

## Universidad Tecnológica de Panamá

Dirección de Investigación y Postgrado

Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales

Maestría en Analítica de Datos

Modelos Predictivos – S104

Proyecto Final

“Pronóstico del Acumulado Mensual de Pólizas de Automóviles en Panamá, para enero de 2024”

Profesor:

**Juan Castillo, PhD**

Estudiante:

**Samuel Rodríguez**

Cédula:

**8-834-834**

Septiembre 2024

## Índice

Introducción .....	3
Sobre las Pólizas de Automóviles en Panamá .....	4
Series de Tiempo .....	6
Modelos de Predicción .....	6
Modelo de Regresión Lineal Simple .....	8
Resultados .....	10
Regresión polinomial de 3er grado .....	11
Resultados .....	13
Modelo de Promedios Móviles .....	15
Resultados .....	17
Modelo de Suavizamiento Exponencial.....	18
Resultados .....	20
Modelo de Holt .....	21
Resultados .....	23
Modelo ARIMA (3,1,3) .....	24
Resultados .....	26
Comparación de resultados generales .....	27
Conclusiones.....	28
Anexos .....	30
Bibliografía .....	31

## Introducción

Estimar la cantidad de pólizas de automóviles en Panamá es crucial para el sector asegurador, ya que permite a las aseguradoras planificar la gestión de riesgos, establecer precios adecuados y garantizar la solvencia financiera. A medida que crece la cantidad de vehículos en territorio nacional, estas estimaciones ayudan a anticipar la demanda, adaptar productos y cumplir con regulaciones. Además, es esencial para el desarrollo de políticas públicas en seguridad vial y seguros obligatorios. Una proyección precisa fortalece la estabilidad del mercado y asegura una protección efectiva tanto para los conductores como para la industria aseguradora.

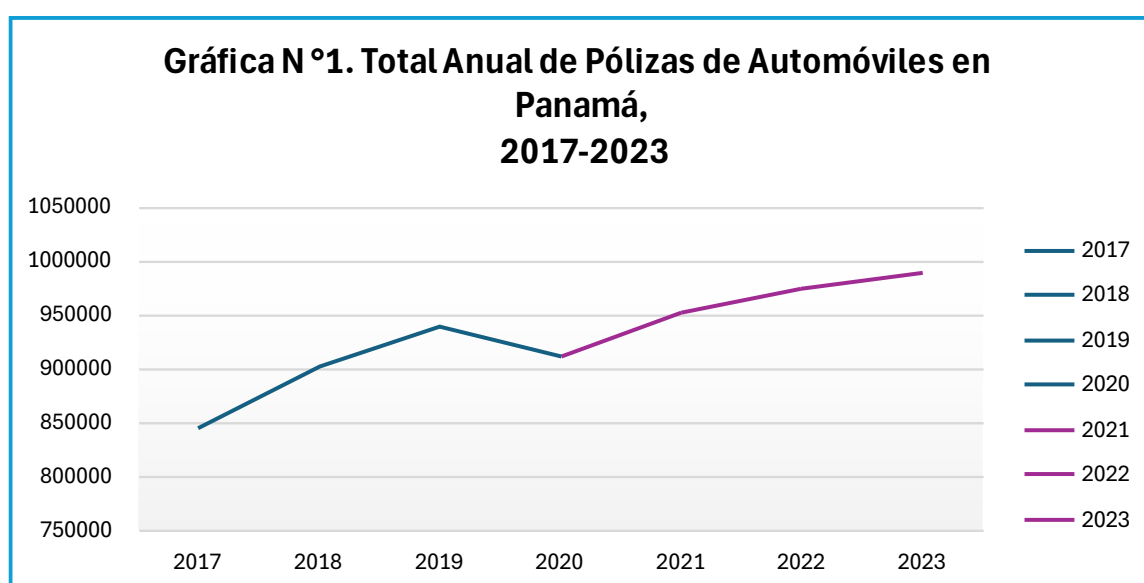
Bajo este contexto, hemos recabado información compartida por la Superintendencia de Seguros y Reaseguros de Panamá, sobre el acumulado mensual de pólizas de automóviles desde enero de 2021 hasta diciembre de 2023, con la intención de estimar el acumulado del periodo de enero de 2024.

Para el desarrollo de este proyecto, a continuación, vamos a hacer uso de algunos de los modelos vistos en clases, como: Regresión Lineal, Promedios Móviles, Suavización Exponencial y Modelo de Holt y un último modelo investigado, ARIMA (3,1,3).

## Sobre las Pólizas de Automóviles en Panamá

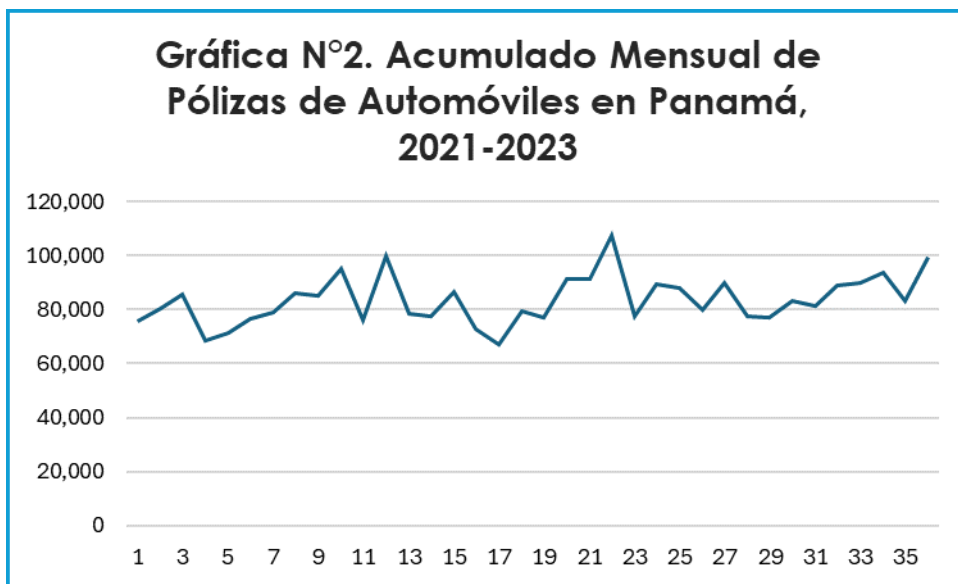
El acumulado mensual de pólizas de automóviles en Panamá entre 2021 y 2023 proporciona información valiosa sobre el comportamiento del mercado asegurador en el país. Este periodo ha sido clave para entender las dinámicas de crecimiento del sector, influenciadas por factores como el aumento de la cantidad vehicular y cambios en la economía.

Obtuvimos los datos desde la web de la Superintendencia de Seguros y Reaseguros de Panamá.



En este caso, recabamos datos desde 2021, debido a los registros atípicos presentados en 2020 (como podemos apreciar en la gráfica anterior), a raíz de los resultados de la pandemia del Covid-19. Por esta misma razón, y de acuerdo con la acertada recomendación del Profesor Juan Castillo, se decidió tomar la información desglosada mensualmente y no proveniente del total por año, como podemos observar en la siguiente imagen.

IMAGEN N°1. PÓLIZAS DE AUTOMÓVILES EN PANAMÁ, 2021-2023		
Año	Periodo	Pólizas
2021	1	75,754
	2	80,164
	3	85,384
	4	68,375
	5	71,351
	6	76,752
	7	78,805
	8	86,227
	9	84,956
	10	94,954
	11	76,328
	12	99,995
2022	13	78,535
	14	77,580
	15	86,508
	16	72,863
	17	66,963
	18	79,438
	19	77,103
	20	91,471
	21	91,148
	22	107,460
	23	77,570
	24	89,156
2023	25	88,182
	26	79,803
	27	89,841
	28	77,480
	29	77,263
	30	83,227
	31	81,132
	32	88,863
	33	89,823
	34	93,478
	35	83,241
	36	99,145



Analizar el acumulado mensual permite a las aseguradoras ajustar sus estrategias, identificar patrones de demanda, y responder de manera eficiente a las necesidades de cobertura, tanto obligatoria como voluntaria, para los conductores.

## Series de Tiempo

Una serie de tiempo es una secuencia de datos ordenados cronológicamente, recolectados a intervalos regulares (diarios, mensuales, anuales). Se utiliza para analizar patrones a lo largo del tiempo, como tendencias, estacionalidad y ciclos. El análisis de series de tiempo permite predecir comportamientos futuros mediante modelos estadísticos. Este análisis es esencial en diversas áreas como finanzas, economía y meteorología para tomar decisiones informadas y optimizar estrategias basadas en predicciones precisas; en este caso vamos a analizar una serie de tiempo de pólizas de automóviles desde enero de 2021 a diciembre de 2023, para estimar el periodo de enero de 2024.

## Modelos de Predicción

Los modelos de predicción en el ámbito de las pólizas de automóviles se utilizan para estimar la demanda futura de seguros basados en datos históricos como el crecimiento de la cantidad de vehículos, tasas de siniestralidad y comportamiento

económico. Estos modelos permiten a las aseguradoras ajustar estrategias de precios, oferta y gestión de riesgos.

Ejemplos comunes incluyen el modelo de regresión lineal, promedios móviles, suavizamiento exponencial, modelo de Holt, modelo de Winter, modelo de Holt-Winter, Bosques aleatorios, Modelo ARIMA y sus variantes, entre otros.

## Modelo de Regresión Lineal Simple

El modelo de regresión lineal simple es una técnica estadística muy utilizada para analizar la relación entre una variable dependiente y una variable independiente. Su objetivo es ajustar una línea recta que minimice la distancia entre los datos observados y las predicciones del modelo.

Sus parámetros son:

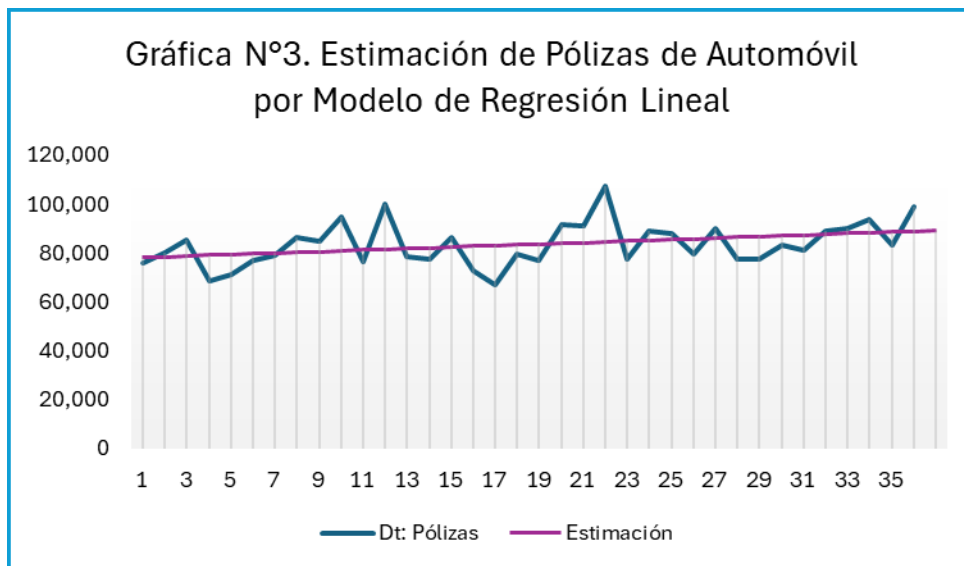
- Variable dependiente (y)
- Variable independiente (x)
- Coeficiente de correlación (  $r^2$  ) y coeficiente de determinación (r)
- Intercepto ( $b_1$ )
- Pendiente ( $b_0$ )

Su fórmula es:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x$$



CUADRO N°1. MODELO DE REGRESIÓN LINEAL PARA LA ESTIMACIÓN DE PÓLIZAS DE AUTOMÓVILES											
			Lineal regresion	Ft-Dt	Et	$\frac{\sum E_t^2}{n}$	$\frac{\sum  E_t }{n}$	Et  / Ft	$\frac{\sum \% E_t }{n}$	$\frac{\sum E_t}{MAD}$	
	Periodo	Demanda	Forecast	Error	Absolute Error	Mean Square Error	Mean Absolute Deviation	Absolute Porcentual Error	Mean Absolute Porcentual Error	Tracking Signal	
Año	n	Dt: Pólizas	Ft	Et	At	MSE	MAD	% Et	MAPE	TS <sub>t</sub>	
2021	1	75,754	78,138	2,384	2,384	5,684,766	2,384	3	3.1474	1.00	<div>PARÁMETROS</div> <div>Intercepto77,831.39</div> <div>Pendiente306.89</div> <div>R<sup>2</sup>0.1294</div> <div>MEDIDAS DE ERROR</div> <div>Pronóstico89,186</div> <div>MAD6,746</div> <div>MAPE8.0586</div> <div>MSE68,411,253</div> <div>TS INF-3.12</div> <div>TS SUP3.51</div>
	2	80,164	78,445	-1,719	1,719	4,319,582	2,052	2	2.6458	0.32	
	3	85,384	78,752	-6,632	6,632	17,540,629	3,578	8	4.3529	-1.67	
	4	68,375	79,059	10,684	10,684	41,692,126	5,355	16	7.1711	0.88	
	5	71,351	79,366	8,015	8,015	46,201,204	5,887	11	7.9834	2.16	
	6	76,752	79,673	2,921	2,921	39,922,771	5,392	4	7.2871	2.90	
	7	78,805	79,980	1,175	1,175	34,416,619	4,790	1	6.4590	3.51	
	8	86,227	80,286	-5,941	5,941	34,525,737	4,934	7	6.5128	2.21	
	9	84,956	80,593	-4,363	4,363	32,804,254	4,870	5	6.3597	1.34	
	10	94,954	80,900	-14,054	14,054	49,274,543	5,789	15	7.2038	-1.30	
	11	76,328	81,207	4,879	4,879	46,959,244	5,706	6	7.1301	-0.46	
	12	99,995	81,514	-18,481	18,481	71,508,086	6,771	18	8.0760	-3.12	
2022	13	78,535	81,821	3,286	3,286	66,838,035	6,502	4	7.7767	-2.74	
	14	77,580	82,128	4,548	4,548	63,541,231	6,363	6	7.6399	-2.09	
	15	86,508	82,435	-4,073	4,073	60,411,256	6,210	5	7.4445	-2.80	
	16	72,863	82,742	9,879	9,879	62,734,737	6,439	14	7.8266	-1.16	
	17	66,963	83,048	16,085	16,085	74,264,652	7,007	24	8.7792	1.23	
	18	79,438	83,355	3,917	3,917	70,991,390	6,835	5	8.5654	1.83	
	19	77,103	83,662	6,559	6,559	69,519,429	6,821	9	8.5624	2.80	
	20	91,471	83,969	-7,502	7,502	68,857,332	6,855	8	8.5443	1.69	
	21	91,148	84,276	-6,872	6,872	67,827,155	6,856	8	8.4965	0.69	
	22	107,460	84,583	-22,877	22,877	88,533,178	7,584	21	9.0779	-2.40	
	23	77,570	84,890	7,320	7,320	87,013,473	7,572	9	9.0935	-1.43	
	24	89,156	85,197	-3,959	3,959	84,041,073	7,422	4	8.8997	-2.00	
2023	25	88,182	85,504	-2,678	2,678	80,966,381	7,232	3	8.6652	-2.42	
	26	79,803	85,811	6,008	6,008	79,240,369	7,185	8	8.6214	-1.60	
	27	89,841	86,117	-3,724	3,724	76,819,069	7,057	4	8.4556	-2.16	
	28	77,480	86,424	8,944	8,944	76,932,678	7,124	12	8.5659	-0.88	
	29	77,263	86,731	9,468	9,468	77,371,076	7,205	12	8.6931	0.44	
	30	83,227	87,038	3,811	3,811	75,276,179	7,092	5	8.5560	0.99	
	31	81,132	87,345	6,213	6,213	74,093,099	7,064	8	8.5270	1.87	
	32	88,863	87,652	-1,211	1,211	71,823,531	6,881	1	8.3031	1.75	
	33	89,823	87,959	-1,864	1,864	69,752,379	6,729	2	8.1144	1.51	
	34	93,478	88,266	-5,212	5,212	68,499,926	6,684	6	8.0398	0.74	
	35	83,241	88,573	5,332	5,332	67,354,926	6,645	6	7.9930	1.54	
	36	99,145	88,879	-10,266	10,266	68,411,253	6,746	10	8.0586	-6.2557E-14	
2024	37		89,186		6,746			8.0586			



## Resultados

- El pronóstico obtenido con la regresión lineal fue de 89186 pólizas para el periodo de enero de 2024.
- Presenta un  $r^2$  muy débil, de 0.12, lo que indica que la variabilidad del acumulado de pólizas mensuales solo está explicada un 12% por la variabilidad o paso del tiempo (meses) y el otro 88% por la variación de otras variables.
- Presenta un MAD de 6746
- Presenta un MAPE de 8.0586
- Presenta un MSE de 68411253
- Presenta una señal de rastreo inferior de -3.12 y una señal de rastreo superior de 3.51, lo que indica que está dentro de los rangos, es decir, sin demasiado sesgo.

## Regresión polinomial de 3er grado

La regresión polinomial simple de tercer grado es una extensión de la regresión lineal que ajusta una curva en lugar de una línea recta para capturar relaciones no lineales entre la variable dependiente y la independiente. En lugar de una relación lineal, utiliza un polinomio de tercer grado, de la forma:

$$y = b_0 + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3 + \varepsilon$$

Donde:

$y$ : es la variable dependiente.

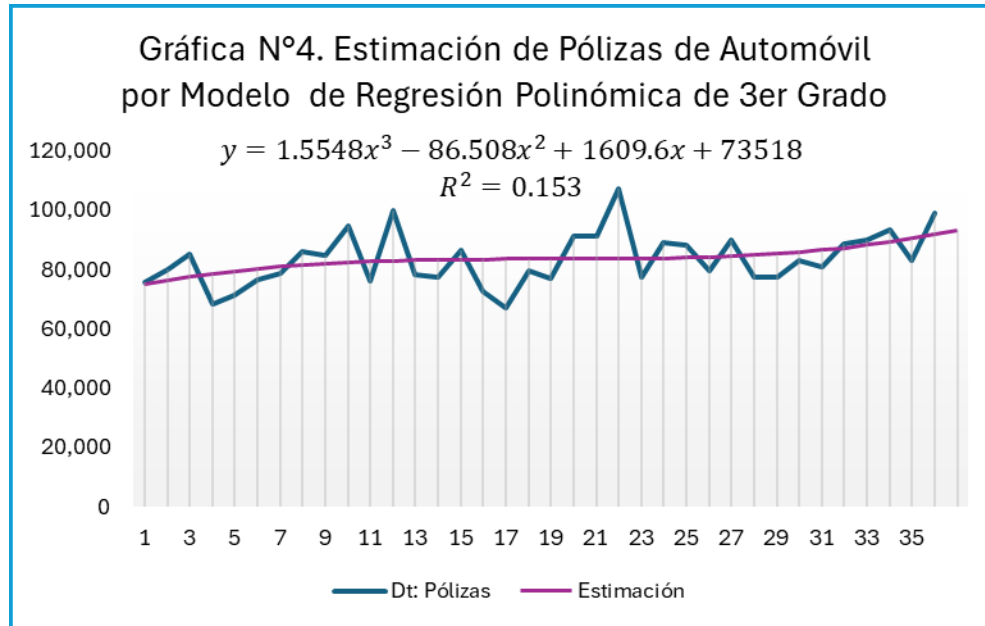
$x$ : es la variable independiente.

$b_0, b_1, b_2, b_3$ : son los coeficientes del modelo.

$\varepsilon$ : es el término de error.

CUADRO N°2. MODELO DE REGRESIÓN POLINOMIAL DE 3ER GRADO PARA LA ESTIMACIÓN DE PÓLIZAS DE AUTOMÓVILES										
			Lineal regresion	Ft-Dt	Et	$\frac{\sum E_t^2}{n}$	$\frac{\sum  E_t }{n}$	Et  / Ft	$\frac{\sum \% Et }{n}$	$\frac{\sum E_t}{MAD}$
	Periodo	Demanda	Forecast	Error	Absolute Error	Mean Square Error	Mean Absolute Deviation	Absolute Porcentual Error	Mean Absolute Porcentual Error	Tracking Signal
Año	n	Dt: Pólizas	Ft	Et	At	MSE	MAD	% Et	MAPE	TS <sub>t</sub>
2021	1	75,754	75,043	- 711	711	506,023	711	1	0.9390	-1.00
	2	80,164	76,404	- 3,760	3,760	7,323,292	2,236	5	2.8150	-2.00
	3	85,384	77,610	- 7,774	7,774	25,026,144	4,082	9	4.9115	-3.00
	4	68,375	78,672	10,297	10,297	45,275,523	5,636	15	7.4484	-0.35
	5	71,351	79,598	8,247	8,247	49,821,866	6,158	12	8.2703	1.02
	6	76,752	80,397	3,645	3,645	43,732,740	5,739	5	7.6835	1.73
	7	78,805	81,080	2,275	2,275	38,224,324	5,244	3	6.9982	2.33
	8	86,227	81,654	- 4,573	4,573	36,059,929	5,160	5	6.7863	1.48
	9	84,956	82,131	- 2,825	2,825	32,940,194	4,901	3	6.4018	0.98
	10	94,954	82,518	- 12,436	12,436	45,111,584	5,654	13	7.0713	-1.35
	11	76,328	82,826	6,498	6,498	44,848,570	5,731	9	7.2023	-0.20
	12	99,995	83,063	- 16,932	16,932	65,002,968	6,664	17	8.0132	-2.71
2022	13	78,535	83,239	4,704	4,704	61,704,751	6,514	6	7.8575	-2.05
	14	77,580	83,363	5,783	5,783	59,686,229	6,461	7	7.8287	-1.17
	15	86,508	83,445	- 3,063	3,063	56,332,550	6,235	4	7.5429	-1.70
	16	72,863	83,494	10,631	10,631	59,875,418	6,510	15	7.9833	0.00
	17	66,963	83,519	16,556	16,556	72,477,165	7,101	25	8.9681	2.33
	18	79,438	83,530	4,092	4,092	69,380,814	6,933	5	8.7560	2.98
	19	77,103	83,535	6,432	6,432	67,906,854	6,907	8	8.7343	3.92
	20	91,471	83,545	- 7,926	7,926	67,652,427	6,958	9	8.7308	2.75
	21	91,148	83,569	- 7,579	7,579	67,166,487	6,988	8	8.7110	1.66
	22	107,460	83,615	- 23,845	23,845	89,958,543	7,754	22	9.3237	-1.58
	23	77,570	83,693	6,123	6,123	87,677,521	7,683	8	9.2615	-0.80
	24	89,156	83,813	- 5,343	5,343	85,213,622	7,585	6	9.1253	-1.51
2023	25	88,182	83,984	- 4,198	4,198	82,509,921	7,450	5	8.9507	-2.11
	26	79,803	84,215	4,412	4,412	80,085,266	7,333	6	8.8191	-1.54
	27	89,841	84,516	- 5,325	5,325	78,169,355	7,259	6	8.7120	-2.29
	28	77,480	84,895	7,415	7,415	77,341,507	7,264	10	8.7427	-1.26
	29	77,263	85,363	8,100	8,100	76,937,078	7,293	10	8.8027	-0.15
	30	83,227	85,928	2,701	2,701	74,615,761	7,140	3	8.6175	0.23
	31	81,132	86,600	5,468	5,468	73,173,447	7,086	7	8.5569	1.00
	32	88,863	87,389	- 1,474	1,474	70,954,701	6,911	2	8.3414	0.81
	33	89,823	88,302	- 1,521	1,521	68,874,623	6,747	2	8.1399	0.61
	34	93,478	89,351	- 4,127	4,127	67,349,841	6,670	4	8.0304	0.00
	35	83,241	90,544	7,303	7,303	66,949,279	6,688	9	8.0516	1.09
	36	99,145	91,890	- 7,255	7,255	66,551,668	6,704	7	8.0312	0.00235984
2024	37		93,399		6,704			8.0312		

Pronóstico	93,399
MAD	6,704
MAPE	8.0312
MSE	66,551,668
TS INF	-3.00
TS SUP	3.92



## Resultados

- El pronóstico obtenido con la regresión polinómica de 3er grado fue de 93399 pólizas para el periodo de enero de 2024.
- Presenta un  $r^2$  muy débil, de 0.15, lo que indica que la variabilidad del acumulado de pólizas mensuales solo está explicada un 15% por la variabilidad o paso del tiempo (meses) y el otro 85% por la variación de otras variables.
- Presenta un MAD de 6704
- Presenta un MAPE de 8.0312

- Presenta un MSE de 66551668
- Presenta una señal de rastreo inferior de -3.00 y una señal de rastreo superior de 3.92, lo que indica que está dentro de los rangos, es decir, sin demasiado sesgo.

## Modelo de Promedios Móviles

Los promedios móviles son una técnica de suavizado utilizada para eliminar fluctuaciones y destacar tendencias. Un promedio móvil de orden  $n$  calcula el valor promedio de una serie de datos en una ventana de  $n$  periodos, y luego desplaza esa ventana a lo largo de la serie.

Parámetros:

Ventana: El número de periodos  $n$  sobre los cuales se calcula el promedio.

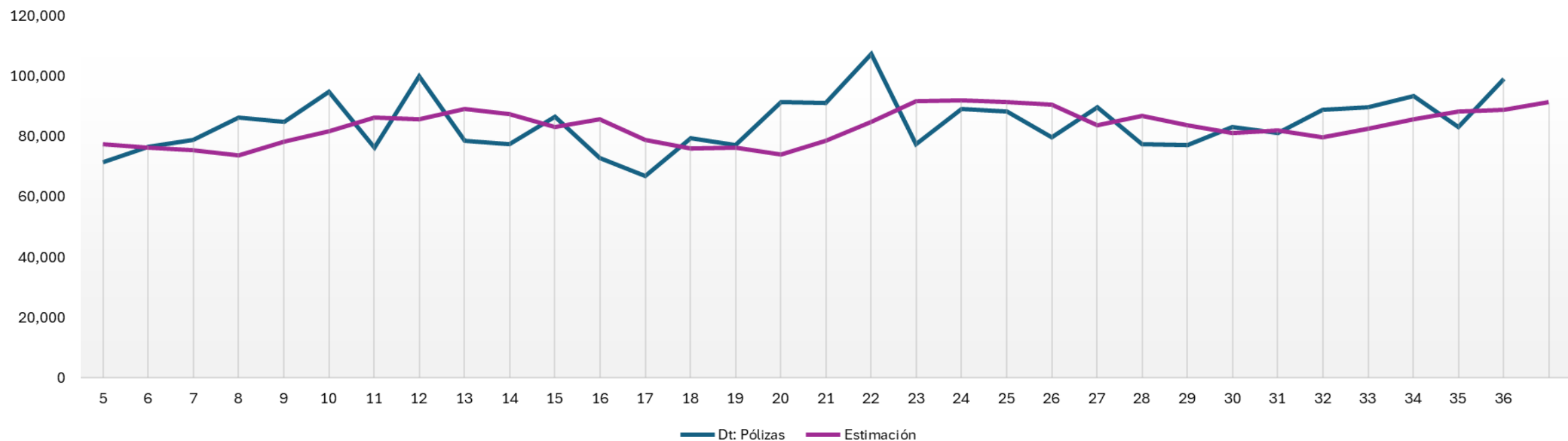
Valor promedio: Media de los datos dentro de la ventana.

Cuadro N°3. MODELO DE PROMEDIOS MÓVILES PARA LA ESTIMACIÓN DE PÓLIZAS DE AUTOMÓVILES

					Ft-Dt	Et	$\frac{\sum E_t^2}{n}$	$\frac{\sum  E_t }{n}$	$\frac{ E_t }{Ft}$	$\frac{\sum \% E_t }{n}$	$\frac{\sum E_t}{MAD}$	
	Periodo	Demanda	Level	Forecast	Error	Absolute Error	Mean Square Error	Mean Absolute Deviation	Absolute Porcentual Error	Mean Absolute Porcentual Error	Tracking Signal	
Año	n	Dt: Pólizas	Lt	Ft	Et	At	MSE	MAD	% Et	MAPE	TSt	
2021	1	75,754										<div>Pronóstico91,422</div> <div>MAD8,337</div> <div>MAPE9.7997</div> <div>MSE95,913,247</div> <div>TS INF-5.18</div> <div>TS SUP1.73</div>
	2	80,164										
	3	85,384										
	4	68,375	77,419									
	5	71,351	76,319	77,419	6,068	6,068	36,823,658	6,068	8.50	8.50	1.00	
	6	76,752	75,466	76,319	-434	434	18,505,790	3,251	0.56	4.53	1.73	
	7	78,805	73,821	75,466	-3,340	3,340	16,054,614	3,280	4.24	4.44	0.70	
	8	86,227	78,284	73,821	-12,406	12,406	50,519,720	5,562	14.39	6.92	-1.82	
	9	84,956	81,685	78,284	-6,672	6,672	49,319,560	5,784	7.85	7.11	-2.90	
	10	94,954	86,236	81,685	-13,269	13,269	70,444,027	7,031	13.97	8.25	-4.27	
	11	76,328	85,616	86,236	9,908	9,908	74,403,245	7,442	12.98	8.93	-2.71	
	12	99,995	89,058	85,616	-14,379	14,379	90,946,396	8,309	14.38	9.61	-4.15	
2022	13	78,535	87,453	89,058	10,523	10,523	93,145,551	8,555	13.40	10.03	-2.81	
	14	77,580	83,110	87,453	9,873	9,873	93,578,609	8,687	12.73	10.30	-1.63	
	15	86,508	85,655	83,110	-3,399	3,399	86,121,445	8,206	3.93	9.72	-2.14	
	16	72,863	78,872	85,655	12,792	12,792	92,579,864	8,588	17.56	10.37	-0.55	
	17	66,963	75,979	78,872	11,909	11,909	96,366,980	8,844	17.78	10.94	0.81	
	18	79,438	76,443	75,979	-3,460	3,460	90,338,491	8,459	4.35	10.47	0.44	
	19	77,103	74,092	76,443	-660	660	84,344,965	7,939	0.86	9.83	0.38	
	20	91,471	78,744	74,092	-17,379	17,379	97,950,800	8,529	19.00	10.41	-1.68	
	21	91,148	84,790	78,744	-12,404	12,404	101,239,896	8,757	13.61	10.59	-3.05	
	22	107,460	91,796	84,790	-22,670	22,670	124,167,062	9,530	21.10	11.18	-5.18	
	23	77,570	91,912	91,796	14,226	14,226	128,282,735	9,777	18.34	11.55	-3.60	
	24	89,156	91,334	91,912	2,756	2,756	122,248,444	9,426	3.09	11.13	-3.44	
2023	25	88,182	90,592	91,334	3,152	3,152	116,900,040	9,127	3.57	10.77	-3.21	
	26	79,803	83,678	90,592	10,789	10,789	116,877,426	9,203	13.52	10.90	-2.01	
	27	89,841	86,746	83,678	-6,163	6,163	113,447,348	9,071	6.86	10.72	-2.72	
	28	77,480	83,827	86,746	9,266	9,266	112,297,438	9,079	11.96	10.77	-1.69	
	29	77,263	81,097	83,827	6,564	6,564	109,528,721	8,978	8.50	10.68	-0.98	
	30	83,227	81,953	81,097	-2,130	2,130	105,490,615	8,715	2.56	10.37	-1.26	
	31	81,132	79,776	81,953	821	821	101,608,505	8,423	1.01	10.02	-1.20	
	32	88,863	82,621	79,776	-9,088	9,088	100,929,010	8,446	10.23	10.03	-2.27	
	33	89,823	85,761	82,621	-7,202	7,202	99,237,155	8,403	8.02	9.96	-3.14	
	34	93,478	88,324	85,761	-7,717	7,717	97,914,191	8,380	8.26	9.90	-4.07	
	35	83,241	88,851	88,324	5,083	5,083	95,589,116	8,274	6.11	9.78	-3.51	
	36	99,145	91,422	88,851	-10,294	10,294	95,913,247	8,337	10.38	9.80	-4.72	
2024	37			91,422		8,337			9.7997			



Gráfica N°5. Estimación de Pólizas de Automóviles por Modelo de Promedios Móviles



## Resultados

- El pronóstico obtenido con el modelo de promedios móviles fue de 91422 pólizas para el periodo de enero de 2024.
- Presenta un MAD de 8337
- Presenta un MAPE de 9.7997
- Presenta un MSE de 95913247
- Presenta una señal de rastreo inferior de -5.18 y una señal de rastreo superior de 1.73 lo que indica que está dentro de los rangos, es decir, sin demasiado sesgo.

## Modelo de Suavizamiento Exponencial

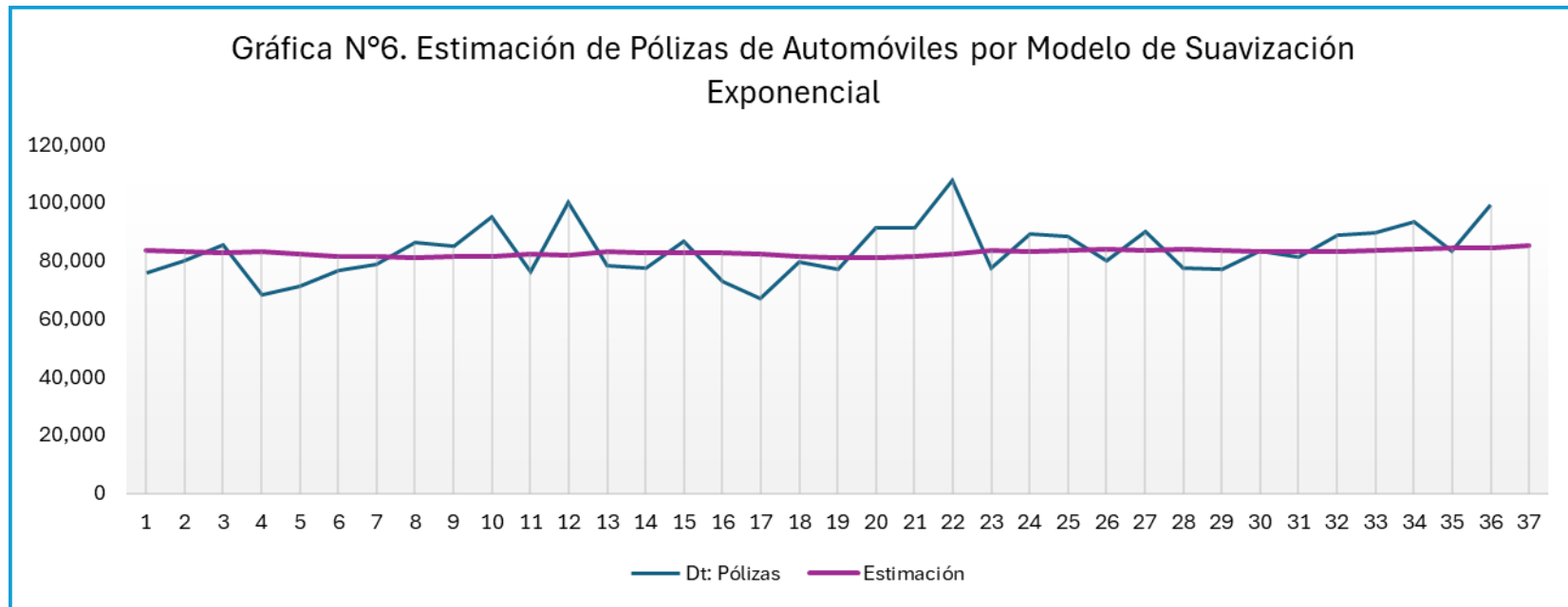
El suavizamiento exponencial es un método para suavizar series de tiempo, asignando más peso a los datos más recientes. Se utiliza para pronosticar futuros valores basados en una combinación ponderada de observaciones pasadas.

Parámetros:

- Alpha ( $\alpha$ ): Tasa de suavizamiento, que determina el peso dado a los datos más recientes.
- Valor suavizado: Promedio ponderado de las observaciones anteriores.
- Valor observado: Datos reales de la serie de tiempo.

CUADRO N°4. MODELO DE SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL PARA LA ESTIMACIÓN DE PÓLIZAS DE AUTOMÓVILES												
						Ft-Dt	Et	$\frac{\sum E_t^2}{n}$	$\frac{\sum  E_t }{n}$	$\frac{ Et }{Ft}$	$\frac{\sum \% Et }{n}$	$\frac{\sum E_t}{MAD}$
Año	Alpha	Periodo n	Demanda Dt: Pólizas	Level Lt	Forecast Ft	Error Et	Absolute Error At	Mean Square Error MSE	Mean Absolute Deviation MAD	Porcentual Error % Et	Mean Absolute Porcentual Error MAPE	Tracking Signal TSst
2021	0.057446	0		83,508.83								
	0.057446	1	75,754	83,063.35	83,509	7,755	7,755	60,137,440	7,755	10.24	10.24	1.00
	0.057446	2	80,164	82,896.80	83,063	2,899	2,899	34,271,838	5,327	3.62	6.93	2.00
	0.057446	3	85,384	83,039.67	82,897	- 2,487	2,487	24,909,954	4,380	2.91	5.59	1.86
	0.057446	4	68,375	82,197.25	83,040	14,665	14,665	72,445,638	6,952	21.45	9.55	3.28
	0.057446	5	71,351	81,574.18	82,197	10,846	10,846	81,484,745	7,730	15.20	10.68	4.36
	0.057446	6	76,752	81,297.17	81,574	4,822	4,822	71,779,524	7,246	6.28	9.95	5.31
	0.057446	7	78,805	81,154.00	81,297	2,492	2,492	62,412,577	6,567	3.16	8.98	6.24
	0.057446	8	86,227	81,445.42	81,154	- 5,073	5,073	57,827,919	6,380	5.88	8.59	5.63
	0.057446	9	84,956	81,647.09	81,445	- 3,511	3,511	52,771,943	6,061	4.13	8.10	5.35
	0.057446	10	94,954	82,411.52	81,647	- 13,307	13,307	65,202,129	6,786	14.01	8.69	2.81
	0.057446	11	76,328	82,062.05	82,412	6,084	6,084	62,639,134	6,722	7.97	8.62	3.75
2022	0.057446	12	99,995	83,092.22	82,062	- 17,933	17,933	84,218,445	7,656	17.93	9.40	0.95
	0.057446	13	78,535	82,830.42	83,092	4,557	4,557	79,337,660	7,418	5.80	9.12	1.59
	0.057446	14	77,580	82,528.81	82,830	5,250	5,250	75,639,753	7,263	6.77	8.95	2.35
	0.057446	15	86,508	82,757.40	82,529	- 3,979	3,979	71,652,699	7,044	4.60	8.66	1.86
	0.057446	16	72,863	82,189.01	82,757	9,894	9,894	73,293,099	7,222	13.58	8.97	3.18
	0.057446	17	66,963	81,314.34	82,189	15,226	15,226	82,618,874	7,693	22.74	9.78	4.97
	0.057446	18	79,438	81,206.55	81,314	1,876	1,876	78,224,528	7,370	2.36	9.37	5.44
	0.057446	19	77,103	80,970.82	81,207	4,104	4,104	74,993,717	7,198	5.32	9.16	6.14
	0.057446	20	91,471	81,574.01	80,971	- 10,500	10,500	76,756,722	7,363	11.48	9.27	4.57
	0.057446	21	91,148	82,123.99	81,574	- 9,574	9,574	77,466,465	7,468	10.50	9.33	3.23
	0.057446	22	107,460	83,579.44	82,124	- 25,336	25,336	103,123,135	8,280	23.58	9.98	-0.15
	0.057446	23	77,570	83,234.22	83,579	6,009	6,009	100,209,667	8,182	7.75	9.88	0.58
2023	0.057446	24	89,156	83,574.40	83,234	- 5,922	5,922	97,495,407	8,088	6.64	9.75	-0.14
	0.057446	25	88,182	83,839.09	83,574	- 4,608	4,608	94,444,788	7,948	5.23	9.57	-0.72
	0.057446	26	79,803	83,607.23	83,839	4,036	4,036	91,438,836	7,798	5.06	9.39	-0.22
	0.057446	27	89,841	83,965.34	83,607	- 6,234	6,234	89,491,466	7,740	6.94	9.30	-1.03
	0.057446	28	77,480	83,592.78	83,965	6,485	6,485	87,797,471	7,695	8.37	9.27	-0.19
	0.057446	29	77,263	83,229.16	83,593	6,330	6,330	86,151,563	7,648	8.19	9.23	0.64
	0.057446	30	83,227	83,229.04	83,229	2	2	83,279,845	7,393	0.00	8.92	0.66
	0.057446	31	81,132	83,108.57	83,229	2,097	2,097	80,735,255	7,222	2.58	8.72	0.96
	0.057446	32	88,863	83,439.14	83,109	- 5,754	5,754	79,247,073	7,177	6.48	8.65	0.17
	0.057446	33	89,823	83,805.87	83,439	- 6,384	6,384	78,080,606	7,152	7.11	8.60	-0.72
	0.057446	34	93,478	84,361.49	83,806	- 9,672	9,672	78,535,593	7,227	10.35	8.65	-2.05
	0.057446	35	83,241	84,297.12	84,361	1,120	1,120	76,327,590	7,052	1.35	8.44	-1.95
2024	0.057446	37	99,145	85,150.07	84,297	- 14,848	14,848	80,331,254	7,269	14.98	8.6261	-3.93

Pronóstico	85,150
MAD	7,269
MAPE	8.6261
MSE	80,331,254
TS INF	-3.93
TS SUP	6.24



## Resultados

- El pronóstico obtenido con el modelo de suavizamiento exponencial fue de 85150 pólizas para el periodo de enero de 2024, con un Alpha de 0.057.
- Presenta un MAD de 7269
- Presenta un MAPE de 8.6261
- Presenta un MSE de 80331254
- Presenta una señal de rastreo inferior de -3.93 y una señal de rastreo superior de 6.24 lo que indica que está dentro de los rangos inferiores y solo un poco por encima de los superiores, es decir, sin demasiado sesgo.

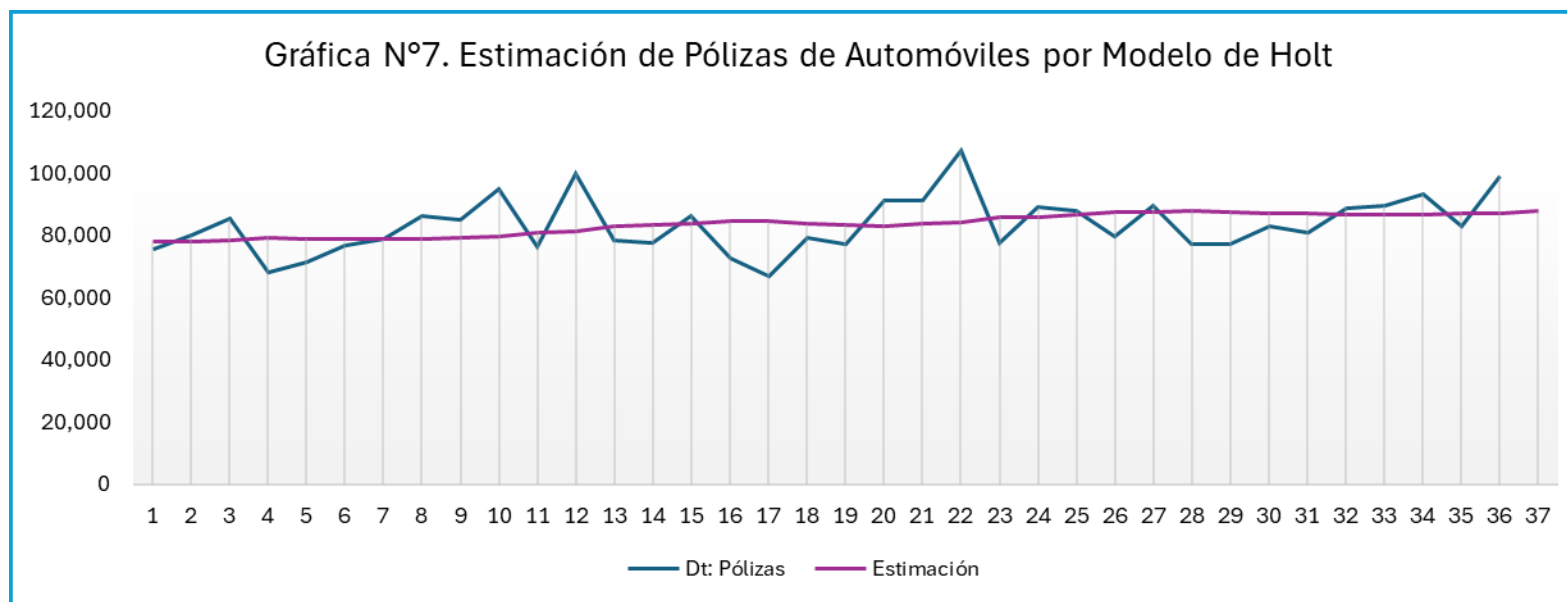
## Modelo de Holt

El modelo de Holt, también conocido como suavizamiento exponencial doble, es una extensión del suavizamiento exponencial simple que captura tanto la tendencia como el nivel de una serie de tiempo. Este modelo considera dos componentes: el nivel y la tendencia.

Parámetros:

- Alpha ( $\alpha$ ): Tasa de suavizamiento para el nivel, que determina la importancia de las observaciones recientes en la estimación del nivel.
- Beta ( $\beta$ ): Tasa de suavizamiento para la tendencia, que controla el peso dado a las variaciones en la tendencia reciente.
- Nivel: Valor promedio suavizado en el tiempo.
- Tendencia: Cambio en el nivel a lo largo del tiempo.

CUADRO N°5. MODELO DE HOLT PARA LA ESTIMACIÓN DE PÓLIZAS DE AUTOMÓVILES															
					Intercepto	Pendiente	Lt+Tt	Ft-Dt	Et	$\frac{\sum E_t^2}{n}$	$\frac{\sum  E_t }{n}$	Et  / Ft	$\frac{\sum \% Et }{n}$	$\frac{\sum E_t}{MAD}$	
			Periodo	Demanda	Level	Tendencia	Forecast	Error	Absolute Error	Mean Square Error	Mean Absolute Deviation	Absolute Porcentual Error	Mean Absolute Porcentual Error	Tracking Signal	
Alpha	Beta	Año	n	Dt	Lt	Tt	Ft	Et	At	MSE	MAD	% Et	MAPE	TS <sub>t</sub>	
0.05	0.35		0		77,831	307									Intercepto 77,831.39 Pendiente 306.89 R2 0.2228
0.05	0.35	2021	1	75,754	78,019	265	78,138	2,384	2,384	5,684,766	2,384	3.15	3.15	1.00	
0.05	0.35	2021	2	80,164	78,378	298	78,284	-1,880	1,880	4,610,056	2,132	2.35	2.75	0.24	
0.05	0.35	2021	3	85,384	79,011	417	78,676	-6,708	6,708	18,073,671	3,658	7.86	4.45	-1.70	Pronóstico 88,055 MAD 7,156 MAPE 8.5655 MSE 77,622,853 TS INF -3.92 TS SUP 3.20
0.05	0.35	2021	4	68,375	78,875	221	79,428	11,053	11,053	44,096,608	5,506	16.17	7.38	0.88	
0.05	0.35	2021	5	71,351	78,709	84	79,096	7,745	7,745	47,275,138	5,954	10.86	8.07	2.12	
0.05	0.35	2021	6	76,752	78,691	48	78,793	2,041	2,041	40,090,220	5,302	2.66	7.17	2.76	
0.05	0.35	2021	7	78,805	78,742	49	78,739	-66	66	34,363,672	4,554	0.08	6.16	3.20	
0.05	0.35	2021	8	86,227	79,163	181	78,791	-7,436	7,436	36,979,744	4,914	8.62	6.47	1.45	
0.05	0.35	2021	9	84,956	79,624	280	79,344	-5,612	5,612	36,370,830	4,992	6.61	6.48	0.30	
0.05	0.35	2021	10	94,954	80,657	546	79,904	-15,050	15,050	55,383,520	5,998	15.85	7.42	-2.26	
0.05	0.35	2021	11	76,328	80,959	460	81,203	4,875	4,875	52,509,176	5,896	6.39	7.33	-1.47	
0.05	0.35	2021	12	99,995	82,348	789	81,419	-18,576	18,576	76,888,023	6,952	18.58	8.26	-3.92	
0.05	0.35	2022	13	78,535	82,907	707	83,137	4,602	4,602	72,602,654	6,771	5.86	8.08	-3.34	
0.05	0.35	2022	14	77,580	83,313	601	83,614	6,034	6,034	70,017,654	6,719	7.78	8.06	-2.47	
0.05	0.35	2022	15	86,508	84,043	647	83,913	-2,595	2,595	65,798,684	6,444	3.00	7.72	-2.98	
0.05	0.35	2022	16	72,863	84,098	437	84,689	11,826	11,826	70,427,820	6,780	16.23	8.25	-1.09	
0.05	0.35	2022	17	66,963	83,657	126	84,535	17,572	17,572	84,448,927	7,415	26.24	9.31	1.38	
0.05	0.35	2022	18	79,438	83,566	49	83,783	4,345	4,345	80,806,097	7,245	5.47	9.10	2.01	
0.05	0.35	2022	19	77,103	83,289	66	83,615	6,512	6,512	78,784,981	7,206	8.45	9.06	2.92	
0.05	0.35	2022	20	91,471	83,636	80	83,223	-8,248	8,248	78,246,948	7,258	9.02	9.06	1.77	
0.05	0.35	2022	21	91,148	84,087	212	83,716	-7,432	7,432	77,151,343	7,266	8.15	9.02	0.74	
0.05	0.35	2022	22	107,460	85,457	621	84,299	-23,161	23,161	98,028,057	7,989	21.55	9.59	-2.22	
0.05	0.35	2022	23	77,570	85,653	471	86,078	8,508	8,508	96,913,482	8,011	10.97	9.65	-1.16	
0.05	0.35	2022	24	89,156	86,275	525	86,124	-3,032	3,032	93,258,495	7,804	3.40	9.39	-1.58	
0.05	0.35	2023	25	88,182	86,869	549	86,800	-1,382	1,382	89,604,547	7,547	1.57	9.07	-1.81	
0.05	0.35	2023	26	79,803	87,037	414	87,418	7,615	7,615	88,388,633	7,550	9.54	9.09	-0.80	
0.05	0.35	2023	27	89,841	87,571	457	87,452	-2,389	2,389	85,326,425	7,359	2.66	8.85	-1.15	
0.05	0.35	2023	28	77,480	87,500	270	88,028	10,548	10,548	86,252,365	7,472	13.61	9.02	0.28	
0.05	0.35	2023	29	77,263	87,245	84	87,770	10,507	10,507	87,085,008	7,577	13.60	9.18	1.66	
0.05	0.35	2023	30	83,227	87,124	11	87,329	4,102	4,102	84,742,945	7,461	4.93	9.04	2.24	
0.05	0.35	2023	31	81,132	86,835	95	87,135	6,003	6,003	83,171,668	7,414	7.40	8.99	3.06	
0.05	0.35	2023	32	88,863	86,846	57	86,740	-2,123	2,123	80,713,447	7,249	2.39	8.78	2.84	
0.05	0.35	2023	33	89,823	86,940	4	86,788	-3,035	3,035	78,546,637	7,121	3.38	8.62	2.46	
0.05	0.35	2023	34	93,478	87,264	112	86,936	-6,542	6,542	77,495,026	7,104	7.00	8.57	1.55	
0.05	0.35	2023	35	83,241	87,169	39	87,376	4,135	4,135	75,769,314	7,019	4.97	8.47	2.16	
0.05	0.35	2023	36	99,145	87,805	250	87,208	-11,937	11,937	77,622,853	7,156	12.04	8.57	0.45	
0.05	0.35	2024	37				88,055		7,156			8.5655			



## Resultados

- El pronóstico obtenido con el modelo de Holt fue de 89186 pólizas para el periodo de enero de 2024, con un Alpha de 0.05 y una beta de 0.354
- Presenta un MAD de 7,156
- Presenta un MAPE de 8.5655
- Presenta un MSE de 77,622,853
- Presenta una señal de rastreo inferior de -3.92 y una señal de rastreo superior de 3.20 lo que indica que está dentro de los rangos inferiores y superiores.

## Modelo ARIMA (3,1,3)

El modelo ARIMA (3,1,3), en inglés Autoregressive Integrated Moving Average (3,1,3) es una variante específica de ARIMA, que combina tres componentes: autorregresivo (AR), integrado (I) y de media móvil (MA).

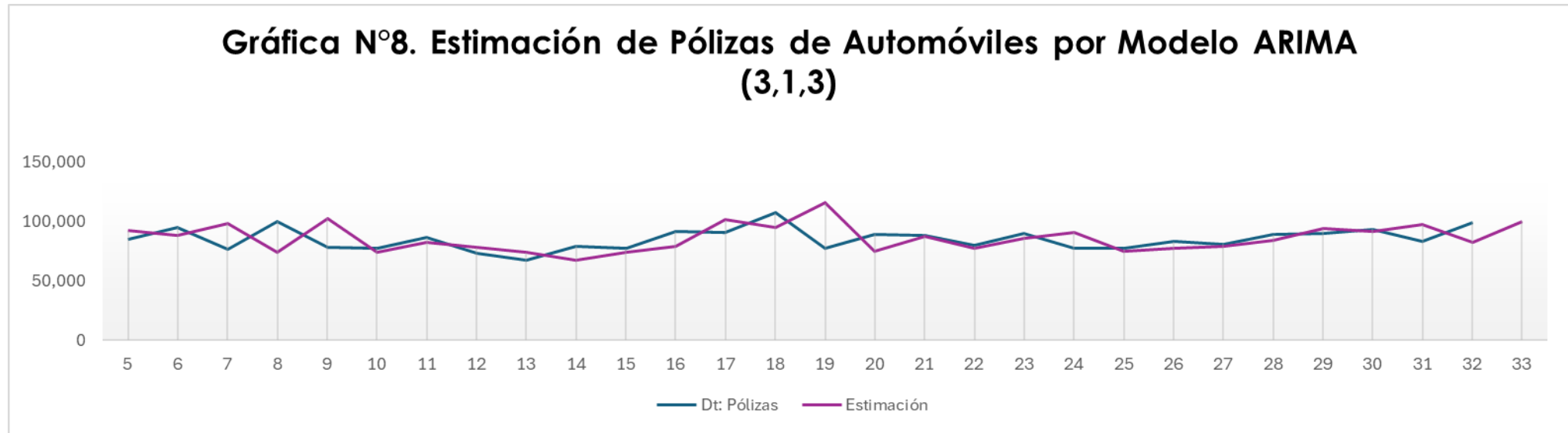
- P o AR (Autorregresivo) de orden 3: Este componente captura la relación entre una observación actual y las tres observaciones pasadas. Utiliza hasta tres rezagos anteriores para prever el valor actual, modelando la dependencia temporal en la serie de tiempo.
- D o I (Integrado) de orden 1: Se refiere a la diferenciación de la serie para hacerla estacionaria, es decir, para eliminar tendencias o estacionalidades. En este caso, la serie se diferencia una vez para lograr la estacionariedad.
- Q o MA (Media Móvil) de orden 3: Este componente modela el error de las predicciones como una combinación lineal de los errores de las tres observaciones anteriores, capturando la influencia de errores pasados en el valor actual.

En otras palabras, los parámetros necesarios son:

- Constante (C): Término de intercepto en el modelo, que ajusta el nivel general de la serie.
- Parámetros AR (Autorregresivos)  $\phi_1, \phi_2, \phi_3$ : Coeficientes que capturan la relación entre el valor actual y los tres valores pasados en la serie de tiempo.
- Parámetros MA (Media Móvil)  $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ : Coeficientes que modelan el efecto de los errores pasados en el valor actual, ajustando el impacto de las tres observaciones de errores anteriores.
- Diferenciación (d): Número de veces que la serie debe ser diferenciada para hacerla estacionaria, en este caso, una vez ( $d= 1$ ).



CUADRO N°6. MODELO ARIMA (3,1,3) PARA LA ESTIMACIÓN DE PÓLIZAS DE AUTOMÓVILES																
SERIE ORIGINAL				Ecuación ARIMA 3,1,3				Dt-Ft	Lt+Tt	Et	$\frac{\sum E_t^2}{n}$	$\frac{\sum  E_t }{n}$	Et  / Ft	$\frac{\sum \% E_t }{n}$	$\frac{\sum E_t}{MAD}$	
								Error	Forecast	Absolute Error	Mean Square Error	Mean Absolute Deviation	Absolute Porcentual Error	Mean Absolute Porcentual Error	Tracking Signal	
T	Valores (Yt o Dt)	d=1 -> d=Yt-Yt-1	$\hat{D}_t = C + \varphi_1 D_{t-1} + \varphi_2 D_{t-2} + \varphi_3 D_{t-3} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \theta_3 \varepsilon_{t-3} + \varepsilon$	$e_t = D_t - \hat{D}_t$	Ft	At	MSE	MAD	% Et	MAPE	TS t					
1	75,754															
2	80,164	4,410		4,410.00	-											C
3	85,384	5220		5,220.00	-											$\varphi_1$
4	68,375	-17009		17,009.00	-											$\varphi_2$
5	71,351	2976		1,241.77	1,734.23	69,617	1734.23	751,884.70	433.5564264	2.49	0.62	4.00	$\varphi_3$	0.37		$\theta_1$
6	76,752	5401		887.55	4,513.45	72,239	4513.45	4,675,756.65	1249.535441	6.25	1.75	5.00	$\theta_2$	0.10		$\theta_3$
7	78,805	2053		3,762.64	5,815.64	72,989	5815.64	9,533,405.06	2010.55256	7.97	2.78	6.00		0.24		
8	86,227	7422		4,545.60	2,876.40	83,351	2876.40	9,353,440.80	2134.244512	3.45	2.88	7.00		0.14		
9	84,956	-1271		5,938.82	7,209.82	92,166	7209.82	14,681,954.57	2768.691851	7.82	3.50	2.79				
10	94,954	9998		2,991.05	7,006.95	87,947	7006.95	18,505,894.99	3239.609978	7.97	3.99	4.55				
11	76,328	-18626		3,581.63	22,207.63	98,536	22207.63	65,973,193.97	5136.412103	22.54	5.85	-1.45	Pronóstico	100,003		
12	99,995	23667		1,908.37	25,575.37	74,420	25575.37	119,439,213.00	6994.498923	34.37	8.44	2.59	MAD	8,428		
13	78,535	-21460		2,508.42	23,968.42	102,503	23968.42	157,359,724.96	8408.992692	23.38	9.69	-0.70	MAPE	9,6499		
14	77,580	-955		4,557.80	3,602.80	73,977	3602.80	146,253,605.38	8039.285591	4.87	9.32	-0.28	MSE	142,046,487		
15	86,508	8928		4,580.75	4,347.25	82,161	4347.25	137,156,815.37	7775.568455	5.29	9.03	0.27	TS INF	-1.97		
16	72,863	-13645		8,355.04	5,289.96	78,153	5289.96	129,878,608.17	7609.861418	6.77	8.88	-0.42	TS SUP	7.00		
17	66,963	-5900		1,090.02	6,990.02	73,953	6990.02	124,814,972.61	7571.121596	9.45	8.91	-1.35				
18	79,438	12475		231.22	12,243.78	67,194	12243.78	126,291,164.22	7845.98405	18.22	9.46	0.26				
19	77,103	-2335		4,988.49	2,653.49	74,450	2653.49	119,666,155.66	7557.512169	3.56	9.13	0.62				
20	91,471	14,368		2,114.80	12,253.20	79,218	12253.20	121,270,085.01	7804.653426	15.47	9.47	2.17				
21	91,148	-323		9,889.62	10,212.62	101,361	10212.62	120,421,457.22	7925.051563	10.08	9.50	0.85				
22	107,460	16312		3,882.71	12,429.29	95,031	12429.29	122,043,636.89	8139.53907	13.08	9.67	2.36				
23	77,570	-29,890		7,965.95	37,855.95	115,426	37855.95	181,635,886.71	9490.285131	32.80	10.72	-1.97				
24	89,156	11,586		2,558.98	14,144.98	75,011	14144.98	182,437,822.09	9692.663079	18.86	11.07	-0.47				
25	88,182	-974		1,981.05	1,007.05	87,175	1007.05	174,878,502.02	9330.762342	1.16	10.66	-0.38				
26	79,803	-8,379		10,524.20	2,145.20	77,658	2145.20	168,067,436.74	9043.339726	2.76	10.34	-0.15				
27	89,841	10,038		6,315.19	3,722.81	86,118	3722.81	162,136,353.89	8838.703804	4.32	10.11	0.26				
28	77,480	-12,361		1,275.47	13,636.47	91,116	13636.47	163,018,467.76	9016.399003	14.97	10.29	-1.25				
29	77,263	-217		2,535.78	2,318.78	74,944	2318.78	157,388,406.10	8777.19833	3.09	10.03	-1.02				
30	83,227	5,964		213.60	5,750.40	77,477	5750.40	153,101,466.32	8672.82613	7.42	9.94	-0.37				
31	81,132	-2,095		3,998.72	1,903.72	79,228	1903.72	148,118,889.63	8447.189397	2.40	9.69	-0.16				
32	88,863	7,731		3,020.00	4,711.00	84,152	4711.00	144,056,780.27	8326.667086	5.60	9.56	0.41				
33	89,823	960		5,062.33	4,102.33	93,925	4102.33	140,080,915.02	8194.656479	4.37	9.40	-0.09				
34	93,478	3,655		1,957.46	1,697.54	91,780	1697.54	135,923,360.79	7997.774014	1.85	9.17	0.12				
35	83,241	-10,237		3,806.29	14,043.29	97,284	14043.29	137,726,023.10	8175.583187	14.44	9.33	-1.60				
36	99,145	15,904		1,094.30	16,998.30	82,147	16998.30	142,046,486.96	8427.660857	20.69	9.65	0.47				
37				858.44		100,003	8427.66			9.65						



## Resultados

- El pronóstico obtenido con el modelo de ARIMA 3,1,3 fue de 100,003 pólizas para el periodo de enero de 2024, con  $\phi_1$  de 0.10,  $\phi_2$  de 0.13,  $\phi_3$  de 0.37 y  $\theta_1$  de 0.10,  $\theta_2$  de 0.24,  $\theta_3$  de 0.14.
- Presenta un MAD de 8,428
- Presenta un MAPE de 9.6499
- Presenta un MSE de 142,046,487
- Presenta una señal de rastreo inferior de -1.97 y una señal de rastreo superior de 7.00 lo que indica que está dentro de los rangos inferiores y una unidad por encima de los superiores, es decir, con muy poco sesgo.

## Comparación de resultados generales

A continuación, presentamos un cuadro con los resultados obtenidos por los 6 modelos:

CUADRO N°7. ESTIMACIONES Y MEDIDAS DE ERROR						
Método	Pronóstico	MAD	MAPE	Rango TS inf	Rango TS sup	Desv. Est.
Regresión Lineal	89,186	6,746	8.06	-3.12	3.51	8,432
Regresión Polinomial 3er Grado	93,399	6,704	8.03	-3.00	3.92	8,380
Promedio Movil	91,422	8,337	9.80	-5.18	1.73	10,422
Suavización Expo	85,150	7,269	8.63	-3.93	6.24	9,086
Holt	88,055	7,156	8.57	-3.92	3.20	8,945
ARIMA (3,1,3)	100,003	8,428	9.65	-1.97	7.00	10,535

- En general todos los modelos utilizados, mostraron resultados en cuanto a errores y desviación estándar, muy similares.
- El modelo con la desviación estándar, errores más bajos y también con rangos de la señal de rastreo dentro de los criterios establecidos es el de regresión polinómica de 3er grado.
- Solo dos modelos presentaron señal de rastreo fuera de los criterios (-6,6), suavizamiento exponencial y ARIMA, sin embargo, por muy poco margen (6.24 y 7.00).
- El pronóstico más cercano al que muestra la Superintendencia de Seguros y Reaseguros de Panamá (98,365), para enero de 2024, fue ARIMA (3,1,3) con 100,003, seguido de regresión polinomial de 3er grado con 93,399
- El modelo de regresión lineal fue el que presentó menor variabilidad de los datos con 8,432.

## Conclusiones

- En base a las medidas de error obtenidas y desviación estándar, se podría intuir que la opción del mejor modelo sería la de regresión polinomial de 3er grado, sin embargo, este modelo a su vez presentó un  $r^2$  de 0.15, recordando que hay que tener presente distintos indicadores para seleccionar un modelo que mejor estime el acumulado de pólizas y no solo los errores, nos indica que un 85% no está explicado bajo este modelo, hacen falta más variables.
- Por este mismo camino, el modelo de regresión lineal simple mostró un  $r^2$  de 0.12, inclusive más bajo que el anterior mencionado, y así sucedió con los otros modelos de regresión, el  $r^2$  estuvo alrededor del 0.12 y 0.15. Con los datos acumulados por año se nota un incremento considerable del coeficiente de correlación, sin embargo, este análisis se descartó debido a los datos atípicos que se mostraron en 2020 y los pocos registros a los que se tenía acceso (2017-2023), solo 7 años, 7 registros.
- El modelo de promedios móviles mostró resultados muy parecidos, a destacar la desviación estándar un poco alta.
- El modelo de suavización exponencial también presentó resultados similares, sin embargo, fue uno de los dos cuya señal de rastreo superior, está fuera del rango aceptado, por muy poco.
- El modelo de Holt, también conocido como doble suavizamiento exponencial, obtuvo mejores resultados que el de suavizamiento exponencial, así lo reflejan sus medidas de error, rangos Ts y desviación estándar.
- El modelo de ARIMA (3,1,3) mostró resultados muy cercanos a los otros 5 modelos, sin embargo, un poco altas; hay que resaltar que, para este modelo, bajo la metodología Box-Jenkins se recomiendan 50 registros (mínimos), actualmente

tenemos 36 (3 años), por lo mencionado del 2020, no optamos por usar esos datos. Lo que podemos apreciar, es que, al comparar las dos gráficas, entre los datos reales y los estimados, el comportamiento es muy similar, debido a que no se trata de una regresión o una suavización de datos y contamos con más parámetros de estimación (7).

- Por otra parte, contamos con los datos reales de enero de 2024 (brindados por la SSRP), en donde el acumulado de pólizas de automóviles es de 98365, siendo los más cercanos, la estimación por regresión polinomial de 3er grado con 93399 y la estimación del modelo ARIMA con 100003. Lo anterior indica, que el modelo polinomial presentó una diferencia de 4966 pólizas y el modelo ARIMA sobrepasó por 1168 pólizas, siendo estos los dos modelos que mejor estimaron los datos reales.
- Por lo anterior descrito, recomendamos el modelo de regresión polinomial de 3er grado y el modelo ARIMA (3,1,3), el primero por todos los resultados obtenidos respecto sus medidas de error y haciendo la salvedad que y el segundo por ser el que mostró el comportamiento más parecido de los datos en el tiempo, sin contar que, al compararlo con el dato real del 2024, es el mejor estimador para este. En este caso, para ARIMA, podemos recomendar que se utilicen los 50 datos que exige la metodología Box-Jenkins y así ver si las medidas de error mejoran y sustentan el comportamiento similar al graficar los datos.
- Para terminar, puedo mencionar que este curso ha sido todo un reto, por distintas variables, sin embargo, el hecho que fue muy práctico deja un aprendizaje de mucho peso, que se puede complementar con las materias anteriores y por supuesto, con las siguientes en la Maestría en Analítica de Datos, además su contenido representa una parte de las competencias con las que debe contar todo analista de datos. Por lo que, manejar o tener conocimiento acerca de los modelos vistos se hace de mucha importancia en el ámbito laboral.

Anexos

Anexo N°1. ORIGEN DE DATOS DE ACUMULADOS (CONSOLIDADOS) DE PÓLIZAS DE AUTOMÓVILES – JULIO 2021

SUPERINTENDENCIA DE SEGUROS Y REASEGUROS DE PANAMA ESTADISTICA MENSUAL DE SEGUROS DE AUTOS CONSOLIDADO AL 31 DE JULIO DE 2021																		
ESTADISTICA MENSUAL (suscripción del mes)	COBERTURA COMPLETA				SEGURO DE DAÑOS TERCEROS				SEGURO OBLIGATORIO BÁSICO DE ACCIDENTES DE TRANSITO (ATTT)				TOTALES				GRAN TOTAL	
	PARTICULAR		COMERCIAL		PARTICULAR		COMERCIAL		PARTICULAR		COMERCIAL		PARTICULAR		COMERCIAL		GRAN TOTAL	
	Cantidad	Monto	Cantidad	Monto	Cantidad	Monto	Cantidad	Monto	Cantidad	Monto	Cantidad	Monto	Cantidad	Monto	Cantidad	Monto	Cantidad	Monto
Pólizas / Primas	95,086	14,587,655.56	4,778	2,449,207.11	20,186	2,429,234.20	6,840	1,665,431.10	8,900	799,102.95	3,615	237,641.23	68,572	17,755,992.71	15,233	4,352,279.44	78,805	22,108,272.15
Cantidad de Autos expuestos	74,954		23,359		23,140		79,263		9,129		3,766		107,323		106,388		213,611	
Suma Asegurada		467,700,899.59		125,333,577.72		256,736,959.84		122,425,429.47		45,045,308.81		18,764,365.71		769,483,168.24		266,523,372.90		1,036,006,541.14
ESTADISTICA TOTAL (Acumulado)	COBERTURA COMPLETA				SEGURO DE DAÑOS TERCEROS				SEGURO OBLIGATORIO BÁSICO DE ACCIDENTES DE TRANSITO (ATTT)				TOTALES				GRAN TOTAL	
	PARTICULAR		COMERCIAL		PARTICULAR		COMERCIAL		PARTICULAR		COMERCIAL		PARTICULAR		COMERCIAL		GRAN TOTAL	
	Cantidad	Monto	Cantidad	Monto	Cantidad	Monto	Cantidad	Monto	Cantidad	Monto	Cantidad	Monto	Cantidad	Monto	Cantidad	Monto	Cantidad	Monto
Pólizas / Primas	512,919	92,834,372.34	49,886	22,672,493.75	159,702	15,357,279.87	69,265	9,527,992.62	83,979	4,918,602.05	27,340	1,152,547.19	756,600	113,110,254.27	146,491	33,353,033.56	903,091	146,463,287.83
Cantidad de Autos expuestos	552,067		112,620		106,720		89,422		85,029		29,538		743,616		231,580		975,396	
Suma Asegurada		6,170,713,275.94		1,233,359,899.06		1,548,740,794.16		804,100,700.18		710,511,773.50		227,664,966.45		8,429,965,843.60		2,265,125,565.69		10,695,091,409.29
SINIESTROS PAGADOS DEL MES	PAGOS A ASEGURADOS				PAGOS A TERCEROS				SEGURO OBLIGATORIO BÁSICO DE ACCIDENTES DE TRANSITO (ATTT)				TOTAL DE SINIESTROS PAGADOS				GRAN TOTAL	
	PARTICULAR		COMERCIAL		PARTICULAR		COMERCIAL		PARTICULAR		COMERCIAL		PARTICULAR		COMERCIAL		GRAN TOTAL	
	# casos	Monto	# casos	Monto	# casos	Monto	# casos	Monto	# casos	Monto	# casos	Monto	# casos	Monto	# casos	Monto	# casos	Monto
Total de Sinistros Pagados	7,706	9,881,527.98	866	1,787,898.73	966	1,682,543.89	537	1,073,878.42	302	429,452.75	104	175,863.33	8,974	11,993,524.61	1,507	3,037,640.48	10,481	15,031,165.09
Pérdidas Parciales	6,502	6,559,857.53	509	902,512.50	318	386,936.48	81	117,004.79	47	105,185.18	7	34,509.17	6,867	7,051,979.19	597	1,054,026.46	7,464	8,106,005.65
Colisión o Vuelco	6,302	6,188,845.10	506	901,147.00	318	386,936.48	81	117,004.79	47	105,185.18	7	34,509.17	6,667	6,680,966.76	594	1,052,660.96	7,261	7,733,627.72
Robo	21	28,268.52	1	28.00	0	-	0	-	0	-	0	-	21	28,268.52	1	28.00	22	28,296.52
Incendio	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
Inundación	2	333.53	1	1,337.50	0	-	0	-	0	-	0	-	2	333.53	1	1,337.50	3	1,671.03
Compresivo	177	342,410.38	1	-	0	-	0	-	0	-	0	-	177	342,410.38	1	-	178	342,410.38
Gastos Médicos	17	22,050.35	1	66.42	15	5,273.86	9	2,286.48	1	6,454.00	0	-	33	33,738.21	10	2,352.90	43	36,091.11
Pérdida Total	193	1,458,798.68	74	343,446.46	2	38,222.78	2	(3,850.00)	0	-	0	-	195	1,497,011.46	76	339,596.46	271	1,836,607.92
Colisión o Vuelco	189	1,408,015.11	63	310,635.85	2	38,222.78	2	(3,850.00)	0	-	0	-	191	1,446,237.89	65	306,785.85	256	1,753,023.74
Robo	3	18,808.54	9	18,828.14	0	-	0	-	0	-	0	-	3	18,808.54	9	18,828.14	12	37,636.68
Inundación	1	25,734.31	1	13,461.19	0	-	0	-	0	-	0	-	1	25,734.31	1	13,461.19	2	39,195.50
Incendio	0	6,230.72	1	521.28	0	-	0	-	0	-	0	-	0	6,230.72	1	521.28	1	6,752.00
Responsabilidad Civil	994	1,256,089.70	282	434,799.70	631	798,958.33	445	863,215.23	254	317,813.57	97	140,804.16	1,879	2,372,861.60	824	1,438,619.10	2,703	3,811,680.69
Lesiones Corporales	55	134,832.26	13	40,137.99	36	66,166.00	35	41,408.36	8	15,944.50	2	5,535.00	99	217,142.77	50	87,481.35	149	304,624.11
Muerte	1	5,000.00	0	-	0	-	1	157.00	0	-	0	-	1	5,000.00	1	157.00	2	5,157.00
Daños a la propiedad	938	1,116,257.44	269	394,261.71	595	732,592.32	409	821,649.87	246	301,869.07	95	135,269.16	1,779	2,150,718.83	773	1,351,180.75	2,552	3,501,899.58
Otros Gastos		584,781.72		107,073.65		453,152.44		95,221.91		-		550.00		1,037,934.16		202,845.56		1,240,779.72

Tal como el presente cuadro de julio 2021, revisamos 35 más, para tomar el dato del total de pólizas, contenido en la penúltima sub-columna “Cantidad”, dentro de la última columna “Gran total”.

## Bibliografía

datascientest.com. (27 de febrero de 2024). *Algoritmo de clasificación: definición y modelos principales*. Obtenido de datascientest.com:  
<https://datascientest.com/es/algoritmo-de-clasificacion>

Mauricio, J. A. (03 de 2007). *Introducción a Series de Tiempo*. Obtenido de  
<https://www.ucm.es/>: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/518-2013-11-11-JAM-IASST-Libro.pdf>

pypro.mx. (2024). *Modelos de Clasificación*. Obtenido de  
<https://www.pypro.mx/app/curso/machine-learning-con-python/modelos-de-clasificacion>

Superintendencia de Seguros y Reaseguros de Panamá. (09 de 2024). *Resumen Estadístico*. Obtenido de superseguros.gob.pa:  
<https://superseguros.gob.pa/estadistica-financiera/resumen-estadistico/>

Superintendencia de Seguros y Reaseguros de Panamá. (09 de 2024). *Seguros de Automóviles*. Obtenido de superseguros.gob.pa:  
<https://superseguros.gob.pa/estadistica-financiera/seguros-de-automovil/>

Universidad Centroamericana José Simeón Cañas. (2016). *Regresión y Correlación*. Obtenido de uca.edu.sv:  
[http://www2.uca.edu.sv/matematica/upload\\_w/file/REGRESION%20SIMPLE%20Y%20MULTIPLE.pdf](http://www2.uca.edu.sv/matematica/upload_w/file/REGRESION%20SIMPLE%20Y%20MULTIPLE.pdf)