



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS COMPUTACIONALES



MAESTRÍA EN ANALÍTICA DE DATOS

MODELOS PREDICTIVOS

MODELOS PREDICTIVOS PARA LA PRESENTACIÓN DE DENUNCIAS CRIMINALES

POR:

LUIS ANTONIO MUÑOZ MORALES

PROFESOR: JUAN CASTILLO, PhD

PANAMÁ, 7 DE SEPTIEMBRE DE 2024

Contenido

1.	Resumen ejecutivo	3
2.	Antecedentes	4
3.	Procedimiento utilizado	6
4.	Resultados	22
5.	Conclusiones	27

MODELOS PREDICTIVOS PARA LA PRESENTACIÓN DE DENUNCIAS CRIMINALES

1. Resumen ejecutivo

Las denuncias criminales son las notificaciones que se presentan al Ministerio Público y otras instituciones para dar aviso de la posible comisión de delitos. El Ministerio Público tiene la función de recibir estas denuncias y realizar las investigaciones necesarias para posteriormente descartar los casos o entregar los casos al Órgano Judicial de Panamá para su juicio y resolución.

Los motivos principales de este proyecto fueron la percepción creada por los medios de comunicación sobre los delitos que se cometen en Panamá y la situación de la administración de justicia. Otro motivo fue la cantidad de denuncias presentadas en el primer y tercer distritos judiciales.

Los datos fueron recopilados a partir de informes mensuales publicados por el Ministerio Público de Panamá en su sitio web, para los años de 2019 a 2023. Estos informes fueron descargados y convertidos a formato Excel. Luego fueron consolidados en un archivo de Excel y clasificados por fecha. Finalmente se obtuvo una tabla homologada para los dos distritos judiciales con la cantidad de denuncias por mes y año. Los datos fueron agrupados por mes y año para formar una serie de tiempo.

En primer lugar se analizó estadísticamente los datos de la serie de tiempo. Se obtuvo una distribución de frecuencias asimétrica con sesgo a la izquierda. Se encontraron dos valores atípicos. La distribución tuvo un rango amplio de 5662 (entre 1955 y 7617 denuncias). Los datos tienen alta dispersión alrededor de la media.

Se aplicaron sobre los datos varios métodos de pronóstico, unos son modelos clásicos y otros son algoritmos de machine learning (con ayuda del software Weka). Los métodos evaluados de pronóstico fueron:

- Promedios móviles
- Suavizamiento exponencial
- Holt
- Winter (HoltWinters)
- Regresión lineal.
- SMOreg
- Multilayer Perceptron
- Random Forest
- Random Tree

Para cada método se calcularon y compararon las medidas de error de pronóstico. Las medidas seleccionadas fueron:

- Error del pronóstico
- Error absoluto del pronóstico.
- Promedio de los cuadrados de errores (MSE).
- Desviación absoluta media (MAD).
- Error porcentual del pronóstico.
- Error porcentual absoluto medio (MAPE).
- Señal de rastreo (TS) inferior y superior.
- Desviación estándar.

Los métodos que tuvieron mejor desempeño de acuerdo con las medidas de error fueron:

- Random Tree
- Random Forest
- SMOreg

A pesar del grado de ajuste de estos tres algoritmos a los datos reales, los algoritmos tienen limitaciones evidenciadas por sus señales de rastreo. Éstas indicaron que los algoritmos tienen alta tendencia a sobreestimar los pronósticos y baja tendencia a la subestimación. Esta situación da indicios de que hay otros factores que agregan aleatoriedad y que, por el momento, no han sido considerados en los datos, pero que afectan el comportamiento de la serie de tiempo. La identificación de estos factores no es objetivo de este proyecto. Algunos factores que probablemente influyen en el comportamiento de la serie de tiempo son:

- Crecimiento demográfico no planificado.
- Falta de confianza en las instituciones.
- Naturaleza de los delitos.
- Influencia del crimen organizado.

Por lo anterior, una alternativa para elegir los mejores pronósticos es utilizar cadenas de Markov, pero están fuera del alcance de este proyecto. Por último, una alternativa factible dentro del alcance del proyecto es calcular los pronósticos con los tres algoritmos anteriores y seleccionar el valor intermedio. Las pruebas con los pronósticos de los tres primeros meses de 2024 indicaron que los valores intermedios fueron producidos por el algoritmo Random Forest.

2. Antecedentes

Este proyecto final trata sobre la presentación de denuncias criminales ante el Ministerio Público de Panamá. Antes de exponer los modelos, me parece apropiado explicar algunos conceptos sobre las denuncias criminales y sobre la motivación que condujo a la selección de este tema.

- La denuncia criminal o noticia criminal es la notificación que se hace ante el Ministerio Público de Panamá de la posible comisión de un delito que esté definido en el Código Penal.
- En términos generales, la presentación de la denuncia debe cumplir con los siguientes requisitos:
 - La persona que presenta la denuncia debe ser mayor de edad.
 - La denuncia debe ser hecha por escrito.
 - La persona que presenta la denuncia debe estar en pleno uso de sus facultades mentales.
- En Panamá las denuncias pueden tener uno de tres tipos de ingreso:
 - Por denuncia: El ciudadano se presenta ante el Ministerio Público u otra entidad receptora para dar aviso.
 - De oficio: El Ministerio Público inicia el trámite sin necesidad de que un ciudadano denuncie.

- Por querrela: El ciudadano presenta un escrito redactado por un abogado al Ministerio Público, donde se acusa a una persona, se exige resolución y se aportan pruebas. Debe ser revisada y admitida por un fiscal o juez.

En cuanto a la motivación para este proyecto, hubo dos factores principales:

1. La percepción transmitida por los medios de comunicación de que han aumentado los niveles de comisión de delitos en nuestro país Panamá y también las noticias acerca de los problemas en la administración de la justicia. Posiblemente sea una realidad, pero también puede ser que los medios de comunicación, especialmente las redes sociales, se han enfocado en ciertos tipos de delitos y han acelerado y masificado el conocimiento del público sobre los hechos que ocurren cotidianamente.
2. Los datos publicados por el Ministerio Público. Esta institución, que es la encargada de investigar la posible comisión de los delitos, mensualmente publica un informe por distrito judicial en el cual informe sobre la cantidad de denuncias recibidas clasificadas por distintos campos, tales como el circuito judicial, el tipo de ingreso y el delito genérico. Destaco la puntualidad con la que estos informes han sido publicados en el sitio web del Ministerio Público desde el año 2015, año en el cual inició la implementación del sistema penal acusatorio.

Para fines del presente proyecto es necesario conocer que el Ministerio Público está administrativamente dividido en cuatro distritos judiciales, llamados por su número ordinal (primero al cuarto respectivamente).

Cada distrito judicial a su vez se divide en circuitos judiciales que mayormente corresponden a las provincias de la división política de Panamá.

Los circuitos judiciales de cada uno de los distritos judiciales son:

- Primero: Provincias de Panamá, Panamá Oeste, Colón y Darién, y el distrito de San Miguelito. Este último tiene un circuito judicial separado debido a su densidad de población.
- Segundo: Provincias de Veraguas y Coclé
- Tercero: Provincias de Chiriquí y Bocas del Toro.
- Cuarto: Provincias de Herrera y Los Santos.

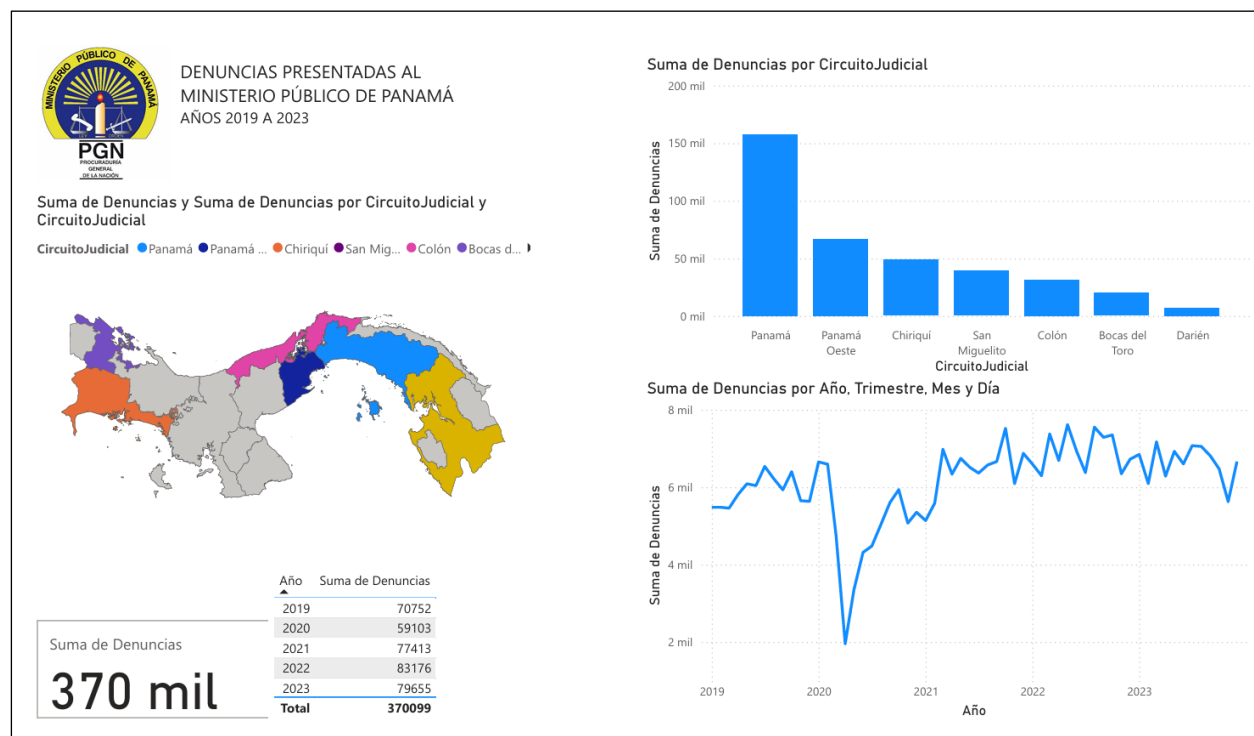
En el caso de las comarcas, éstas se incluyen dentro de los distritos judiciales al que pertenezcan geográficamente. No tienen un circuito judicial separado, pero sí tienen fiscales asignados para cada zona. Por lo anterior:

- La comarca Guna Yala y la comarca emberá-wounan pertenecen al primer distrito judicial.
- La comarca Gnäbe-Buglé está dividida entre el tercer y segundo distritos judiciales, porque geográficamente hay una parte de la comarca en cada distrito judicial.
- La comarca Naso Tjër Di pertenece al tercer distrito judicial.

Este proyecto solamente se refiere a las denuncias presentadas en el primer y tercer distritos judiciales, debido a que (como se mostrará más adelante) son las áreas que tienen la mayor cantidad de denuncias. Con el análisis de estos distritos judiciales me parece que se tendrá un panorama bastante acertado de la situación nacional. Los datos pertenecen a las denuncias presentadas entre 2019 y 2023.

El siguiente dashboard muestra la cantidad de denuncias criminales por distrito judicial y por circuito judicial. Se muestra también la serie de tiempo y las cantidades de denuncias por año. Este dashboard me permitió comprender a través de las cifras la situación verdadera de la presentación de denuncias criminales.

Ilustración 1



El dashboard muestra claramente que la mayor cantidad de denuncias han sido presentadas en el circuito judicial de Panamá. La cantidad de denuncias presentadas en el circuito judicial de Panamá supera el doble de la cantidad del segundo lugar (circuito de Panamá Oeste). La menor cantidad ha sido presentada en Darién. Se observa también una baja considerable en abril de 2020, situación que se aclara en la sección de resultados de este informe. Con el uso dinámico del dashboard, se revisaron todos los circuitos judiciales para confirmar que, con diferentes magnitudes y proporciones, la serie de tiempo de los datos de las denuncias tiene un comportamiento similar.

3. Procedimiento utilizado

En esta sección se explica el procedimiento utilizado desde la recopilación de los datos hasta la elaboración del informe de resultados.

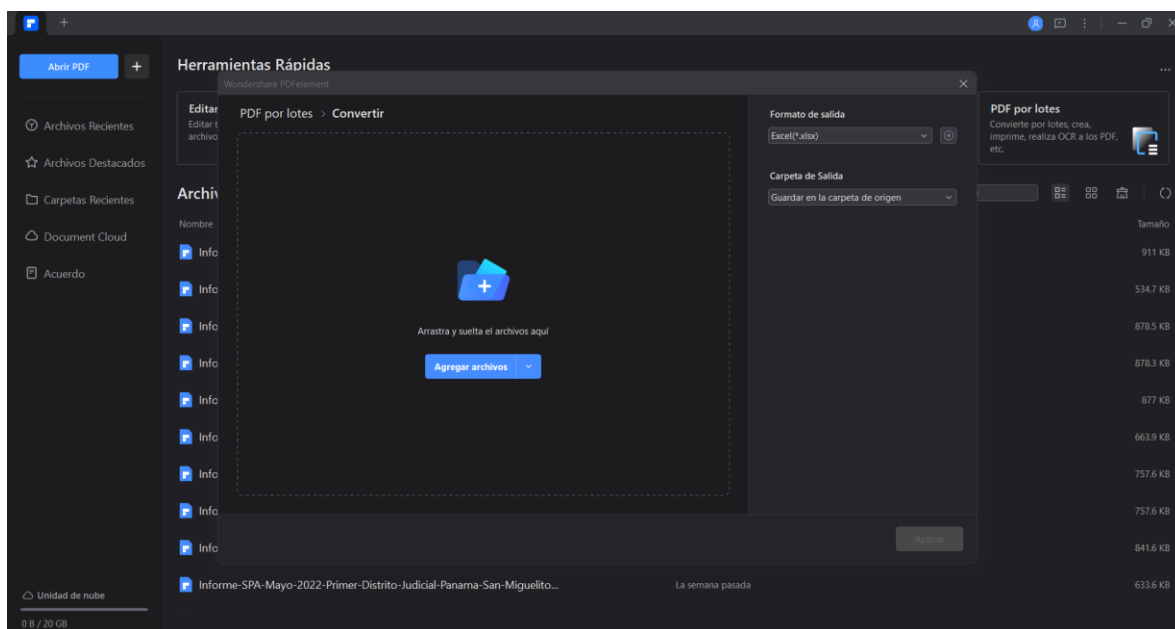
- Se obtuvieron los datos del sitio web del Ministerio Público de Panamá, en la sección de estadísticas judiciales. La dirección es <https://ministeriopublico.gob.pa/estadisticas-judiciales/>.

Ilustración 2



- Se eligió la opción de Sistema Penal Acusatorio, en la cual reposan los informes mensuales de todas las denuncias presentadas al Ministerio Público desde la implementación del sistema (2015).
- Se seleccionaron y descargaron los archivos del primer y tercer distritos judiciales, que corresponden a los meses desde enero de 2019 hasta diciembre de 2023.
- Como los informes solamente existen en formato PDF, con el software Wondershare PDFelement se convirtieron por lotes los archivos al formato Excel.

Ilustración 3



- Con Microsoft Excel, de cada informe mensual se copiaron los datos de la tabla de “Número de denuncias receptadas” hacia un archivo de Excel donde se consolidaron los datos mensuales.
- Para cada conjunto copiado de registros se le agregó en una columna la fecha (mes y año) a la que corresponden los datos.

Ilustración 4

Auto-guardado

Denuncias recibidas 2019-2023... - Guardado en Este PC

Excel

Archivo

Inicio

Insertar

Disposición de página

Fórmulas

Datos

Revisar

Vista

Automatizar

Programador

Ayuda

PDFelement

Power Pivot

Comentarios

Compartir

Calibri

8

A⁺

A⁻

General

Formato condicional

Dar formato como tabla

Estilos de celda

Insertar

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Portapeapeas

Fuente

Alineación

Número

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Confidencialidad

Complementos

Analizar datos

Formato

Eliminar

Formato

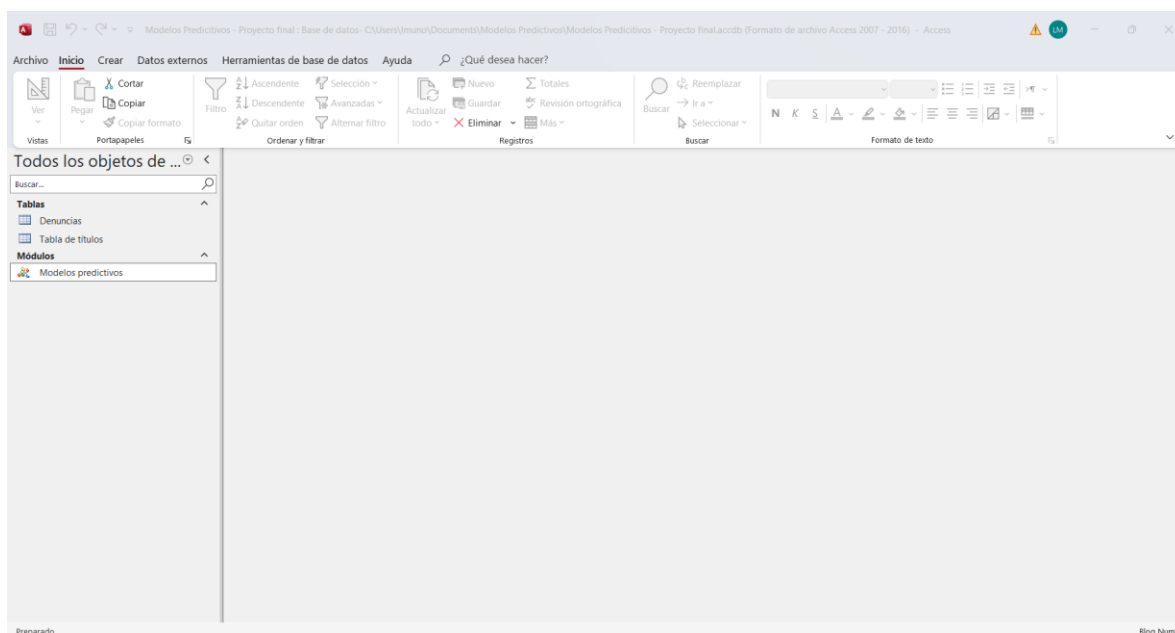
Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

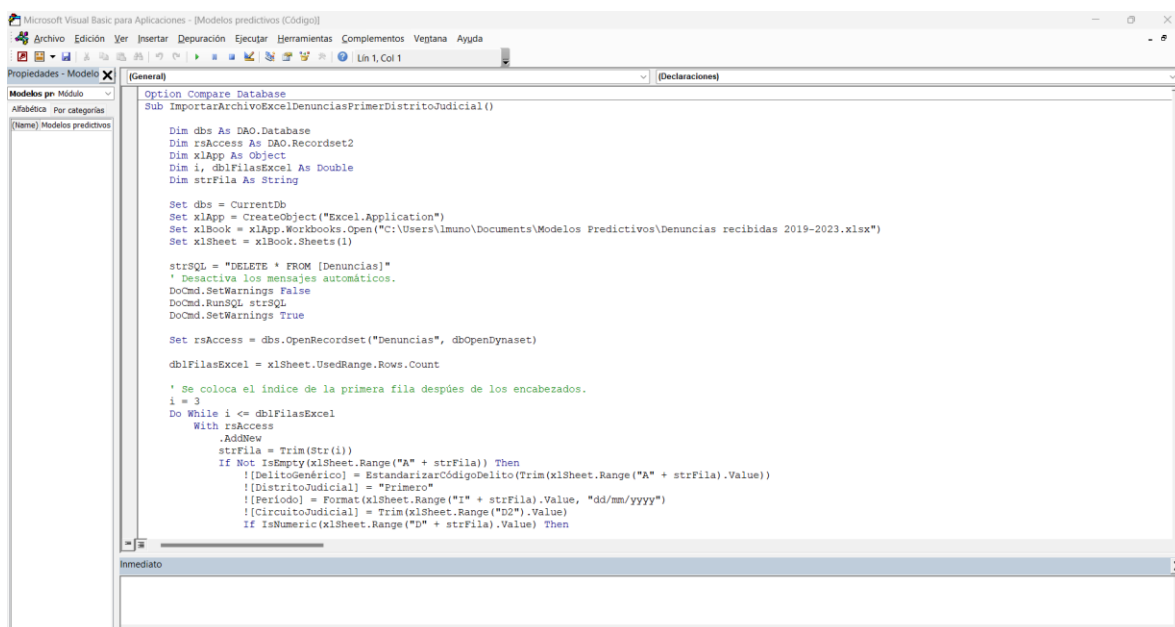
- Debido a que los datos por circuito judicial estaban en columnas y no en filas, se creó una base de datos en Microsoft Access para normalizar los datos, es decir para que cada atributo fuera único en cada registro y aumentar la granularidad para los análisis.

Ilustración 5



- En la base de datos se creó una tabla llamada Denuncias, para almacenar los registros normalizados de denuncias por mes y por circuito judicial.
- Se creó un módulo Visual Basic para leer el archivo de Excel y separar las filas en registros por mes y por circuito judicial.
- Como los archivos del primer distrito judicial tienen más columnas que los archivos del tercer distrito judicial, en el módulo se crearon dos rutinas con el fin de leer por separado cada hoja de Excel y homologar los datos en la tabla "Denuncias".

Ilustración 6



- Se ejecutó el código del módulo Visual Basic. Con esto se rellenó la tabla de denuncias criminales.

Ilustración 7

DelitoGenérico	DistritoJudicial	CircuitoJudicial	Denuncias	Periodo
Título XV - Delitos contra la Humanidad	PrimerDistrito	Darién	1	01/01/2023
Título I - Delitos contra la Vida y la Integridad Personal	PrimerDistrito	Panamá	244	01/02/2023
Título I - Delitos contra la Vida y la Integridad Personal	PrimerDistrito	San Miguelito	66	01/02/2023
Título I - Delitos contra la Vida y la Integridad Personal	PrimerDistrito	Panamá Oeste	101	01/02/2023
Título I - Delitos contra la Vida y la Integridad Personal	PrimerDistrito	Colón	65	01/02/2023
Título I - Delitos contra la Vida y la Integridad Personal	PrimerDistrito	Darién	26	01/02/2023
Título II - Delitos contra la Libertad	PrimerDistrito	Panamá	37	01/02/2023
Título II - Delitos contra la Libertad	PrimerDistrito	San Miguelito	9	01/02/2023
Título II - Delitos contra la Libertad	PrimerDistrito	Panamá Oeste	15	01/02/2023
Título II - Delitos contra la Libertad	PrimerDistrito	Colón	7	01/02/2023
Título II - Delitos contra la Libertad	PrimerDistrito	Darién	0	01/02/2023
Título III - Delitos contra la Libertad e Integridad Sexual	PrimerDistrito	Panamá	94	01/02/2023
Título III - Delitos contra la Libertad e Integridad Sexual	PrimerDistrito	San Miguelito	22	01/02/2023
Título III - Delitos contra la Libertad e Integridad Sexual	PrimerDistrito	Panamá Oeste	55	01/02/2023
Título III - Delitos contra la Libertad e Integridad Sexual	PrimerDistrito	Colón	24	01/02/2023
Título III - Delitos contra la Libertad e Integridad Sexual	PrimerDistrito	Darién	16	01/02/2023
Título IV - Delitos contra el Honor de la Persona Natural	PrimerDistrito	Panamá	10	01/02/2023
Título IV - Delitos contra el Honor de la Persona Natural	PrimerDistrito	San Miguelito	0	01/02/2023
Título IV - Delitos contra el Honor de la Persona Natural	PrimerDistrito	Panamá Oeste	2	01/02/2023
Título IV - Delitos contra el Honor de la Persona Natural	PrimerDistrito	Colón	2	01/02/2023
Título IV - Delitos contra el Honor de la Persona Natural	PrimerDistrito	Darién	0	01/02/2023
Título V - Delitos contra el Orden Jurídico Familiar y el Estado Civil	PrimerDistrito	Panamá	547	01/02/2023
Título V - Delitos contra el Orden Jurídico Familiar y el Estado Civil	PrimerDistrito	San Miguelito	117	01/02/2023
Título V - Delitos contra el Orden Jurídico Familiar y el Estado Civil	PrimerDistrito	Panamá Oeste	351	01/02/2023
Título V - Delitos contra el Orden Jurídico Familiar y el Estado Civil	PrimerDistrito	Colón	116	01/02/2023
Título V - Delitos contra el Orden Jurídico Familiar y el Estado Civil	PrimerDistrito	Darién	27	01/02/2023
Título VI - Delitos contra el Patrimonio Económico	PrimerDistrito	Panamá	1006	01/02/2023
Título VI - Delitos contra el Patrimonio Económico	PrimerDistrito	San Miguelito	242	01/02/2023
Título VI - Delitos contra el Patrimonio Económico	PrimerDistrito	Panamá Oeste	274	01/02/2023

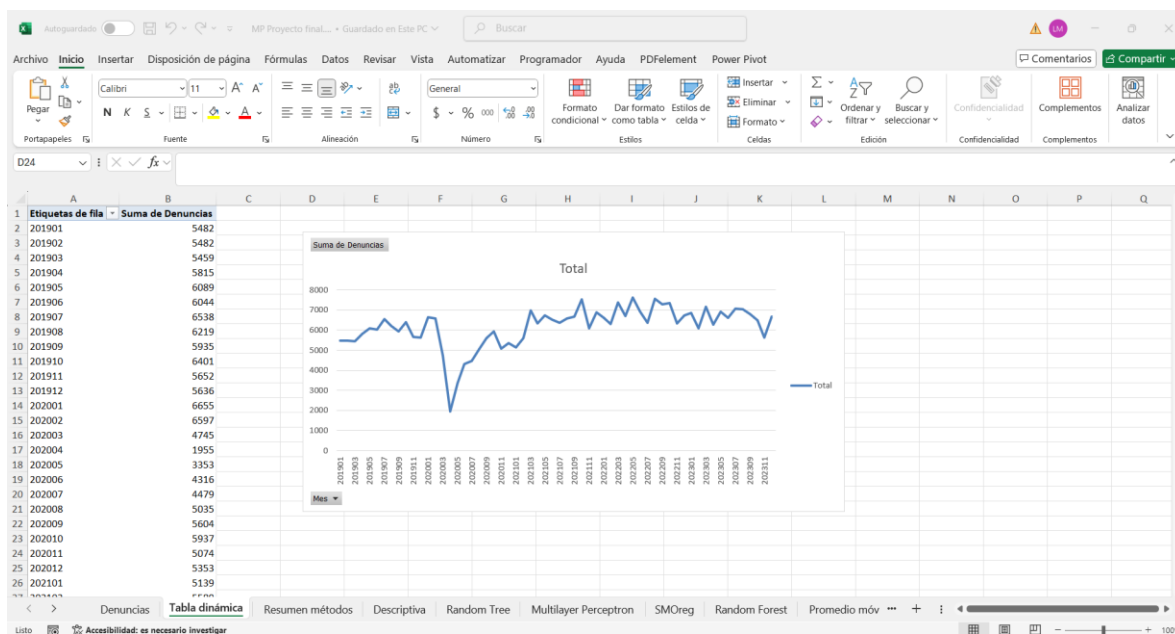
- Se exportó la tabla "Denuncias" a un nuevo archivo de Excel. Este archivo fue la base para recopilar los datos del proyecto.
- Con el fin de evitar problemas con los formatos de fecha, a la hoja de datos de las denuncias se le agregó una columna que únicamente contiene el año y el mes de la fecha en formato numérico.

Ilustración 8

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Delito Genérico	Distrito Judicial	Circuito Judicial	Denuncias	Período	Mes							
1	Título XV - Delitos contra la Humanidad	Primero	Darién	1	01/01/2023	202301							
2	Título I - Delitos contra la Vida y la Integridad Personal	Primero	Panamá	244	01/02/2023	202302							
3	Título I - Delitos contra la Vida y la Integridad Personal	Primero	San Miguelito	66	01/02/2023	202302							
4	Título I - Delitos contra la Vida y la Integridad Personal	Primero	Panamá Oeste	101	01/02/2023	202302							
5	Título I - Delitos contra la Vida y la Integridad Personal	Primero	Colón	65	01/02/2023	202302							
6	Título I - Delitos contra la Vida y la Integridad Personal	Primero	Darién	26	01/02/2023	202302							
7	Título II - Delitos contra la Libertad	Primero	Panamá	37	01/02/2023	202302							
8	Título II - Delitos contra la Libertad	Primero	San Miguelito	9	01/02/2023	202302							
9	Título II - Delitos contra la Libertad	Primero	Panamá Oeste	15	01/02/2023	202302							
10	Título II - Delitos contra la Libertad	Primero	Colón	7	01/02/2023	202302							
11	Título II - Delitos contra la Libertad	Primero	Darién	0	01/02/2023	202302							
12	Título III - Delitos contra la Libertad e Integridad Sexual	Primero	Panamá	94	01/02/2023	202302							
13	Título III - Delitos contra la Libertad e Integridad Sexual	Primero	San Miguelito	22	01/02/2023	202302							
14	Título III - Delitos contra la Libertad e Integridad Sexual	Primero	Panamá Oeste	55	01/02/2023	202302							
15	Título III - Delitos contra la Libertad e Integridad Sexual	Primero	Colón	24	01/02/2023	202302							
16	Título III - Delitos contra la Libertad e Integridad Sexual	Primero	Darién	16	01/02/2023	202302							
17	Título IV - Delitos contra el Honor de la Persona Natural	Primero	Panamá	10	01/02/2023	202302							
18	Título IV - Delitos contra el Honor de la Persona Natural	Primero	San Miguelito	0	01/02/2023	202302							
19	Título IV - Delitos contra el Honor de la Persona Natural	Primero	Panamá Oeste	2	01/02/2023	202302							
20	Título IV - Delitos contra el Honor de la Persona Natural	Primero	Colón	2	01/02/2023	202302							
21	Título IV - Delitos contra el Honor de la Persona Natural	Primero	Darién	0	01/02/2023	202302							
22	Título V - Delitos contra el Orden Jurídico Familiar y el Estado Civil	Primero	Panamá	547	01/02/2023	202302							
23	Título V - Delitos contra el Orden Jurídico Familiar y el Estado Civil	Primero	San Miguelito	117	01/02/2023	202302							
24	Título V - Delitos contra el Orden Jurídico Familiar y el Estado Civil	Primero	Panamá Oeste	351	01/02/2023	202302							
25	Título V - Delitos contra el Orden Jurídico Familiar y el Estado Civil	Primero	Colón	116	01/02/2023	202302							

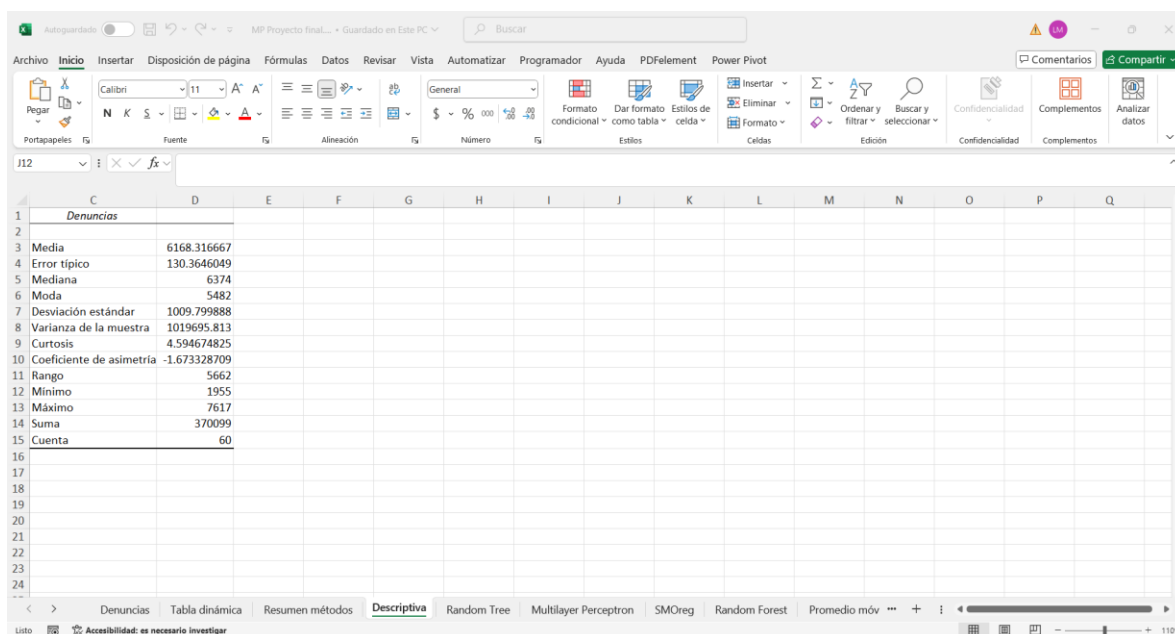
- Se agregó una hoja de Excel al archivo. En ella se crearon una tabla dinámica y un gráfico dinámico, con la suma de la cantidad de denuncias agrupadas por período (año y mes). Esto permitió crear la serie de tiempo para la cantidad de denuncias presentadas.

Ilustración 9



- A partir de la tabla dinámica, se eligieron meses al azar y se cotejaron los resultados de la tabla con el archivo PDF correspondiente. Se validó que cuadraran los totales de denuncias presentadas.
- Se preparó una evaluación rápida de estadística descriptiva de los datos.

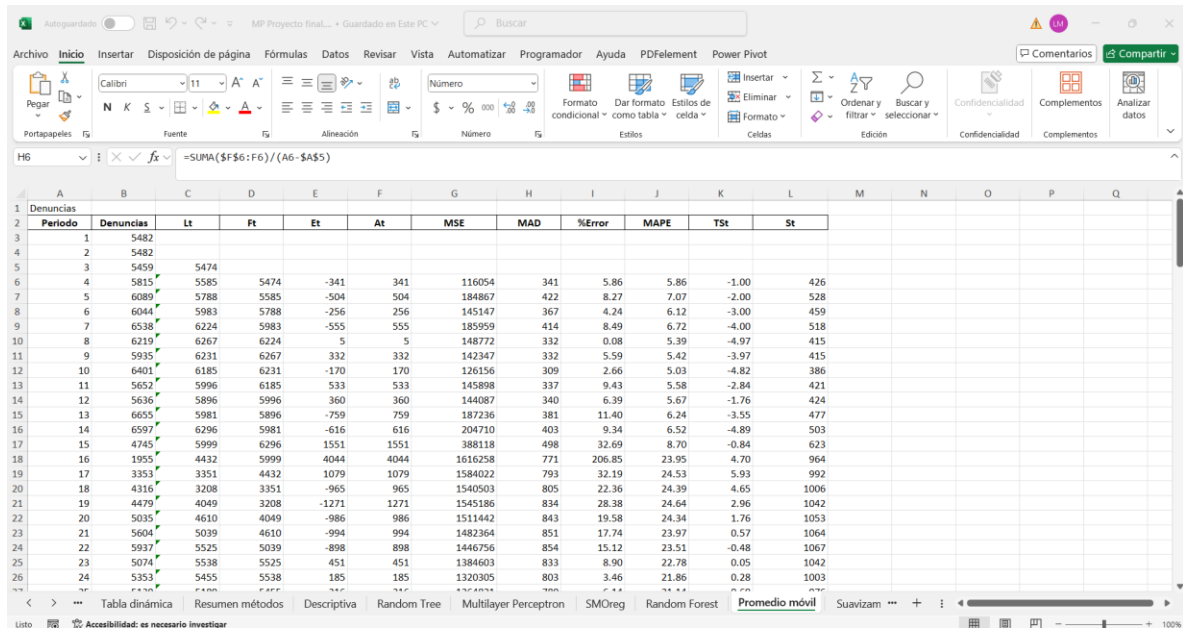
Ilustración 10



- Con la ayuda del gráfico dinámico se revisó si existía estacionalidad en los datos.
- Dentro del archivo de Excel se crearon hojas separadas para trabajar los pronósticos por cada método clásico y por cada algoritmo de machine learning seleccionado.
- Para cada uno de los métodos seleccionados, se prepararon las fórmulas para la evaluación de los errores de pronóstico. Según sea el método, se agregaron otras columnas necesarias para los cálculos, tales como el nivel y la tendencia de la serie de tiempo.
- Las medidas de error de pronósticos utilizadas fueron:
 - Error del pronóstico
 - Error absoluto del pronóstico.
 - Promedio de los cuadrados de errores (MSE).
 - Desviación absoluta media (MAD).
 - Error porcentual del pronóstico.
 - Error porcentual absoluto medio (MAPE).
 - Señal de rastreo (TS).
 - Desviación estándar.
- Los métodos clásicos seleccionados de pronóstico fueron:
 - Promedios móviles
 - Suavizamiento exponencial
 - Holt
 - Winter (HoltWinters)

- Regresión lineal.
- En el caso de los promedios móviles, se eligió una ventana de 3 meses para el cálculo de cada promedio.

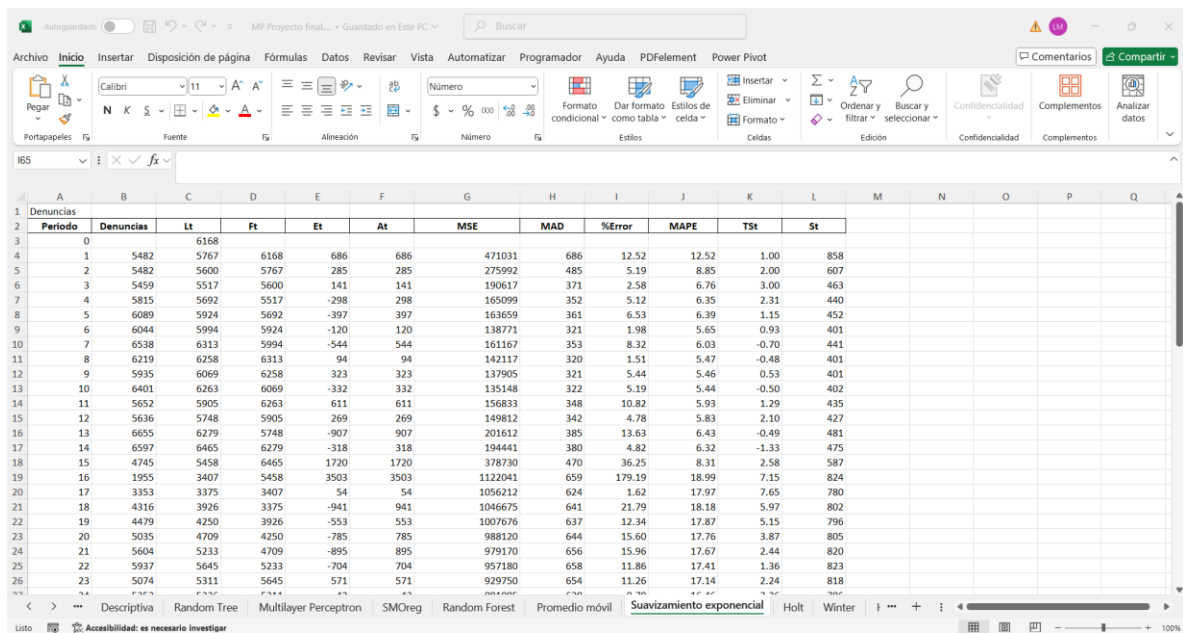
Ilustración 11



Periodo	Denuncias	Lt	Ft	Et	At	MSE	MAD	%Error	MAPE	TSt	St
1	5482										
2	5482										
3	5459	5474									
4	5815	5585	5474	-341	341	116054	341	5.86	5.86	-1.00	426
5	6089	5788	5585	-504	504	184867	422	8.27	7.07	-2.00	528
6	6044	5983	5788	-256	256	145147	367	4.24	6.12	-3.00	459
7	6538	6224	5983	-555	555	185959	414	8.49	6.72	-4.00	518
8	6219	6267	6224	5	5	148772	332	0.08	5.39	-4.97	415
9	5935	6231	6267	332	332	142347	332	5.59	5.42	-3.97	415
10	6401	6185	6231	-170	170	126156	309	2.66	5.03	-4.82	386
11	5652	5996	6185	533	533	145898	337	9.43	5.58	-2.84	421
12	5636	5896	5996	360	360	144087	340	6.39	5.67	-1.76	424
13	6655	5981	5896	-759	759	187236	381	11.40	6.24	-3.55	477
14	6597	6296	5981	-616	616	204710	403	9.34	6.52	-4.89	503
15	4745	5999	6296	1551	1551	388118	498	32.69	8.70	-0.84	623
16	1955	4432	5999	4044	4044	1616258	771	206.85	23.95	4.70	964
17	3353	3351	4432	1079	1079	1584022	793	32.19	24.53	5.93	992
18	4316	3208	3351	-965	965	1540503	805	22.36	24.39	4.65	1006
19	4479	4049	3208	-1271	1271	1545186	834	28.38	24.64	2.96	1042
20	5035	4610	4049	-986	986	1511442	843	19.58	24.34	1.76	1053
21	5604	5039	4610	-994	994	1482364	851	17.74	23.97	0.57	1064
22	5937	5525	5039	-898	898	1446756	854	15.12	23.51	-0.48	1067
23	5074	5538	5525	451	451	1384603	833	8.90	22.78	0.05	1042
24	5353	5455	5538	185	185	1320305	803	3.46	21.86	0.28	1003

- En el caso del suavizamiento exponencial, se utilizó el complemento Solver de Microsoft Excel con el fin de obtener el valor de la constante de suavizamiento α .

Ilustración 12



Periodo	Denuncias	Lt	Ft	Et	At	MSE	MAD	%Error	MAPE	TSt	St
0	5482	6168	6168	686	686	471031	686	12.52	12.52	1.00	858
1	5482	5600	5767	285	285	275992	485	5.19	8.85	2.00	607
2	5459	5517	5600	141	141	190617	371	2.58	6.76	3.00	463
3	5815	5692	5517	-298	298	165099	352	5.12	6.35	2.31	440
4	6089	5924	5692	-397	397	163659	361	6.53	6.39	1.15	452
5	6044	5994	5924	-120	120	138771	321	1.98	5.65	0.93	401
6	6538	6313	5994	-544	544	161167	353	8.32	6.03	-0.70	441
7	6219	6258	6313	94	94	142117	320	1.51	5.47	-0.48	401
8	5935	6069	6258	323	323	137905	321	5.44	5.46	0.53	401
9	6401	6263	6069	-332	332	135148	322	5.19	5.44	-0.50	402
10	5652	5905	6263	611	611	156833	348	10.82	5.93	1.29	435
11	5636	5748	5905	269	269	149812	342	4.78	5.83	2.10	427
12	6655	6279	5748	-907	907	201612	385	13.63	6.43	-0.49	481
13	6597	6465	6279	-318	318	194441	380	4.82	6.32	-1.33	475
14	4745	5458	6465	1720	1720	378730	470	36.25	8.31	2.58	587
15	1955	3407	5458	3503	3503	1122041	659	179.19	18.99	7.15	824
16	3353	3375	3407	54	54	1056212	624	1.62	17.97	7.65	780
17	4316	3926	3375	-941	941	1046675	641	21.79	18.18	5.97	802
18	4479	4250	3926	-553	553	1007676	637	12.34	17.87	5.15	796
19	5035	4709	4250	-785	785	988120	644	15.60	17.76	3.87	805
20	5604	5233	4709	-895	895	979170	656	15.96	17.67	2.44	820
21	5937	5645	5233	-704	704	957180	658	11.86	17.41	1.36	823
22	5074	5311	5645	571	571	929750	654	11.26	17.14	2.24	818

- Para el método Holt, en primer lugar, se utilizó la opción de regresión del complemento de análisis de datos de Microsoft Excel.

Ilustración 13

Resumen - Denuncias

Estadísticas de la regresión

Coeficiente de correlación múltiple	0.50211275
Coeficiente de determinación R ²	0.252117214
R ² ajustado	0.23922683
Error típico	880.7732085
Observaciones	60

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrada	F	Valor crítico de F
Regresión	1	15167889.2	15167889.2	19.5522596	4.3587E-05
Residuos	58	44994163.8	775761.445		
Total	59	60162053			

Coeficientes

	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	5282.820904	230.287385	22.9401229	8.8783E-31	4821.85062	5743.79119	5743.79119
Variable X1	29.03264796	6.56580787	4.42179371	4.3587E-05	15.8897555	42.1755404	42.1755404

- Con el informe de resultados de la regresión se completó la hoja de cálculo para este método. Igualmente se utilizó el complemento Solver para encontrar el valor óptimo para la constante de suavizamiento α .

Ilustración 14

Denuncias

Periodo	Denuncias	Lt	Tt	FT	Et	At	MSE	MAD	%Error	MAPE	TSt	St
0	5283	29										
1	5482	5388	29	5312	-170	170	28215788	170	3.10	3.10	-1.00	213
2	5482	5446	29	5417	-65	65	28780274	118	1.18	2.14	-2.00	147
3	5459	5468	29	5475	16	16	29179399	84	0.30	1.53	-2.61	105
4	5815	5639	29	5497	-318	318	29438718	142	5.47	2.51	-3.77	178
5	6089	5857	29	5668	-421	421	29977174	198	6.91	3.39	-4.84	247
6	6044	5957	29	5886	-158	158	30754743	191	2.62	3.26	-5.83	239
7	6538	6233	29	5986	-552	552	31479536	243	8.45	4.00	-6.87	304
8	6219	6243	29	6262	43	43	32446247	218	0.69	3.59	-7.46	272
9	5935	6121	29	6272	337	337	33211720	231	5.67	3.82	-5.57	289
10	6401	6262	29	6150	-251	251	33672811	233	3.92	3.83	-6.60	291
11	5852	6005	29	6291	639	639	34210029	270	11.31	4.51	-3.33	338
12	5636	5856	29	6034	398	398	34399412	281	7.06	4.72	-1.79	351
13	6655	6230	29	5885	-770	770	34411741	318	11.57	5.25	-3.99	398
14	6597	6410	29	6259	-338	338	34751781	320	5.13	5.24	-5.03	400
15	4745	5681	29	6439	1694	1694	35199277	411	35.71	7.27	0.20	514
16	1955	4028	29	5710	3755	3755	35036782	620	192.05	18.82	6.19	775
17	3353	3742	29	4057	704	704	33944109	625	21.00	18.95	7.27	782
18	4316	4015	29	3771	-545	545	32848314	621	12.63	18.60	6.44	776
19	4479	4239	29	4044	-435	435	31980207	611	9.71	18.13	5.83	764
20	5035	4611	29	4268	-767	767	31291927	619	15.24	17.99	4.52	774
21	5604	5072	29	4640	-964	964	30827243	635	17.19	17.95	2.88	794
22	5937	5475	29	5101	-836	836	30608723	644	14.08	17.77	1.55	806
23	5074	5312	29	5504	430	430	30595225	635	8.48	17.37	2.25	794

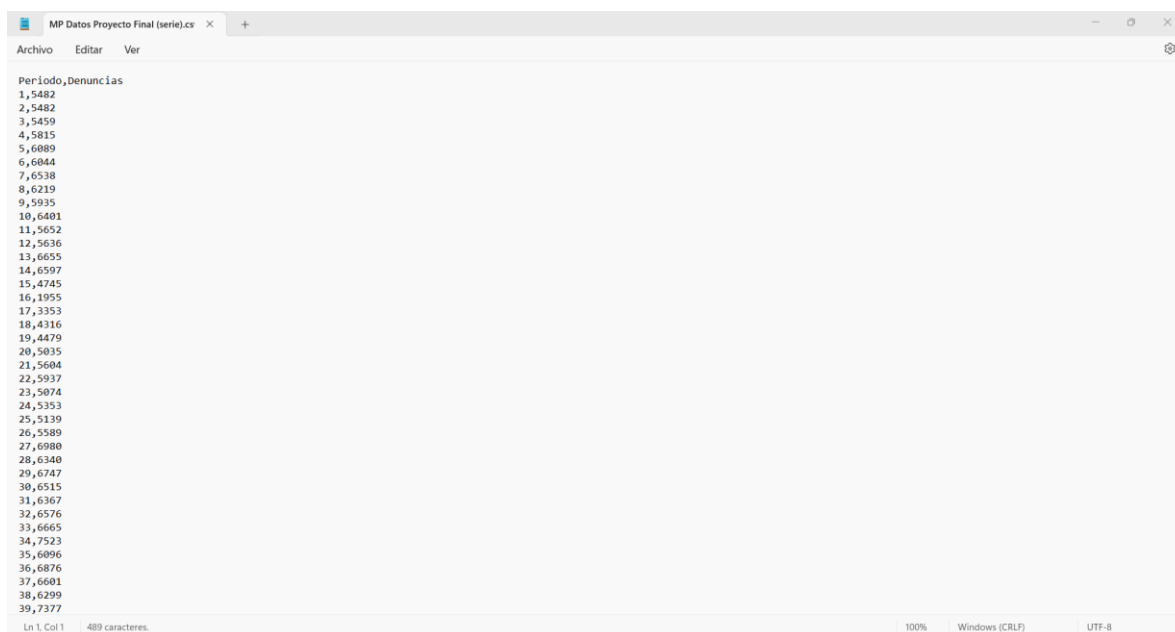
- Igualmente, el informe de resultados de la regresión sirvió para completar la hoja de cálculo para el método de regresión lineal.

Ilustración 15

Periodo	Denuncias	Lt	Ft	Et	At	MSE	MAD	%Error	MAPE	TSt	St
1	5482	5312	5312	-170	170	28950	170	3.10	3.10	-1.00	213
2	5482	5341	5341	-141	141	24431	156	2.57	2.84	-2.00	195
3	5459	5370	5370	-89	89	18933	133	1.63	2.44	-3.00	167
4	5815	5399	5399	-416	416	57474	204	7.15	3.62	-4.00	255
5	6089	5428	5428	-661	661	133367	295	10.86	5.06	-5.00	369
6	6044	5457	5457	-587	587	168564	344	9.71	5.84	-6.00	430
7	6538	5486	5486	-1052	1052	302569	445	16.09	7.30	-7.00	556
8	6219	5515	5515	-704	704	326686	478	11.32	7.81	-8.00	597
9	5935	5544	5544	-391	391	307364	468	6.59	7.67	-9.00	585
10	6401	5573	5573	-828	828	345162	504	12.93	8.20	-10.00	630
11	5652	5602	5602	-50	50	314009	463	0.88	7.53	-11.00	578
12	5636	5631	5631	-5	5	287844	424	0.08	6.91	-12.00	531
13	6655	5660	5660	-995	995	341820	468	14.95	7.53	-13.00	585
14	6597	5689	5689	-908	908	376258	500	13.76	7.97	-14.00	625
15	4745	5718	5718	973	973	414330	531	20.51	8.81	-11.34	664
16	1955	5747	5747	3792	3792	1287301	735	193.98	20.38	-3.03	919
17	3353	5776	5776	2423	2423	1557034	834	72.27	23.44	0.23	1043
18	4316	5805	5805	1489	1489	1593773	871	34.51	24.05	1.93	1089
19	4479	5834	5834	1355	1355	1606586	896	30.26	24.38	3.39	1120
20	5035	5863	5863	828	828	1560575	893	16.45	23.98	4.33	1116
21	5604	5893	5893	289	289	1490225	864	5.15	23.08	4.81	1080
22	5937	5922	5922	-15	15	1422499	826	0.26	22.05	5.01	1032
23	5074	5951	5951	877	877	1394059	828	17.28	21.84	6.06	1035
24	5353	5980	5980	627	627	1352333	819	11.71	21.42	6.89	1024

- Para ejecutar los algoritmos de machine learning, se descargó e instaló el software Weka en su versión básica (llamada *stable*).
- Con el fin de obtener los pronósticos, se activó la opción "Forecast" en Weka. Esta opción no está activa por omisión. Es necesario descargar un complemento para Weka e instalarlo.
- Para poder realizar pronósticos en Weka es necesario cargar un archivo con la serie de tiempo que será evaluada. El software solamente acepta ciertos formatos de archivo, entre ellos el formato CSV y un formato propio con extensión .arff (Attribute Relation File Format).
- Por lo anterior, se copió a un archivo nuevo de Excel el resultado de la tabla dinámica agrupada por mes.
- Este archivo de Excel se grabó como formato CSV con el fin de importarlo en el software Weka, que tiene la capacidad de convertir archivos CSV al formato .arff.

Ilustración 16



- Se ejecutó la aplicación Weka. Apareció un menú inicial, en el cual se seleccionó la opción "Explorer". Con esto, se abrió una nueva ventana, que es el explorador de datos del software.

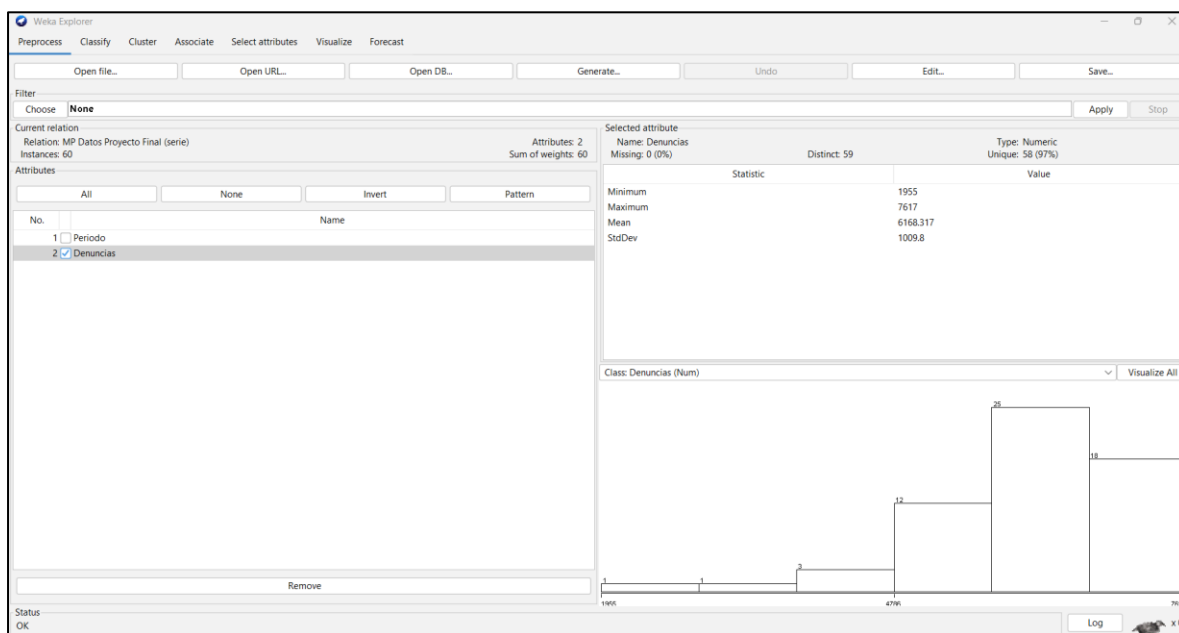
Ilustración 17



- Se seleccionó la opción "Open file..." para cargar el archivo CSV creado anteriormente con los datos de la serie de tiempo. El software Weka automáticamente analiza el contenido del archivo

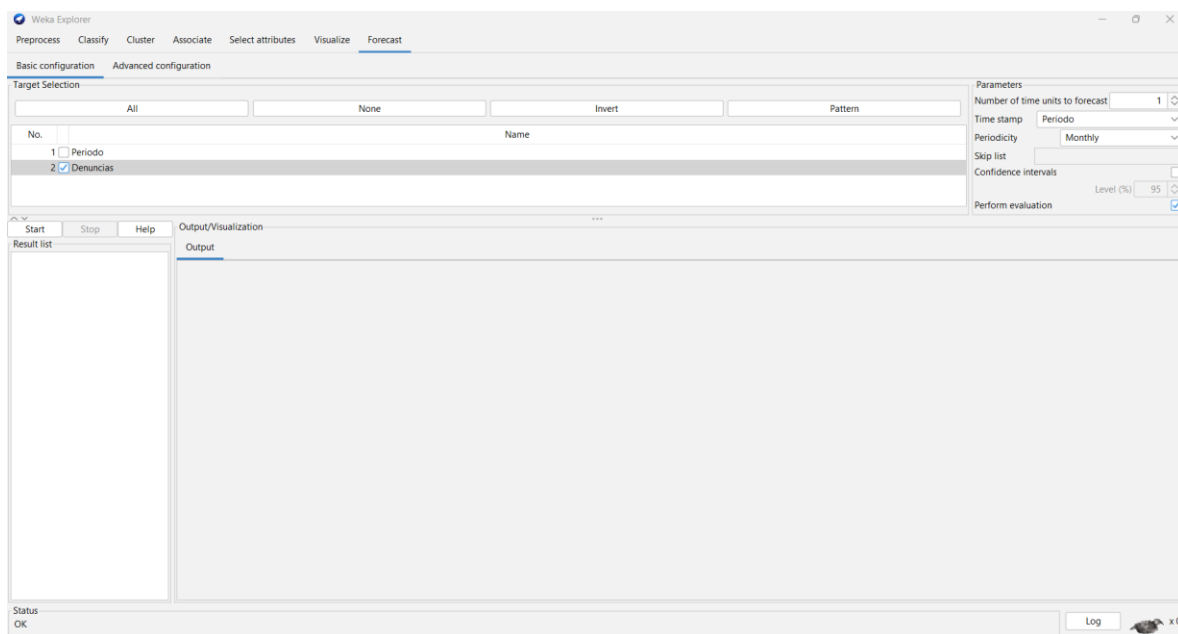
y elabora una estadística descriptiva simple, con un histograma, el mínimo, el máximo, la media y la desviación estándar de los datos.

Ilustración 18



- En el menú del explorador se seleccionó la opción “Forecast” para hacer los pronósticos.
- El software Weka contiene varios parámetros y configuraciones que pueden ser modificados según la necesidad de cada análisis que se vaya a realizar.
- Para la serie de tiempo de las denuncias presentadas se ajustaron varios parámetros.
 - Time-stamp: Se eligió el campo Período, para que fuera la guía del software para distinguir las unidades de tiempo.
 - Periodicity: Se seleccionó la opción “Monthly” porque los datos fueron agrupados por mes.
 - Perform evaluation: Se marcó la casilla para obtener un informe de evaluación de los pronósticos.
- En la sección “Target selection” se elige el campo Denuncias, que es el campo de donde se obtendrán los pronósticos.

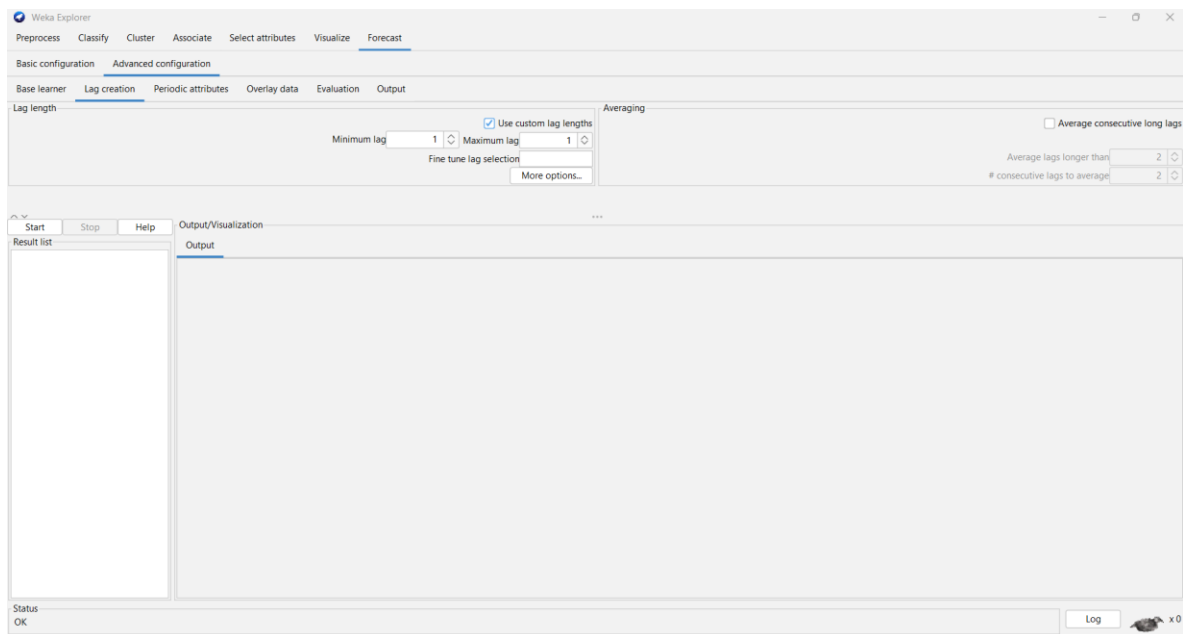
Ilustración 19



- En la pestaña “Advanced configuration” se modificaron otros valores para definir la modalidad de cálculo y la salida de los resultados.
- En la pestaña “Lag creation”
 - Se marcó la casilla “Use custom lag length”.
 - Se modificó a 1 el valor de “Maximum lag”.

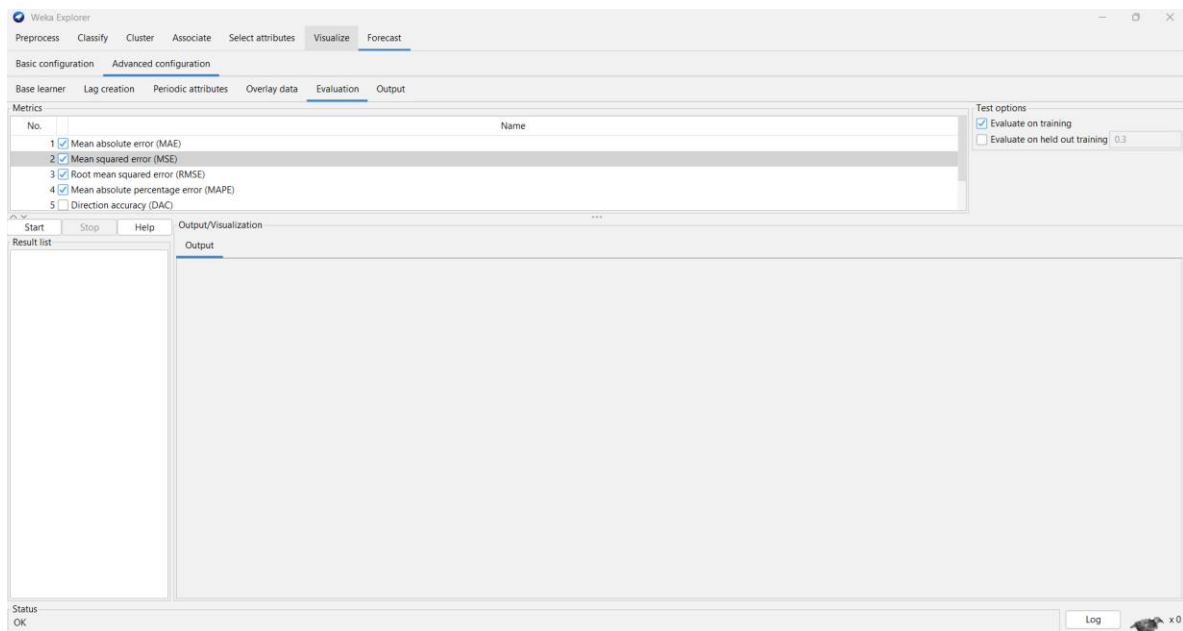
Cabe señalar que el software Weka no permitió el cambio del parámetro “Maximum lag” para el algoritmo HoltWinters. Siempre que se intentó el cambio, dejaba el valor automáticamente en 36.

Ilustración 20



- En la pestaña “Evaluation” aparecieron por omisión dos casillas marcadas que son las de “Mean Absolute Error (MAE)” y “Root mean squared error (RMSE)”. Además, se marcaron las casillas de “Mean squared error (MSE)” y “Mean absolute percentage error (MAPE)”. Esto tiene la finalidad de obtener medidas de error que sean comparables con las de los métodos clásicos.
- Se dejó marcada la casilla de “Evaluate on training”.

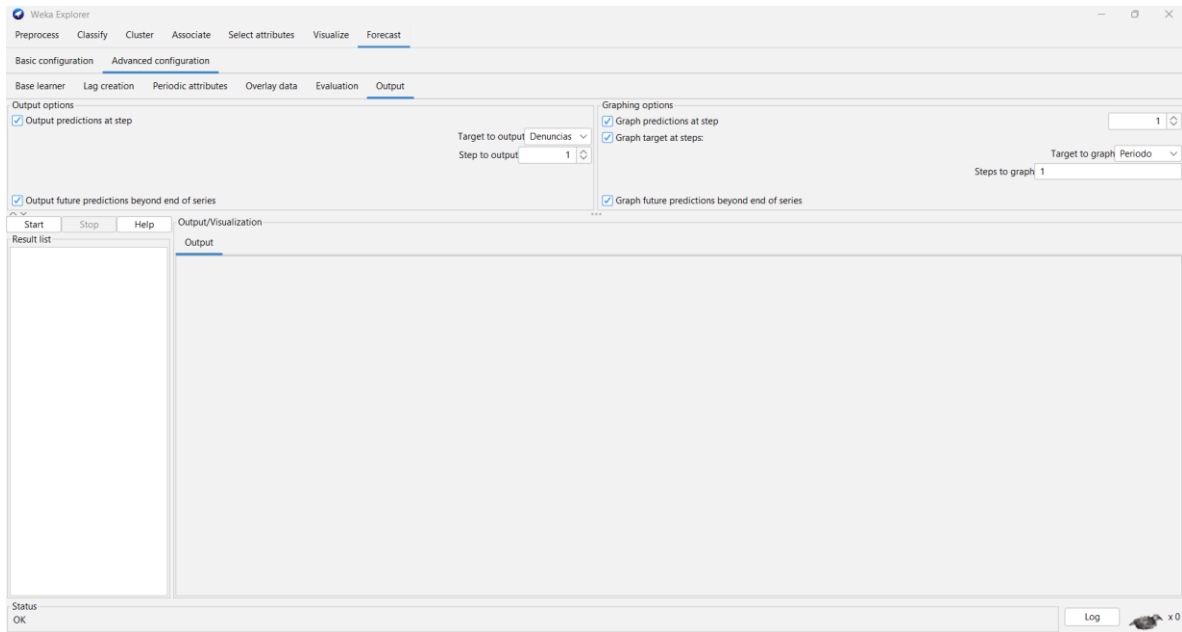
Ilustración 21



- En la pestaña “Output” se realizaron los siguientes cambios:

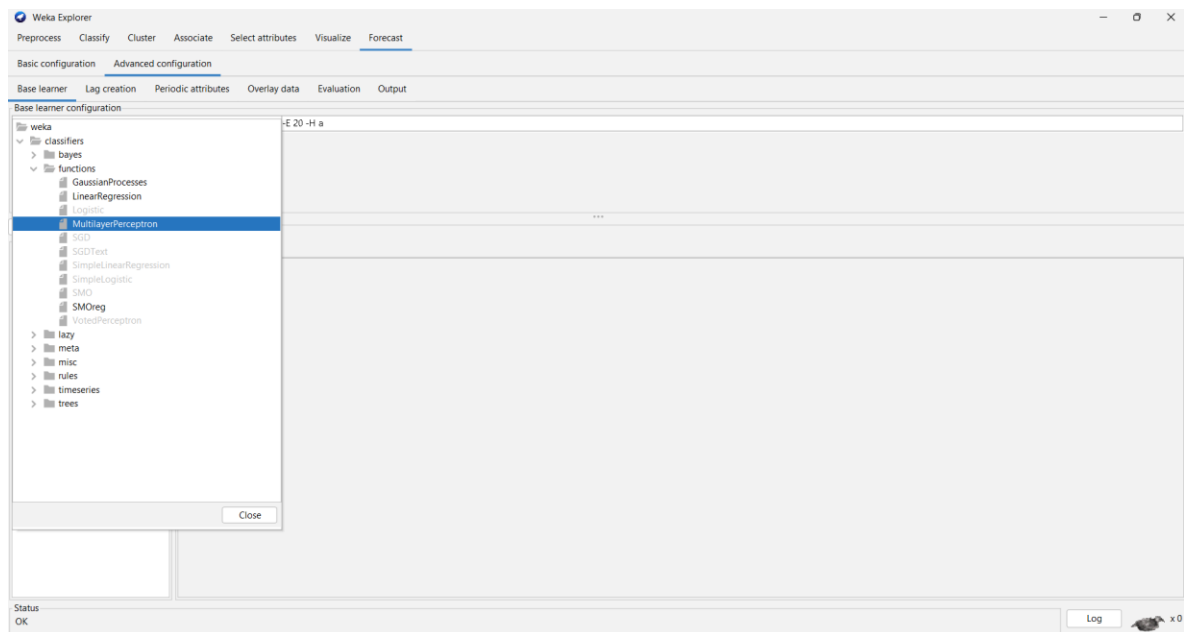
- Se marcó la casilla “Output predictions at step”.
- En el cuadro “Target to output” se seleccionó el campo Denuncias.
- Se marcó la casilla “Graph predictions at step”.
- Se marcó la casilla “Graph target at steps” y en el cuadro “Target to graph” se seleccionó el campo Denuncias.

Ilustración 22



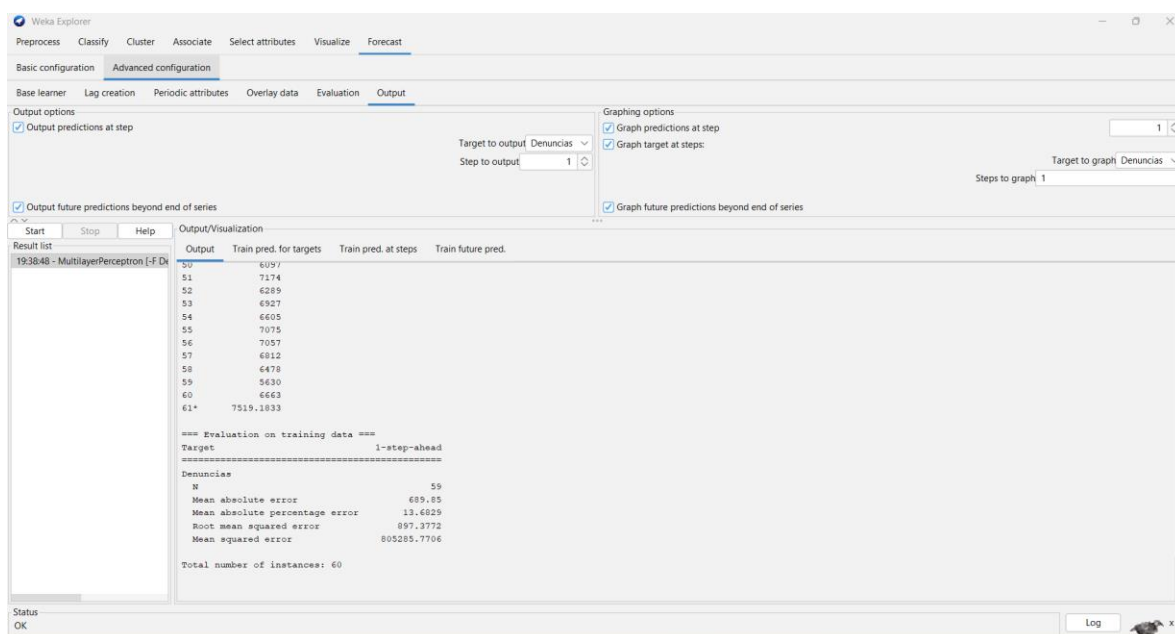
- En la pestaña “Base learners” se hace clic en el botón “Choose”, la cual permite elegir los algoritmos de machine learning que se ejecutan con los datos del archivo.

Ilustración 23



- Con el botón “Start” se ejecutaron los siguientes algoritmos:
 - HoltWinters
 - SMOreg
 - Multilayer Perceptron
 - Random Forest
 - Random Tree
- Al presionar el botón “Start” se produce un informe de resultados en la ventana “Output/Visualization”. Para cada algoritmo se generó un informe y los gráficos solicitados en la configuración del software.

Ilustración 24



- Los informes de Weka con las medidas de error permiten comparar los algoritmos seleccionados. Por otra parte, los gráficos permiten observar la precisión de los pronósticos por cada algoritmo.
- Para cada algoritmo se grabaron los resultados de los pronósticos y de las medidas de error en archivos de texto.
- Se transcribieron los resultados de los algoritmos al archivo consolidado del proyecto en Microsoft Excel. Cada algoritmo tiene su hoja de cálculo.
- En el archivo consolidado de Excel se preparó un cuadro resumen con los resultados de las medidas de error de pronósticos tanto de los métodos clásicos como de los algoritmos de machine learning.

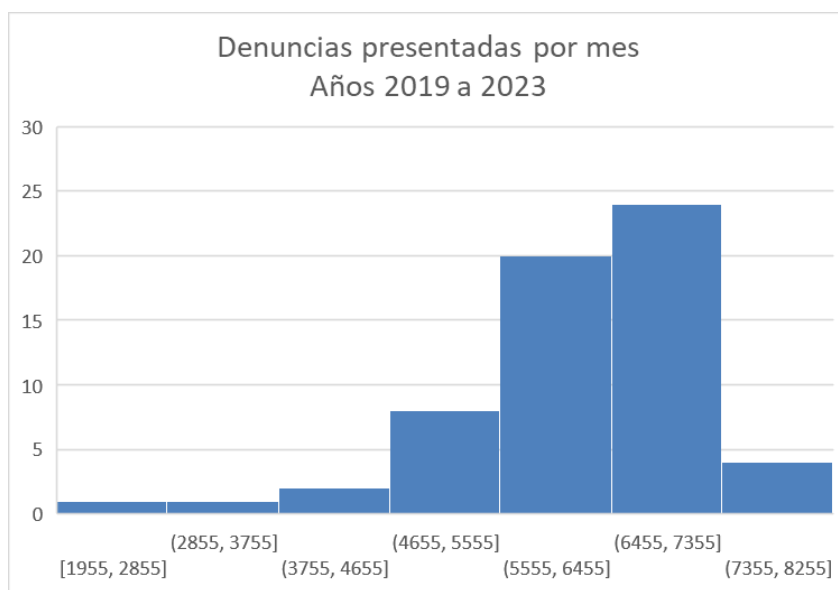
4. Resultados

Se realizó un análisis exploratorio de los datos. Con la herramienta de análisis de datos de Excel se obtuvo la estadística descriptiva básica de la serie de tiempo de las denuncias presentadas. Por otra parte, se elaboró con Microsoft Excel un histograma de los datos. Los resultados se muestran a continuación.

Tabla 1. Medidas de estadística descriptiva.

Denuncias	
Media	6168.32
Error típico	130.36
Mediana	6374
Moda	5482
Desviación estándar	1009.80
Varianza de la muestra	1019695.81
Curtosis	4.59
Coefficiente de asimetría	-1.67
Rango	5662
Mínimo	1955
Máximo	7617
Suma	370099
Cuenta	60

Gráfico 1

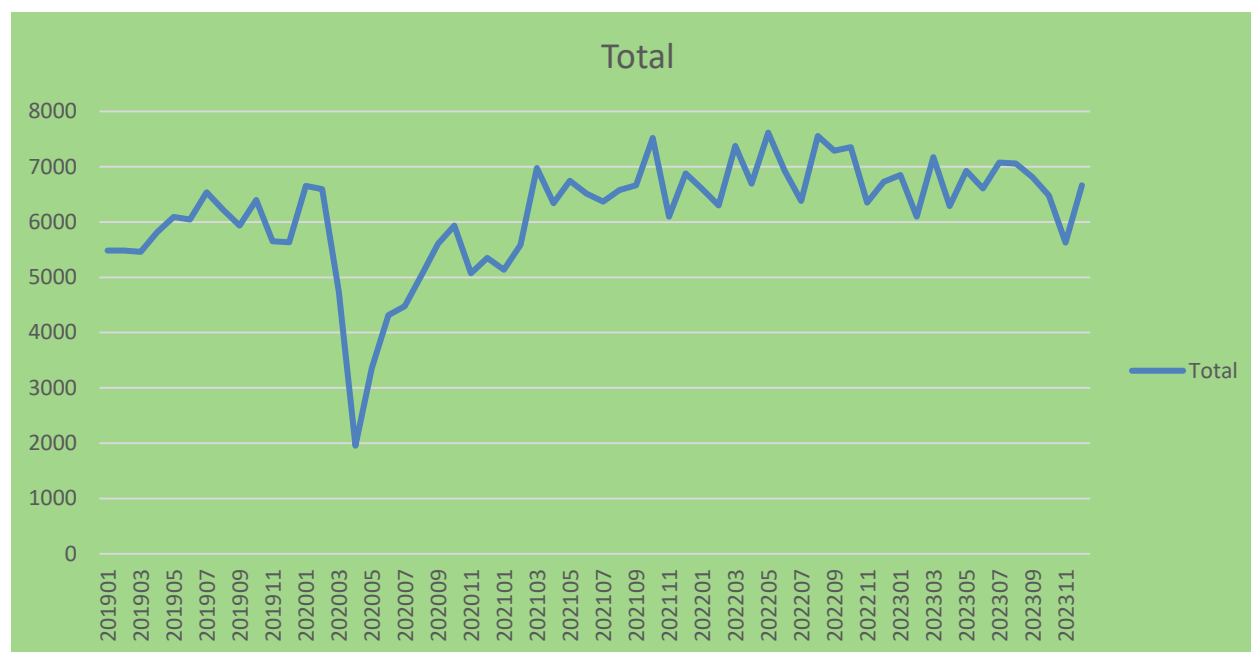


A partir de las medidas de tendencia central y de dispersión mostradas anteriormente, se observó lo siguiente:

- La distribución es asimétrica. La media está entre la mediana y la moda.
- La distribución tiene un sesgo a la izquierda, lo cual indica que la mayoría de los valores están a la derecha de la media.
- Hay indicios de valores atípicos, cuya corroboración se hace más adelante en este informe.
- El rango de valores de los datos es amplio (> 5000), principalmente debido a los valores atípicos que se confirmaron posteriormente.
- La desviación estándar indica que los datos tienen alta dispersión alrededor de la media

El gráfico de la serie de tiempo (ver gráfico 2 debajo) muestra que los valores generalmente han oscilado entre 5000 y 8000 denuncias, en cifras aproximadas.

Gráfico 2



El gráfico anterior da indicios de valores atípicos en la serie de tiempo. Con Microsoft Excel se calcularon los cuartiles del conjunto de datos de las denuncias con el fin de determinar cuáles son los posibles valores atípicos (ver tabla 2 debajo).

Tabla 2. Cálculo de los cuartiles.

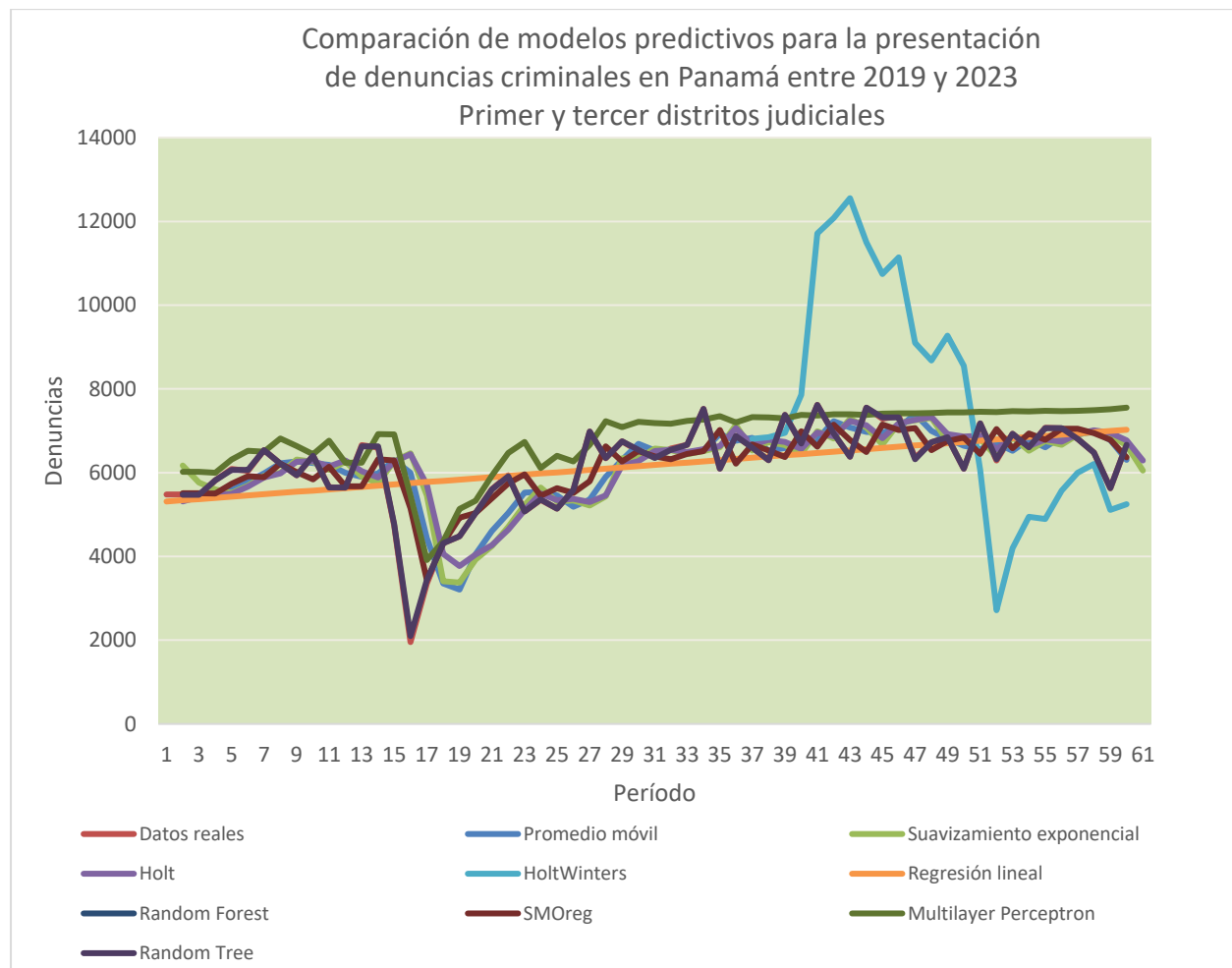
Denuncias	
Cuartil 1:	5635
Cuartil 2 (mediana):	6374
Cuartil 3:	6763
Amplitud intercuartil:	1129
Amplitud intercuartil x 1.5:	1693
Valor atípico debe ser menor que	3941
Valor atípico debe ser mayor que	8456

Los resultados indican que la serie tiene dos valores que pueden ser considerados atípicos y éstos corresponden a abril y mayo de 2020. En estos meses hubo cambio de procedimientos de recepción de denuncias en el Ministerio Público debido al inicio del confinamiento ordenado por la epidemia de COVID-19.

Con el gráfico 3 mostrado a continuación se compararon los valores de los pronósticos para cada uno de los métodos evaluados. Sobresale el hecho de que el método de HoltWinters tiene la mayor diferencia de sus pronósticos con los valores reales. Sin embargo, especialmente los algoritmos de machine learning se ajustan mucho a los datos reales y gráficamente se hace difícil percibir cuál de los métodos

arroja los mejores pronósticos. Por ello es más apropiado evaluar las medidas de error de los pronósticos para concretar la comparación de los métodos de pronóstico.

Gráfico 3



A continuación se muestran las medidas de error de los pronósticos por cada uno de los métodos evaluados.

Tabla 3. Medidas de error de los métodos de pronóstico.

Método de pronóstico	MAD	MAPE	Señal de rastreo inferior	Señal de rastreo superior	Desviación estándar
Promedio móvil	582	12.37	-6.07	5.93	728
Suavizamiento exponencial	526	10.71	-3.57	7.65	658
Holt	508	10.66	-7.46	7.27	635
Regresión lineal	615	12.87	-14.00	8.62	768
HoltWinters	2263	33.10	0.83	13.84	2829
SMOreg	463	9.29	-8.46	8.25	579
Multilayer Perceptron	690	13.68	10.00	54.56	862
Random Forest	171	3.61	-1.86	12.12	214
Random Tree	11	0.29	-2.52	21.59	14

La tabla anterior resume los resultados de la comparación de métodos. Sin embargo, no muestra herramientas que faciliten la interpretación. Para ello se elaboró el siguiente mapa de calor (heat map), en el cual, para cada una de las medidas calculadas, los mejores resultados se resaltan en un tono oscuro de verde y los peores, en tono oscuro de rojo.

Tabla 4. Mapa de calor de las medidas de error por método de pronóstico.

Método de pronóstico	MAD	MAPE	Señal de rastreo inferior	Señal de rastreo superior	Desviación estándar
Promedio móvil	582	12.37	-6.07	5.93	728
Suavizamiento exponencial	526	10.71	-3.57	7.65	658
Holt	508	10.66	-7.46	7.27	635
Regresión lineal	615	12.87	-14.00	8.62	768
HoltWinters	2263	33.10	0.83	13.84	2829
SMOreg	463	9.29	-8.46	8.25	579
Multilayer Perceptron	690	13.68	10.00	54.56	862
Random Forest	171	3.61	-1.86	12.12	214
Random Tree	11	0.29	-2.52	21.59	14

Con base en la tabla anterior:

- Los algoritmos que tienen el menor error de pronóstico son Random Tree, Random Forest y SMOreg. Tienen los menores MAD y MAPE. Al tener menor MAD, también su desviación estándar es menor.
- La mayor desviación media y el mayor error porcentual lo obtuvo el algoritmo de HoltWinters. Esto se debe a que el algoritmo se ejecutó en Weka. El software automáticamente revisa los datos en busca de estacionalidad e intenta suavizar los pronósticos mediante la aplicación de los tres coeficientes de suavizamiento (para nivel, tendencia y estacionalidad). No obstante, los pronósticos para los valores al final de la serie tenían gran diferencia con los valores reales.

- A pesar de los buenos resultados de los tres algoritmos (Random Tree, Random Forest y SMOREg) en cuanto a la desviación absoluta media (MAD) y el error porcentual absoluto medio (MAPE), hay que tomar en cuenta los valores de las señales de rastreo inferior y superior de estos algoritmos.
- El algoritmo Random Tree tuvo la segunda peor señal de rastreo superior, el Random Forest, la cuarta peor, y el algoritmo SMOREg, la quinta peor. Estos valores de la señal de rastreo de ambos algoritmos advierten que, en general, estos algoritmos tienden a sobrestimar notablemente los pronósticos que se calculan con ellos. De hecho, sobrepasan el valor de 6, que se considera el máximo aceptable para una señal de rastreo superior.
- Por el contrario, se puede señalar como aspecto positivo de los algoritmos Random Tree y Random Forest, el hecho de que tienen señales inferiores de rastreo bajas y mayores que -6, que es el valor mínimo aceptable. Esto indica que, en general, ambos algoritmos tienen tendencia baja a subestimar los pronósticos.

5. Conclusiones

Concluyo que:

- Los tres algoritmos que tuvieron mejor desempeño fueron:
 - Random Tree
 - Random Forest
 - SMOREg
- Una alternativa de pronóstico es el uso de cadenas de Markov, en las cuales se asignan probabilidades a cada uno de los valores posibles de pronóstico con la finalidad de obtener una mejor estimación.
- Otra alternativa de pronóstico para las denuncias presentadas es seleccionar el valor intermedio de los pronósticos de estos algoritmos. La tabla siguiente muestra una comparación entre los valores pronosticados para los meses de enero a marzo de 2024 mediante los tres algoritmos con mejor desempeño. Los pronósticos fueron comparados con los valores reales publicados por el Ministerio Público. Sobresale el hecho de que el algoritmo Random Tree pronosticó el mismo valor para los tres meses. Con el criterio de la selección del valor intermedio, para los tres meses el valor seleccionado sería el pronosticado por el algoritmo Random Forest.

Tabla 5. Comparación de pronósticos con los algoritmos seleccionados de machine learning.

Mes	Valor real	SMOREg	Random Forest	Random Tree	Pronóstico seleccionado
ene-2024	7316	6914	6380	5630	6380
feb-2024	6629	7058	6443	5630	6443
mar-2024	6608	7147	6310	5630	6310

- Para el caso de la serie de tiempo de las denuncias presentadas ante el Ministerio Público de Panamá, ningún método o algoritmo pudo manejar con alto nivel de precisión los pronósticos. Una causa posible es la ausencia de patrones específicos en la serie de tiempo.
- La serie de tiempo tiene componentes de aleatoriedad que provocan variaciones que hasta ahora resultan difíciles de predecir más allá de los datos de entrenamiento del modelo. Posiblemente la aleatoriedad se deba al hecho de que la presentación de denuncias es influida por múltiples factores, tales como:
 - Crecimiento demográfico no planificado. Esto ha conducido a la creación de "cinturones de pobreza" alrededor de algunas de las zonas urbanas más habitadas del país. En estas zonas la población vive en asentamientos informales con acceso precario a los servicios públicos de agua, electricidad, telefonía e internet. Lo anterior provoca, hasta cierto punto y en conjunto con otros factores (por ejemplo el desempleo y el empleo informal),

el aumento de la delincuencia como una alternativa para solucionar las condiciones precarias en las que viven las personas. Una publicación que describe la situación de pobreza en Panamá se encuentra en [La Pobreza en Panamá 2024 — pobreza extrema, general, hambre, total, nacional, nivel, ingreso, indigencia, causas, tipos, índice, consecuencias, problema, soluciones, economía, desigualdad, \(panamasinpobreza.org\)](https://panamasinpobreza.org/).

- Falta de confianza en las instituciones. Es conocida la percepción general en la población de Panamá de que a veces no vale la pena presentar denuncias porque su trámite es demasiado lento y no rendirá respuestas. También es conocida la limitación de recursos, tanto humanos como financieros, que tienen tanto las instituciones de investigación (Ministerio Público y policía) como el ente de administración de justicia (Órgano Judicial). De hecho, por años se ha mantenido una mora judicial, es decir un retraso en la resolución de los casos que han sido objetos de denuncia criminal, en donde hay poco o nulo avance en las investigaciones, en el trámite de los casos, en los juicios o en las sentencias. Lo último informado por el Órgano Judicial es que han reducido la mora judicial en 22% a diciembre de 2023 (ver [Corte logra reducir la mora judicial en un 22%, según informe anual \(telemetro.com\)](https://telemetro.com/)).
- Naturaleza de los delitos. Existen delitos, como los que afectan la integridad personal, (por ejemplo las violaciones) que son de naturaleza privada y en muchas ocasiones se mantienen sin denunciar por largos períodos. Por otra parte, hay delitos complejos (como el lavado de dinero) para los cuales las investigaciones toman mucho tiempo en ser realizadas para poder llevar los casos a los tribunales de justicia. Generalmente la complejidad la causan las redes de personas naturales y jurídicas y las distintas actividades ilegales que se involucran en estos delitos.
- Influencia del crimen organizado. Las organizaciones criminales han llegado a tener mucha influencia inclusive en las instituciones de investigación como en el Órgano Judicial. Se han conocido casos de funcionarios que han sido reclutados para interferir en las investigaciones y en la conducción de los casos hacia los tribunales de justicia. Un ejemplo de esto fue el caso concluido en 2023 sobre corrupción de funcionarios (ver [Confirman sentencia a red de corrupción que operaba en el Órgano Judicial - Judicial | Tvn Panamá \(tvn-2.com\)](https://tvn-2.com/)). En algunos casos, las redes de crimen organizado son supranacionales, es decir que operan de manera interconectada entre varios países, tales como los cárteles de narcotráfico y otras actividades conexas, como el lavado de dinero y el tráfico de personas.

Información adicional sobre este proyecto puede ser obtenida en GitHub:

[Imunozm-gh/Modelos Predictivos Proyecto \(github.com\)](https://github.com/Imunozm-gh/Modelos-Predictivos-Proyecto)