

Modelo No Vida

Estimamos el parámetro del fenómeno aleatorio “frecuencia de siniestros” por el Método de los Momentos, que según EIOPA no es necesaria su validación (línea 9). Su lambda estimado es 1,999105.

Para depurar la muestra severidad, eliminamos los atípicos y nos quedamos con el 99.5 % de los valores (línea 16).

Kernel Density Estimation

Creamos un Kernel Density Estimation y lo representamos gráficamente para averiguar más sobre la muestra severidad (líneas 21 – 34).

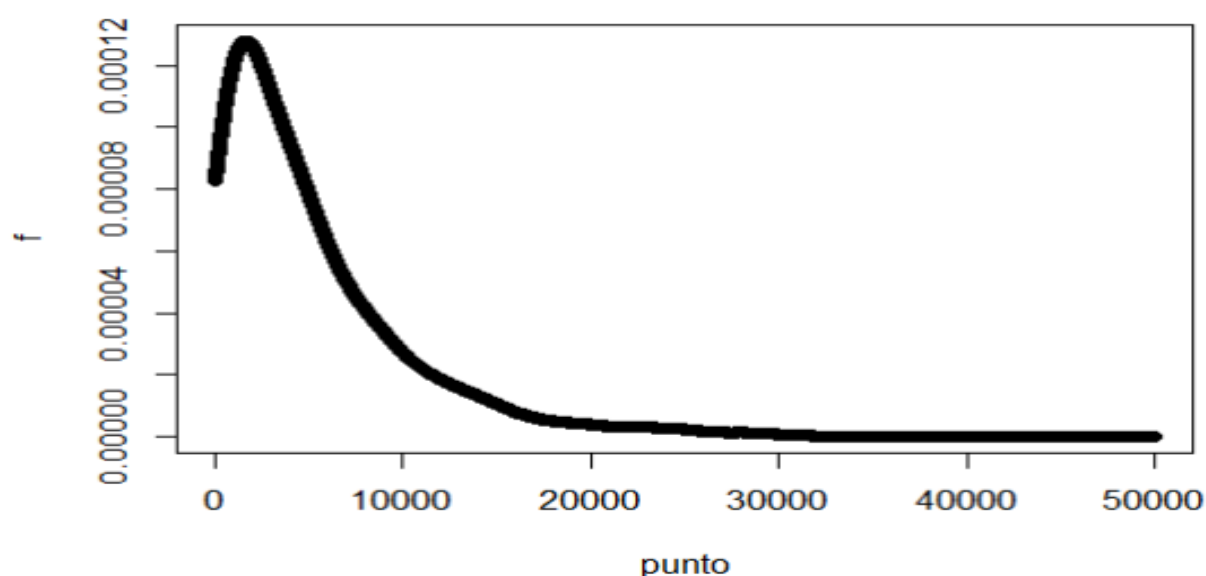


Ilustración 1: Kernel Density Estimation

Según René Doff, la cuantía de un siniestro puede seguir una distribución Normal, Log-Normal o Gamma. Por tanto, hacemos la 1ª fase de validación para averiguar que método de estimación paramétrica es la mejor para cada una de las distribuciones en términos de Sesgo, Error cuadrático Medio y Consistencia.

1ª Fase validación - Distribución Gamma

Evaluamos el Sesgo del Método de los Momentos, Método Percentil Matching y Método Maximum Likelihood (líneas 43 – 88) utilizando “Data Generating Process”.

Calculamos el “Mean Squared Error” del Método de los Momentos, Método Percentil Matching y Método Maximum Likelihood (líneas 91 – 93).

El resultado del Sesgo y el MSE es el siguiente:

	sesgo	MSE
Momentos	50.92289	6086.111
PM	-15.72990	1799.131
ML	-10.76132	1031.090

Ilustración 2: Cuadro de resultados - Distribución Gamma

En cuanto a la consistencia, la evaluamos por “Data Generating Process” comprobando que a medida que aumentemos la muestra nuestro parámetro calculado por el Método de los Momentos, Método Percentil Matching y Método Maximum Likelihood se asemeja más al parámetro previamente establecido (líneas 103 – 155).

El resultado de la consistencia es el siguiente:

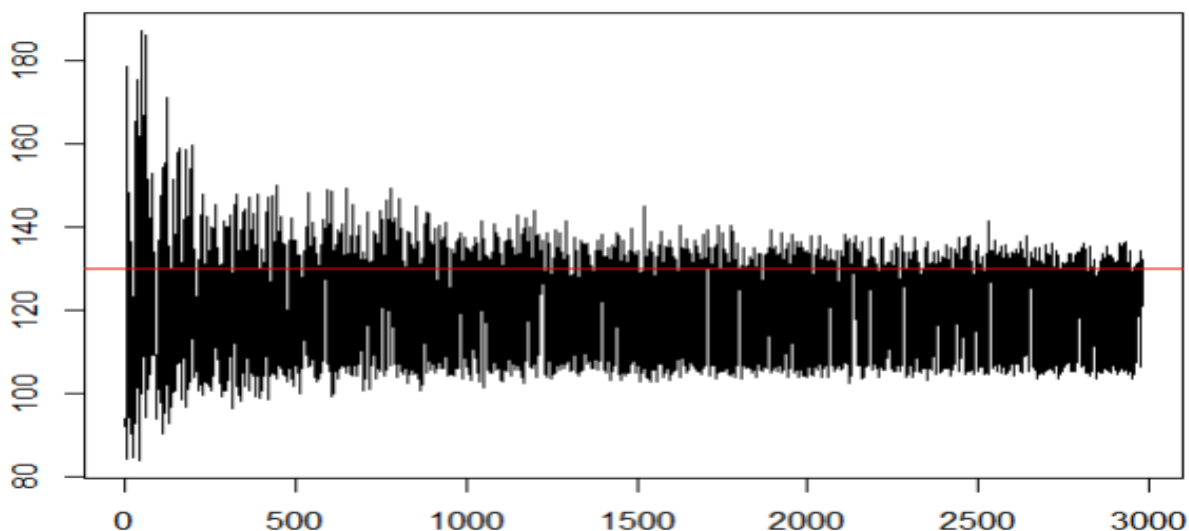


Ilustración 3: Metodo de los Momentos – Distribución Gamma

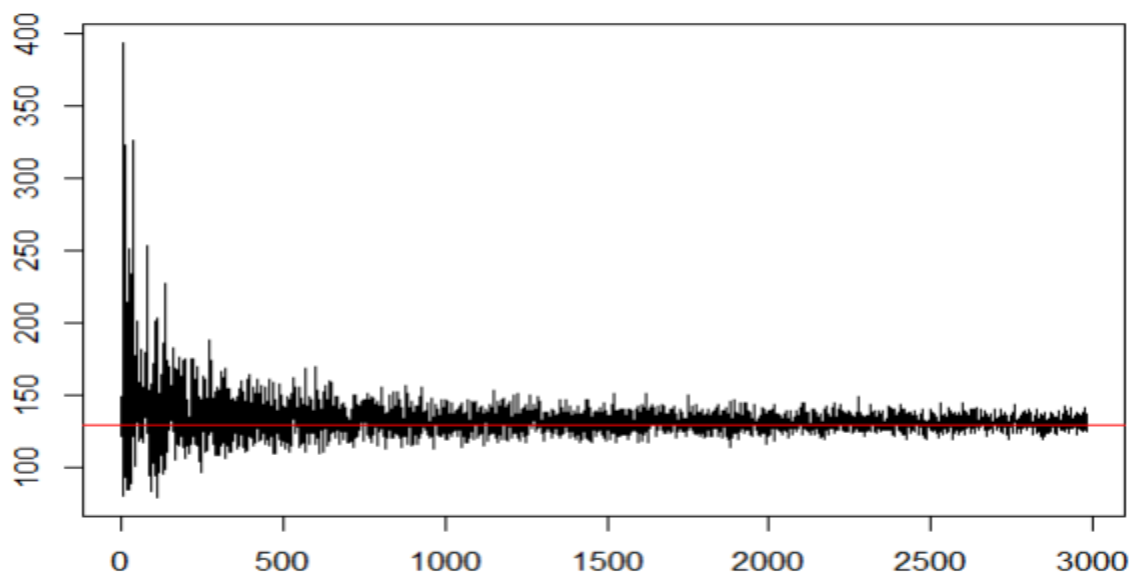


Ilustración 4: Método Percentil Matching – Distribución Gamma

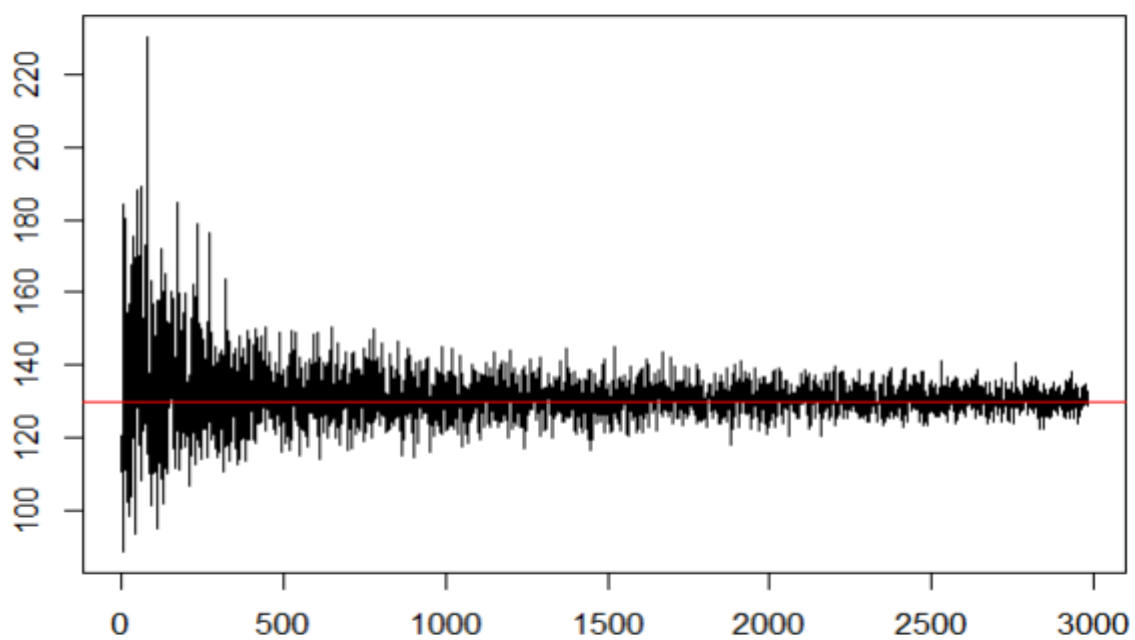


Ilustración 5: Método Maximum Likelihood – Distribución Gamma

Conclusión: A través de un examen exhaustivo del Sesgo, MSE y de la consistencia de los tres métodos, determinamos que el mejor candidato es el método Maximum Likelihood.

1ª Fase validación - Distribución Normal

Evaluamos el sesgo del Método de los Momentos, Método Percentil Matching y Método Maximum Likelihood (líneas 161 - 200) utilizando “Data Generating Process”.

Calculamos el “Mean Squared Error” del Método de los Momentos, Método Percentil Matching y Método Maximum Likelihood (líneas 203 - 205).

El resultado del Sesgo y el MSE es el siguiente:

	sesgo	MSE
Momentos	-3.158587	454.6253
PM	-2.731274	568.3020
ML	-3.158726	454.6243

Ilustración 6: Cuadro de resultados - Distribucion Normal

En cuanto a la consistencia, la evaluamos por “Data Generating Process” comprobando que a medida que aumentemos la muestra nuestro parámetro calculado por el Método de los Momentos, Método Percentil Matching y Método Maximum Likelihood se asemeja más al parámetro previamente establecido (líneas 215 – 261).

El resultado de la consistencia es el siguiente:

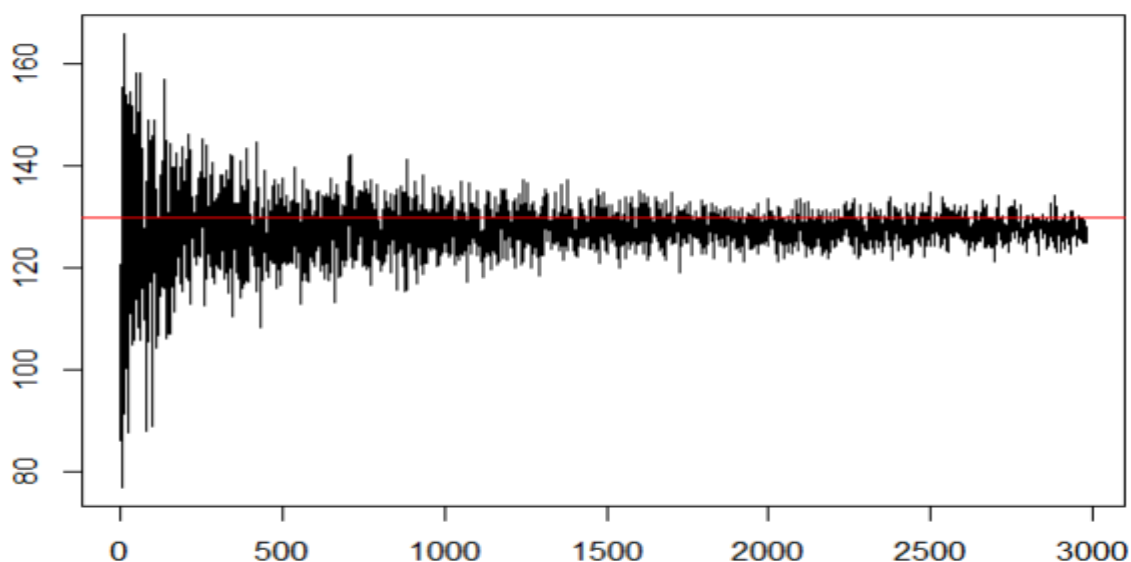


Ilustración 7: Metodo de los Momentos – Distribución Normal

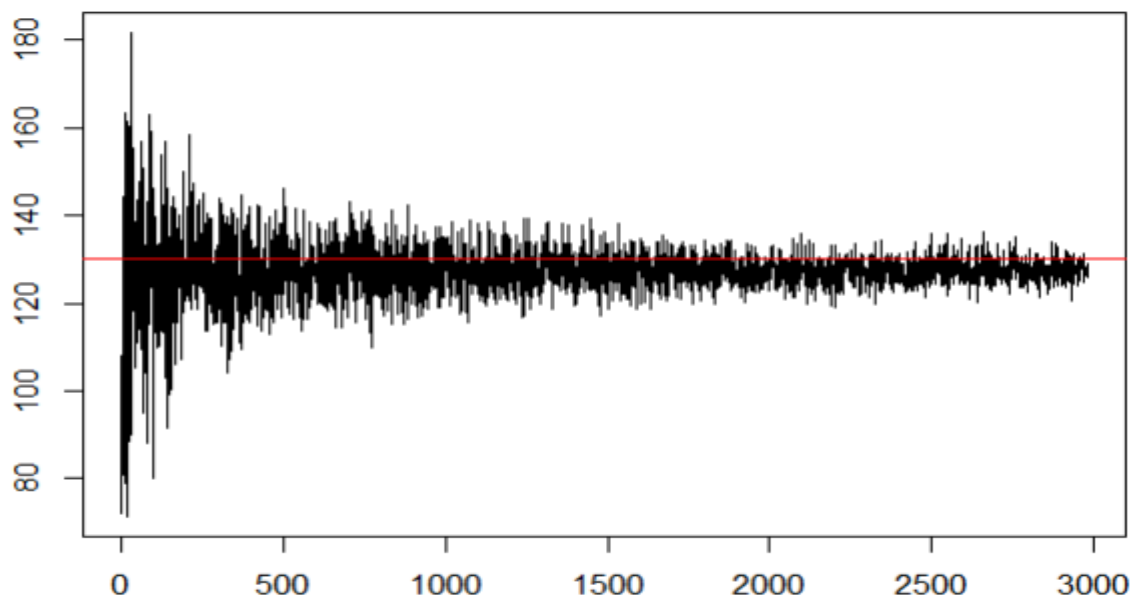


Ilustración 8: Método Percentil Matching – Distribucion Normal

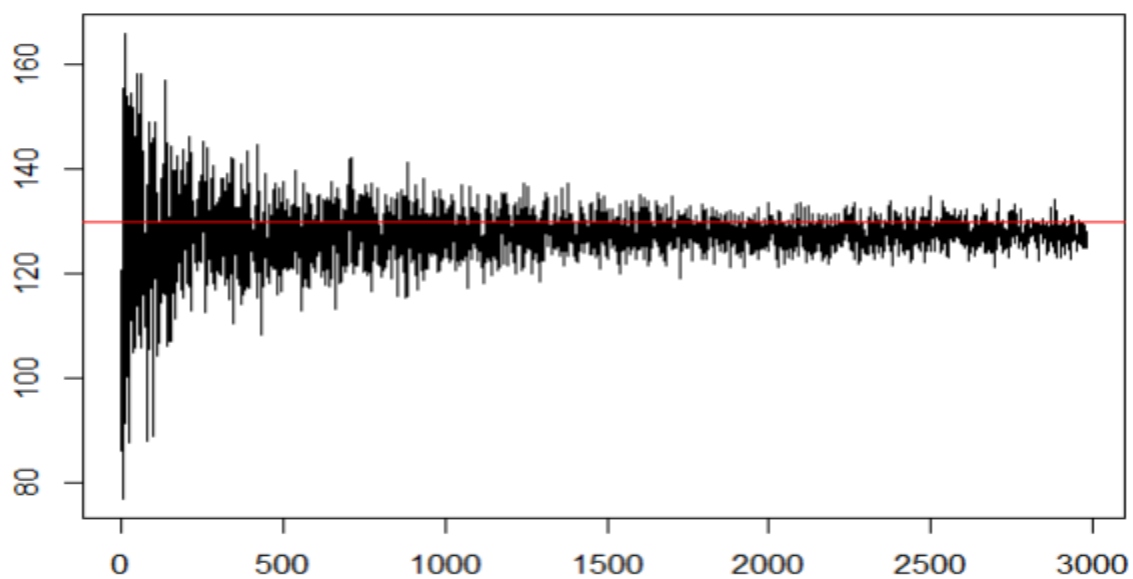


Ilustración 9: Metodo Maximum Likelihood – Distribucion Normal

Conclusión: A través de un examen exhaustivo del Sesgo, MSE y de la consistencia de los tres métodos, determinamos que el mejor candidato es el método Maximum Likelihood.

1ª Fase validación - Distribución Log – Normal

Evaluamos el Sesgo del Método de los Momentos, Método Percentil Matching y Método Maximum Likelihood (líneas 267 - 305) utilizando “Data Generating Process”

Calculamos el “Mean Squared Error” del Método de los Momentos, Método Percentil Matching y Método Maximum Likelihood (líneas 308 - 310).

El resultado del Sesgo y el MSE es el siguiente:

	sesgo	MSE
Momentos	-3.507502765	12.466719624
PM	0.008945684	0.006375469
ML	0.004050336	0.004682739

Ilustración 10: Cuadro de resultados - Distribucion Log - Normal

En cuanto a la consistencia, la evaluamos por “Data Generating Process” comprobando que a medida que aumentemos la muestra nuestros parámetros calculados por el Método de los Momentos, Método Percentil Matching y Método Maximum Likelihood se asemejan más al parámetro previamente descrito (líneas 320 – 367).

El resultado de la consistencia es el siguiente:

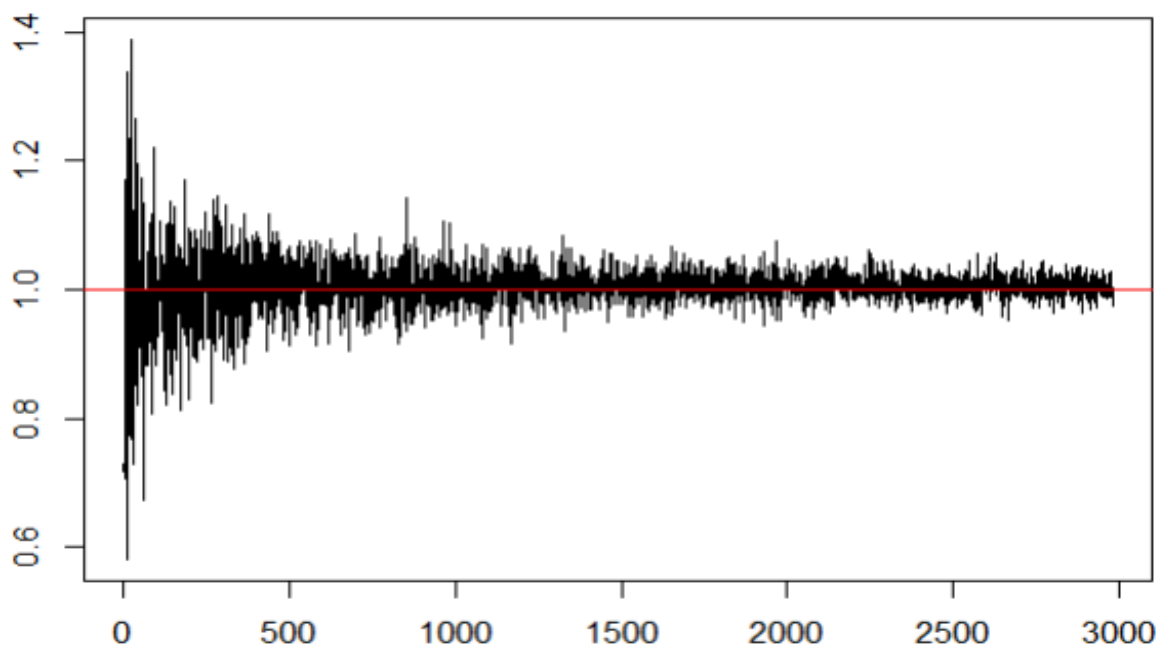


Ilustración 11: Metodo de los Momentos – Distribución Log-Normal

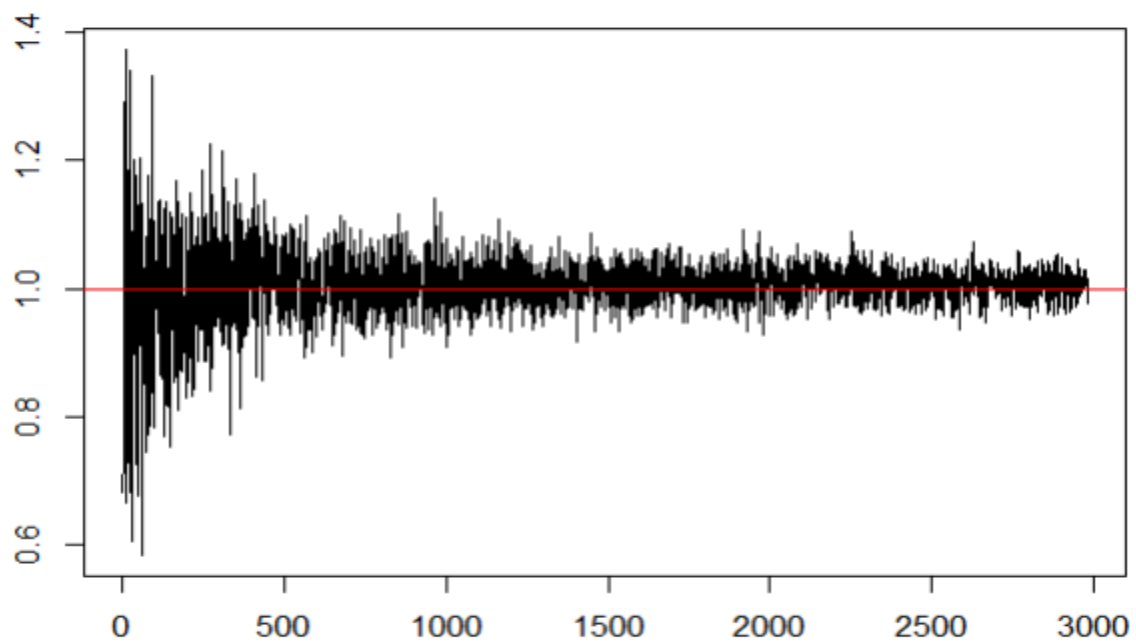


Ilustración 12: Método Percentil Matching – Distribución Log-Normal

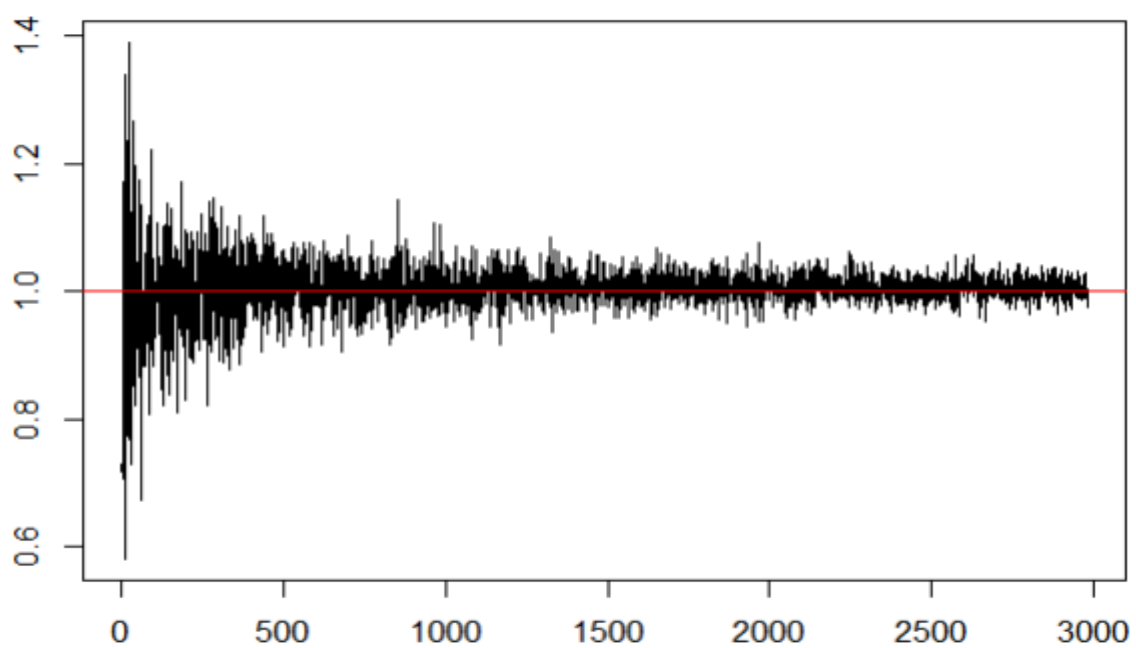


Ilustración 13: Metodo Maximum Likelihood - Distribución Log-Normal

Conclusión: A través de un examen exhaustivo del Sesgo, MSE y de la consistencia de los tres métodos, determinamos que el mejor candidato es el método Maximum Likelihood.

¿Qué distribución es la más adecuada para ajustarse a los datos de severidad?

Una vez elegido el Método Maximum Likelihood para estimar los parámetros, ahora identificaremos qué distribución se ajusta más a los datos de severidad.

A través del método Maximum Likelihood de las distribuciones Gamma (líneas 377 – 387), Normal (líneas 392 - 401) y Log-Normal (líneas 408 – 418), cada posible parámetro resultado de la optimización calculamos el ajuste Cramer y Von Mises (los criterios de valoración de estimación de densidades que propone EIOPA son los derivados del procedimiento de Cramer y Von Mises). La tabla de resultados es la siguiente:

Param_1	Param_2	CvM	Distribution
1.0183	2.04900e-04	0.6697	Gamma
7.9397	1.28174e+00	1.0255	Log-Normal
1152.1971	6.17949e+03	3.3651	Normal

Ilustración 14: Cuadro de resultados - Cramer y Von Mises

Por tanto, según la tabla de resultados (líneas 425 - 433), la distribución que menos distancia total sin ponderar (Cramer y Von Mises) es la distribución Gamma. Para apoyar esta postura, usamos una 2ª fase de validación: Cross Section Validation.

2ª Fase de Validación – Cross Section Validation

Las líneas 442 – 491 muestran el desarrollo del Cross Section Validation, mediante el cual calculamos el Maximum Likelihood de los datos de entrenamiento (Train) de las tres posibles distribuciones (Gamma, Normal y Log-Normal) y los comparamos con los datos que no entrenamos (val) a través del “Mean Squared Error”, dando la siguiente respuesta:

	Gamma	Normal	LogNormal
MSE	1194874	22236593	84304036

Ilustración 15: Cuadro de resultados - Cross Section Validation

Conclusión: La distribución con el mínimo Error Cuadrático Medio es la Gamma.

3ª Fase de validación – Distribución del estimador

Por último, la tercera forma de validación corresponde a las líneas 501 – 521 donde medimos la sensibilidad de nuestras estimaciones ante cambios de la muestra. La solución se mostrará en la última página del documento.

En cuanto a la distribución de Cramer y Von Mises medimos la sensibilidad de nuestras estimaciones ante cambios de la muestra y calculamos su distancia de Cramer y Von Mises (líneas 526 – 534). Por tanto, con una banda de confianza del 95 % los valores CvM oscilarán entre 0.3905356 - 1.9364240.

Modelo agregado

Para construir un modelo agregado, debemos utilizar los estimadores en las muestras de severidad y frecuencia. Por ende, primero calculamos el coste de la póliza unitario para cada individuo (23.236 en total) suscrito a la póliza (líneas 543 – 547). Una vez obtenido todos los posibles casos, sumamos el coste de todas esas pólizas para crear el coste de una posible cartera (líneas 538 - 550) y simulamos este proceso 100 veces (según enunciado) para obtener todos los posibles casos del coste de la cartera.

Los resultados los podemos ejemplificar en los siguientes histogramas:

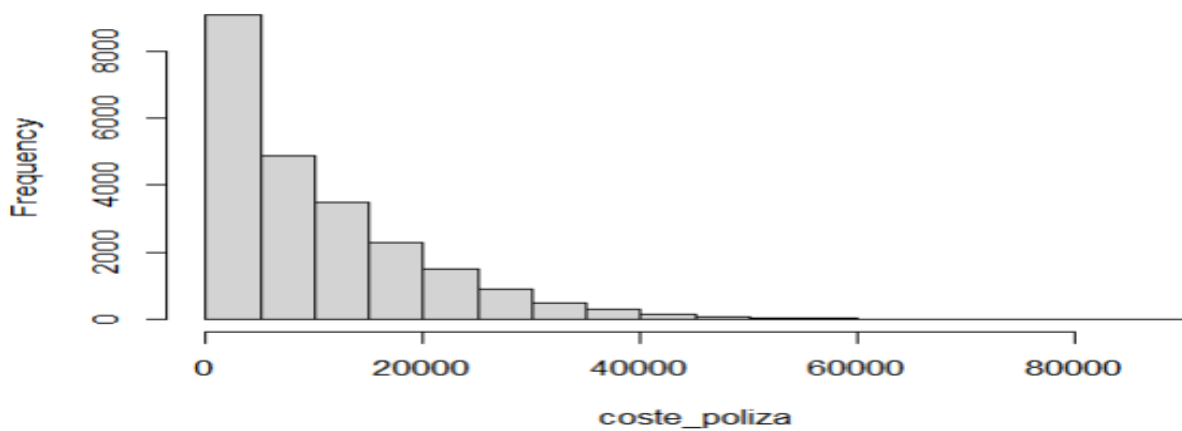


Ilustración 16: Simulación coste póliza

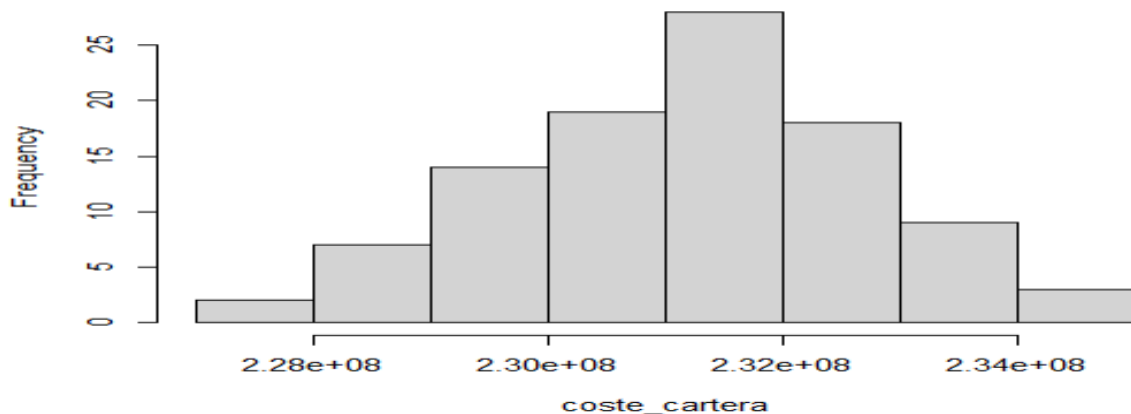


Ilustración 17: Simulación coste cartera

En las líneas 557 – 566 calculamos el Best Estimate (usamos la media porque por un lado sigue una distribución normal y por otro al generar suficientes escenarios nos acercamos a la realidad), VaR al 99.5 %, TVaR y SCR (Solvency Capital Requirement) de la cartera del modelo agregado, cuyos resultados se expondrán en la última hoja del documento.

Modelo Vida

Aceptamos la distribución de la tabla de mortalidad por el método de la distribución empírica asumiendo el teorema de Givenco Cantelli. Una vez asumida la distribución, queremos simular por Montecarlo el número de fallecidos (líneas 588 – 597) añadiéndoles su correspondiente suma asegurada por fallecimiento (línea 600) para que al realizar el mismo proceso 100 veces (según enunciado) tengamos así todas los posibles casos de suma asegurada de seguros de vida (líneas 578 – 602).

A continuación calculamos el VaR 99.5 %, TVaR, Best - Estimate y el SCR de los seguros de vida (líneas 607 - 616). Los resultados se mostrarán en la última hoja del documento.

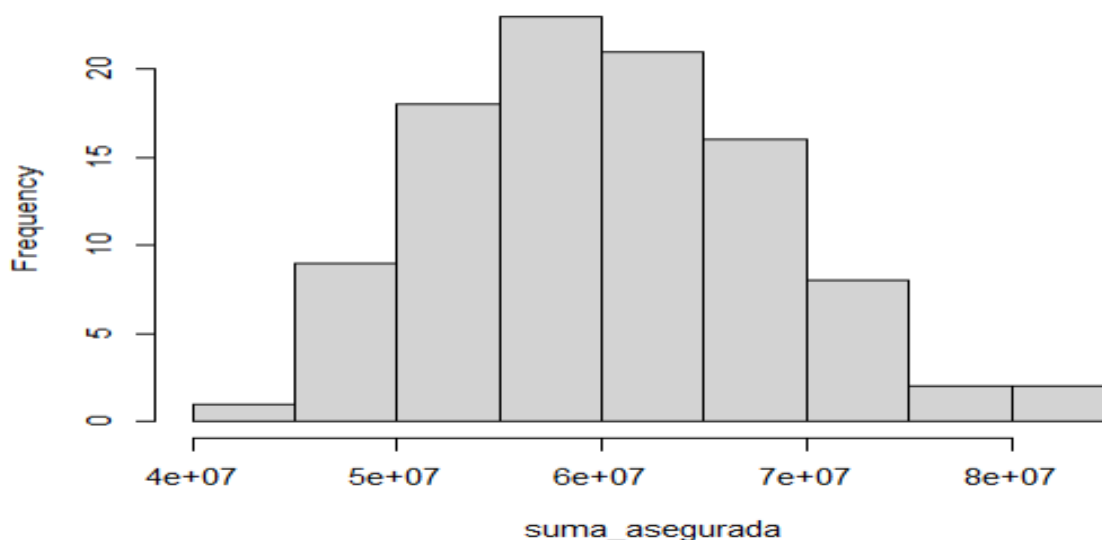


Ilustración 18: Simulación suma asegurada

Riesgos totales de la compañía

En este sentido utilizamos el Teorema de Fisher, el cual nos indica que cualquier operación entre distribuciones normales sigue una normal. Por tanto, la suma de distribuciones normales sigue una distribución normal.

Para ello, primero ordenamos de menor a mayor los valores de la suma asegurada de los seguros de vida y del coste de la cartera de los seguros de auto y, por último, sumamos sus respectivos cuantiles (línea 624).

Calculamos el VaR 99.5 %, TVaR, Best - estimate y SCR de la compañía (líneas 627 – 636). Los resultados se mostrarán en la última hoja del documento.

Resultados

Distribución de Frecuencia					
Frecuencia	0	1	2	3	≤ 4
Probabilidad	13.55 %	27.08 %	27.08 %	18.08 %	14.2 %

Distribución de Severidad						
Cuantiles	0.05	25	50	75	95	99.5
Valores	22,31	1.442,25	3.578	6.942	15.070,15	27.830,05

Estimación parámetro frecuencia = 1.999105

Estimación parámetros severidad = Gamma (1.01834, 0.0002049)

Intervalos de confianza de los parámetros severidad:

- *Shape* = 0.9692509 - 1.8693236 con un 95 % de confianza
- *Rate* = 0.0001921122 - 0.0003646005 con un 95 % de confianza

	VaR	TVaR	Best Estimate	SCR
Seguro automóvil - Modelo agregado	234.501.630	234.748.014	231.186.913	3.314.717
Seguro de vida - Mortalidad	81.006.000	81.600.000	60.324.000	20.682.000
Modelo completo - Compañía	315.507.630	316.348.014	291.510.913	23.996.717