

FRANQUICIAS ESTADÍSTICAS

Ángel Vegas Montaner. Universidad de Alcalá, angel.vegas@uah.es
Roberto Escuder Vallés. Universidad de Valencia, roberto.Escuder@uv.es
Julián Oliver Raboso. Universidad Pontificia Comillas, julian@joliver.es

RESUMEN: El presente trabajo constituye la primera parte del que lleva por título “Franquicias Estadísticas y Estocásticas” que por su extensión dividimos en las partes naturales que lo constituyen, si bien con una total unidad expositiva. En el trabajo general se analizan diferentes criterios estadísticos y estocásticos para la tarificación de seguros con franquicias. Es un problema tradicional en la práctica diaria de las compañías de seguros generales la no aplicación en muchas ocasiones de modelos adecuados para el cálculo de franquicias en virtud de supuestas dificultades que el desarrollo de programas informáticos ampliamente extendidos hacen, en los momentos actuales, de extremada facilidad utilizar. Por ello, el presente trabajo pretende, con una visión evidentemente práctica, poner a disposición de los actuarios que operan en los departamentos técnicos y comerciales de las compañías de seguros de sencillas herramientas estadísticas que les permitan, con fundamento técnico, tarificar tales tipos de seguros con franquicia. En concreto, se plantea, en esta primera parte, aplicar una metodología propia de la estadística descriptiva, a partir de los datos publicados por UNESPA (*Estadísticas de Daños Propios, Incendio, Rotura de Lunas y Robo del Seguro del Automóvil. Datos 1.995*. Dirección de Estudios). Será en la segunda parte (titulada *Franquicias Estocásticas*) cuando se proceda a la aplicación de los modelos exponencial, gamma y lognormal para tarificar franquicias absolutas y mixtas. Todos los casos desarrollados han sido programados y calculados a través de Visual Basic para Excel.

PALABRAS CLAVE: Seguros Generales, Franquicias, Franquicias Absolutas y Mixtas, Modelos estadísticos, Visual Basic, Excel.

NOTA PREVIA

Los autores quieren expresar su reconocimiento al trabajo desarrollado por la profesora doctora Mercè Claramunt Bielsa, de la Universidad de Barcelona, manifestado en concreto en su publicación "Modificaciones en la Distribución del Coste del Siniestro. Franquicias"¹, del que el presente trabajo es tributario.

¹ M. Mercè CLARAMUNT BIELSA (1.993). *Modificaciones en la Distribución del Coste del Siniestro. Franquicias*. Colección de Publicaciones del Departamento de Matemática Económica, Financiera y Actuarial. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Barcelona.

1. INTRODUCCIÓN

En el proceso de tarificación de los seguros generales desempeña un papel relevante la introducción de franquicias como medio de participación del asegurado en la cobertura del riesgo. En efecto, el seguro, como *medio de tratamiento del riesgo*, consiste, en principio, en su *transferencia total* desde el expuesto al riesgo (asegurado) hasta el profesional de su asunción (asegurador). El seguro está asimismo relacionado con otras formas de tratamiento del riesgo, como son la *prevención* (las tarifas pueden incorporar descuentos por adopción de medidas de prevención que incrementen la misma), la *minoración* del riesgo (las mencionadas medidas suponen de hecho una disminución de la magnitud del riesgo), etc., pero es el proceso de transferencia del riesgo lo que le caracteriza fundamentalmente. Sin embargo, tal *transferencia* podría ser *parcial* si el asegurado asumiera parte de la pérdida que la materialización del riesgo en siniestro se produjera. Si el asegurado *retuviera* parte del riesgo, *autoasegurándose* en dicha parte. Tal *retención* del riesgo por parte del asegurado sería una *franquicia*, cuya estructura técnica pretendemos analizar.

¿Qué *propiedades* podemos apreciar en la introducción de una franquicia, tanto desde el punto de vista del asegurado como del correspondiente al asegurador?

Desde el punto de vista del *asegurado*, la introducción de la franquicia supondría retener parte del riesgo a cambio de una *reducción* en la magnitud de la prima a satisfacer.

Desde el punto de vista del *asegurador*, la introducción de la franquicia supondría, inicialmente, el efecto inverso, es decir, no asumir parte del riesgo inicialmente cubierto en su integridad, a cambio de una *reducción* en la magnitud de la prima a devengar. Pero *no sólo*. También obligará al asegurado a *incrementar su prudencia* ante el riesgo, al resultarle en alguna forma oneroso el eventual siniestro, lo que supone, una medida adicional de *prevención del riesgo*. Y, en tercer lugar, supone la posibilidad de *ampliar la cartera* a aquellos riesgos cuya magnitud generaba una prima inasumible por la mayoría de los expuestos al riesgo de dicha entidad. Pensemos, por ejemplo, en vehículos de motor de gran valor cuya prima en la

modalidad de daños propios haría quimérica su contratación en gran mayoría de los casos. Quienes dispusieran de dichos vehículos y fueran adinerados, se autoasegurarían, no precisarían transferir el riesgo. Quienes no lo fueran, no podrían pagar primas astronómicas por la cobertura de sus caros vehículos. Una franquicia suficientemente elevada para reducir significativamente la prima, pero dentro del margen asumible para tales asegurados generaría el contrato deseado por asegurado y asegurador.

Esto es conocido por los aseguradores de automóviles, quienes utilizan con destreza esta técnica. Pero quizá no hayan dado el paso para asegurar, con esta filosofía a los vehículos de segunda categoría. Imaginemos un gran camión propiedad de un autónomo cuyo único activo es precisamente ese camión (situación de pequeña empresa que se da frecuentemente en nuestro mercado de transporte terrestre). Evidentemente, el pequeño empresario ni puede imaginar asegurar el vehículo en daños propios, debido a lo elevado de la tarifa resultante. Tampoco entra este riesgo en la categoría de los asegurables para nuestros estrictos y un poco rígidos aseguradores (¿cómo va a asegurarse un camión en la modalidad de daños propios?). Sin embargo, al autónomo le va la vida en su arriesgado negocio. Podría soportar íntegramente costes de una determinada magnitud (franquicia absoluta) y, progresivamente (función de participación del asegurado cóncava) hasta un límite máximo, a partir del cual la pérdida le resultaría ruinosa. Una franquicia mixta absoluta – proporcional variable (cóncava) – límite máximo satisfaría totalmente su necesidad de cobertura del riesgo, y tal cobertura se la podría aportar, sin dificultad alguna, un asegurador. Tal es el esquema de seguro que pretendemos fundamentar técnicamente en el presente trabajo.

2. TIPOS DE FRANQUICIAS

Según la *Encyclopedia of Actuarial Science*², existen cinco tipos de franquicias (*deductibles*):

² *Encyclopedia of Actuarial Science*: Teugels-Sundt Editors. Ed Wiley, 2004. Vol. 1, Pag. 445-447.

- 1/ **Franquicia absoluta** (*Fixed amount deductible*). Si la franquicia es A y el siniestro es inferior a A , el mismo es íntegramente a cargo del asegurado. Si el siniestro es de magnitud superior a A , el asegurado correrá a cargo de A unidades monetarias, y el exceso será íntegramente a cargo del asegurador.
- 2/ **Franquicia relativa** (*Franchise*). Si la franquicia es A y el siniestro es inferior a A , el mismo es íntegramente a cargo del asegurado. Si el siniestro es de magnitud superior a A , el mismo será íntegramente a cargo del asegurador.
- 3/ **Franquicia proporcional** (*Proportional deductible* o *coinsurance clause*). Si el siniestro es de cuantía X , el asegurado se hace cargo de αX unidades monetarias ($0 \leq \alpha \leq 1$), siendo el restante $(1-\alpha)X$ a cargo del asegurador.
- 4/ **Franquicia mixta absoluta-relativa** (*Sliding-scale deductible*). Se trata de una figura mixta que, partiendo de una franquicia absoluta, converge en una relativa a través de varios escalones. Por ejemplo, una franquicia absoluta inicial de 1.000 € que se va reduciendo sucesivamente en un 20% en cinco tramos hasta llegar a ser relativa para los siniestros que exceden de 6.000 €.
- 5/ **Franquicia acumulada** (*Aggregate deductible*). Se trata de una franquicia absoluta para la siniestralidad acumulada de una póliza (no para cada siniestro). Esta figura de franquicia es propia del reaseguro y muy inusual en el caso de seguro directo.

Sin considerar los dos últimos tipos de franquicias, atípicas en el mercado español de seguro directo, vamos a analizar los tres iniciales y algunas mixturas derivadas de ellos:

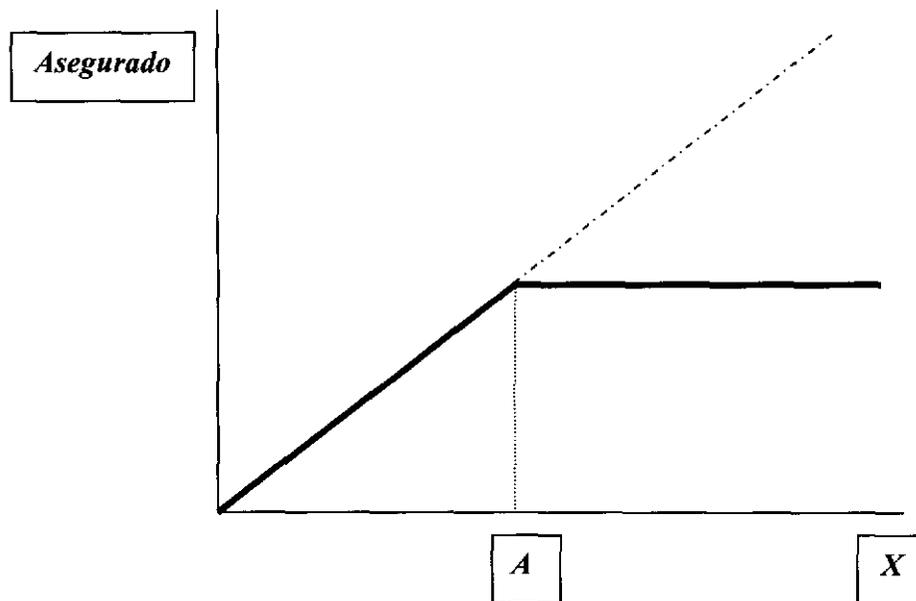
2.1. FRANQUICIAS SIMPLES

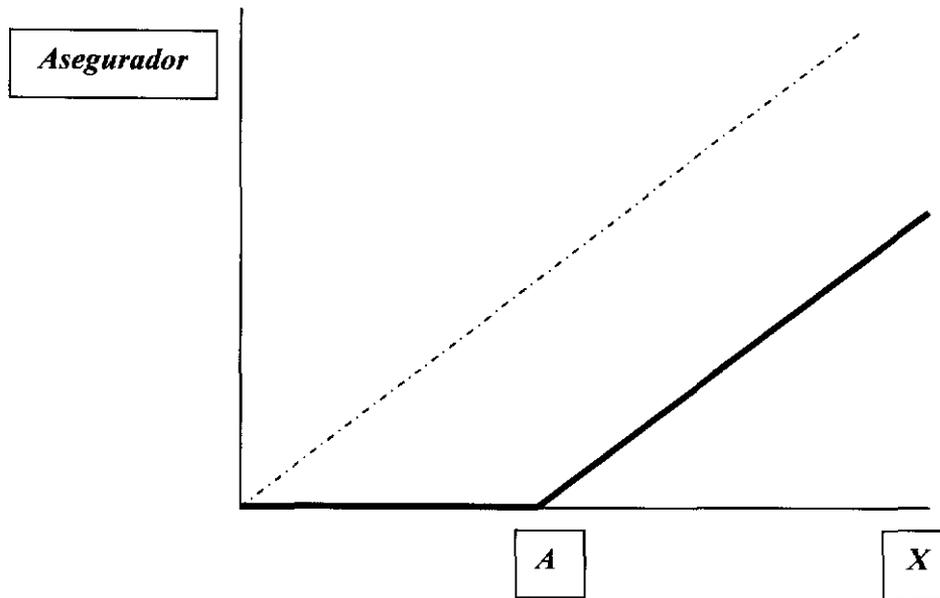
- **Franquicia absoluta A** : Si el siniestro es de magnitud inferior a A , el mismo es íntegramente a cargo del asegurado. Si el siniestro es de magnitud superior a A , el asegurado correrá a cargo de A unidades

monetarias, y el exceso será íntegramente a cargo del asegurador. Es decir, el asegurado soporta, de cualquier siniestro, las A primeras unidades monetarias, $A \geq 0$. Por tanto, si el siniestro es de magnitud X (íntegramente a cargo del asegurador si no existiera franquicia), su reparto será el siguiente en el caso de existir una franquicia de magnitud A :

Siniestro: X	Asegurador	Asegurado
$X < A$	0	X
$X \geq A$	$X - A$	A

Desde un punto de vista gráfico, las curvas de reparto del siniestro entre el asegurador y el asegurado serían las siguientes:





Evidentemente, en este planteamiento subyace la hipótesis de que la introducción de la franquicia no modifica en absoluto la magnitud del siniestro, que dicha fórmula aseguradora no genera fraude de tal forma que sólo se modifica la distribución de quién soporta la carga siniestral, pero no la magnitud de la misma. Esto tiene importancia en el supuesto de franquicia que a continuación presentamos.

- **Franquicia relativa B** : Si el siniestro es de magnitud inferior a B , el mismo es íntegramente a cargo del asegurado. Si el siniestro es de magnitud superior a B , el mismo es íntegramente a cargo del asegurador. Por tanto, si el siniestro es de magnitud X , su reparto será el siguiente:

Siniestro: X	Asegurador	Asegurado
$X < B$	0	X
$X \geq B$	X	0

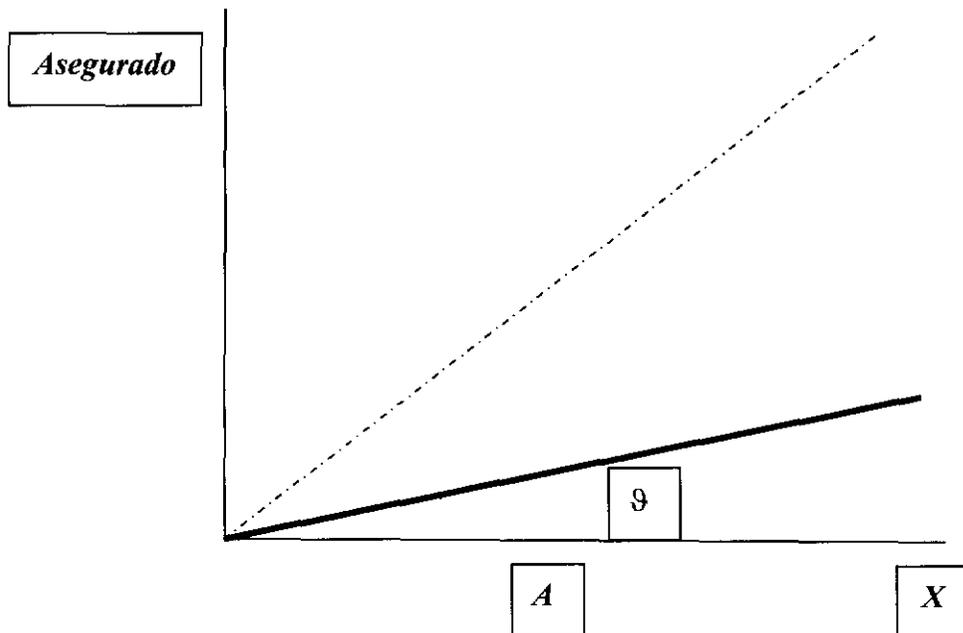
¿Qué pasaría en la realidad si el siniestro fuera “ligeramente” inferior a B ? Por ejemplo, si en la modalidad de Daños Propios del Seguro del Automóvil el siniestro fuera $0,9 B$? Siempre habría un

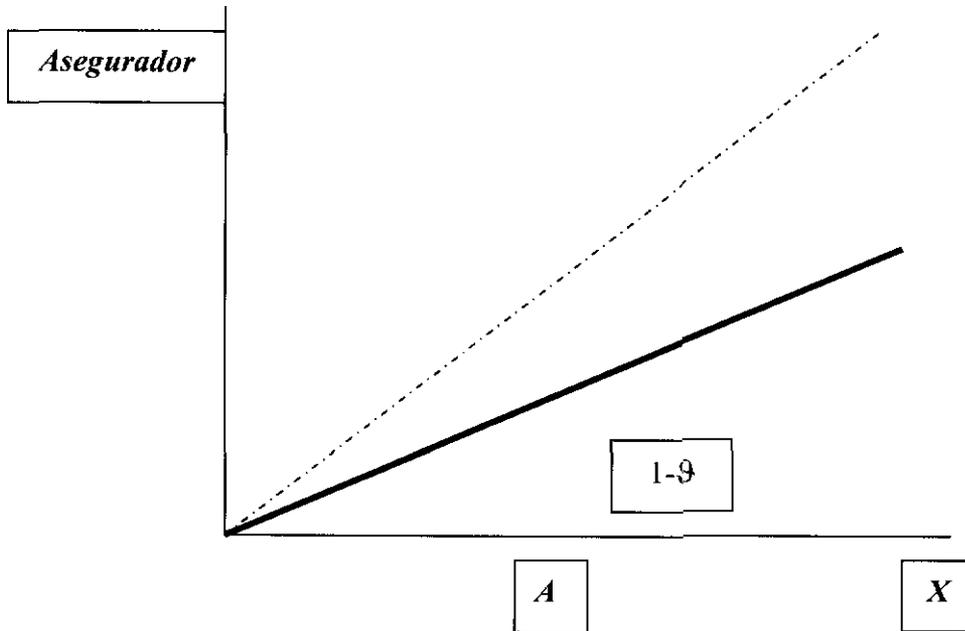
“taller amigo” que produjera un agravamiento de más 10% del siniestro, de tal forma que éste fuera íntegramente a cargo del asegurador. Vamos, que este tipo de franquicia es una *invitación al fraude* por lo que la consideraremos inviable en la práctica y no la consideraremos en este estudio.

- **Franquicia proporcional α** : Si el siniestro es de cuantía X , el asegurado se hace cargo de αX unidades monetarias ($0 \leq \alpha \leq 1$), siendo el restante $(1-\alpha)X$ a cargo del asegurador. Por tanto, el reparto del siniestro será el siguiente:

Siniestro: X	Asegurador	Asegurado
$\forall X$	$(1-\alpha)X$	αX

Desde un punto de vista gráfico, las curvas de reparto del siniestro entre el asegurador y el asegurado serían las siguientes:



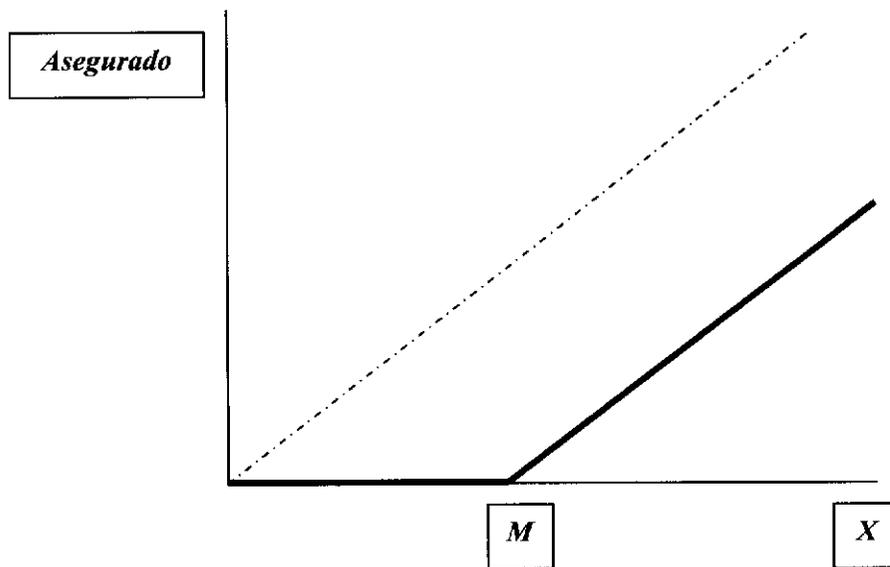
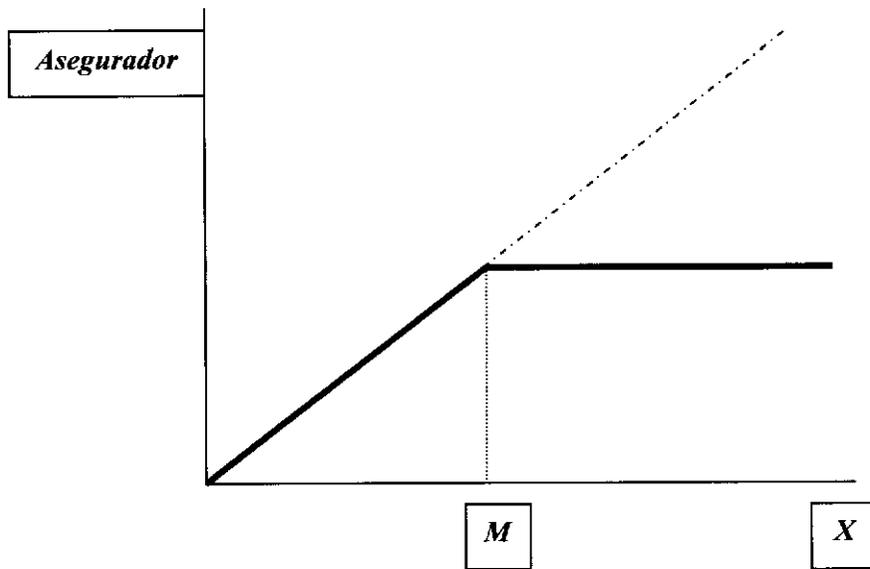


Este tipo de franquicia (frecuente, por ejemplo en los seguros de reembolso de gastos médicos, donde el asegurador se hace cargo, por ejemplo, del 80% de los honorarios médicos) no presenta problema técnico alguno, por cuanto el descuento técnico en la tarifa global que genera será el porcentaje α que retiene el asegurado por cada siniestro.

- **Franquicia de Límite Máximo (Primer Riesgo) M** : En este caso, el asegurador sólo cubre de cada siniestro hasta un límite máximo M . Por tanto, si el siniestro es de magnitud inferior a M , el mismo es íntegramente a cargo del asegurador. Si el siniestro es de magnitud superior a M , el asegurador sólo cubre las primeras M unidades monetarias. Por tanto, si el siniestro es de magnitud X , su reparto será el siguiente:

Siniestro: X	Asegurador	Asegurado
$X < M$	X	0
$X \geq M$	M	$X - M$

Desde un punto de vista gráfico, las curvas de reparto del siniestro entre el asegurador y el asegurado serían las siguientes:



Como se aprecia, se trata de un tipo de franquicia complementario de la franquicia absoluta, lo que se verá reflejado en las expresiones correspondientes. Por otra parte, este tipo de franquicia es lo que se conoce como *Aseguramiento "A Primer Riesgo"* en los *seguros de daños* (incendio, robo, etc.) en los que, por estar limitada la cobertura al valor de la cosa asegurada, se producen con frecuencia situaciones de *infraseguro* que darían lugar a la aplicación de la *regla proporcional* en los supuestos de siniestros por cuantía inferior del valor de la cosa asegurada, a efectos de que la prima devengada sea suficiente. Como dicha regla proporcional es muy impopular y da lugar a acusaciones de mezquindad contra los aseguradores, éstos, hartos de la mala imagen del seguro por este concepto, y dada la dificultad de pedagogía con los asegurados en un aspecto tan técnico, han decidido en múltiples seguros de daños derogarla mediante la fórmula del *primer riesgo*. Pues bien, técnicamente (es decir, actuarialmente) la fórmula estadística para el cálculo de la tarifa *a primer riesgo* es la que corresponde al presente supuesto de *Franquicia de Límite Máximo*.

2.2. FRANQUICIAS COMPUESTAS

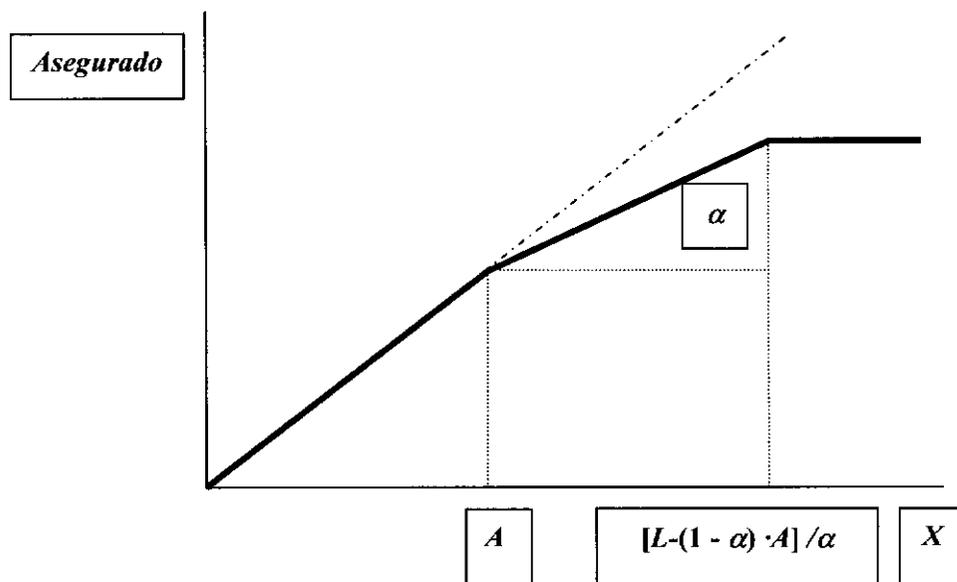
El principal tipo de *franquicia compuesta* o *mixta* corresponde a la *yuxtaposición* de una *franquicia absoluta* (A) con una *proporcional* (\mathcal{P}) y con un *límite máximo de participación del asegurado* (L). De esta forma:

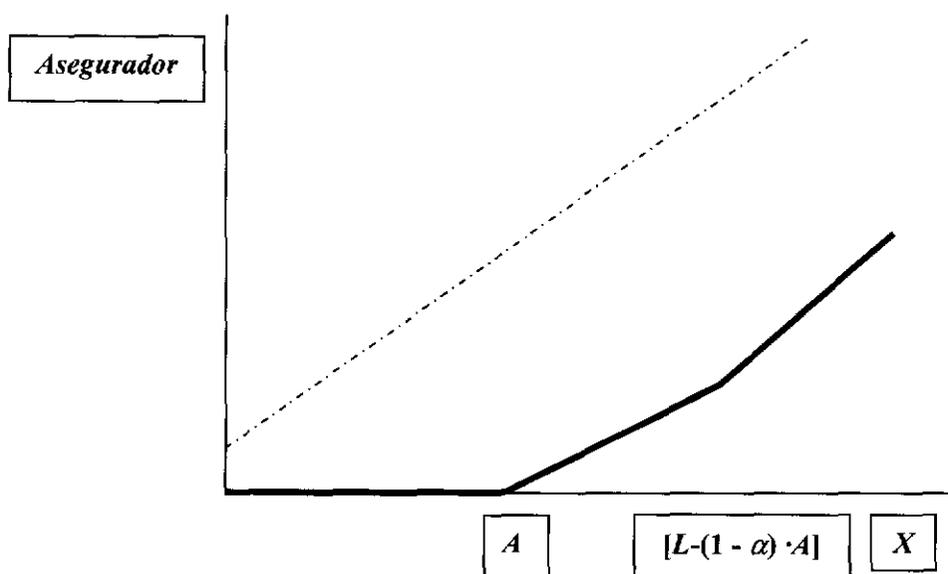
- El *asegurado* soporta, de todo siniestro X , las A primeras unidades monetarias ($A \geq 0$).
- Si $X > A$, retiene un porcentaje $\mathcal{P} \cdot 100\%$ de cada siniestro, con un límite máximo L .

Así pues, en este supuesto, si el siniestro es de magnitud X (íntegramente a cargo del asegurador si no existiera franquicia), su reparto será el siguiente:

Siniestro: X	Asegurador	Asegurado
$X \leq A$	0	X
$A < X \leq [L - (1 - \alpha) \cdot A] / \alpha$	$(1 - \alpha) \cdot (X - A)$	$A + \alpha \cdot (X - A)$
$X > [L - (1 - \alpha) \cdot A] / \alpha$	$X - L$	L

$[L - (1 - \alpha) \cdot A] / \alpha$ es la abscisa del *punto de intersección* de las rectas $A + \alpha \cdot (X - A)$ y L , es decir, el montante de siniestro a partir del cual se supera el límite máximo de participación del asegurado. Desde un punto de vista gráfico, las curvas de reparto del siniestro entre el asegurador y el asegurado serían las siguientes:





Por increíble que parezca, cuando en España se propuso a principios de los años 80 la utilización de este tipo de franquicias en la modalidad de Daños Propios del Seguro del Automóvil, en el seno de la Agrupación de Automóviles de la patronal UNESPA, la respuesta obtenida a esta propuesta fue, en muchos casos, de imposibilidad de implantarlo por parte de entidades en otros conceptos eficientes. En el estadio en que en tales fechas se encontraba la informática impedía, en muchos casos, que una simple declaración de siniestro y su subsiguiente peritaje se pudiera traducir en una rápida clasificación del siniestro en tres categorías, según su coste. Hoy en día no son ya los grandes ordenadores de las compañías sino simples portátiles permiten esa segmentación y liquidación del siniestro.

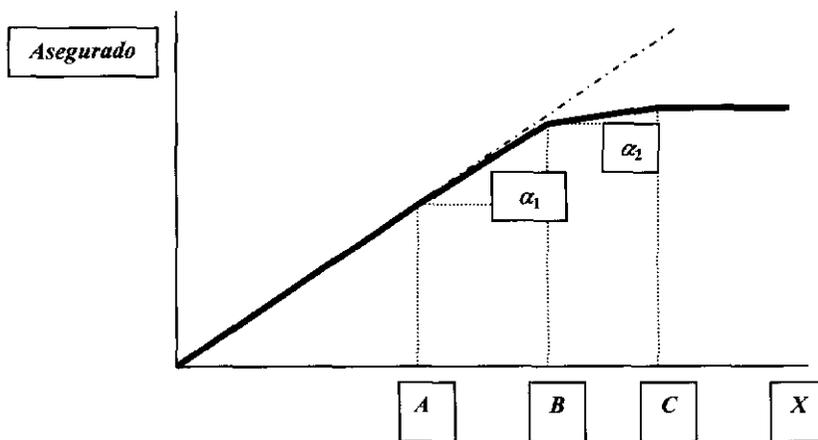
¿Porqué es *eficiente* este tipo de franquicia, que hace que la dediquemos nuestro interés preferente?. Porque se adapta perfectamente a las necesidades del asegurado, le permite definir un producto con una relación *riesgo* (retenido) - *coste* (minorado) adecuada a su nivel de *aversión al riesgo*, *capacidad económica*, etc. Es más, si algo le falta a esta fórmula de participación parcial del asegurado es la posibilidad de un gran salto de coste desde A hasta L en el supuesto de un gran riesgo. Volvamos al ejemplo del gran

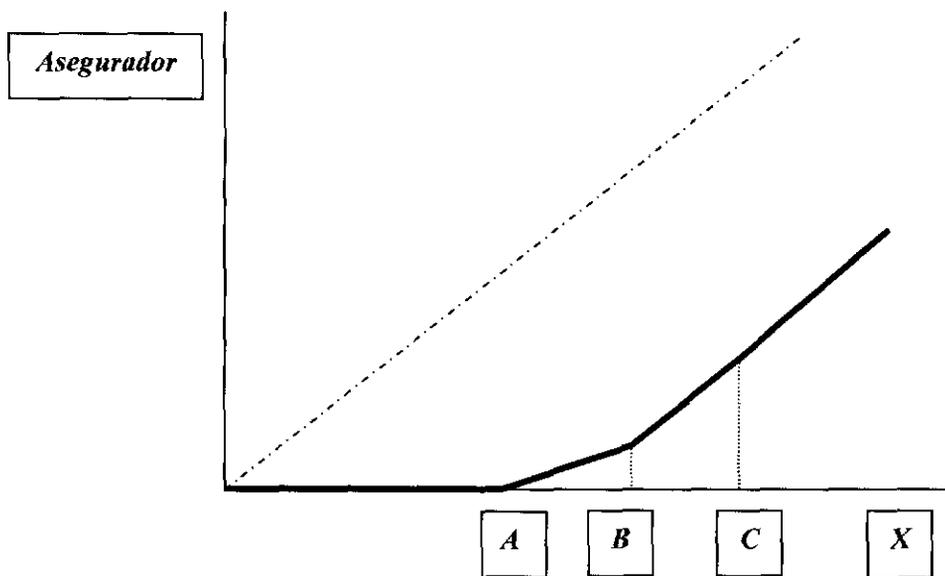
camión propiedad de un transportista autónomo cuyo único activo es precisamente ese camión. El autónomo podría soportar íntegramente la siniestralidad hasta una determinada magnitud (*franquicia absoluta*) y, progresivamente (función de participación del asegurado cóncava, a través de diversas *franquicias proporcionales de cada vez menor pendiente*) hasta un *límite máximo*, a partir del cual la pérdida le resultaría excesivamente onerosa. De esta forma, nuestra propuesta de *franquicia mixta múltiple* sería, inicialmente, la siguiente:

Siniestro: X	Asegurador	Asegurado
$X \leq A$	0	X
$A < X \leq B$	$(1 - \alpha_1) \cdot (X - A)$	$A + \alpha_1 \cdot (X - A)$
$B < X \leq C$	$(1 - \alpha_2) \cdot (X - B)$	$B + \alpha_2 \cdot (X - B)$
$X > C$	$X - L$	L

donde B y C representan las abscisas a partir de las cuales opera el siguiente modelo de franquicia. Es decir, en el intervalo $[0, A]$ opera exclusivamente la franquicia absoluta A ; en el intervalo $[A; B]$ opera la franquicia mixta absoluta-proporcional con pendiente α_1 ; en el intervalo $[B; C]$ opera la franquicia mixta absoluta-proporcional con pendiente α_2 ; por último, en la semirrecta $[C; \infty]$ opera exclusivamente la franquicia con límite máximo L .

Desde un punto de vista gráfico, las curvas de reparto del siniestro entre el asegurador y el asegurado serían las siguientes:





A , α_1 , α_2 y L son datos, inicialmente solicitados por el asegurado, de acuerdo con el asegurador, y B y C representan las abscisas a partir de las cuales opera el siguiente modelo de franquicia. Es decir, en el intervalo $[0;A]$ opera exclusivamente la franquicia absoluta A ; en el intervalo $[A;B]$ opera la franquicia mixta absoluta-proporcional con pendiente α_1 ; en el intervalo $[B;C]$ opera la franquicia mixta absoluta-proporcional con pendiente α_2 ; por último, en la semirrecta $[C;\infty]$ opera exclusivamente la franquicia con límite máximo L .

¿Están B y C unívocamente determinados en función de A , α_1 , α_2 y L ? Evidentemente, no, puesto que α_2 nos da únicamente un haz de rectas paralelas que pueden cortar a $A + \alpha_1 \cdot (X - A)$ ($\alpha_1 > \alpha_2$) en infinitos puntos B , y en función de dicho punto de corte, tendríamos C como abscisa del punto de intersección de $B + \alpha_2 \cdot (X - B)$ con L . Podríamos entonces, entre las distintas posibilidades que ofrece este modelo de franquicia, hacer la hipótesis de que la longitud de los intervalos $[A;B]$ y $[B;C]$ es la misma, es decir, que $B = (A + C) / 2$, restricción que nos permitiría calcular el valor de B y C . En efecto:

\underline{C} es la abscisa del punto de intersección de $B + \alpha_2 \cdot (X - B)$ con L :

$$B + \alpha_2 \cdot (C - B) = L.$$

Pero \underline{B} es la abscisa del punto de intersección de $A + \alpha_1 \cdot (X - A)$ con $B + \alpha_2 \cdot (X - B)$.

$$A + \alpha_1 \cdot (B - A) = B$$

y siendo $B = (A + C) / 2$ resulta:

$$B = \frac{L - A \left[1 - \alpha_1 (1 - \alpha_2) - 2\alpha_2 \right]}{\alpha_1 (1 - \alpha_2) + 2\alpha_2}$$

$$C = 2B - A = 2 \frac{L - A \left[1 - \alpha_1 (1 - \alpha_2) - 2\alpha_2 \right]}{\alpha_1 (1 - \alpha_2) + 2\alpha_2} - A$$

Esta metodología podría mejorarse introduciendo un mayor número de fraccionamientos del intervalo de coste. Si entre \underline{A} y el límite máximo \underline{L} utilizáramos n franquicias proporcionales de cada vez menor pendiente ($\alpha_1 > \alpha_2 > \dots > \alpha_n$), obtendríamos la siguiente **franquicia mixta múltiple**:

Siniestro: X	Asegurador	Asegurado
$X \leq A$	0	X
$A < X \leq B_1$	$(1 - \alpha_1) \cdot (X - A)$	$A + \alpha_1 \cdot (X - A)$
$B_1 < X \leq B_2$	$(1 - \alpha_2) \cdot (X - B_1)$	$B_1 + \alpha_2 \cdot (X - B_1)$
...
$B_{n-1} < X \leq B_n$	$(1 - \alpha_n) \cdot (X - B)$	$B_{n-1} + \alpha_n \cdot (X - B_{n-1})$
$X > B_n$	$X - L$	L

donde B_i ($i = 1, 2, \dots, n$) representan las abscisas a partir de las cuales opera el siguiente modelo de franquicia. Es decir, en el intervalo $[0, A]$ opera exclusivamente la franquicia absoluta A ; en el intervalo $[A; B_1]$ opera la franquicia mixta absoluta-proporcional con pendiente α_1 ; en el intervalo $[B_1; B_2]$ opera la franquicia mixta absoluta-proporcional con pendiente α_2 ; hasta llegar a la semirrecta $[B_n; \infty]$ opera exclusivamente la franquicia con límite máximo L .

Este tipo de franquicia, más complejo, resulta de dificultosa formulación en términos de distribuciones de probabilidad (estocásticos) y sin embargo resultan fáciles de programar en términos estadísticos, lo que revaloriza la utilidad de estos modelos sobre todo cuando a través de rápidos ordenadores es posible ponerlos en práctica.

Estos son los modelos de franquicias que pretendemos analizar en el presente trabajo, a través de algoritmos frecuentistas y estocásticos.

3. FRANQUICIAS ESTADÍSTICAS

Entenderemos por *franquicias estadísticas* las obtenidas mediante métodos frecuentistas que nos permitan determinar el descuento técnico que podría incluirse en la tarifa como consecuencia de la introducción del correspondiente tipo de franquicia. Se tratará de modelos de simulación en los que nos limitaremos a considerar el coste para el asegurador *antes* de introducir el modelo de franquicia y *después*.

Utilicemos para la presentación de dichos modelos (y en general de todos) la *Estadística de Daños Propios del Seguro del Automóvil, Datos 1.995*, de UNESPA (Dirección de Estudios)³, excelente publicación útil para la profesión actuarial y aseguradora en general y que lamentablemente, con carácter público, ha dejado de publicarse, siendo como era referente técnico en nuestro ámbito occidental. En concreto, la *Distribución de la Cuantía del Siniestro* (siempre nos

³ UNESPA (1.997). *Estadísticas de Daños Propios, Incendio, Rotura de Lunas y Robo del Seguro del Automóvil. Datos 1.995*. Dirección de Estudios.

quedará la duda filológica de si debemos hablar de la *Cuantía del Siniestro* o de la *Cuantía de un Siniestro*. Personalmente, preferimos el artículo indeterminado, pues indeterminado es el siniestro al que nos referimos) en la *Modalidad de Daños Propios sin franquicia*, categoría de *Turismos* (global para todo tipo de potencia) que utilizaremos será la siguiente:

<i>Distribución del Coste de un Siniestro del Seguro de Daños Propios del Automóvil (Categoría de Turismos en España - Año 1.995)</i>			
<i>INTERVALOS DE COSTE</i>	<i>COSTE MEDIO</i>	<i>FRECUENCIA (%)</i>	<i>DESVIACIÓN</i>
Menos de 5.000	3.420	1,4157	1.124
5.001 - 10.000	7.829	3,4810	1.383
10.001 - 15.000	12.595	5,4355	1.427
15.001 - 20.000	17.503	5,3718	1.455
20.001 - 25.000	22.532	5,4193	1.453
25.001 - 30.000	27.577	5,6826	1.456
30.001 - 35.000	32.530	5,8123	1.452
35.001 - 40.000	37.501	5,6915	1.460
40.001 - 45.000	42.477	5,0986	1.447
45.001 - 50.000	47.836	5,4451	1.614
50.001 - 65.000	57.511	12,1614	4.454
65.001 - 80.000	73.004	10,1498	4.250
80.001 - 95.000	86.908	5,3154	4.231
95.001 - 120.000	105.503	10,1363	6.960
120.001 - 145.000	131.445	3,2872	7.149
145.001 - 170.000	156.548	2,2150	7.150
170.001 - 200.000	184.365	1,7443	8.897
200.001 - 250.000	222.845	1,7123	14.468
250.001 - 300.000	273.772	0,9972	14.708
300.001 - 350.000	323.500	0,6455	14.804
350.001 - 400.000	375.027	0,4876	15.624
400.001 - 450.000	425.010	0,3348	14.599
450.001 - 500.000	476.258	0,2815	15.890
500.001 - 600.000	548.943	0,4198	29.504
600.001 - 700.000	650.104	0,2540	29.673
700.001 - 800.000	749.889	0,2102	30.715
800.001 - 900.000	851.063	0,1401	30.529
900.001 - 1.000.000	954.198	0,1077	31.618
1.000.001 - 1.200.000	1.097.989	0,1607	61.060
1.200.001 - 1.400.000	1.301.022	0,1160	59.809
1.400.001 - 1.600.000	1.495.463	0,0788	57.225

<i>Distribución del Coste de un Siniestro del Seguro de Daños Propios del Automóvil (Categoría de Turismos en España - Año 1.995)</i>			
<i>INTERVALOS DE COSTE</i>	<i>COSTE MEDIO</i>	<i>FRECUENCIA (%)</i>	<i>DESVIACIÓN</i>
1.600.001 - 1.800.000	1.699.401	0,0492	61.656
1.800.001 - 2.000.000	1.925.553	0,0368	61.976
2.000.001 - 2.200.000	2.087.044	0,0258	58.519
2.200.001 - 2.500.000	2.358.041	0,0272	92.062
2.500.001 - 3.000.000	2.753.731	0,0248	143.499
3.000.001 - 3.500.000	3.227.466	0,0127	142.391
3.500.001 - 4.000.000	3.709.932	0,0034	171.576
Más de 4.000.000	5.320.783	0,0111	1.638.233
Total		100,0000	
Nº total siniestros		290.608	
Coste Medio del Siniestro		84.216	
Desviación Típica		158.611	

Observamos el alto grado de segmentación en el anterior histograma, adecuado para trabajar en términos no probabilísticas. Además, el hecho de que la estadística aporte el coste medio de cada intervalo, y no haya que representar a los mismos a través de sus marcas de clase, mejora el ajuste del modelo. Pero tal ajuste podría ser tan fino como se quisiera, si fuéramos dueños de nuestra base de datos y nuestro único problema fuera la cantidad de cálculos a realizar. En el caso de la presente estadística se han introducido 39 intervalos, lo que no es poco. Pero si dispusiéramos de la base de datos de los 290.608 siniestros, podríamos introducir cientos, miles de intervalos, lo que haría que la aproximación poliédrica a la curva de probabilidad teórica (*subyacente*) fuera enormemente grande. Nuestro único problema sería que cada intervalo supondría una *pasada* de nuestro programa gestor de base de datos por el universo siniestral. Si quisiéramos que hubiera cinco intervalos, en vez de uno, entre 95.000 y 120.000 pesetas de intervalo de coste, tendríamos que dar únicamente *cinco pasadas* a la base de datos. Trabajo para la *computadora*, que para eso está.

El proceso de cálculo para los distintos tipos de franquicias con este tipo de algoritmo es muy sencillo. Por ejemplo, imaginemos que deseamos introducir una *franquicia absoluta* de **50.000 pesetas**

exclusivamente. El cuadro de cálculos que nos conduce al *descuento técnico* teórico será el siguiente:

INTERVALOS DE COSTE	COSTE MEDIO	FRECUENCIA ABSOLUTA	COSTE TOTAL	C.M. FRANQ. 50.000	C.T. FRANQ. 50.000
Menos de 5.000	3.420	4.114	14.070.350	0	0
5.001 - 10.000	7.829	10.116	79.198.669	0	0
10.001 - 15.000	12.595	15.796	198.950.593	0	0
15.001 - 20.000	17.503	15.611	273.237.242	0	0
20.001 - 25.000	22.532	15.749	354.854.651	0	0
25.001 - 30.000	27.577	16.514	455.409.066	0	0
30.001 - 35.000	32.530	16.891	549.464.516	0	0
35.001 - 40.000	37.501	16.540	620.264.827	0	0
40.001 - 45.000	42.477	14.817	629.379.139	0	0
45.001 - 50.000	47.836	15.824	756.951.899	0	0
50.001 - 65.000	57.511	35.342	2.032.553.837	7.511	265.453.772
65.001 - 80.000	73.004	29.496	2.153.335.532	23.004	678.528.993
80.001 - 95.000	86.908	15.447	1.342.465.932	36.908	570.117.050
95.001 - 120.000	105.503	29.457	3.107.791.184	55.503	1.634.946.249
120.001 - 145.000	131.445	9.553	1.255.676.495	81.445	778.033.186
145.001 - 170.000	156.548	6.437	1.007.694.341	106.548	685.845.981
170.001 - 200.000	184.365	5.069	934.560.076	134.365	681.106.309
200.001 - 250.000	222.845	4.976	1.108.894.722	172.845	860.090.683
250.001 - 300.000	273.772	2.898	793.375.644	223.772	648.478.496
300.001 - 350.000	323.500	1.876	606.845.446	273.500	513.051.714
350.001 - 400.000	375.027	1.417	531.414.987	325.027	460.564.757
400.001 - 450.000	425.010	973	413.515.853	375.010	364.868.074
450.001 - 500.000	476.258	818	389.608.343	426.258	348.705.267
500.001 - 600.000	548.943	1.220	669.695.300	498.943	608.696.681
600.001 - 700.000	650.104	738	479.870.575	600.104	442.963.359
700.001 - 800.000	749.889	611	458.075.707	699.889	427.532.806
800.001 - 900.000	851.063	407	346.503.329	801.063	326.146.238
900.001 - 1.000.000	954.198	313	298.649.485	904.198	283.000.245
1.000.001 - 1.200.000	1.097.989	467	512.768.610	1.047.989	489.418.258
1.200.001 - 1.400.000	1.301.022	337	438.581.386	1.251.022	421.726.122
1.400.001 - 1.600.000	1.495.463	229	342.459.687	1.445.463	331.009.732
1.600.001 - 1.800.000	1.699.401	143	242.978.887	1.649.401	235.829.930
1.800.001 - 2.000.000	1.925.553	107	205.925.847	1.875.553	200.578.660
2.000.001 - 2.200.000	2.087.044	75	156.480.014	2.037.044	152.731.171
2.200.001 - 2.500.000	2.358.041	79	186.392.237	2.308.041	182.439.969
2.500.001 - 3.000.000	2.753.731	72	198.463.552	2.703.731	194.860.013
3.000.001 - 3.500.000	3.227.466	37	119.116.785	3.177.466	117.271.424

INTERVALOS DE COSTE	COSTE MEDIO	FRECUENCIA ABSOLUTA	COSTE TOTAL	C.M. FRANQ. 50.000	C.T. FRANQ. 50.000
3.500.001 - 4.000.000	3.709.932	10	36.656.621	3.659.932	36.162.588
Más de 4.000.000	5.320.783	32	171.635.094	5.270.783	170.022.219
Total		290.608	24.473.766.460		13.110.179.943
DESCUENTO TÉCNICO		46,43%			

La magnitud **C.M. FRANQ. 50.000** (*Coste Medio del Intervalo con FRANQUICIA 50.000*) representa al valor medio del intervalo a cargo del asegurador *después* de aplicar la franquicia. Por tanto, será 0 si *Coste Medio del Intervalo* < 50.000, o bien *Coste Medio del Intervalo* - 50.000, si el mismo es superior a 50.000. En consecuencia, **C.T. FRANQ. 50.000** (*Coste Total del Intervalo con FRANQUICIA 50.000*) sería 0 en el primer caso y (*Coste Medio del Intervalo* - 50.000) x *Frecuencia del Intervalo* en el segundo. El *descuento técnico* teórico será el ratio: $1 - \frac{\sum C.T. FRANQ. 50.000}{\sum C.T.}$

Si en una *hoja de cálculo* el *Coste Medio del Intervalo* estuviera situado en la *columna B* (entre las *filas 2 y 40*, por ejemplo) la fórmula de cálculo del *Coste Medio del Intervalo con FRANQUICIA A* sería:

$$=SI(Bi<A;0; Bi-A)$$

siendo $i = 2, 3, \dots, 40$.

El *coste medio de un siniestro* de la distribución del coste de un siniestro *sin franquicia* es de 84.216 pesetas, siendo *con franquicia* de 45.113 pesetas, reducción que ha conducido al anterior descuento técnico.

A efectos de medir la influencia en la estructura del riesgo cubierto por el asegurador de la introducción de la franquicia absoluta *A* no sólo a través del valor medio, sino también de la disminución de la *dispersión*, calculemos la *desviación típica* de la distribución del coste de un siniestro *antes* y *después* de la introducción de la franquicia absoluta *A*.

La *desviación típica* de la distribución del coste de un siniestro *sin franquicia* es de **158.611 pesetas** (lo que da lugar a un *coeficiente de variación* del 188,34%), siendo *con franquicia de 50.000 pesetas*, de **154.817 pesetas**, reducción escasa (2,39%) debido a la reducida influencia de la franquicia en los grandes siniestros.

En el caso de *limitar la garantía* para cada siniestro a **50.000 pesetas** (*primer riesgo*), tendríamos:

INTERVALOS DE COSTE	COSTE MEDIO	FRECUENCIA ABSOLUTA	COSTE TOTAL	C.M. LÍMITE 50.000	C.T. LÍMITE 50.000
Menos de 5.000	3.420	4.114	14.070.350	3.420	14.070.350
5.001 - 10.000	7.829	10.116	79.198.669	7.829	79.198.669
10.001 - 15.000	12.595	15.796	198.950.593	12.595	198.950.593
15.001 - 20.000	17.503	15.611	273.237.242	17.503	273.237.242
20.001 - 25.000	22.532	15.749	354.854.651	22.532	354.854.651
25.001 - 30.000	27.577	16.514	455.409.066	27.577	455.409.066
30.001 - 35.000	32.530	16.891	549.464.516	32.530	549.464.516
35.001 - 40.000	37.501	16.540	620.264.827	37.501	620.264.827
40.001 - 45.000	42.477	14.817	629.379.139	42.477	629.379.139
45.001 - 50.000	47.836	15.824	756.951.899	47.836	756.951.899
50.001 - 65.000	57.511	35.342	2.032.553.837	50.000	1.767.100.066
65.001 - 80.000	73.004	29.496	2.153.335.532	50.000	1.474.806.539
80.001 - 95.000	86.908	15.447	1.342.465.932	50.000	772.348.882
95.001 - 120.000	105.503	29.457	3.107.791.184	50.000	1.472.844.935
120.001 - 145.000	131.445	9.553	1.255.676.495	50.000	477.643.309
145.001 - 170.000	156.548	6.437	1.007.694.341	50.000	321.848.360
170.001 - 200.000	184.365	5.069	934.560.076	50.000	253.453.767
200.001 - 250.000	222.845	4.976	1.108.894.722	50.000	248.804.039
250.001 - 300.000	273.772	2.898	793.375.644	50.000	144.897.149
300.001 - 350.000	323.500	1.876	606.845.446	50.000	93.793.732
350.001 - 400.000	375.027	1.417	531.414.987	50.000	70.850.230
400.001 - 450.000	425.010	973	413.515.853	50.000	48.647.779
450.001 - 500.000	476.258	818	389.608.343	50.000	40.903.076
500.001 - 600.000	548.943	1.220	669.695.300	50.000	60.998.619
600.001 - 700.000	650.104	738	479.870.575	50.000	36.907.216
700.001 - 800.000	749.889	611	458.075.707	50.000	30.542.901
800.001 - 900.000	851.063	407	346.503.329	50.000	20.357.090
900.001 - 1.000.000	954.198	313	298.649.485	50.000	15.649.241
1.000.001 - 1.200.000	1.097.989	467	512.768.610	50.000	23.350.353
1.200.001 - 1.400.000	1.301.022	337	438.581.386	50.000	16.855.264

INTERVALOS DE COSTE	COSTE MEDIO	FRECUENCIA ABSOLUTA	COSTE TOTAL	C.M. LÍMITE 50.000	C.T. LÍMITE 50.000
1.400.001 - 1.600.000	1.495.463	229	342.459.687	50.000	11.449.955
1.600.001 - 1.800.000	1.699.401	143	242.978.887	50.000	7.148.957
1.800.001 - 2.000.000	1.925.553	107	205.925.847	50.000	5.347.187
2.000.001 - 2.200.000	2.087.044	75	156.480.014	50.000	3.748.843
2.200.001 - 2.500.000	2.358.041	79	186.392.237	50.000	3.952.269
2.500.001 - 3.000.000	2.753.731	72	198.463.552	50.000	3.603.539
3.000.001 - 3.500.000	3.227.466	37	119.116.785	50.000	1.845.361
3.500.001 - 4.000.000	3.709.932	10	36.656.621	50.000	494.034
Más de 4.000.000	5.320.783	32	171.635.094	50.000	1.612.874
Total		290.608	24.473.766.460		11.363.586.517
DESCUENTO TÉCNICO		53,57%			

La magnitud **C.M. LÍMITE 50.000** (*Coste Medio del Intervalo con LÍMITE 50.000*) representa al valor medio del intervalo a cargo del asegurador *después* de aplicar la limitación de garantía. Por tanto, será el *Coste Medio del Intervalo* si *Coste Medio del Intervalo* < 50.000, o bien 50.000, si el *Coste Medio del Intervalo* es superior a 50.000. En consecuencia, **C.T. LÍMITE 50.000** (*Coste Total del Intervalo con LÍMITE 50.000*) sería *Coste Medio del Intervalo x Frecuencia del Intervalo* en el primer caso y *50.000 x Frecuencia del Intervalo* en el segundo. El *descuento técnico* teórico será el ratio: $1 - \frac{\sum C.T. LÍMITE 50.000}{\sum C.T.}$

Si en una *hoja de cálculo* el *Coste Medio del Intervalo* estuviera situado en la *columna B* (entre las *filas 2 y 40*, por ejemplo) la fórmula de cálculo del *Coste Medio del Intervalo con LÍMITE L* sería:

$$=SI(Bi<L; Bi ; L)$$

siendo $i = 2, 3, \dots, 40$.

Como es evidente, e indicamos en su momento, se trata de un tipo de franquicia complementario de la franquicia absoluta, por lo que si δ_1 representara el descuento técnico teórico correspondiente a la franquicia absoluta (46,43% en el ejemplo anterior) y δ_2 representara

el descuento técnico teórico correspondiente a la franquicia de límite máximo (53,57% en el ejemplo), se verificará obligatoriamente que $\delta_1 + \delta_2 = 1$

El *coste medio de un siniestro* de la distribución del coste de un siniestro *sin limitación de garantía* es de **84.216 pesetas**, siendo *con limitación de garantía* de **39.103 pesetas**, reducción que ha conducido al anterior descuento técnico.

La *desviación típica* de la distribución del coste de un siniestro *sin limitación de garantía* es de **158.611 pesetas** (lo que da lugar a un *coeficiente de variación* del 188,34%), siendo *con limitación de 50.000 pesetas por siniestro* de **14.349 pesetas**, reducción muy elevada (90,95%) debido al truncamiento radical que la limitación de garantía ha supuesto para los grandes siniestros.

Supongamos ahora que introducimos una *franquicia compuesta*: a) *Absoluta* de **50.000 pesetas**; b) complementada para el exceso con una *proporcional* del 25%; c) con un *límite máximo* de participación del asegurado de **200.000 pesetas**. El cuadro de cálculos que nos permite obtener el *descuento técnico* teórico será el siguiente:

INTERVALOS DE COSTE	COSTE MEDIO	FRECUENCIA ABSOLUTA	COSTE TOTAL	C.M. FRANQ. MIXTA I	C.T. FRANQ. MIXTA I
Menos de 5.000	3.420	4.114	14.070.350	0	0
5.001 - 10.000	7.829	10.116	79.198.669	0	0
10.001 - 15.000	12.595	15.796	198.950.593	0	0
15.001 - 20.000	17.503	15.611	273.237.242	0	0
20.001 - 25.000	22.532	15.749	354.854.651	0	0
25.001 - 30.000	27.577	16.514	455.409.066	0	0
30.001 - 35.000	32.530	16.891	549.464.516	0	0
35.001 - 40.000	37.501	16.540	620.264.827	0	0
40.001 - 45.000	42.477	14.817	629.379.139	0	0
45.001 - 50.000	47.836	15.824	756.951.899	0	0
50.001 - 65.000	57.511	35.342	2.032.553.837	5.633	199.090.329
65.001 - 80.000	73.004	29.496	2.153.335.532	17.253	508.896.744
80.001 - 95.000	86.908	15.447	1.342.465.932	27.681	427.587.788
95.001 - 120.000	105.503	29.457	3.107.791.184	41.627	1.226.209.687
120.001 - 145.000	131.445	9.553	1.255.676.495	61.084	583.524.889
145.001 - 170.000	156.548	6.437	1.007.694.341	79.911	514.384.486
170.001 - 200.000	184.365	5.069	934.560.076	100.774	510.829.731

200.001 - 250.000	222.845	4.976	1.108.894.722	129.634	645.068.012
250.001 - 300.000	273.772	2.898	793.375.644	167.829	486.358.872
300.001 - 350.000	323.500	1.876	606.845.446	205.125	384.788.786
350.001 - 400.000	375.027	1.417	531.414.987	243.770	345.423.568
400.001 - 450.000	425.010	973	413.515.853	281.258	273.651.055
450.001 - 500.000	476.258	818	389.608.343	319.694	261.528.951
500.001 - 600.000	548.943	1.220	669.695.300	374.207	456.522.511
600.001 - 700.000	650.104	738	479.870.575	450.104	332.241.711
700.001 - 800.000	749.889	611	458.075.707	549.889	335.904.104
800.001 - 900.000	851.063	407	346.503.329	651.063	265.074.967
900.001 - 1.000.000	954.198	313	298.649.485	754.198	236.052.522
1.000.001 - 1.200.000	1.097.989	467	512.768.610	897.989	419.367.199
1.200.001 - 1.400.000	1.301.022	337	438.581.386	1.101.022	371.160.330
1.400.001 - 1.600.000	1.495.463	229	342.459.687	1.295.463	296.659.866
1.600.001 - 1.800.000	1.699.401	143	242.978.887	1.499.401	214.383.059
1.800.001 - 2.000.000	1.925.553	107	205.925.847	1.725.553	184.537.098
2.000.001 - 2.200.000	2.087.044	75	156.480.014	1.887.044	141.484.641
2.200.001 - 2.500.000	2.358.041	79	186.392.237	2.158.041	170.583.162
2.500.001 - 3.000.000	2.753.731	72	198.463.552	2.553.731	184.049.395
3.000.001 - 3.500.000	3.227.466	37	119.116.785	3.027.466	111.735.342
3.500.001 - 4.000.000	3.709.932	10	36.656.621	3.509.932	34.680.487
Más de 4.000.000	5.320.783	32	171.635.094	5.120.783	165.183.596
Total		290.608	24.473.766.460		10.286.962.888
DESCUENTO TÉCNICO		57,97%			

La magnitud **C.M. FRANQ. MIXTA 1** (*Coste Medio del Intervalo con FRANQUICIA MIXTA 1*) representa al valor medio del intervalo a cargo del asegurador *después* de aplicar la franquicia. Por tanto, será 0 si *Coste Medio del Intervalo* < 50.000, $0,75 \cdot (X - 50.000)$ si *Coste Medio del Intervalo* es superior a 50.000 pero inferior al siniestro abscisa del *punto de intersección* de las rectas $50.000 + 0,25 \cdot (X - 50.000)$ y 200.000, o bien *Coste Medio del Intervalo* - 200.000, si el mismo es superior a dicha abscisa. Por lo tanto, lo primero que hay que hacer es calcularla, ascendiendo a:

$$[200.000 - 0,75 \cdot 50.000] / 0,25 = 650.000$$

En consecuencia, *C.T. FRANQ. MIXTA 1 (Coste Total del Intervalo con FRANQUICIA MIXTA 1)* sería 0 en el primer caso, $0,75 \cdot (X - 50.000) \times \text{Frecuencia del Intervalo}$ en el segundo y $(\text{Coste Medio del Intervalo} - 200.000) \times \text{Frecuencia del Intervalo}$ en el tercero. El *descuento técnico* teórico será el ratio: $1 - \Sigma C.T. FRANQ. MIXTA 1 / \Sigma C.T.$

Si en una *hoja de cálculo* el *Coste Medio del Intervalo* estuviera situado en la *columna B* (entre las *filas 2 y 40*, por ejemplo) la fórmula de cálculo del *Coste Medio del Intervalo con FRANQUICIA MIXTA 1 (A; 9; L)* sería:

$$=SI(Bi < A ; 0 ; SI(Bi < [L - (1 - 9) * A] / 9 ; (1 - 9) * (Bi - A) ; Bi - L))$$

siendo $i = 2, 3, \dots, 40$.

El *coste medio de un siniestro* de la distribución del coste de un siniestro *sin franquicia* es de **84.216 pesetas**, siendo *con franquicia* de **35.398 pesetas**, reducción que ha conducido al anterior descuento técnico.

La *desviación típica* de la distribución del coste de un siniestro *sin franquicia* es de **158.611 pesetas** (lo que da lugar a un *coeficiente de variación* del 188,34%), siendo *con franquicia* de **136.339 pesetas**, reducción superior (14,04%) a la de la mera franquicia absoluta, que no supone sin embargo una radical mejora de la dimensión del riesgo para el asegurador.

Por último, supongamos que el asegurado considera insuficiente el descuento técnico obtenido con la franquicia mixta 1 y decide contratar con introducimos una *franquicia compuesta 2* consistente en: a) *Absoluta* de **50.000 pesetas**; b) complementada para el exceso con una *proporcional* del 25% durante un tramo de siniestralidad; c) complementada para el exceso sobre la anterior con una *proporcional* del 50%; d) con un *límite máximo* de participación del asegurado de **200.000 pesetas**. El cuadro de cálculos que nos permite obtener el *descuento técnico* teórico será el siguiente:

INTERVALOS DE COSTE	COSTE MEDIO	FRECUENCIA ABSOLUTA	COSTE TOTAL	C.M. FRANQ. MIXTA 2	C.T. FRANQ. MIXTA 2
Menos de 5.000	3.420	4.114	14.070.350	0	0
5.001 - 10.000	7.829	10.116	79.198.669	0	0
10.001 - 15.000	12.595	15.796	198.950.593	0	0
15.001 - 20.000	17.503	15.611	273.237.242	0	0
20.001 - 25.000	22.532	15.749	354.854.651	0	0
25.001 - 30.000	27.577	16.514	455.409.066	0	0
30.001 - 35.000	32.530	16.891	549.464.516	0	0
35.001 - 40.000	37.501	16.540	620.264.827	0	0
40.001 - 45.000	42.477	14.817	629.379.139	0	0
45.001 - 50.000	47.836	15.824	756.951.899	0	0
50.001 - 65.000	57.511	35.342	2.032.553.837	5.633	199.090.329
65.001 - 80.000	73.004	29.496	2.153.335.532	17.253	508.896.744
80.001 - 95.000	86.908	15.447	1.342.465.932	27.681	427.587.788
95.001 - 120.000	105.503	29.457	3.107.791.184	41.627	1.226.209.687
120.001 - 145.000	131.445	9.553	1.255.676.495	61.084	583.524.889
145.001 - 170.000	156.548	6.437	1.007.694.341	79.911	514.384.486
170.001 - 200.000	184.365	5.069	934.560.076	516	2.614.798
200.001 - 250.000	222.845	4.976	1.108.894.722	19.756	98.306.623
250.001 - 300.000	273.772	2.898	793.375.644	45.219	131.043.049
300.001 - 350.000	323.500	1.876	606.845.446	123.500	231.670.518
350.001 - 400.000	375.027	1.417	531.414.987	175.027	248.014.066
400.001 - 450.000	425.010	973	413.515.853	225.010	218.924.736
450.001 - 500.000	476.258	818	389.608.343	276.258	225.996.039
500.001 - 600.000	548.943	1.220	669.695.300	348.943	425.700.824
600.001 - 700.000	650.104	738	479.870.575	450.104	332.241.711
700.001 - 800.000	749.889	611	458.075.707	549.889	335.904.104
800.001 - 900.000	851.063	407	346.503.329	651.063	265.074.967
900.001 - 1.000.000	954.198	313	298.649.485	754.198	236.052.522
1.000.001 - 1.200.000	1.097.989	467	512.768.610	897.989	419.367.199
1.200.001 - 1.400.000	1.301.022	337	438.581.386	1.101.022	371.160.330
1.400.001 - 1.600.000	1.495.463	229	342.459.687	1.295.463	296.659.866
1.600.001 - 1.800.000	1.699.401	143	242.978.887	1.499.401	214.383.059
1.800.001 - 2.000.000	1.925.553	107	205.925.847	1.725.553	184.537.098
2.000.001 - 2.200.000	2.087.044	75	156.480.014	1.887.044	141.484.641
2.200.001 - 2.500.000	2.358.041	79	186.392.237	2.158.041	170.583.162
2.500.001 - 3.000.000	2.753.731	72	198.463.552	2.553.731	184.049.395
3.000.001 - 3.500.000	3.227.466	37	119.116.785	3.027.466	111.735.342
3.500.001 - 4.000.000	3.709.932	10	36.656.621	3.509.932	34.680.487
Más de 4.000.000	5.320.783	32	171.635.094	5.120.783	165.183.596
Total		290.608	24.473.766.460		8.505.062.056
DESCUENTO TÉCNICO		65,25%			

La magnitud **C.M. FRANQ. MIXTA 2** (**Coste Medio del Intervalo con FRANQUICIA MIXTA 2**) representa al valor medio del intervalo a cargo del asegurador *después* de aplicar la franquicia. Por tanto, será 0 si **Coste Medio del Intervalo** < 50.000 ; $0,75 \cdot (X - 50.000)$ si **Coste Medio del Intervalo** es superior a 50.000 pero inferior al siniestro **B** abscisa del *punto de intersección* de las rectas $50.000 + 0,25 \cdot (X - 50.000)$ y $B + 0,5 \cdot (X - B)$; $0,5 \cdot (X - B)$ si **Coste Medio del Intervalo** es superior a $B + 0,5 \cdot (X - B)$ pero inferior a 200.000 ; o bien **Coste Medio del Intervalo** - 200.000, si el mismo es superior a dicha abscisa **C**. Por lo tanto, lo primero que hay que hacer es calcular **B** y **C**, ascendiendo a:

$$[200.000 - (1 - 0,25 \cdot 0,5 - 2 \cdot 0,5) \cdot 50.000] / (0,25 \cdot 0,5 + 2 \cdot 0,5) = 183.333$$

$$2 \cdot 183.333 - 50.000 = 316.667$$

En consecuencia, **C.T. FRANQ. MIXTA 2** (**Coste Total del Intervalo con FRANQUICIA MIXTA 2**) sería 0 en el primer caso ; $0,75 \cdot (X - 50.000) \times$ *Frecuencia del Intervalo* en el segundo ; $0,5 \cdot (X - 183.333) \times$ *Frecuencia del Intervalo* en el tercero ; y $(\text{Coste Medio del Intervalo} - 200.000) \times$ *Frecuencia del Intervalo* en el cuarto. El *descuento técnico* teórico será el ratio: $1 - \Sigma \text{C.T. FRANQ. MIXTA 2} / \Sigma \text{C.T.}$

Si en una *hoja de cálculo* el **Coste Medio del Intervalo** estuviera situado en la *columna B* (entre las *filas 2 y 40*, por ejemplo) la fórmula de cálculo del **Coste Medio del Intervalo con FRANQUICIA MIXTA 2** ($A; \vartheta_1; \vartheta_2; L$) sería:

$$=SI(Bi < A; 0; SI(Bi < B; (1 - \vartheta_1) \cdot (Bi - A); SI(Bi < C; (1 - \vartheta_2) \cdot (Bi - B); Bi - L)))$$

siendo $i = 2, 3, \dots, 40$.

El *coste medio de un siniestro* de la distribución del coste de un siniestro *sin franquicia* es de 84.216 pesetas, siendo *con franquicia* de 29.266 pesetas, reducción que ha conducido al anterior descuento técnico.

La *desviación típica* de la distribución del coste de un siniestro *sin franquicia* es de **158.611 pesetas** (lo que da lugar a un *coeficiente de variación* del 188,34%), siendo *con franquicia* de **133.071 pesetas**, reducción superior (**16,10%**) a la del caso anterior.

En estos modelos estadísticos o frecuentistas, la existencia de una elevada segmentación del intervalo total de coste (39 intervalos en el ejemplo propuesto) nos permite garantizar que la simulación realizada tiene un adecuado fundamento técnico (la representatividad del coste medio de cada intervalo de coste es mayor conforme el rango del mismo es menor). Sin embargo, las diferencias respecto al caso en que el histograma sea menos rico no suelen ser apreciables. Por ejemplo, si hubiéramos agrupado los siniestros en 10 intervalos, habríamos obtenido la siguiente estadística basada en la inicial de UNESPA (al ser la media aritmética de cada intervalo una forma lineal):

Distribución del Coste de un Siniestro del Seguro de Daños Propios del Automóvil (Categoría de Turismos en España - Año 1.995)		
INTERVALOS DE COSTE	COSTE MEDIO	FRECUENCIA (%)
Menos de 50.000	27.694	48,8534
50.001 - 120.000	78.695	37,7629
120.001 - 200.000	151.856	7,2465
200.001 - 300.000	241.588	2,7095
300.001 - 500.000	381.869	1,7494
500.001 - 1.000.000	684.927	1,1318
1.000.001 - 2.000.000	1.358.276	0,4415
2.000.001 - 3.000.000	2.394.306	0,0778
3.000.001 - 4.000.000	3.329.353	0,0161
Más de 4.000.000	5.320.783	0,0111
Total		100,0000
Nº total siniestros		290.608
Coste Medio del Siniestro		84.216

Con este histograma, el cuadro de cálculos correspondiente a una franquicia absoluta de 50.000 pesetas exclusivamente nos conduciría al siguiente *descuento técnico* teórico:

INTERVALOS DE COSTE	COSTE MEDIO	FRECUENCIA ABSOLUTA	COSTE TOTAL	C.M. FRANQ. 50.000	C.T. FRANQ. 50.000
Menos de 50.000	27.694	141.972	3.931.780.951	0	0
50.001 - 120.000	78.695	109.742	8.636.146.485	28.695	3.149.046.064
120.001 - 200.000	151.856	21.059	3.197.930.912	101.856	2.144.985.476
200.001 - 300.000	241.588	7.874	1.902.270.367	191.588	1.508.569.179
300.001 - 500.000	381.869	5.084	1.941.384.629	331.869	1.687.189.812
500.001 - 1.000.000	684.927	3.289	2.252.794.396	634.927	2.088.339.329
1.000.001 - 2.000.000	1.358.276	1.283	1.742.714.417	1.308.276	1.678.562.701
2.000.001 - 3.000.000	2.394.306	226	541.335.804	2.344.306	530.031.153
3.000.001 - 4.000.000	3.329.353	47	155.773.406	3.279.353	153.434.012
Más de 4.000.000	5.320.783	32	171.635.094	5.270.783	170.022.219
Total		290.608	24.473.766.460		13.110.179.943
DESCUENTO TÉCNICO		46,43%			

Descuento técnico que coincide con el obtenido con el histograma completo, como igualmente ocurriría con el complementario límite máximo de garantía del asegurado:

INTERVALOS DE COSTE	COSTE MEDIO	FRECUENCIA ABSOLUTA	COSTE TOTAL	C.M. LÍMITE 50.000	C.T. LÍMITE 50.000
Menos de 50.000	27.694	141.972	3.931.780.951	27.694	3.931.780.951
50.001 - 120.000	78.695	109.742	8.636.146.485	50.000	5.487.100.422
120.001 - 200.000	151.856	21.059	3.197.930.912	50.000	1.052.945.436
200.001 - 300.000	241.588	7.874	1.902.270.367	50.000	393.701.188
300.001 - 500.000	381.869	5.084	1.941.384.629	50.000	254.194.818
500.001 - 1.000.000	684.927	3.289	2.252.794.396	50.000	164.455.067
1.000.001 - 2.000.000	1.358.276	1.283	1.742.714.417	50.000	64.151.716
2.000.001 - 3.000.000	2.394.306	226	541.335.804	50.000	11.304.651
3.000.001 - 4.000.000	3.329.353	47	155.773.406	50.000	2.339.394
Más de 4.000.000	5.320.783	32	171.635.094	50.000	1.612.874
Total		290.608	24.473.766.460		11.363.586.517
DESCUENTO TÉCNICO		53,57%			

En el caso de una *franquicia compuesta*: a) *Absoluta* de 50.000 pesetas; b) complementada para el exceso con una *proporcional* del 25%; c) con un *límite máximo* de participación del asegurado de 200.000 pesetas, el cuadro de cálculos que nos permite obtener el *descuento técnico* teórico será el siguiente:

INTERVALOS DE COSTE	COSTE MEDIO	FRECUENCIA ABSOLUTA	COSTE TOTAL	C.M. FRANQ. 1	C.T. FRANQ. 1
Menos de 50.000	27.694	141.972	3.931.780.951	0	0
50.001 - 120.000	78.695	109.742	8.636.146.485	21.521	2.361.784.548
120.001 - 200.000	151.856	21.059	3.197.930.912	76.392	1.608.739.107
200.001 - 300.000	241.588	7.874	1.902.270.367	143.691	1.131.426.884
300.001 - 500.000	381.869	5.084	1.941.384.629	248.902	1.265.392.359
500.001 - 1.000.000	684.927	3.289	2.252.794.396	484.927	1.594.974.127
1.000.001 - 2.000.000	1.358.276	1.283	1.742.714.417	1.158.276	1.486.107.553
2.000.001 - 3.000.000	2.394.306	226	541.335.804	2.194.306	496.117.199
3.000.001 - 4.000.000	3.329.353	47	155.773.406	3.129.353	146.415.828
Más de 4.000.000	5.320.783	32	171.635.094	5.120.783	165.183.596
Total		290.608	24.473.766.460		10.256.141.201
DESCUENTO TÉCNICO		58,09%			

El *descuento técnico* que se obtuvo con el histograma completo era del 57,97%, que evidencia una diferencia muy reducida en las estimaciones.

En cambio, en el caso de la *franquicia compuesta 2*: a) *Absoluta* de 50.000 pesetas; b) complementada para el exceso con una *proporcional* del 25% durante un tramo de siniestralidad; c) complementada para el exceso sobre la anterior con una *proporcional* del 50%; d) con un *límite máximo* de participación del asegurado de 200.000 pesetas, la diferencia resulta ser mayor. En efecto, el cuadro de cálculos que nos permite obtener el *descuento técnico* teórico será el siguiente en el caso del histograma agregado:

INTERVALOS DE COSTE	COSTE MEDIO	FRECUENCIA ABSOLUTA	COSTE TOTAL	C.M. FRANQ. 2	C.T. FRANQ. 2
Menos de 50.000	27.694	141.972	3.931.780.951	0	0
50.001 - 120.000	78.695	109.742	8.636.146.485	21.521	2.361.784.548
120.001 - 200.000	151.856	21.059	3.197.930.912	76.392	1.608.739.107
200.001 - 300.000	241.588	7.874	1.902.270.367	29.127	229.349.672
300.001 - 500.000	381.869	5.084	1.941.384.629	181.869	924.605.359
500.001 - 1.000.000	684.927	3.289	2.252.794.396	484.927	1.594.974.127
1.000.001 - 2.000.000	1.358.276	1.283	1.742.714.417	1.158.276	1.486.107.553
2.000.001 - 3.000.000	2.394.306	226	541.335.804	2.194.306	496.117.199
3.000.001 - 4.000.000	3.329.353	47	155.773.406	3.129.353	146.415.828
Más de 4.000.000	5.320.783	32	171.635.094	5.120.783	165.183.596
Total		290.608	24.473.766.460		9.013.276.989
DESCUENTO TÉCNICO		63,17%			

El *descuento técnico* que se obtuvo con el histograma completo era del **65,25%**, dando lugar a una diferencia no desdeñable (de **2,08** puntos porcentuales, que viene a representar una desviación del **3,18%**). De todas formas, en este caso, el histograma reducido resulta aportar una estimación de descuento *más prudente* que el completo.

Todos los anteriores cálculos de métodos estadísticos son susceptibles de ser *programados* en Visual Basic para Excel de la siguiente forma:

En primer lugar establecemos la *rutina* que completará el cuadro con los resultados de los cálculos de los *costes medio* y *total con franquicia*. Llamaremos a esta subrutina *FrEstadSub()*.

La subrutina *FrEstadSub()* asume que la tabla de frecuencias original se encuentra en las columnas "A" a "F" de la hoja de cálculo "*FrEstad*". La tabla puede tener un encabezado y los datos numéricos se encuentran en la fila 4 y sucesivas. La tabla debe tener la fila 3 en blanco y acabar con una fila en blanco antes de incluir los totales. Estas dos filas vacías tienen por función delimitar claramente el área de trabajo para la rutina. Los costes medios deben estar en la columna "C" y las frecuencias absolutas en la columna "E".

La subrutina realiza los cálculos de forma genérica y para ello usa la función "*FrEstadCalc(x)*" que determina el coste del siniestro en función de la cuantía total x . Esta función es específica del sistema de cálculo con franquicia y debe ser determinada y diseñada en cada caso.

Una vez calculado el coste del siniestro usando la función anterior, la subrutina "*FrEstadSub()*" finaliza los cálculos genéricos, coste multiplicado por frecuencia, y completa el cuadro incluyendo estos resultados en las columnas "**H**" e "**I**" por si fueran necesarios para un control posterior de errores. En la hoja de cálculo hemos preparado previamente las filas de totales, de descuento técnico y de primas.

La apariencia de la hoja completa sería la siguiente:

Franquicias estadísticas

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	intervalo de coste		coste medio	frecuencia absoluta	frecuencia relativa	coste total		coste medio con franquicia	coste total con franquicia
2	desde	hasta							
3									
4		5.000	3.420	4.114	1,4157%	14.070.350		0	0
5	5.001	10.000	7.829	10.116	3,4810%	79.198.669		0	0
6	10.001	15.000	12.595	15.796	5,4355%	198.950.593		0	0
7	15.001	20.000	17.503	15.611	5,3718%	273.237.242		0	0
8	20.001	25.000	22.532	15.749	5,4193%	354.854.651		0	0
9	25.001	30.000	27.577	16.514	5,6826%	455.409.066		0	0
10	30.001	35.000	32.530	16.891	5,8123%	549.464.516		0	0
11	35.001	40.000	37.501	16.540	5,6915%	620.264.827		0	0
12	40.001	45.000	42.477	14.817	5,0966%	629.379.139		0	0
13	45.001	50.000	47.836	15.824	5,4451%	756.951.899		0	0
14	50.001	65.000	57.511	35.342	12,1614%	2.032.553.837		5.633	199.090.329
15	65.001	80.000	73.004	29.436	10,1498%	2.153.335.532		17.253	508.896.744
16	80.001	95.000	86.908	15.447	5,3154%	1.342.465.932		27.681	427.587.788
17	95.001	120.000	105.503	29.457	10,1363%	3.107.791.184		41.627	1.226.209.687
18	120.001	145.000	131.445	9.553	3,2672%	1.255.676.495		61.084	583.524.899
19	145.001	170.000	156.548	6.437	2,2150%	1.007.694.341		79.911	514.394.496
20	170.001	200.000	184.365	5.069	1,7443%	934.560.076		516	2.614.806
21	200.001	250.000	222.845	4.976	1,7123%	1.108.894.722		19.756	98.306.631
22	250.001	300.000	273.772	2.898	0,9972%	793.375.644		45.219	131.043.054
23	300.001	350.000	323.500	1.876	0,6455%	606.845.446		123.500	231.670.518
24	350.001	400.000	375.027	1.417	0,4876%	531.414.987		175.027	248.014.066
25	400.001	450.000	425.010	973	0,3348%	413.515.853		225.010	218.924.736
26	450.001	500.000	476.258	818	0,2815%	389.608.343		276.258	225.996.039
27	500.001	600.000	548.943	1.220	0,4198%	669.695.300		348.943	425.700.824
28	600.001	700.000	650.104	738	0,2540%	479.870.575		450.104	332.241.711
29	700.001	800.000	749.889	611	0,2102%	458.075.707		549.889	335.904.104
30	800.001	900.000	851.063	407	0,1401%	346.503.329		651.063	265.074.967
31	900.001	1.000.000	954.198	313	0,1077%	298.649.485		754.198	236.052.522
32	1.000.001	1.200.000	1.097.989	467	0,1607%	512.768.610		897.989	419.367.199
33	1.200.001	1.400.000	1.301.022	337	0,1160%	438.581.386		1.101.022	371.160.330
34	1.400.001	1.600.000	1.495.463	229	0,0788%	342.459.687		1.295.463	296.659.866
35	1.600.001	1.800.000	1.699.401	143	0,0492%	242.978.887		1.499.401	214.383.059
36	1.800.001	2.000.000	1.925.553	107	0,0368%	205.925.847		1.725.553	184.537.098
37	2.000.001	2.200.000	2.087.044	75	0,0258%	156.480.014		1.887.044	141.484.641
38	2.200.001	2.500.000	2.358.041	79	0,0272%	186.392.237		2.158.041	170.583.162
39	2.500.001	3.000.000	2.753.731	72	0,0248%	198.463.552		2.553.731	184.049.395
40	3.000.001	3.500.000	3.227.466	37	0,0127%	119.116.785		3.027.466	111.735.342
41	3.500.001	4.000.000	3.709.932	10	0,0034%	36.656.621		3.509.932	34.680.487
42	4.000.001		5.320.783	32	0,0111%	171.635.094		5.120.783	165.183.596
43									
44	Total			290.608		24.473.766.460			8.505.062.077
45	Descuento técnico								65,25%
46	Primas					84.215,74			29,266
47	Desviación Típica					158.610,82			

El código fuente en *Visual Basic para Aplicaciones en MS-Excel* de la subrutina viene dado a continuación:

```
Sub FrEstadSub()
' --
' definición de variables
' --
Dim Hoja As String      ' hoja de cálculo en la cual están los
datos
Dim filaIni As Long    ' fila de inicio de la tabla
Dim colCoste As String ' columna en la cual está el coste medio
Dim colFrec As String  ' columna en la cual está la frecuencia
absoluta
Dim resCoste As String ' columna donde se almacenará el coste
medio con franquicia
Dim resTotal As String ' columna donde se almacenará el coste
total con franquicia
Dim fila As Long       ' número de fila utilizado para recorrer
el cuadro
Dim coste As Double    ' variable temporal que almacena el coste
medio calculado
Dim costeFr As Double  ' variable temporal que almacena el coste
total calculado
' --
' asignación de variables
' --
Hoja = "FrEstad"      ' establecemos "FrEstad" como hoja de
trabajo
filaIni = 4           ' establecemos la primera fila del cuadro
colCoste = "C"        ' establecemos la columna del coste medio
colFrec = "D"         ' establecemos la columna de la frecuencia
absoluta
resCoste = "H"        ' establecemos la columna del coste medio
(resultado)
resTotal = "I"        ' establecemos la columna del coste total
(resultado)
' --
' bucle principal
' --
fila = filaIni        ' iniciamos el contador de fila
With Application.Worksheets(Hoja)
    .Range(resCoste & filaIni).CurrentRegion.ClearContents
    While .Range(colCoste & fila).Value > 0
        coste = FrEstadCalc(.Range(colCoste & fila).Value)
        costeFr = coste * .Range(colFrec & fila).Value
        .Range(resCoste & fila).Value = coste
        .Range(resTotal & fila).Value = costeFr
        fila = fila + 1
    Wend
End With
' --
' fin de la subrutina
' --
End Sub
```

El código fuente de la función de cálculo "*FrEstadCalc(x)*" depende del diseño de la misma.

Detallamos a continuación los *cuatro modelos de franquicia* descritos y analizados anteriormente.

1/ En el caso de la *franquicia absoluta* de *50.000 pesetas* tenemos el siguiente *código*:

```
Function FrEstadCalc(x)
  If x < 50000 Then
    FrEstadCalc = 0
  Else
    FrEstadCalc = x - 50000
  End If
End Function
```

2/ En el caso de un *límite por siniestro* de *50.000 pesetas* tenemos el siguiente *código*:

```
Function FrEstadCalc(x)
  If x < 50000 Then
    FrEstadCalc = x
  Else
    FrEstadCalc = 50000
  End If
End Function
```

3/ En el caso de una *franquicia compuesta 1, absoluta* de *50.000 pesetas*, complementada para el exceso con una *proporcional* del *25%* y con un *límite por siniestro* de *200.000 pesetas* tenemos el siguiente *código*:

```
Function FrEstadCalc(x)
  Select Case x
    Case Is < 50000
      FrEstadCalc = 0
    Case Is < 650000
      FrEstadCalc = 0.75 * (x - 50000)
    Case Else
      FrEstadCalc = x - 200000
  End Select
End Function
```

4/ En el caso de una *franquicia compuesta 2, absoluta* de *50.000 pesetas*, complementada para el exceso con una *proporcional* del *25%* complementada para el exceso sobre la anterior con una

proporcional del 50% y con un límite por siniestro de 200.000 pesetas tenemos el siguiente código:

```
Function FrEstadCalc(x)
Dim A As Double, a1 As Double, a2 As Double, L As Double
Dim B As Double, C As Double
' establecemos los valores de los parámetros
A = 50000
a1 = 0.25
a2 = 0.50
L = 200000
' calculamos B y C
B = (L - A * (a1 * (1 - a2) - 2 * a2)) / (a1 * (1 - a2) + 2 * a2)
C = 2 * B - A
' determinamos el importe del siniestro a cargo de la aseguradora
Select Case x
Case Is < A
FrEstadCalcP = 0
Case Is < B
FrEstadCalcP = (1 - a1) * (x - A)
Case Is < C
FrEstadCalcP = (1 - a2) * (x - B)
Case Else
FrEstadCalcP = x - L
End Select
End Function
```

En el caso de desear incorporar como parámetros del siniestro los parámetros de la franquicia para realizar el cálculo para cada siniestro individualmente la función FrEstadCalc() recibiría más parámetros y tomaría la siguiente forma:

```
Function FrEstadCalc(x,A,a1,a2,L)
Dim B As Double, C As Double
' calculamos B y C
B = (L - A * (a1 * (1 - a2) - 2 * a2)) / (a1 * (1 - a2) + 2 * a2)
C = 2 * B - A
' determinamos el importe del siniestro a cargo de la aseguradora
Select Case x
Case Is < A
FrEstadCalc = 0
Case Is < B
FrEstadCalc = (1 - a1) * (x - A)
Case Is < C
FrEstadCalc = (1 - a2) * (x - B)
Case Else
FrEstadCalc = x - L
End Select
End Function
```

Franquicias estadísticas

En el caso de querer trabajar en una nueva hoja "*FrEstad2*" con la tabla de frecuencias de solamente diez intervalos debemos primero preparar la hoja de cálculo en forma similar a lo especificado anteriormente. Una vez preparados los datos bastará con cambiar la hoja de referencia en la subrutina "*FrEstadSub()*" donde especificábamos

Hoja = "FrEstad"

deberemos indicar

Hoja = "FrEstad2"

siendo el resto de la subrutina idéntico. El resultado de la hoja "*FrEstad2*" viene dado a continuación:

intervalo de coste		coste medio	frecuencia absoluta	frecuencia relativa	coste total	coste medio con franquicia	coste total con franquicia
desde	hasta						
	50.000	27.694	141.972	48,8534%	3.931.769.485	0	0
50.001	120.000	78.695	109.742	37,7629%	8.636.147.354	21521,25	2361785199
120.001	200.000	151.856	21.059	7,2465%	3.197.921.643	76392	1608732155
200.001	300.000	241.588	7.874	2,7095%	1.902.269.652	29127,335	229349327,9
300.001	500.000	381.869	5.084	1,7494%	1.941.382.416	181869	924603145,6
500.001	1.000.000	684.927	3.289	1,1318%	2.252.794.316	484927	1594974047
1.000.001	2.000.000	1.358.276	1.283	0,4415%	1.742.714.724	1158276	1486107860
2.000.001	3.000.000	2.394.306	226	0,0778%	541.335.884	2194306	496117279,1
3.000.001	4.000.000	3.329.353	47	0,0161%	155.773.395	3129353	146415817,7
4.000.001		5.320.783	32	0,0111%	171.635.094	5120783	165183596,2
Total			290.608		24.473.743.962		9.013.268.428
Descuento técnico							63,17%
Primas					84.216		31.015

Debemos indicar que la subrutina ha sido preparada para admitir cambios en la configuración de los datos de la tabla de frecuencias. La fila de inicio puede ser cambiada siempre que exista al menos una fila vacía entre el encabezamiento y los datos. Las columnas de los datos "*colCoste*" y "*colFrec*" así como las de los resultados "*resCoste*" y "*resTotal*" pueden ser cambiadas a condición de dejar al menos una columna vacía entre los datos y los resultados.

Por último, podríamos trabajar directamente con *toda la base de datos de los siniestros*, si disponemos de esa información y no de la agrupada por intervalos.

En primer lugar establecemos la *rutina* que completará el cuadro con los resultados de los cálculos del *coste total con franquicia*. Llamaremos a esta subrutina "*FrEstadSubP()*".

La subrutina "*FrEstadSubP()*" asume que la tabla de siniestros original se encuentra en las columnas "A" a "G" de la hoja de cálculo "*Siniestr*". La tabla puede tener un encabezado y los datos numéricos se encuentran en la fila 3 y sucesivas. La tabla debe tener la fila 2 en blanco y acabar con una fila en blanco antes de incluir los totales. Estas dos filas vacías tienen por función delimitar claramente el área de trabajo para la rutina. El coste del siniestro debe estar en la columna A, el tipo de franquicia debe estar en la columna "B" y los parámetros de las franquicias A, a1, a2 y L en las columnas "C", "D", "E" y "F" respectivamente. El coste total con franquicia será calculado y almacenado en la columna "G".

La subrutina realiza los cálculos de forma genérica y para ello usa la función "*FrEstadCalcP(x, FR, A, a1, a2, L)*" que determina el coste del siniestro en función de la cuantía total *x*, el tipo de franquicia *FR* y los parámetros *A, a1, a2, L*. Esta función es válida para los cuatro tipos de franquicia de este artículo.

La apariencia de la hoja completa sería la siguiente:

	A	B	C	D	E	F	G
1	importe	franquicia	A	a1	a2	L	coste
2							
3	25.000,00	AB	50.000,00				
4	69.000,00	AB	50.000,00				
5	25.000,00	LS				50.000,00	
6	69.000,00	LS				50.000,00	
7	25.000,00	M1	50.000,00	25%		200.000,00	
8	500.000,00	M1	50.000,00	25%		200.000,00	
9	1.000.000,00	M1	50.000,00	25%		200.000,00	
10	25.000,00	M2	50.000,00	25%	50%	200.000,00	
11	175.000,00	M2	50.000,00	25%	50%	200.000,00	
12	220.000,00	M2	50.000,00	25%	50%	200.000,00	
13	450.000,00	M2	50.000,00	25%	50%	200.000,00	

El código fuente en *Visual Basic para Aplicaciones en MS-Excel* de la función que calcula el coste total con franquicia "*FrEstadCalcP(x, FR, A, a1, a2, L)*" viene dado a continuación:

```
Function FrEstadCalcP(x, FR, A, a1, a2, L)
Dim B As Double, C As Double
Select Case FR
Case "AB"           ' franquicia absoluta
If x < A Then
FrEstadCalcP = 0
Else
FrEstadCalcP = x - A
End If
Case "LS"           ' límite por siniestro
If x < A Then
FrEstadCalcP = x
Else
FrEstadCalcP = A
End If
Case "M1"           ' franquicia mixta 1
' calculamos B
B = (L - (1 - a1) * A) / a1
Select Case x
Case Is < A
FrEstadCalcP = 0
Case Is < B
FrEstadCalcP = (1 - a1) * (x - A)
Case Else
FrEstadCalcP = x - L
End Select
Case "M2"           ' franquicia mixta 2
' calculamos B y C
B = (L - A * (a1 * (1 - a2) - 2 * a2)) / (a1 * (1 - a2) + 2 * a2)
C = 2 * B - A
' determinamos el importe del siniestro a cargo de la aseguradora
Select Case x
Case Is < A
FrEstadCalcP = 0
Case Is < B
FrEstadCalcP = (1 - a1) * (x - A)
Case Is < C
FrEstadCalcP = (1 - a2) * (x - B)
Case Else
FrEstadCalcP = x - L
End Select
End Select
End Function
```

El código fuente en *Visual Basic para Aplicaciones en MS-Excel* de la subrutina "*FrEstadSubP()*" que lee y completa el cuadro con los cálculos efectuados por la función anterior viene dado a continuación:

```
Sub FrEstadSubP()
' --
' definición de variables
' --
Dim Hoja As String          ' hoja de cálculo en la cual están los
datos
Dim filaIni As Long        ' fila de inicio de la tabla
Dim colCoste As String     ' columna en la cual está el coste medio
Dim colFranq As String   ' columna en la cual está la frecuencia
absoluta
Dim cola As String        ' columna donde se almacenará A
Dim cola1 As String       ' columna donde se almacenará a1
Dim cola2 As String       ' columna donde se almacenará a2
Dim colL As String        ' columna donde se almacenará L
Dim colTotal As String    ' columna donde se almacenará el coste
total con franquicia
Dim fila As Long          ' número de fila utilizado para recorrer
el cuadro
Dim FR As String, A As Double, a1 As Double, a2 As Double, L As
Double, coste As Double

' --
' asignación de variables
' --
Hoja = "Siniestr"         ' establecemos "Siniestr" como hoja de
trabajo
filaIni = 3              ' establecemos la primera fila del cuadro
colCoste = "A"          ' establecemos la columna del coste del
siniestro
colFranq = "B"         ' establecemos la columna del tipo de
franquicia
cola = "C"              ' establecemos la columna de A
cola1 = "D"             ' establecemos la columna de a1
cola2 = "E"             ' establecemos la columna de a2
colL = "F"              ' establecemos la columna de L
colTotal = "G"          ' establecemos la columna de L

' --
' bucle principal
' --
fila = filaIni          ' iniciamos el contador de fila
With Application.Worksheets(Hoja)
'
' .Range(colCoste & filaIni).CurrentRegion.ClearContents
While .Range(colCoste & fila).Value > 0
coste = .Range(colCoste & fila).Value
FR = .Range(colFranq & fila).Value
A = .Range(colA & fila).Value
a1 = .Range(colal & fila).Value
a2 = .Range(colal & fila).Value
L = .Range(colL & fila).Value

coste = FrEstadCalcP(coste, FR, A, a1, a2, L)
.Range(colTotal & fila).Value = coste
fila = fila + 1
Wend
End With
End Sub
```

Los resultados de aplicar la rutina "FrEstadSubP()" vienen dados a continuación:

	A	B	C	D	E	F	G
1	importe	franquicia	A	a1	a2	L	coste
2							
3	25.000,00	AB	50.000,00				0,00
4	69.000,00	AB	50.000,00				19.000,00
5	25.000,00	LS				50.000,00	0,00
6	69.000,00	LS				50.000,00	0,00
7	25.000,00	M1	50.000,00	25%		200.000,00	0,00
8	500.000,00	M1	50.000,00	25%		200.000,00	337.500,00
9	1.000.000,00	M1	50.000,00	25%		200.000,00	800.000,00
10	25.000,00	M2	50.000,00	25%	50%	200.000,00	0,00
11	175.000,00	M2	50.000,00	25%	50%	200.000,00	93.750,00
12	220.000,00	M2	50.000,00	25%	50%	200.000,00	1.666,67
13	450.000,00	M2	50.000,00	25%	50%	200.000,00	250.000,00

BIBLIOGRAFÍA

- M. Mercè CLARAMUNT BIELSA (1.993). *Modificaciones en la Distribución del Coste del Siniestro. Franquicias*. Colección de Publicaciones del Departamento de Matemática Económica, Financiera y Actuarial. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Barcelona.
- *Encyclopedia of Actuarial Science*: Teugels-Sundt Editors. Ed Wiley, 2004. Vol. 1, Pag. 445-447.
- Robert L. BROWN (1.993). *Introduction to Ratemaking a Loss Reserving for Property and Casualty Insurance*. ACTEX Publications.
- UNESPA (1.997). *Estadísticas de Daños Propios, Incendio, Rotura de Lunas y Robo del Seguro del Automóvil*. Datos 1.995. Dirección de Estudios.
- Ángel MARÍN COBO – Mercedes SÁNCHEZ MARTÍN (1.996). *Informe Actuarial del Seguro del Automóvil Modalidades de Daños Propios, Rotura de Lunas y Robo*. Datos 1.994. Dirección de Estudios de UNESPA.

- Reed JACOBSON (1.999). *Programación con Microsoft Excel 2000 – Macros y Visual Basic para aplicaciones*. Microsoft Press – McGraw Hill.
- John WALKENBACH (1.999). *El libro de Excel 2000*. ANAYA Multimedia.
- INSTITUTO DE ACTUARIOS ESPAÑOLES. *Apuntes del curso Informática para Actuarios I*.