bornhütter-Ferguson. Estos últimos requieren de la suposición de una siniestralidad esperada, un dato difícil de cuantificar a priori y que podría considerarse distorsivo de la objetividad de cálculo. Quizás haya sido ésta una razón de peso para que la Superintendencia de Seguros de la Nación haya elegido el método Chainladder como base de cálculo del IBNR en la Argentina.

A su vez, el método Chainladder puede ser aplicado en base al desarrollo del triángulo de siniestros pagados o al triángulo de siniestros incurridos. De ambos cálculos es posible que surjan diferentes estimaciones de valores finales de siniestros; por consiguiente el IBNR a constituir por uno y otro camino diferirá proporcionalmente.

El siguiente trabajo analiza dicho proceso, detectando los fundamentos de la dispersión en cuanto a la proyección por pagados o por incurridos. Se demostrará que existe una concordancia entre el triángulo de pagados y de incurridos, relación que el método de Chainladder ignora y que por ello las proyecciones se apartan una de otra sin tener razones fácticas de desarrollo siniestral que lo avalen.

A continuación se explicará brevemente el método de IBNR Chainladder, en sus variantes por siniestros pagados y por siniestros incurridos. Se analizará la deficiencia de cálculo que ambos presentan, para dar lugar a los respectivos métodos de cálculo alternativos que llamaremos Chainladder Alternativo de Siniestros Pagados y Chainladder Alternativo de Siniestros Incurridos.

Concepto de IBNR

Las reservas de IBNR representan un importante engranaje dentro de la industria del seguro patrimonial. Malas estimaciones de dicho pasivo pueden llevar a decisiones erróneas. No sólo es prudente constituir reservas de IBNR, sino que es exigido en el punto 39 del Reglamento General de la Actividad Aseguradora redactado por la Superintendencia de Seguros de la Nación cuyo texto dice: “A partir de los ejercicios o períodos cerrados al 30/06/2002 inclusive, las entidades sujetas al control de esta Superintendencia de Seguros de la Nación deberán constituir un pasivo correspondiente a futuros pagos por siniestros ocurridos y no denunciados o reportados (IBNR) y siniestros incurridos y denunciados pero reservados en forma insuficiente.”

Las palabras que subyacen en la abreviatura IBNR, *Incurred But Not Reported*, no deben implicar una definición estricta del concepto que abarca dicho pasivo. Tal como dice la resolución de la SSN antes mencionada, bajo el concepto IBNR se pasivarán tanto los pasivos de casos aún no reportados, como los derivados de casos conocidos en el presente pero cuyo desarrollo, adverso o favorable, es desconocido (comúnmente llamado IBNER en la literatura internacional, *Incurred But Not Enough Reported*).

Es así como en el presente trabajo nos referiremos a la reserva de IBNR en su sentido amplio, es decir, abarcando los conceptos de IBNR propiamente dicho y de IBNER.

IBNR según Chainladder de siniestros pagados

En base a la experiencia siniestral pagada, el método consiste en encontrar los patrones que marcan el desarrollo de los siniestros pagados a lo largo del tiempo. El análisis se realiza ordenando en el eje vertical los montos de siniestros según el ejercicio contable en que ocurrieron² y en el eje horizontal la evolución de dichos montos a través de los años. Así, se forma el triángulo de desarrollo de pagos acumulados, como el siguiente:

Ejercicio ocurrencia	Año de desarrollo						
	1er año	2do año	3er año	4to año	5to año	6to año	7mo año
2000-2001	\$ 576.000	\$ 1.804.000	\$ 1.970.000	\$ 2.024.000	\$ 2.074.000	\$ 2.102.000	\$ 2.131.000
2001-2002	\$ 866.000	\$ 1.948.000	\$ 2.162.000	\$ 2.232.000	\$ 2.284.000	\$ 2.348.000	
2002-2003	\$ 1.412.000	\$ 3.758.000	\$ 4.252.000	\$ 4.416.000	\$ 4.494.000		
2003-2004	\$ 2.286.000	\$ 5.292.000	\$ 5.724.000	\$ 5.850.000			
2004-2005	\$ 1.868.000	\$ 3.778.000	\$ 4.648.000				
2005-2006	\$ 1.442.000	\$ 4.010.000					
2006-2007	\$ 2.044.000						

A partir de dicho triángulo de pagos acumulados, se estimará el patrón de desarrollo de los montos pagados. Existen diferentes variantes para dicho cálculo, como por ejemplo:

- Promedio simple a partir de todos los ejercicios de ocurrencia.
- Promedio ponderado a partir de todos los ejercicios de ocurrencia.
- Promedio simple a partir de una cierta cantidad de ejercicios de ocurrencia, como por ejemplo tomar sólo los últimos 3 ejercicios de ocurrencia.
- Promedio ponderado a partir de una cierta cantidad de ejercicios de ocurrencia.
- Promedio excluyendo mínimos y máximos.
- Promedio excluyendo lo que podrían considerarse desarrollos de “siniestros excepcionales”.

² La información podría ser clasificada de otra manera, por ejemplo en años de ocurrencia que no coincidan con los ejercicios contables de la entidad aseguradora.

Habrá que indagar las razones que ameriten tomar alguna de esas variantes como forma de c culo para los factores de desarrollo; como también la elección de un “factor de cola” que refleje el desarrollo de los montos pagados más allá del 7mo año considerado en el triángulo de información del ejemplo que se ha elegido mostrar en el presente trabajo. Esto dependerá de variables que exceden la investigación del presente trabajo; nos limitaremos a mencionar que la estimación del “factor de cola” toma vital importancia en triángulos que no lleguen a incluir ejercicios de ocurrencia para los cuales el monto pagado se muestre sin desarrollo significativo en los últimos períodos contemplados.

En nuestro ejemplo, a partir del triángulo de siniestros pagados acumulados, se estima el siguiente patrón de desarrollo calculado como promedio ponderado mediante la fórmula:

$$f_{t \rightarrow t+1}^P = \frac{\sum_{i=1} P_{i:t+1}}{\sum_{i=1} P_{i:t}}$$

Siendo:

i = ejercicio de ocurrencia ($i = 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7$)

t = año de desarrollo ($t = 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7$)

$P_{i:t}$ = monto pagado de siniestros ocurridos en el ejercicio “ i ” después de “ t ” años de desarrollo

$f_{t \rightarrow t+1}^P$ = coeficiente de desarrollo de siniestros pagados desde el año de desarrollo “ t ” hasta el año “ $t+1$ ” calculado como promedio ponderado.

Tomando como ejemplo el $f_{5 \rightarrow 6}^P$ tenemos:

$$f_{5 \rightarrow 6}^P = \frac{\sum_{i=1}^2 P_{i:6}}{\sum_{i=1}^2 P_{i:5}}$$

$$f_{5 \rightarrow 6}^P = \frac{P_{1:6} + P_{2:6}}{P_{1:5} + P_{2:5}}$$

$$f_{5 \rightarrow 6}^P = \frac{\$2.102.000 + \$2.348.000}{\$2.074.000 + \$2.284.000}$$

$$f_{5 \rightarrow 6}^P = 1,0211$$

Los demás coeficientes serían:

	1° al 2°	2° al 3°	3° al 4°	4° al 5°	5° al 6°	6° al 7°	cola
Coeficiente	2,4367	1,1312	1,0293	1,0208	1,0211	1,0138	1,0000
Coef. Acumulado	2,9982	1,2304	1,0877	1,0567	1,0352	1,0138	

Aplicando esos coeficientes a los pagos de los siniestros se estima el comportamiento de los pagos futuros, completando el triángulo y llegando así a estimar los pagos finales. Por ejemplo, si para el ejercicio de ocurrencia 2006-2007 los siniestros pagados eran de \$2.044.000 al 30/07/2007; multiplicando por el coeficiente de desarrollo $f_{1 \rightarrow 2}^P = 2,4367$ se obtendrán los siniestros pagados acumulados para dicho ejercicio de ocurrencia pero estimados al 30/06/2008, cuyo monto asciende a \$4.980.587.-

Ejercicio ocurrencia	Año de desarrollo						
	1er año	2do año	3er año	4to año	5to año	6to año	7mo año
2000-2001	\$ 576.000	\$ 1.804.000	\$ 1.970.000	\$ 2.024.000	\$ 2.074.000	\$ 2.102.000	\$ 2.131.000
2001-2002	\$ 866.000	\$ 1.948.000	\$ 2.162.000	\$ 2.232.000	\$ 2.284.000	\$ 2.348.000	\$ 2.380.394
2002-2003	\$ 1.412.000	\$ 3.758.000	\$ 4.252.000	\$ 4.416.000	\$ 4.494.000	\$ 4.588.871	\$ 4.652.181
2003-2004	\$ 2.286.000	\$ 5.292.000	\$ 5.724.000	\$ 5.850.000	\$ 5.971.425	\$ 6.097.486	\$ 6.181.609
2004-2005	\$ 1.868.000	\$ 3.778.000	\$ 4.648.000	\$ 4.784.396	\$ 4.883.703	\$ 4.986.801	\$ 5.055.601
2005-2006	\$ 1.442.000	\$ 4.010.000	\$ 4.536.282	\$ 4.669.400	\$ 4.766.320	\$ 4.866.940	\$ 4.934.086
2006-2007	\$ 2.044.000	\$ 4.980.587	\$ 5.634.251	\$ 5.799.589	\$ 5.919.968	\$ 6.044.942	\$ 6.128.340

La resta entre los pagos finales estimados y los pagos verificados a la fecha, darán como resultado el monto total a reservar, que neteado de la reserva de siniestros pendientes (RSP) constituida a la fecha, nos indicará el monto de IBNR a pasivar. De esta manera:

Ejercicio ocurrencia	Pagos finales	Pagos verificados	RSP	IBNR
2001-2002	\$ 2.380.394	\$ 2.348.000	\$ 106.000	-\$ 73.606
2002-2003	\$ 4.652.181	\$ 4.494.000	\$ 150.000	\$ 8.181
2003-2004	\$ 6.181.609	\$ 5.850.000	\$ 292.000	\$ 39.609
2004-2005	\$ 5.055.601	\$ 4.648.000	\$ 204.000	\$ 203.601
2005-2006	\$ 4.934.086	\$ 4.010.000	\$ 396.000	\$ 528.086
2006-2007	\$ 6.128.340	\$ 2.044.000	\$ 2.978.000	\$ 1.106.340
			Total	\$ 1.885.817

Aclaración: si algún ejercicio de ocurrencia genera un monto de IBNR negativo, habrá que analizar las consecuencias de computar el mismo. En nuestro caso, analizamos la reserva de siniestros pendientes con fecha de ocurrencia en el ejercicio 2001-2002 y detectamos que son pocos los casos que la componen, con una estimación final de \$106.000.- La baja de reserva de \$73.606.- que generaría el IBNR para ese ejercicio de ocurrencia no se considera apropiada. Es así como concluimos que en nuestro caso, el monto de IBNR negativo generado para ese ejercicio de ocurrencia será considerado nulo.

Resumiendo, para los siniestros ocurridos en los últimos 7 años tenemos a la fecha actual una siniestralidad compuesta por:

• Siniestros pagados:	\$ 25.525.000.-
• Reserva de siniestros pendientes:	\$ 4.169.000.-
• IBNR:	\$ 1.885.817.-
<hr/>	
• Siniestralidad Total:	\$ 31.579.817.-

IBNR según Chainladder de siniestros incurridos

La metodología es similar a la anteriormente expuesta, con la diferencia de que lo que se proyectan son los siniestros incurridos, es decir, la suma de los pagados y los reservados. En el ejemplo anterior, el triángulo de reservas es:

Ejercicio ocurrencia	Año de desarrollo						
	1er año	2do año	3er año	4to año	5to año	6to año	7mo año
2000-2001	\$ 402.000	\$ 300.000	\$ 164.000	\$ 120.000	\$ 100.000	\$ 80.000	\$ 43.000
2001-2002	\$ 978.000	\$ 604.000	\$ 304.000	\$ 248.000	\$ 224.000	\$ 106.000	
2002-2003	\$ 1.492.000	\$ 596.000	\$ 446.000	\$ 184.000	\$ 150.000		
2003-2004	\$ 1.216.000	\$ 666.000	\$ 346.000	\$ 292.000			
2004-2005	\$ 944.000	\$ 1.104.000	\$ 204.000				
2005-2006	\$ 1.200.000	\$ 396.000					
2006-2007	\$ 2.978.000						

Que junto al triángulo de pagos acumulados, dan origen al siguiente triángulo de siniestros incurridos:

Ejercicio ocurrencia	Año de desarrollo						
	1er año	2do año	3er año	4to año	5to año	6to año	7mo año
2000-2001	\$ 978.000	\$ 2.104.000	\$ 2.134.000	\$ 2.144.000	\$ 2.174.000	\$ 2.182.000	\$ 2.174.000
2001-2002	\$ 1.844.000	\$ 2.552.000	\$ 2.466.000	\$ 2.480.000	\$ 2.508.000	\$ 2.454.000	
2002-2003	\$ 2.904.000	\$ 4.354.000	\$ 4.698.000	\$ 4.600.000	\$ 4.644.000		
2003-2004	\$ 3.502.000	\$ 5.958.000	\$ 6.070.000	\$ 6.142.000			
2004-2005	\$ 2.812.000	\$ 4.882.000	\$ 4.852.000				
2005-2006	\$ 2.642.000	\$ 4.406.000					
2006-2007	\$ 5.022.000						

Así, el patrón de desarrollo de siniestros incurridos es (calculado nuevamente como promedio ponderado; si bien vale un análisis previo similar al expuesto para los factores de desarrollo de pagos en cuanto a la decisión de la forma de cálculo de los mismos y su factor de cola):

	1° al 2°	2° al 3°	3° al 4°	4° al 5°	5° al 6°	6° al 7°	cola
Coeficiente	1,6521	1,0186	0,9999	1,0111	0,9902	0,9963	1,0000
Coef. Acumulado	1,6784	1,0159	0,9973	0,9975	0,9865	0,9963	

Y el triángulo de siniestros incurridos queda desarrollado de la siguiente manera:

Ejercicio Ocurrencia	Año de desarrollo						
	1er año	2do año	3er año	4to año	5to año	6to año	7mo año
2000-2001	\$ 978.000	\$ 2.104.000	\$ 2.134.000	\$ 2.144.000	\$ 2.174.000	\$ 2.182.000	\$ 2.174.000
2001-2002	\$ 1.844.000	\$ 2.552.000	\$ 2.466.000	\$ 2.480.000	\$ 2.508.000	\$ 2.454.000	\$ 2.445.003
2002-2003	\$ 2.904.000	\$ 4.354.000	\$ 4.698.000	\$ 4.600.000	\$ 4.644.000	\$ 4.598.373	\$ 4.581.514
2003-2004	\$ 3.502.000	\$ 5.958.000	\$ 6.070.000	\$ 6.142.000	\$ 6.209.919	\$ 6.148.907	\$ 6.126.363
2004-2005	\$ 2.812.000	\$ 4.882.000	\$ 4.852.000	\$ 4.851.369	\$ 4.905.016	\$ 4.856.824	\$ 4.839.018
2005-2006	\$ 2.642.000	\$ 4.406.000	\$ 4.488.127	\$ 4.487.543	\$ 4.537.167	\$ 4.492.590	\$ 4.476.118
2006-2007	\$ 5.022.000	\$ 8.296.801	\$ 8.451.452	\$ 8.450.352	\$ 8.543.797	\$ 8.459.855	\$ 8.428.838

Generando así una reserva de IBNR a constituir de:

Ejercicio ocurrencia	Incurridos Finales	Incurridos verificados	IBNR
2001-2002	\$ 2.445.003	\$ 2.454.000	-\$ 8.997
2002-2003	\$ 4.581.514	\$ 4.644.000	-\$ 62.486
2003-2004	\$ 6.126.363	\$ 6.142.000	-\$ 15.637
2004-2005	\$ 4.839.018	\$ 4.852.000	-\$ 12.982
2005-2006	\$ 4.476.118	\$ 4.406.000	\$ 70.118
2006-2007	\$ 8.428.838	\$ 5.022.000	\$ 3.406.838
		Total	\$ 3.476.956

Aclaración: se realiza un análisis similar al anterior y se descartan los montos de IBNR negativos (criterio más prudente).

Esta vez, para los siniestros ocurridos en los últimos 7 años tenemos una siniestralidad compuesta por:

- Siniestros pagados: \$ 25.525.000.-
- Reserva de siniestros pendientes: \$ 4.169.000.-
- **IBNR:** **\$ 3.476.956.-**
- **Siniestralidad Total:** **\$ 33.170.956.-**

Comparación de resultados

Los resultados obtenidos se resumen en el CUADRO 1 que se expone a continuación:

Concepto	Cálculo de IBNR “tradicional”	
	Base Pagados	Base Incurridos
Siniestros Pagados	\$ 25.525.000	\$ 25.525.000
Reserva Stros Pendientes	\$ 4.169.000	\$ 4.169.000
IBNR	\$ 1.885.817	\$ 3.476.956
	-----	-----
Siniestralidad total	\$ 31.579.817	\$ 33.170.956

CUADRO 1

Explicación de la distorsión del cálculo

La primera razón que hace que las estimaciones por pagados y por incurridos difieran se origina en el desarrollo final verificado por los años de ocurrencia más antiguos. Los triángulos, tanto de siniestros pagados como de incurridos, deberían llegar a incluir suficiente información como para mostrar años de ocurrencia para los cuales los siniestros están prácticamente pagados en su totalidad (su reserva de siniestros pendientes es prácticamente nula en términos relativos).

Analizando las estimaciones por separado, podemos decir que:

- En caso de partir de triángulos de siniestros pagados que no estén completamente desarrollados, estaríamos proyectando a los pagos de siniestros ocurridos más recientemente insuficientemente.

De esa manera, habremos calculado un IBNR insuficiente, ya que sólo estaremos proyectando los pagos hasta el mismo estado de desarrollo que el último año de ocurrencia tomado en cuenta.

- Si la estimación se hace en base a triángulos de siniestros incurridos no completamente desarrollados, el efecto es similar al anteriormente explicado. Estaremos calculando un IBNR que desarrolla los siniestros en una cantidad de períodos igual a la tomada en consideración para el primer año de ocurrencia contemplado en el triángulo. Si para ese ramo, el desarrollo de siniestros continúa más allá que esa cantidad de períodos, estaremos subestimando el monto de IBNR a constituir.

Podemos decir entonces, que lo primero que hay que asegurarse por ambos métodos, pagados o incurridos, es hacer las estimaciones en base a triángulos completamente desarrollados. Dependiendo si el ramo que estemos analizando es de “cola corta” o de “cola larga” tendremos que incluir

tantos años como para mostrar montos de siniestros pagados y de incurridos que se asemejen en valor. Esto es equivalente a decir, que hay que incluir ejercicios de ocurrencia hasta haber tomado en cuenta aquellos cuyo monto de reserva de siniestros pendientes es prácticamente insignificante.

Vale la pena aclarar que el efecto de tomar triángulos no desarrollados completamente es mucho más significativo en el cálculo por siniestros pagados, ya que la subestimación guarda relación directa con la información no contemplada.

En cambio, en las proyecciones en base a triángulos de siniestros incurridos, el efecto de no tomar años pagados casi en su totalidad puede ser neutralizado por incluir en el cálculo el desarrollo de la reserva de siniestros pendientes. Si esa reserva a la fecha actual realmente se verifica en el tiempo, es decir, es suficiente para pagar los pagos futuros; entonces estaríamos en el caso de que el triángulo de siniestros incurridos reflejaba la siniestralidad final. En dicho caso, la estimación de IBNR no tendría razones para ser insuficiente. Pero, cuanto menos representativa sea la reserva de siniestros pendientes, más nos iremos apartando de una estimación suficiente del IBNR.

Una vez hecha la salvedad de incluir información hasta su desarrollo final (esto es, pagado); estaremos en condición de comparar los resultados de IBNRs calculados en base al patrón de siniestros pagados o al patrón de siniestros incurridos³.

³ Otra forma de completar la información hasta el desarrollo final de los triángulos es mediante la estimación y aplicación de un “factor de cola”; metodología alternativa que no es contemplada en el alcance del presente trabajo.

Continuando con el análisis, se puede ver en el ejemplo expuesto como el monto estimado de IBNR varía ampliamente para una y otra metodología de cálculo. Más allá de lo que el ejemplo pueda demostrar, la razón que realmente importa es si en todos los casos que calculemos se verificará una significativa amplitud de resultados o si es tan sólo una particularidad del desarrollo siniestral antes expuesto.

Nos valdremos de un desarrollo matemático para justificar la distorsión sistemática que se genera en el cálculo por Chainladder.

Siendo:

i = ejercicio de ocurrencia ($i = 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7$)

t = año de desarrollo ($t = 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7$)

$P_{i:t}$ = monto pagado de siniestros ocurridos en el ejercicio “ i ” después de “ t ” años de desarrollo

$I_{i:t}$ = monto incurrido de siniestros ocurridos en el ejercicio “ i ” después de “ t ” años de desarrollo

$f_{t \rightarrow t+1}^P$ = coeficiente de desarrollo de siniestros pagados desde el año de desarrollo “ t ” hasta el año “ $t+1$ ” calculado como promedio ponderado.

$f_{t \rightarrow t+1}^I$ = coeficiente de desarrollo de siniestros incurridos desde el año de desarrollo “ t ” hasta el año “ $t+1$ ” calculado como promedio ponderado.

Se verifica la siguiente igualdad:

$$1 = 1$$

Multiplicando por $\sum_{i=1}^7 I_{i:2} \cdot \sum_{i=1}^7 P_{i:2}$ a ambos miembros:

$$\sum_{i=1}^7 I_{i:2} \cdot \sum_{i=1}^7 P_{i:2} = \sum_{i=1}^7 P_{i:2} \cdot \sum_{i=1}^7 I_{i:2}$$

Como $\sum_{i=1}^7 I_{i:2} = \sum_{i=1}^7 I_{i:1} \cdot f_{1 \rightarrow 2}^I$ y $\sum_{i=1}^7 P_{i:2} = \sum_{i=1}^7 P_{i:1} \cdot f_{1 \rightarrow 2}^P$ tenemos que:

$$\sum_{i=1}^7 I_{i:1} \cdot f_{1 \rightarrow 2}^I \cdot \sum_{i=1}^7 P_{i:2} = \sum_{i=1}^7 P_{i:1} \cdot f_{1 \rightarrow 2}^P \cdot \sum_{i=1}^7 I_{i:2}$$

Reagrupando:

$$\frac{\sum_{i=1}^7 I_{i:1}}{\sum_{i=1}^7 P_{i:1}} = \frac{f_{1 \rightarrow 2}^P \cdot \sum_{i=1}^7 I_{i:2}}{f_{1 \rightarrow 2}^I \cdot \sum_{i=1}^7 P_{i:2}}$$

Multiplicando por $\frac{P_{7:1}}{I_{7:1}}$ a ambos miembros:

$$\frac{P_{7:1}}{I_{7:1}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^7 I_{i:1}}{\sum_{i=1}^7 P_{i:1}} = \frac{P_{7:1}}{I_{7:1}} \cdot \frac{f_{1 \rightarrow 2}^P \cdot \sum_{i=1}^7 I_{i:2}}{f_{1 \rightarrow 2}^I \cdot \sum_{i=1}^7 P_{i:2}}$$

Reagrupando:

$$\frac{P_{7:1} \cdot \frac{\sum_{i=1}^7 I_{i:1}}{\sum_{i=1}^7 P_{i:1}}}{I_{7:1}} = \frac{P_{7:1} \cdot f_{1 \rightarrow 2}^P}{I_{7:1} \cdot f_{1 \rightarrow 2}^I} \cdot \frac{\sum_{i=1}^7 I_{i:2}}{\sum_{i=1}^7 P_{i:2}}$$

Reexpresando:

$$\frac{P_{7:1}/I_{7:1}}{\sum_{i=1}^7 P_{i:1} / \sum_{i=1}^7 I_{i:1}} = \frac{P_{7:1} \cdot f_{1 \rightarrow 2}^P / I_{7:1} \cdot f_{1 \rightarrow 2}^I}{\sum_{i=1}^7 P_{i:2} / \sum_{i=1}^7 I_{i:2}}$$

Como $P_{7:1} \cdot f_{1 \rightarrow 2}^P = P_{7:2}$ y $I_{7:1} \cdot f_{1 \rightarrow 2}^I = I_{7:2}$ tenemos que:

$$\frac{P_{7:1}/I_{7:1}}{\sum_{i=1}^7 P_{i:1} / \sum_{i=1}^7 I_{i:1}} = \frac{P_{7:2}/I_{7:2}}{\sum_{i=1}^7 P_{i:2} / \sum_{i=1}^7 I_{i:2}}$$

Corolario: “Para cada año de ocurrencia, la relación (Pagados/Incurridos) que se verifica en el último año de desarrollo respecto del (P/I) promedio de todos los años de ocurrencia es exactamente igual a la relación (P/I) proyectada para ese año de ocurrencia respecto del promedio proyectado para todos los años de ocurrencia.”⁴

Nos valdremos del ejemplo anteriormente utilizado para mostrar la relación que implica el corolario recientemente expuesto. Dividiendo cada celda del triángulo de siniestros pagados por las respectivas celdas del triángulo de siniestros incurridos, se llega a un triángulo que mostrará cada estado de Pagados/Incurridos en el tiempo:

⁴ La validez genérica de la ecuación expuesta (esto es, para todos los años de ocurrencia en conjunto) puede verse en el Anexo final.

Ejercicio ocurrencia	P / I						
	1er año	2do año	3er año	4to año	5to año	6to año	7mo año
2000-2001	58,90%	85,74%	92,31%	94,40%	95,40%	96,33%	98,02%
2001-2002	46,96%	76,33%	87,67%	90,00%	91,07%	95,68%	97,36%
2002-2003	48,62%	86,31%	90,51%	96,00%	96,77%	99,79%	101,54%
2003-2004	65,28%	88,82%	94,30%	95,25%	96,16%	99,16%	100,90%
2004-2005	66,43%	77,39%	95,80%	98,62%	99,57%	102,68%	104,48%
2005-2006	54,58%	91,01%	101,07%	104,05%	105,05%	108,33%	110,23%
2006-2007	40,70%	60,03%	66,67%	68,63%	69,29%	71,45%	72,71%
Prom.Pond.	53,26%	78,55%	87,23%	89,81%	90,67%	93,50%	95,14%

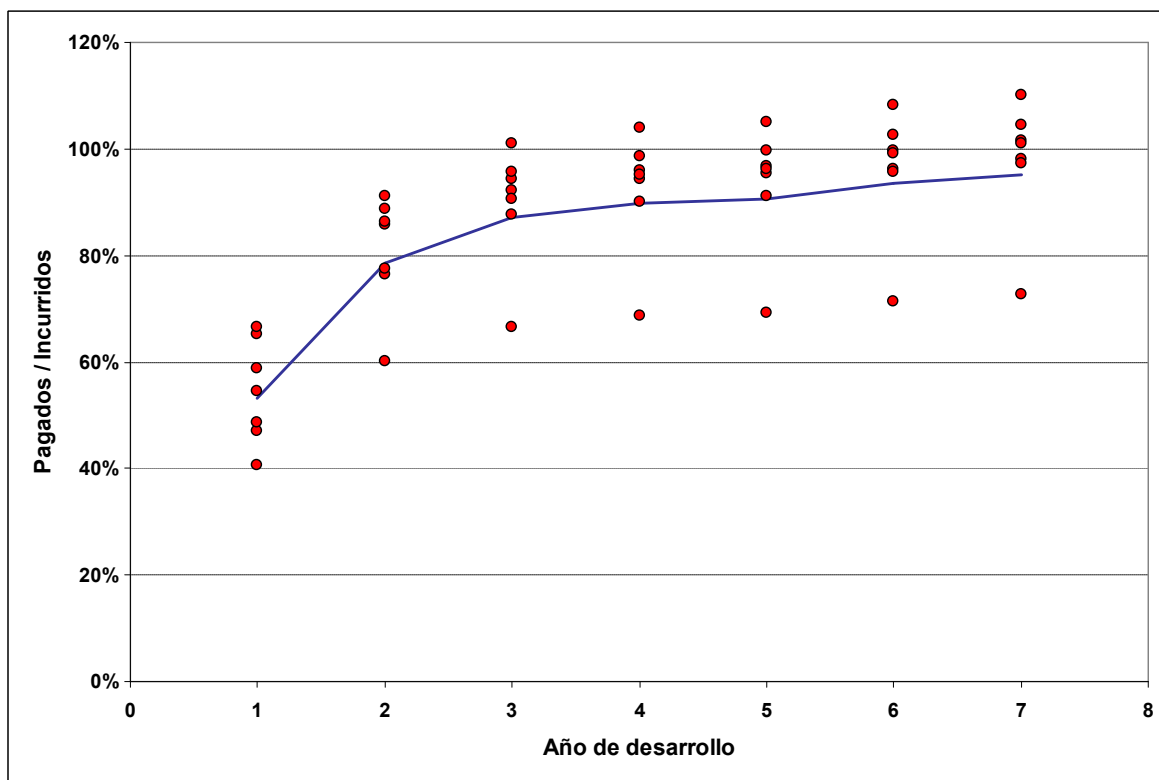
CUADRO 2

En primer lugar, se puede ver en el CUADRO 2 una inconsistencia que queda en evidencia al comparar ambas estimaciones. **La relación P/I nunca debería superar el 100%, ya que de ser así estaría implicando tener una reserva de siniestros pendientes negativa.**

Independientemente que dependerá del desarrollo particular de cada cartera de siniestros en cuestión si se supera la barrera del 100% P/I o no, podemos ver que la metodología de cálculo Chainladder “tradicional” no tiene ninguna limitación al respecto. Es decir, la estimación por pagos es completamente independiente de la estimación por incurridos.

Si bien no hay motivos a priori que nos indiquen si hubieron errores en los cálculos, al comparar los resultados obtenidos por uno y otro camino es que queda en evidencia la inconsistencia de ambas estimaciones. **Que la barrera del 100% P/I sea superada en el ejemplo (y que pueda ser superada en la teoría, por la forma de cálculo independiente de Chainladder según pagados e incurridos) es una prueba fehaciente de que las estimaciones llevan a valores finales de siniestralidad incongruentes entre sí.** No se quiere decir con ello de que un camino en especial sea el correcto y que haya que descartar el otro; lo que se quiere decir es que ambas estimaciones deben ser corregidas para que sean mutuamente congruentes.

Un gráfico con los resultados obtenidos en el CUADRO 2 servirá para fijar los conceptos anteriormente expuestos:



Referencias: - los puntos representan los diferentes años de ocurrencia.
- la línea representa el promedio ponderado.

GRAFICO 1

En segundo lugar, lo que el corolario implica es lo siguiente: tomando por ejemplo el año de ocurrencia 2006-2007, podemos ver que el actual estado de P/I es de 40,70% y que el promedio para el primer año de desarrollo es de 53,26% (ver CUADRO 2). Con lo cual, este último año de ocurrencia comenzó con pocos siniestros pagados respecto al promedio verificado en los últimos siete años de ocurrencia; más exactamente un 0,7642 respecto del promedio. A su vez, 0,7642 es lo que representan los 60,03% respecto del promedio de 78,55% que tenemos para el segundo año de desarrollo. Y esa relación se mantiene constante como muestra el CUADRO 3:

Ejercicio ocurrencia	P / I respecto del promedio ponderado para todos los años de ocurrencia de P/I						
	1er año	2do año	3er año	4to año	5to año	6to año	7mo año
2000-2001	110,59%	109,15%	105,82%	105,12%	105,22%	103,03%	103,03%
2001-2002	88,18%	97,18%	100,50%	100,22%	100,44%	102,33%	102,33%
2002-2003	91,30%	109,88%	103,75%	106,90%	106,73%	106,73%	106,73%
2003-2004	122,57%	113,08%	108,10%	106,06%	106,06%	106,06%	106,06%
2004-2005	124,73%	98,52%	109,81%	109,81%	109,81%	109,81%	109,81%
2005-2006	102,48%	115,86%	115,86%	115,86%	115,86%	115,86%	115,86%
2006-2007	76,42%	76,42%	76,42%	76,42%	76,42%	76,42%	76,42%

CUADRO 3

El CUADRO 3 es la comprobación de la idea expuesta en el siguiente trabajo:
“Para un año de ocurrencia, la relación de su último estado de P/I respecto del estado P/I promedio será proyectada de manera constante a futuro”.

Este desarrollo particular tiene su fundamento en que los coeficientes de desarrollo se calculan como el promedio ponderado y luego se aplican a todos los ejercicios de ocurrencia por igual. La consecuencia de dicho procedimiento de cálculo es que cada ejercicio de ocurrencia proyecta proporcionalmente su estado actual de P/I respecto del promedio de P/I. Así, un ejercicio de ocurrencia que verifique un alto estado de (Pagados/Incurridos) será proyectado con el mismo coeficiente que uno que tenga un bajo estado; por ende en el primer caso el monto pagado o incurrido (dependiendo el método de cálculo que estemos usando) se sobreestimarán y en el segundo caso el mismo se subestimarán.

Al aplicar el método Chainladder por pagados o por incurridos de manera independiente, se ignora una relación fundamental que a continuación exponemos: **“Un bajo estado de (Pagados/Incurridos) es generalmente**

seguido por un alto coeficiente de desarrollo de pagos y un bajo coeficiente de desarrollo de incurridos. Para un estado alto de (Pagados/Incurridos) se verifica la relación inversa”.

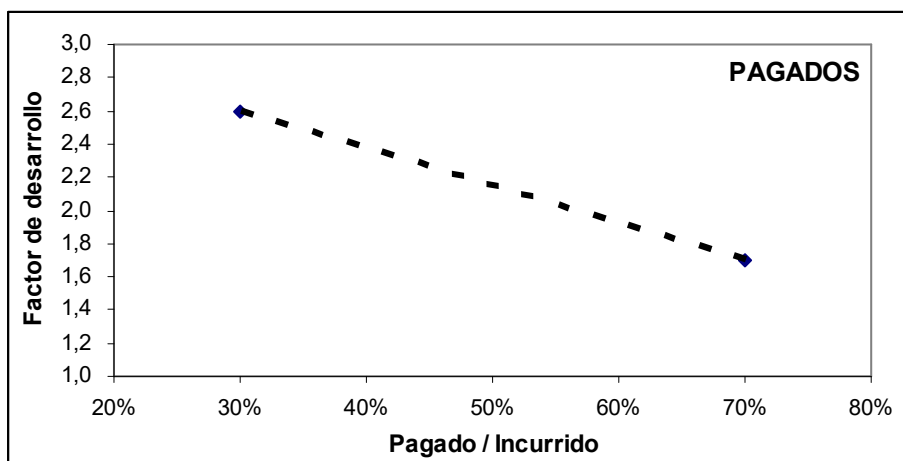
Para un mejor entendimiento, separemos la idea antes expuesta en dos partes, analizándola desde el punto de vista de siniestros pagados y luego desde los siniestros incurridos.

Supongamos en ambos casos, que para el primer año de desarrollo, se tenga en promedio una relación de 50% de Pagados/Incurridos y que los factores de desarrollo del primer al segundo año sean 2,20 para pagos y 1,15 para incurridos.

- PAGADOS: si por ejemplo el último año comienza con un 30% de P/I, entonces el mismo necesitará un factor de desarrollo de pagos más alto que 2,20 para poder reflejar correctamente su desarrollo futuro; caso contrario se estimarán pagos a futuro por debajo del valor real de los mismos.

Si en cambio el año comienza con una política agresiva de transacción, y en consecuencia los pagos son un 70% del incurrido; no se necesitará proyectar los mismos con un factor de 2,20 como si solamente se hubiese pagado la mitad de los siniestros y tuviesemos la mitad en reserva. Seguramente los pagos se desarrollarán con un factor más bajo.

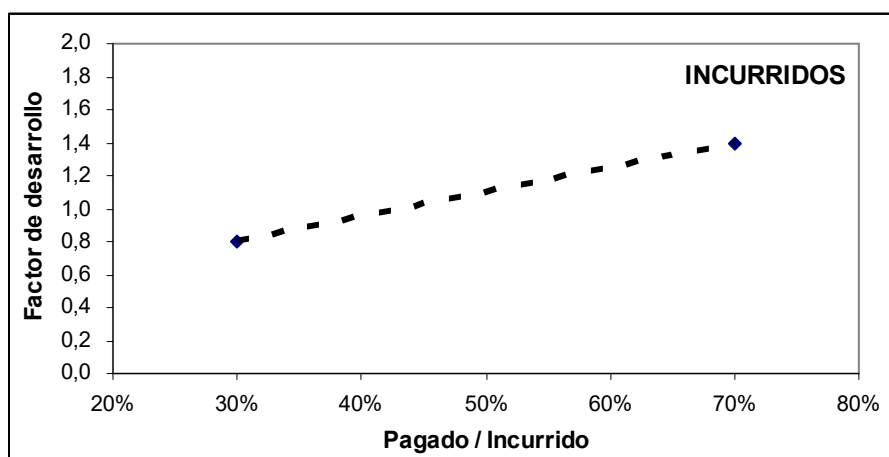
Lo anteriormente expuesto podría ser expresado gráficamente de la siguiente manera:



- INCURRIDOS: en caso de que apliquemos una política más solvente de constitución de reservas, y aumentemos ese valor que antes representaba el 50% de los incurridos; no es lógico que apliquemos factores de desarrollo de incurridos como si las reservas fuesen similares a las del pasado. Justamente, incrementamos el valor de la reserva de siniestros pendientes y ahora tenemos un monto incurrido mayor, dado que ya previmos que la siniestralidad iba a desarrollarse en el futuro. En este caso, vemos que no se va a necesitar un factor de 1,15 como se había calculado para los años en que la reserva representaba un 50% de lo incurrido, sino que el factor para desarrollar los incurridos va a ser menor.

Si en cambio cometemos la imprudencia de subestimar las reservas que deberíamos haber hecho, el monto de incurridos bajará y por ende la relación P/I aumentará. Es lógico que el desarrollo futuro de ese año de ocurrencia esté por encima del 1,15 que teníamos para años de ocurrencia con reservas de siniestros pendientes consistentes.

Para el caso de siniestros incurridos, lo anteriormente expuesto nos marcaría intuitivamente lo siguiente:



Este fenómeno particular que detectamos en la metodología de cálculo de IBNR por Chainladder de siniestros incurridos genera grandes inconvenientes para las compañías que deciden recomponer sus reservas en un cierto punto del tiempo. Es así como se encuentran con que de fortalecer sus reservas de siniestros pendientes el monto a constituir en concepto de IBNR se incrementa por suponer que la siniestralidad aumentó, cuando en realidad, lo que se hizo fue reestimar las reservas de base acorde a la siniestralidad futura.

Por ello es que en situaciones como la que se presentó en el mercado asegurador argentino en junio de 2006, donde según la Resolución N°31.135 se ajustó la tabla de montos mínimos de pasivo a constituir en el ramo automotores RC, la metodología de cálculo de Chainladder tuvo que ser modificada contemplando que dicho aumento de los pasivos mínimos no necesariamente implicaba un aumento de la siniestralidad del ramo.

La solución propuesta en la resolución N°31.135 consistió en calcular una matriz alternativa⁵, la cual supone que dicha tabla de montos mínimos estuvo siempre vigente. En este sentido, se permitió a las aseguradoras

⁵ Ver Resolución SSN N°31.135. Cálculo de IBNR según “matriz 2” de siniestros pendientes.

armar una matriz de reserva de siniestros pendientes con valores de reserva en función a esta nueva tabla, para todos los ejercicios de ocurrencia y todos los años de desarrollo; tanto para el año de desarrollo presente (última diagonal) como todos los años de desarrollo pasados (diagonales anteriores). Esta es una forma de neutralizar el efecto indeseado de que el IBNR aumente indebidamente por un cambio en la metodología de reservas.

Se expone a continuación una metodología alternativa de cálculo de IBNR por Chainladder que corregirá la problemática anteriormente comentada.

Chainladder Alternativo

La idea central del método alternativo propuesto es tener en cuenta el estado (Pagado/Incurrido). Así, lo que hay que hacer es dejar de utilizar coeficientes de desarrollo calculados como promedio ponderado.

Los coeficientes a utilizar son los que surjan de reemplazar el actual estado de (Pagados/Incurridos) en la recta de regresión condicionada que se forma entre todos los coeficientes de desarrollo de los que antes nos valíamos para calcular el coeficiente promedio a utilizar. Decimos que la recta es condicionada ya que tendremos como condición que pase por el promedio ponderado antes utilizado. Es decir, la recta deberá pasar por el punto que representa el promedio ponderado y su pendiente estará delineada por los distintos puntos de cada año de ocurrencia.

Una forma de lograr los coeficientes (a;b) de la recta de regresión condicionada del tipo “ $y=a+b.x$ ” es la siguiente:

- 1) Condicionar una recta a que pase por un determinado punto, es lo mismo que restar tanto a cada variable independiente “x” como a cada variable dependiente “y” los valores del mismo. Es decir, trasladamos la nube de puntos que se distribuía alrededor de un cierto punto (en nuestro caso el promedio ponderado) a que se distribuya alrededor del (0;0). O sea, que si las coordenadas de los puntos originales eran (x;y); las equivalentes de los mismos entorno al origen van a ser (x-prom pond x ; y-prom pond y).
- 2) Hecho esto, la condición pasa a ser que la recta esté sujeta a pasar por el origen (0;0). Por ende, la misma pasa a ser del tipo “ $y=B.x$ ” y tener sólo un coeficiente “B” que la determina.

- 3) Utilizando la técnica de los mínimos cuadrados, la ecuación a minimizar es la siguiente:

$$\begin{aligned}
 ECM &= \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (Y_i - B \cdot X_i)^2 \\
 ECM &= \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (Y_i - B \cdot X_i)(Y_i - B \cdot X_i) \\
 ECM &= \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (Y_i^2 - 2 \cdot Y_i \cdot B \cdot X_i + B^2 \cdot X_i^2) \\
 ECM &= \frac{1}{n} \cdot \left(\sum_{i=1}^n Y_i^2 - 2 \cdot B \cdot \sum_{i=1}^n Y_i \cdot X_i + B^2 \cdot \sum_{i=1}^n X_i^2 \right)
 \end{aligned}$$

- 4) Hay que minimizar la expresión anterior, para ello derivamos respecto al parámetro “B” a encontrar e igualamos a cero logrando así el mínimo de la función:

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial ECM}{\partial b} &= \frac{1}{n} \cdot \left(0 - 2 \cdot \sum_{i=1}^n Y_i \cdot X_i + 2 \cdot B \cdot \sum_{i=1}^n X_i^2 \right) = 0 \\
 0 &= \frac{2}{n} \cdot \left(- \sum_{i=1}^n Y_i \cdot X_i + B \cdot \sum_{i=1}^n X_i^2 \right) \\
 0 &= - \sum_{i=1}^n Y_i \cdot X_i + B \cdot \sum_{i=1}^n X_i^2 \\
 B &= \frac{\sum_{i=1}^n Y_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n X_i^2}
 \end{aligned}$$

- 5) Donde A=0 por definición (ya que estamos trabajando entorno al origen).
- 6) Una vez obtenida la pendiente de la recta, lo que hay que hacer es volver a trabajar entorno al promedio ponderado. En otras palabras, volver a “correr” la nube de puntos a su ubicación original. Para ello, hay que volver atrás la modificación de la cual nos valimos en el segundo punto y trabajar nuevamente con una recta del tipo “y=a+b.x”.

Lo que hay que hacer es respetar la pendiente encontrada pero encontrar la ordenada al origen “a”. Estos pasos se pueden resumir modificando la fórmula de la pendiente por una equivalente del tipo:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n [(Y_i - Y_{\text{promedio.ponderado}})(X_i - X_{\text{promedio.ponderado}})]}{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{\text{promedio.ponderado}})^2}$$

FORMULA 1

Y esa recta ya no pasa por el origen (0;0) sino que tiene la siguiente ordenada al origen:

$$a = Y_{\text{promedio.ponderado}} - b.X_{\text{promedio.ponderado}}$$

FORMULA 2

Queda definida así la recta de regresión condicionada del tipo “y=a+b.x” de la que nos valdremos para calcular los coeficientes de desarrollo.

IBNR según Chainladder Alternativo de siniestros pagados

El triángulo de pagos acumulados de nuestro ejemplo es:

Ejercicio ocurrencia	Año de desarrollo						
	1er año	2do año	3er año	4to año	5to año	6to año	7mo año
2000-2001	\$ 576.000	\$ 1.804.000	\$ 1.970.000	\$ 2.024.000	\$ 2.074.000	\$ 2.102.000	\$ 2.131.000
2001-2002	\$ 866.000	\$ 1.948.000	\$ 2.162.000	\$ 2.232.000	\$ 2.284.000	\$ 2.348.000	
2002-2003	\$ 1.412.000	\$ 3.758.000	\$ 4.252.000	\$ 4.416.000	\$ 4.494.000		
2003-2004	\$ 2.286.000	\$ 5.292.000	\$ 5.724.000	\$ 5.850.000			
2004-2005	\$ 1.868.000	\$ 3.778.000	\$ 4.648.000				
2005-2006	\$ 1.442.000	\$ 4.010.000					
2006-2007	\$ 2.044.000						

El primer paso constará en abandonar el uso del coeficiente de desarrollo calculado como promedio ponderado, para dar lugar a coeficientes que surjan de reemplazar valores (estados de P/I) en la recta de regresión condicionada encontrada. Así, para el primer coeficiente de desarrollo tenemos:

Ej. Ocurr.	P / I	Factor 1-2
2000-2001	58,90%	3,1319
2001-2002	46,96%	2,2494
2002-2003	48,62%	2,6615
2003-2004	65,28%	2,3150
2004-2005	66,43%	2,0225
2005-2006	54,58%	2,7809
Prom.Pond.	57,55%	2,4367

Los parámetros de la recta se encuentran mediante las FORMULAS 1 y 2. Así, para el factor 1→2 tenemos:

FORMULA 1:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n [(Y_i - Y_{\text{promedio.ponderado}})(X_i - X_{\text{promedio.ponderado}})]}{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{\text{promedio.ponderado}})^2}$$

$$b = \frac{(3,1319 - 2,4367) * (0,5890 - 0,5755) + (2,2494 - 2,4367) * (0,4696 - 0,5755) + \dots + (2,7809 - 2,4367) * (0,5458 - 0,5755)}{(0,5890 - 0,5755)^2 + (0,4696 - 0,5755)^2 + \dots + (0,5458 - 0,5755)^2}$$

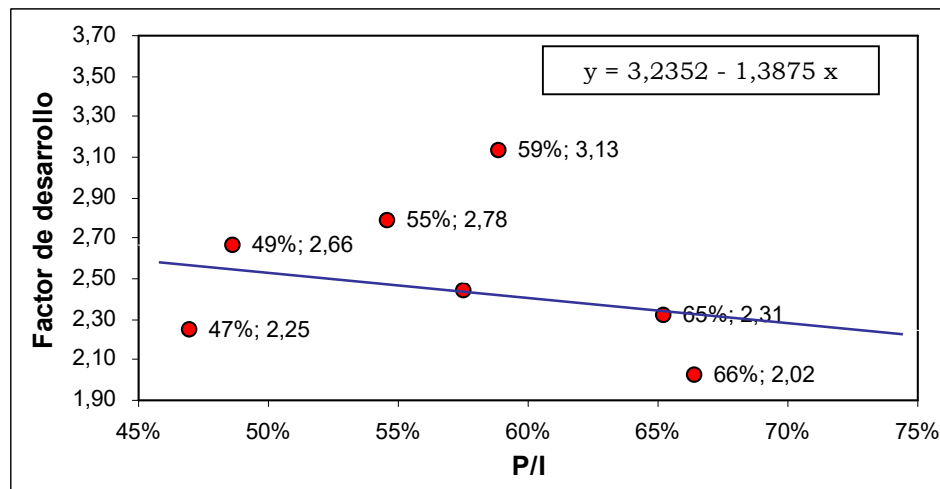
$$b = -1,3875$$

FORMULA 2:

$$a = Y_{\text{promedio.ponderado}} - b \cdot X_{\text{promedio.ponderado}}$$

$$a = 2,4367 - (-1,3875) \cdot 0,5755$$

$$a = 3,2352$$

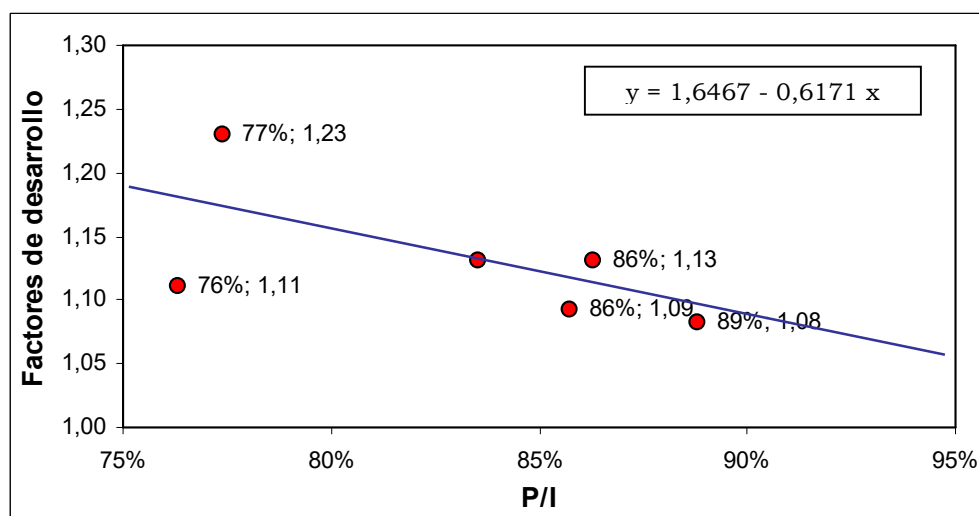


Reemplazando los actuales estados de P/I en la ecuación de la recta que se muestra en el gráfico, se llegan a los coeficientes de desarrollo a utilizar:

Ej. Ocurr.	P / I	Factor 1-2
2006-2007	40,70%	2,6705

De forma análoga, para el próximo factor tenemos:

Ej. Ocurr.	P / I	Factor 2-3
2000-2001	85,74%	1,0920
2001-2002	76,33%	1,1099
2002-2003	86,31%	1,1315
2003-2004	88,82%	1,0816
2004-2005	77,39%	1,2303
Prom. Pond.	83,53%	1,1312



Por ende, los factores a utilizar para desarrollar del 2do al 3er año son:

Ej. Ocurr.	P / I	Factor 2-3
2005-2006	91,01%	1,0850
2006-2007	60,03%	1,1527

Utilizando estos nuevos factores y los encontrados bajo similar metodología para los sucesivos factores, es como se llega al triángulo de siniestros pagados desarrollado:

Ejercicio ocurrencia	Año de desarrollo						
	1er año	2do año	3er año	4to año	5to año	6to año	7mo año
2000-2001	\$ 576.000	\$ 1.804.000	\$ 1.970.000	\$ 2.024.000	\$ 2.074.000	\$ 2.102.000	\$ 2.131.000
2001-2002	\$ 866.000	\$ 1.948.000	\$ 2.162.000	\$ 2.232.000	\$ 2.284.000	\$ 2.348.000	\$ 2.380.394
2002-2003	\$ 1.412.000	\$ 3.758.000	\$ 4.252.000	\$ 4.416.000	\$ 4.494.000	\$ 4.533.371	\$ 4.595.915
2003-2004	\$ 2.286.000	\$ 5.292.000	\$ 5.724.000	\$ 5.850.000	\$ 5.966.151	\$ 6.031.987	\$ 6.115.207
2004-2005	\$ 1.868.000	\$ 3.778.000	\$ 4.648.000	\$ 4.752.182	\$ 4.838.995	\$ 4.859.028	\$ 4.926.065
2005-2006	\$ 1.442.000	\$ 4.010.000	\$ 4.351.034	\$ 4.467.244	\$ 4.554.708	\$ 4.599.504	\$ 4.662.961
2006-2007	\$ 2.044.000	\$ 5.458.524	\$ 6.292.080	\$ 6.471.836	\$ 6.602.273	\$ 6.683.737	\$ 6.775.949

Lo cual implica constituir una reserva de IBNR por un monto de:

Ejercicio ocurrencia	Pagos finales	Pagos verificados	RSP	IBNR
2001-2002	\$ 2.380.394	\$ 2.348.000	\$ 106.000	-\$ 73.606
2002-2003	\$ 4.595.915	\$ 4.494.000	\$ 150.000	-\$ 48.085
2003-2004	\$ 6.115.207	\$ 5.850.000	\$ 292.000	-\$ 26.793
2004-2005	\$ 4.926.065	\$ 4.648.000	\$ 204.000	\$ 74.065
2005-2006	\$ 4.662.961	\$ 4.010.000	\$ 396.000	\$ 256.961
2006-2007	\$ 6.775.949	\$ 2.044.000	\$ 2.978.000	\$ 1.753.949
			Total	\$ 2.084.974

Aclaración: similar análisis y aplicación de criterio de prudencia anteriormente comentado. No se consideran IBNR negativos.

Resumiendo, para los siniestros ocurridos en los últimos 7 años tenemos una siniestralidad de:

• Siniestros pagados:	\$ 25.525.000.-
• Reserva de siniestros pendientes:	\$ 4.169.000.-
• IBNR:	\$ 2.084.974.-
• Siniestralidad total:	\$ 31.778.974.-

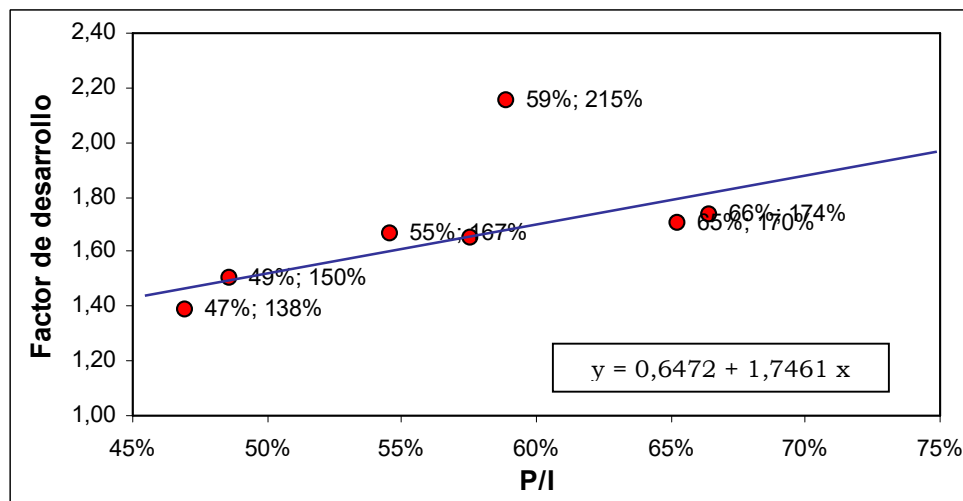
IBNR según Chainladder Alternativo de siniestros incurridos

De forma análoga, pero partiendo esta vez del triángulo de siniestros incurridos:

Ejercicio ocurrencia	Año de desarrollo						
	1er año	2do año	3er año	4to año	5to año	6to año	7mo año
2000-2001	\$ 978.000	\$ 2.104.000	\$ 2.134.000	\$ 2.144.000	\$ 2.174.000	\$ 2.182.000	\$ 2.174.000
2001-2002	\$ 1.844.000	\$ 2.552.000	\$ 2.466.000	\$ 2.480.000	\$ 2.508.000	\$ 2.454.000	
2002-2003	\$ 2.904.000	\$ 4.354.000	\$ 4.698.000	\$ 4.600.000	\$ 4.644.000		
2003-2004	\$ 3.502.000	\$ 5.958.000	\$ 6.070.000	\$ 6.142.000			
2004-2005	\$ 2.812.000	\$ 4.882.000	\$ 4.852.000				
2005-2006	\$ 2.642.000	\$ 4.406.000					
2006-2007	\$ 5.022.000						

Pasamos a calcular las sucesivas rectas de regresión que darán origen a los distintos factores de desarrollo. Para el primer factor tenemos:

Ej. Ocurr.	P / I	Factor 1-2
2000-2001	58,90%	2,1513
2001-2002	46,96%	1,3839
2002-2003	48,62%	1,4993
2003-2004	65,28%	1,7013
2004-2005	66,43%	1,7361
2005-2006	54,58%	1,6677
Prom.Pond.	57,55%	1,6521

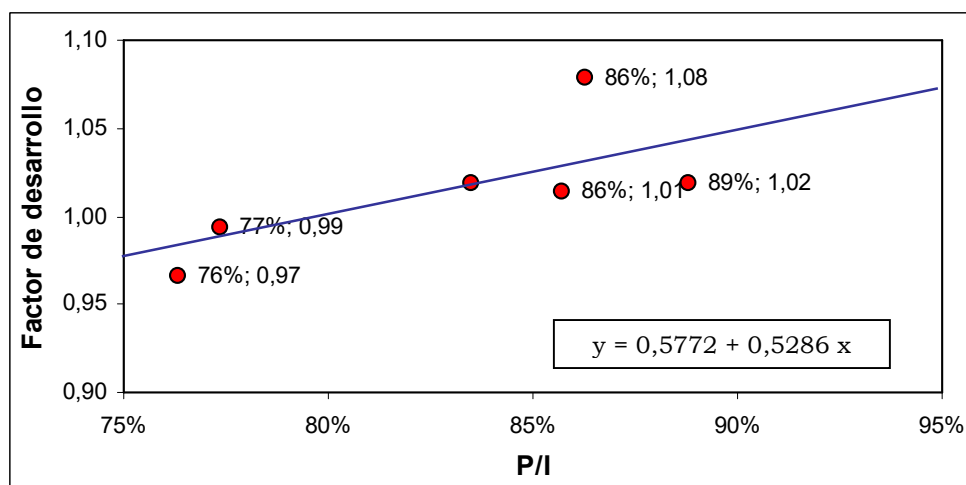


Reemplazando el valor de P/I del año 2006-2007 en la ecuación de la recta encontrada, el factor de desarrollo para ese año es:

Ej. Ocurr.	P / I	Factor 1-2
2006-2007	40,70%	1,3578

Para el segundo año de desarrollo, la recta es:

Ej. Ocurr.	P / I	Factor 2-3
2000-2001	85,74%	1,0143
2001-2002	76,33%	0,9663
2002-2003	86,31%	1,0790
2003-2004	88,82%	1,0188
2004-2005	77,39%	0,9939
Prom. Pond.	83,53%	1,0186



Por lo que los factores de desarrollo a utilizar son:

Ej. Ocurr.	P / I	Factor 2-3
2005-2006	91,01%	1,0582
2006-2007	60,03%	1,0003

Calculando los sucesivos factores de desarrollo bajo similar metodología, el triángulo de siniestros incurridos queda desarrollado de la siguiente manera:

Ejercicio ocurrencia	Año de desarrollo						
	1er año	2do año	3er año	4to año	5to año	6to año	7mo año
2000-2001	\$ 978.000	\$ 2.104.000	\$ 2.134.000	\$ 2.144.000	\$ 2.174.000	\$ 2.182.000	\$ 2.174.000
2001-2002	\$ 1.844.000	\$ 2.552.000	\$ 2.466.000	\$ 2.480.000	\$ 2.508.000	\$ 2.454.000	\$ 2.445.003
2002-2003	\$ 2.904.000	\$ 4.354.000	\$ 4.698.000	\$ 4.600.000	\$ 4.644.000	\$ 4.698.115	\$ 4.680.890
2003-2004	\$ 3.502.000	\$ 5.958.000	\$ 6.070.000	\$ 6.142.000	\$ 6.208.888	\$ 6.256.681	\$ 6.233.742
2004-2005	\$ 2.812.000	\$ 4.882.000	\$ 4.852.000	\$ 4.878.482	\$ 4.930.168	\$ 5.027.236	\$ 5.008.804
2005-2006	\$ 2.642.000	\$ 4.406.000	\$ 4.662.460	\$ 4.671.764	\$ 4.722.400	\$ 4.768.605	\$ 4.751.122
2006-2007	\$ 5.022.000	\$ 6.819.043	\$ 6.820.784	\$ 6.824.166	\$ 6.898.864	\$ 6.936.324	\$ 6.910.893

Generando un IBNR de:

Ejercicio ocurrencia	Incurridos finales	Incurridos verificados	IBNR
2001-2002	\$ 2.445.003	\$ 2.454.000	-\$ 8.997
2002-2003	\$ 4.680.890	\$ 4.644.000	\$ 36.890
2003-2004	\$ 6.233.742	\$ 6.142.000	\$ 91.742
2004-2005	\$ 5.008.804	\$ 4.852.000	\$ 156.804
2005-2006	\$ 4.751.122	\$ 4.406.000	\$ 345.122
2006-2007	\$ 6.910.893	\$ 5.022.000	\$ 1.888.893
		Total	\$ 2.519.451

Aclaración: similar análisis y aplicación de criterio de prudencia anteriormente comentado.
No se consideran IBNR negativos.

Así, para los siniestros ocurridos en los últimos 7 años tenemos una siniestralidad de:

- Siniestros pagados: \$ 25.525.000.-
- Reserva de siniestros pendientes: \$ 4.169.000.-
- **IBNR:** **\$ 2.519.451.-**
- **Siniestralidad total:** **\$ 32.213.451.-**

Comparación de resultados

Los resultados obtenidos según el cálculo “tradicional” de IBNR eran los siguientes, según el CUADRO 1:

Concepto	Cálculo de IBNR “tradicional”	
	Base Pagados	Base Incurridos
Siniestros Pagados	\$ 25.525.000	\$ 25.525.000
Reserva Stros Pendientes	\$ 4.169.000	\$ 4.169.000
IBNR	\$ 1.885.817	\$ 3.476.956
	-----	-----
Siniestralidad total	\$ 31.579.817	\$ 33.170.956

Copia de CUADRO 1

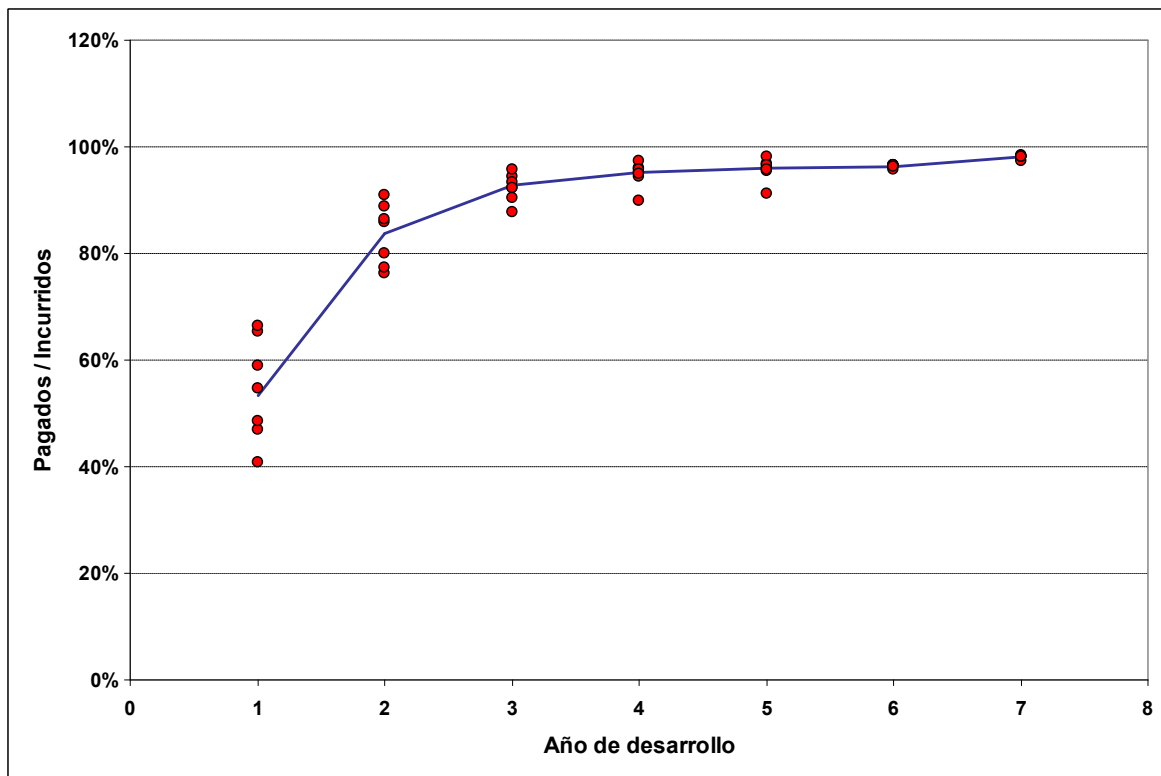
Y las nuevas estimaciones de IBNR según la metodología alternativa anteriormente expuesta son reflejadas en el CUADRO 4:

Concepto	Cálculo de IBNR Alternativo	
	Base Pagados	Base Incurridos
Siniestros Pagados	\$ 25.525.000	\$ 25.525.000
Reserva Stros Pendientes	\$ 4.169.000	\$ 4.169.000
IBNR	\$ 2.084.974	\$ 2.519.451
	-----	-----
Siniestralidad total	\$ 31.778.974	\$ 32.213.451

CUADRO 4

Consecuencias del método Chainladder Alternativo

Un gráfico similar al N°1 expuesto en la página 20, pero esta vez con los valores generados por el método Chainladder Alternativo dará noción al lector de que **esta nueva forma de cálculo corrige la distorsión** generada al proyectar el actual estado de (Pagados/Incurridos) a futuro, **sin superar la barrera del 100% P/I.**



Referencias: - los puntos representan los diferentes años de ocurrencia.
- la línea representa el promedio ponderado.

GRAFICO 2

El método Chainladder Alternativo tiene la ventaja de considerar la relación que existe entre la información de pagados y la de incurridos, transfiriendo esa conjunción a las estimaciones pertinentes. El mismo mide la proporción de siniestros incurridos que ya ha sido pagada a la fecha de valuación, corrigiendo la proyección a futuro.

Así, se corrige el problema que generaba el proyectar a todos los años de ocurrencia con el mismo factor de desarrollo promedio. El siguiente gráfico muestra como las estimaciones finales de siniestros para cada año de ocurrencia se distancian en la forma de cálculo tradicional; mientras que en el nuevo método propuesto dicho despeje queda “casi” neutralizado⁶.

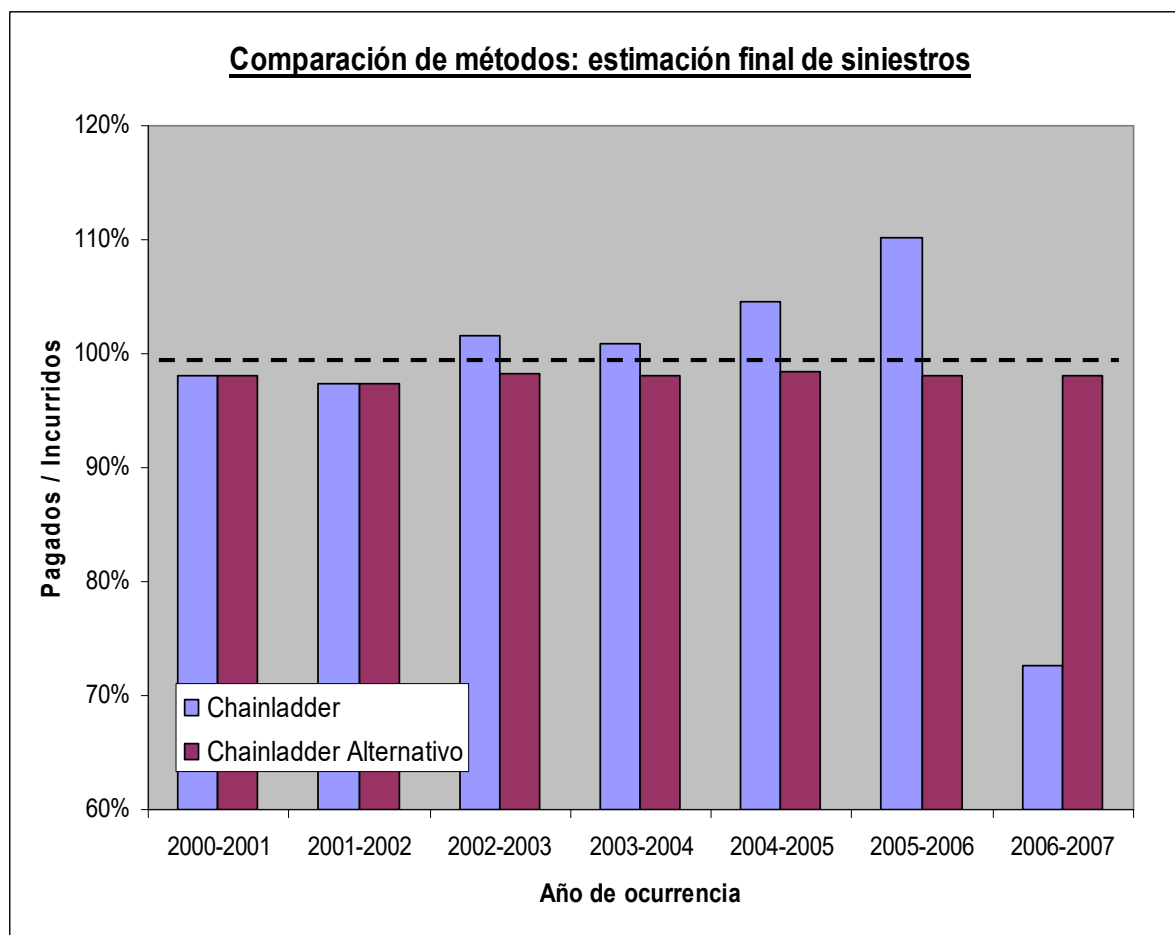


GRAFICO 3

Se puede ver como se distancian las estimaciones del método Chainladder en los años de ocurrencia cuyo estado de P/I se aparta del promedio (P/I del año 2005-2006 = 115,86% ; P/I del año 2006-2007 = 76,42%). El método Chainladder Alternativo no proyecta dicha particularidad.

⁶ Que el despeje quede “casi” neutralizado no es a priori una ventaja ni una desventaja del método alternativo. Una vez corregido el “error” que se comete en el cálculo de IBNR con su metodología tradicional, ambas estimaciones por pagados y por incurridos pueden seguir distanciándose en monto. No obstante ello, son estimaciones valederas y deben ser analizadas para identificar su razonabilidad (ver página 34).

Vale la pena aclarar que la corrección propuesta por el método alternativo puede ser también necesaria en triángulos desarrollados que no superen el 100% en los sucesivos estados de P/I. Que en el ejemplo mostrado a lo largo del trabajo se haya superado dicha barrera es tan sólo una prueba fehaciente de la incongruencia detectada. Sin embargo, habrá casos en los que dicha barrera no es superada y que no obstante ello, merezcan la corrección propuesta por el método alternativo de siniestros pagados o de incurridos.

Comparando los resultados finales, vemos que la estimación “tradicional” de IBNR por pagados e incurridos fluctuaba en el rango [\$1.885.817 ; \$3.476.956], o sea que se distanciaban en \$1.591.139.-

Por otro lado, el método Chainladder Alternativo propuesto genera un IBNR de [\$2.084.974 ; \$2.519.451] por lo que dispersión es de \$434.477.-

Estas diferencias en cuanto a los montos de IBNR a reservar no sólo tienen un impacto directo en el pasivo a registrar en el balance, sino que también repercuten en otros aspectos de suma importancia como por ejemplo las **tarifas**. El IBNR es la resultante de la suma de IBNRs para cada año de ocurrencia, por lo que más allá de la diferencia en el monto final calculado hay que considerar las diferencias que se registran para cada año de ocurrencia.

Si calculamos **tarifas** en base a la siniestralidad pasada (junto con otros factores que exceden el alcance de esta tesis) y consideramos para ello la experiencia en base a información desagregada por año de ocurrencia, será de vital importancia tener estimaciones congruentes de la siniestralidad comprometida en cada ejercicio. Podemos ver que para el último año de ocurrencia, los cálculos según siniestros pagados o incurridos llevan a cargar

un IBNR de [\$1.106.340 ; \$3.406.838] por el método tradicional y un IBNR de [\$1.753.949 ; \$1.888.893] por el método alternativo propuesto. **La diferencia es significativa en el cálculo basado en la metodología tradicional , y si las tarifas son calculadas en base a la siniestralidad de los últimos ejercicios se podría llegar a conclusiones erróneas que afectarían la operatoria de la compañía.**

Por último, es importante mencionar que no debe entenderse al método Chainladder Alternativo como un “artilugio matemático” que hace que las estimaciones converjan en resultado. El mismo surge como solución a una inconsistencia matemática verificada en el método Chainladder de coeficientes promedio; pero una vez corregida dicha distorsión, ambas proyecciones, tanto por pagados como por incurridos deberían ser analizadas y tenidas en cuenta como resultados válidos. Habría que sacar conclusiones a partir de ambas estimaciones para detectar las razones que hacen que difieran, pudiendo de esa manera ponderar la credibilidad de una u otra estimación.

No debe perderse de vista, que las estimaciones de IBNR por pagados o incurridos se sustentan en diferentes supuestos de base. Así, vemos que el cálculo por siniestros PAGADOS estima los pagos futuros independientemente del nivel de reservas. Luego, el IBNR a contabilizar sí depende del nivel de reservas ya que se registrará en el balance la diferencia entre los pagos futuros estimados y las reservas actuales.

En cambio, el cálculo de IBNR por siniestros INCURRIDOS estima la siniestralidad futura valiéndose para ello de la evolución conjunta de pagos y reservas; dependiendo de esta manera de la política de constitución de reservas en todo momento.

Conclusión

Como en muchas otras áreas de contexto actuarial, la estimación de reservas de IBNR está lejana de ser una ciencia exacta. Es fundamental comprender tanto el contexto interno de la empresa como el externo, ya que para poder proyectar correctamente se deben generar hipótesis de variables endógenas y exógenas al modelo con una gran repercusión en el mismo. La política de pagos y de reservas, la calidad y credibilidad de la información y la influencia del reaseguro son algunos de los temas que el actuario debe conocer con respecto a la información interna de la empresa. Pero además, debe analizar el contexto social, político y económico del país para tener en cuenta factores de riesgo que pueden hacer variar tremendamente el comportamiento y desarrollo de los siniestros. Concretamente, entre estos últimos se encuentran la tasa de interés, la inflación y la tasa de judicialidad, entre otros.

Los cambios de tendencias, ya sean internos o externos, obligan a revisar constantemente la metodología aplicada para el cálculo de reservas; intentando así reflejar lo más rápido y adecuadamente posible las diferentes variantes que la realidad presenta. Muchos métodos tradicionales para el cálculo de IBNR quedan obsoletos por no poder reflejar de manera adecuada las particularidades de cada mercado asegurador.

Sin importar la metodología utilizada para el cálculo de reservas, debería tenerse siempre presente que las fuerzas que operan en las reservas de IBNR son dinámicas. Pretender calcular IBNRs bajo similar metodología para todas las compañías aseguradoras del mercado parece ser prácticamente inviable. Las particularidades de cada empresa, sumadas al contexto macroeconómico de un país en vías de desarrollo, hacen que se requiera más que en ningún otro lugar profesionales que busquen respuestas acordes a los desafíos que se presentan.

Anexo

Demostración genérica para todos los años de ocurrencia en conjunto.

Siendo:

i = ejercicio de ocurrencia ($i = 1; 2; 3; \dots n$)

t = año de desarrollo ($t = 1; 2; 3; \dots n$) donde al último año de desarrollo verificado se denomina con la letra “w”

w_i = último año de desarrollo verificado correspondiente al ejercicio de ocurrencia “i”

$P_{i:t}$ = monto pagado de siniestros ocurridos en el ejercicio “i” después de “t” años de desarrollo

$I_{i:t}$ = monto incurrido de siniestros ocurridos en el ejercicio “i” después de “t” años de desarrollo

$P_{i:w_i}$ = monto pagado de siniestros ocurridos en el ejercicio “i” hasta la fecha actual (componen la última diagonal del triángulo)

$I_{i:w_i}$ = monto incurrido de siniestros ocurridos en el ejercicio “i” hasta la fecha actual (componen la última diagonal del triángulo)

$f_{t \rightarrow t+1}^P$ = coeficiente de desarrollo de siniestros pagados desde el año de desarrollo “t” hasta el año “t+1” calculado como promedio ponderado.

$f_{t \rightarrow t+1}^I$ = coeficiente de desarrollo de siniestros incurridos desde el año de desarrollo “t” hasta el año “t+1” calculado como promedio ponderado.

Se verifica la siguiente igualdad:

$$1 = 1$$

$$\sum_{i=1}^n I_{i:t} \cdot \sum_{i=1}^n P_{i:t} = \sum_{i=1}^n P_{i:t} \cdot \sum_{i=1}^n I_{i:t}$$

$$\sum_{i=1}^n I_{i:w_i} \cdot f_{w_i \rightarrow t}^I \cdot \sum_{i=1}^n P_{i:t} = \sum_{i=1}^n P_{i:w_i} \cdot f_{w_i \rightarrow t}^P \cdot \sum_{i=1}^n I_{i:t}$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n I_{i:w_i}}{\sum_{i=1}^n P_{i:w_i}} = \frac{f_{w_i \rightarrow t}^P \cdot \sum_{i=1}^n I_{i:t}}{f_{w_i \rightarrow t}^I \cdot \sum_{i=1}^n P_{i:t}}$$

$$\frac{P_{i:w_i}}{I_{i:w_i}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n I_{i:w_i}}{\sum_{i=1}^n P_{i:w_i}} = \frac{P_{i:w_i}}{I_{i:w_i}} \cdot \frac{f_{w_i \rightarrow t}^P \cdot \sum_{i=1}^n I_{i:t}}{f_{w_i \rightarrow t}^I \cdot \sum_{i=1}^n P_{i:t}}$$

$$\frac{P_{i:w_i} / I_{i:w_i}}{\sum_{i=1}^n P_{i:w_i} / \sum_{i=1}^n I_{i:w_i}} = \frac{P_{i:w_i} \cdot f_{w_i \rightarrow t}^P / I_{i:w_i} \cdot f_{w_i \rightarrow t}^I}{\sum_{i=1}^n P_{i:t} / \sum_{i=1}^n I_{i:t}}$$

$$\frac{P_{i:w_i} / I_{i:w_i}}{\sum_{i=1}^n P_{i:w_i} / \sum_{i=1}^n I_{i:w_i}} = \frac{P_{i:t} / I_{i:t}}{\sum_{i=1}^n P_{i:t} / \sum_{i=1}^n I_{i:t}}$$

(La ecuación es válida para $t > w_i$)

Bibliografía

- “The actuary and IBNR” – R. L. Borhütter and R. E. Ferguson
- “Loss Reserving” – Ronald F. Wiser.
- “Munich Chain Ladder. Ein Reservierungsverfahren zur Reduzierung der Lücke zwischen IBNR-Prognosen auf Paid- und auf Incurred-Basis” - Gerhard Quarg und Thomas Mack.
- “Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados (IBNR)” – Curso brindado por la Asociación de Compañías de Seguros de la República Argentina.
- Material de estudio de la materia “Teoría actuarial de los Seguros Patrimoniales” de la Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires – Profesores G. G. Grinblat y L. Berinstein.
- Resolución N° 32.201 de la Superintendencia de Seguros de la Nación.