

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**Facultad De Ciencias Económicas**



**TRABAJO DE ESPECIALIZACION: EN FINANZAS**

**“MODELO ÓPTIMO DE PRONÓSTICO DE INGRESOS PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA VENTA DE PARTES, PIEZAS Y ACCESORIOS PARA VEHÍCULOS, UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR”**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:  
LICENCIATURA EN ADMINISTRACION DE EMPRESAS**

**PRESENTADO POR:**

**RUTH CAROLINA RUIZ QUINTERO**

**L10803-1994**

**GERSON RENE RIVERA BONILLA**

**L10803-1994**

**MISAEEL FERNANDO RODRÍGUEZ MERINO**

**L10803-1994**

**Junio de 2022**

**San Salvador,**

**El Salvador,**

**Centroamérica**

# UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

## AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Rector	: Msc. Roger Armando Arias
Vice-Rector Académico	: PhD. Raúl Ernesto Azcuénaga
Vice Rector Administrativo	: Ing. Juan Rosa Quintanilla
Secretario General	: Ing. Francisco Alarcón

### **Facultad de Ciencias Económicas**

Decano	: Msc. Nixon Rogelio Hernández
Vice-Decano	: Msc. Mario Wilfredo Crespín
Secretario (a)	: Lic. Vilma Marisol Mejía Trujillo
Director General de Proceso de Graduación	: Msc. Mauricio Magaña Menéndez
Coordinador del Seminario	: Lic. Rafael Arístides Campos
Docente Director	: Msc. Abraham Vásquez Sánchez
Jurado examinador	: Lic. Abraham Ortega Chacón
	Msc. Mauricio Magaña Menéndez
	Msc. Carlos Edwin Avalos Romero

**Junio de 2022**

San Salvador

El Salvador

Centroamérica

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme fortaleza, sabiduría y vida para poder culminar mi carrera, a mi padre y a mi madre por apoyarme aun en las difíciles circunstancias, al ser más hermoso que Dios me dio mi querida y amada Hija Karis Sofía por el cual me esfuerzo a diario en poder ser un buen ejemplo para ella, a mis padres que son pilares importantes en este arduo proceso, a su vez a mis compañeros de especialización por la perseverancia, la paciencia y seguridad que estaríamos hasta el final.

**Ruth Carolina Ruiz Quinteros**

Primeramente, agradecido con Dios por permitirme culminar este proceso que no fue sencillo y nunca me abandono, además de agradecer a mi padre el cual nunca dejo de apoyarme todo este tiempo se lo dedico a él porque él siempre me ha apoyado para que yo me supere, el siempre creyó en mi aun y cuando yo mismo dude en lograrlo, se lo dedico a mis hijos Karis y Christopher que sirva de ejemplo y motivación para lograr lo que yo he logrado y si es posible aún más.

**Gerson Rene Rivera Bonilla**

En primer lugar, dar gracias a Dios Todopoderoso por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera y por brindarme una vida llena de aprendizaje y experiencia. De igual manera agradezco el apoyo incondicional que me brindaron mis Padres por sus consejos, valores inculcados, por hacerme entender que puedo lograr todo lo que me proponga en la vida, y por estar ahí para sostenerme en los momentos más difíciles. A mis hermanos por creer siempre en mí, A mis compañeros de equipo por el esfuerzo y finalmente agradecer a todos mis amigos/as que me han apoyado a lo largo de mi carrera y hasta el día de hoy forman parte de mi vida.

**Misael Fernando Rodríguez Merino**

## ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	i
INTRODUCCION	ii
CAPITULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y MARCO TEORICO.	1
1 GENERALIDADES DE EMPRESAS DEDICADAS A LA VENTA DE PARTES, PIEZAS Y ACCESORIOS PARA VEHÍCULOS.	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Situación Actual.	2
1.3 Formulación del problema	2
1.4 Delimitación del problema	3
1.4.1 Teórica	3
1.4.2 Temporal	3
1.4.3 Espacial o geográfica	3
1.5 Justificación de la investigación	3
1.5.1 Importancia	3
1.5.2 Utilidad	4
1.5.3 Originalidad	4
1.5.4 Factibilidad	4
1.6 Objetivos	5
1.6.1 General	5
1.6.2 Específicos	5
1.7 Marco teórico	5
1.7.1 Antecedentes del sector en estudio	5
1.7.2 Teoría general de los pronósticos	8
1.7.3 Tipos de pronóstico	8
1.7.3.1 Largo plazo	9
1.7.3.2 Corto plazo	9
1.7.4 Administración del proceso de pronóstico	9
1.7.5 Herramientas estadísticas utilizadas en la elaboración de pronósticos	9
1.7.5.1 Gráfico	10
1.7.5.2 Regresión y correlación	11

1.7.5.3	Coeficiente de correlación	11
1.7.5.4	Coeficiente de determinación	12
1.7.5.5	Error estándar	12
1.7.6	Métodos de pronóstico	12
1.7.6.1	Modelo lineal	13
1.7.6.2	Modelo polinomial	13
1.7.6.3	Modelo exponencial	14
1.7.6.4	Modelo potencial	15
1.7.6.5	Modelo logarítmico	16
1.8	Base legal	16
<b>CAPITULO II: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>		<b>17</b>
<b>2</b>	<b>MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>17</b>
2.1	Método científico	17
2.1.1	Métodos auxiliares del método científico	17
2.1.1.1	Análisis:	17
2.1.1.2	Síntesis:	18
2.2	Tipo de investigación	18
2.3	Diseño de la investigación	18
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección a utilizar en la investigación	19
2.4.1	Entrevista	19
2.4.2	Instrumentos para la recolección de la información	19
2.4.2.1	Guía de Entrevista Estructurada	19
2.5	Fuentes de recolección de información	19
2.5.1	Fuentes Primarias	19
2.5.2	Fuentes Secundarias	20
2.6	Procesamiento de la información	20
2.7	Análisis e interpretación de los datos	20
2.8	Determinación de variables	21
2.9	Diagnóstico de la investigación	22
<b>CAPITULO III: PROPUESTA DE MODELO OPTIMO DE PRONOSTICO INGRESOS</b>		<b>23</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>23</b>
3.1	General	23

3.2	Específicos	23
3.3	Situación actual	24
3.4	Aplicación de los métodos de pronóstico de ingresos	24
3.5	Modelos de pronósticos aplicados a la base de datos	26
3.5.1	Modelo lineal	26
3.5.2	Modelo polinomial	32
3.5.3	Modelo exponencial	44
3.5.4	Modelo potencial	52
3.5.5	Modelo logarítmico	59
3.6	Criterios para la óptima selección del modelo de pronóstico	66
3.6.1	Grafico	68
3.6.2	Coefficiente de correlación	68
3.6.3	Coefficiente de determinación	68
3.6.4	Error estándar	69
3.7	Modelo optimo según proyecciones	69
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	74
	<b>ANEXOS</b>	75

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Hipótesis.....	21
Tabla 2	Ingresos mensuales .....	25
Tabla 3	Cálculo del pronóstico lineal.....	27
Tabla 4	Pronostico de ingresos método lineal .....	30
Tabla 5	Calculo del pronóstico polinomial .....	34
Tabla 6	Pronostico de ingresos método polinomial .....	40
Tabla 7	Cálculo de variaciones .....	41
Tabla 8	Cálculo del pronóstico exponencial .....	47
Tabla 9	Pronostico de ingresos método exponencial .....	49
Tabla 10	Calculo variación no explicada método exponencial.....	50
Tabla 11	Cálculo del pronóstico potencial.....	53

Tabla 12 Pronostico de ingresos método potencial.....	56
Tabla 13 Cálculo de la variación no explicada método potencial.....	58
Tabla 14 Cálculo del pronóstico logarítmico .....	60
Tabla 15 Pronostico de ingresos método logarítmico .....	63
Tabla 16 cálculo de variación no explicada método logarítmico.....	65
Tabla 17 evaluación de pronósticos .....	70

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1 Grafico de ingresos mensuales mediante el método lineal .....	26
Figura 2 Grafico de ingresos mensuales mediante el método polinomial .....	32
Figura 3 Grafico de ingresos mensuales mediante el método exponencial .....	44
Figura 4 Grafico de ingresos mensuales mediante el método potencial .....	52
Figura 5 Grafico de ingresos mensuales mediante el método potencial .....	59

## **RESUMEN EJECUTIVO**

A raíz de la pandemia causada por el Covid 19 las empresas se enfrentan a un nuevo reto de subsistir en medio de las restricciones de distanciamiento social y prohibiciones de circulación causadas por la misma enfermedad. Cualquier método de pronóstico utilizado hasta antes de la pandemia debe ser ajustado tomando en cuenta los efectos que esta ha causado o al menos los modelos que no están bien estructurados y que no incluyen desviaciones causadas por este tipo de problemas.

Lo cual hace surgir la necesidad de cambiar de modelo o buscar soluciones que se adapten a los nuevos cambios. Por ello surge la necesidad de realizar esta investigación para buscar una solución que ayude a las empresas a gestionar de una mejor manera sus recursos y así poder continuar con su óptimo funcionamiento.

La investigación se ha realizado para que sirva de utilidad a una empresa de venta de partes y accesorios de vehículos ya que este es un sector de los más afectados por la pandemia, muchas de estas empresas cesaron sus labores a raíz de no generar los ingresos suficientes para continuar con sus operaciones, es ahí donde se buscan soluciones que contribuyan a mantener el buen funcionamiento de la empresa, de esta manera se puede utilizar o mejorar un método de pronóstico de ingresos.

Luego de evaluar las diferentes alternativas se presentará la propuesta de un modelo óptimo de pronóstico que mejor se aplique a las necesidades de la empresa para ayudar de esta manera a la toma de decisiones y lograr así el mayor aprovechamiento de sus recursos y dejar definido el modelo seleccionado.



## INTRODUCCION

En este estudio se abordan los diferentes modelos de pronósticos aplicables a las empresas dedicadas a la comercialización de repuestos y accesorios de vehículos del municipio de San Salvador, a fin de posibilitar a este tipo de entidades el logro de un modelo óptimo de pronósticos. A continuación, se detalla el contenido estructural del documento que conforma el estudio: El capítulo I, muestra las generalidades de la pequeña empresa, así como la dedicada a la comercialización de repuestos y accesorios de vehículos, además de información que permite identificar y conocer otros aspectos relacionados a estas organizaciones, marco legal e institucional y aspectos generales de la empresa, así como los conceptos básicos utilizados durante la investigación. A su vez se elaborará un cronograma de actividades en el cual estableceremos los días en los cuales estaremos realizando las actividades correspondientes al proyecto de trabajo de grado.

Capitulo II, está compuesto por la información que se obtuvo de la investigación, lo que permitió realizar un diagnóstico de las dificultades que enfrentan las empresas del sector seleccionado a la hora de realizar la respectiva estimación de los recursos financieros con los que disponen. Asimismo, comprende la importancia, objetivos, métodos y técnicas utilizadas en la investigación para el desarrollo del proyecto. Capitulo III, se desarrolla el modelo óptimo de pronósticos que contribuya al uso eficiente de los recursos financieros de la empresa en investigación, tomando como base los resultados obtenidos en el capítulo anterior, demostrando así que la selección del método ha sido acertada por ser el que menor riesgo obtuvo frente a los demás métodos puestos a prueba. Finalmente, se muestran las diversas fuentes bibliográficas consultadas y los respectivos anexos que sustentaron la elaboración del presente trabajo de especialización.

## **CAPITULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y MARCO TEORICO.**

### **1 GENERALIDADES DE EMPRESAS DEDICADAS A LA VENTA DE PARTES, PIEZAS Y ACCESORIOS PARA VEHÍCULOS.**

#### **1.1 Antecedentes**

En el mundo globalizado en el cual nos encontramos hoy en día el cual sufre constantes cambios los comerciantes de partes de vehículos y accesorios deben mantenerse a la vanguardia para poder hacer frente a todos estos desafíos que enfrentan en el día a día para mantener la rentabilidad de sus marcas y empresas.

La mayoría de los problemas a los que se enfrentan los comerciantes de venta de partes piezas y accesorios se debe a que solo se posee conocimiento empírico, desconociendo así las diferentes formas de comercializar sus productos que ofrece las diferentes tecnologías hoy en día lo cual les impide seguir creciendo como marca.

Además de los procesos de planeación utilizados se vuelven obsoletos con la utilización de nuevos software que facilitan el trabajo y reducen los posibles errores de planeación, al lograr una mejor estrategia para hacer crecer su negocio se abren las puertas para obtener mejores opciones financiamiento lo cual les permite invertir más para buscar una mayor utilidad, pero para llegar a esto se debe de sobrepasar todas esas barreras que impiden a la empresa el crecimiento necesario comenzando por la implementación de un buen modelo óptimo de pronósticos de ingresos que le permita a la empresa saber cuándo invertir y sobre que se deba invertir, generando así una pre visualización de las ganancias en determinado periodo de tiempo según lo necesite el comerciante

## **1.2 Situación Actual.**

El sector comercial dedicado a la venta de partes, y accesorios para vehículos inscrito en el registro de comercio de las cuales varias empresas dedicadas al mismo rubro algunas con una especialidad específica se encuentran inscritas a través de personas naturales y otras jurídicas, pero con similares características en lo que se refiere a su actividad comercial.

Actualmente la mayoría de las empresas de este sector están catalogadas como pequeñas y medianas empresas y demandan un pequeño número de empleados. A pesar de ser empresas legalmente inscritas la gran mayoría no posee una administración formal establecida, por lo cual es difícil dividir las por gerencias, o departamentos, además no cuentan con una planeación de pronósticos formal.<sup>1</sup>

Para el caso Ilustrativo la empresa inicio operación como sociedad anónima según escritura pública de fecha 16 de noviembre de 2016; Al conversar con el propietario de la empresa menciona que no posee un método para elaborar pronósticos, por tal motivo le gustaría que se le elaborara uno para su empresa. Por tal razón es necesaria la elaboración de un modelo óptimo de pronósticos de ingresos que ayude a la empresa y contribuya a la toma de decisiones en el manejo de sus finanzas.

## **1.3 Formulación del problema**

Se procede a la formulación del problema en los siguientes términos: ¿En qué medida puede ayudar a predecir el flujo de ingresos un modelo óptimo de pronósticos?

---

<sup>1</sup> Excel Automotriz; <https://excelautomotriz.com/el-salvador/quienes-somos/historia/>; 22/10/19

## **1.4 Delimitación del problema**

### **1.4.1 Teórica**

La investigación estará sustentada con la información proporcionada por la empresa, de igual manera toda la teoría que se utilizará con el fin de desarrollar la investigación, haciendo énfasis en el modelo óptimo de pronósticos el material bibliográfico será: trabajos de graduación, páginas web, libros, leyes y reglamentos.

### **1.4.2 Temporal**

El proyecto será estudiado desde el año 2018 hasta 2022 con el propósito de analizar el resultado obtenido por la empresa sin aplicar un método de pronóstico adecuado.

### **1.4.3 Espacial o geográfica**

La investigación se llevará a cabo en una empresa ubicada en el municipio de San Salvador departamento de San Salvador.

## **1.5 Justificación de la investigación**

### **1.5.1 Importancia**

El modelo Óptimo de pronósticos de ingresos es de vital importancia porque nos permite saber cuántos vehículos vamos a exportar ya que al ser partes, piezas y accesorios estos se cortan en aduana una vez fuera de ella se reparten a las diferentes sucursales, a su vez es necesario saber cuánto personal se va a requerir, la inversión, los

insumos y toda la parte de mercadería; podemos estimar cuál será el comportamiento de las ventas y cuál será el comportamiento de la demanda.

### **1.5.2 Utilidad**

El presente trabajo tiene como objetivo proporcionar una herramienta a la empresa para la toma de decisiones a futuro y que este sea de utilidad para el crecimiento de la misma, además de servir como referencia para otros grupos y proveer conocimientos previos al equipo que la realice acerca del sector del cual se está investigando.

### **1.5.3 Originalidad**

El trabajo de investigación es original, ya que en la empresa no se ha realizado ningún estudio de esta índole por lo tanto es nuevo e innovador, cualquier otro trabajo ha sido en una diferente área de la empresa.

### **1.5.4 Factibilidad**

Resulta ser factible ya que se cuenta con el acceso a la información necesaria y la disposición de las personas encargadas del sector para colaborar con la investigación, se cuenta con el conocimiento teórico básico, además es de fácil acceso por encontrarse en la zona metropolitana segura además de contar con el recurso económico y tiempo necesario para realizarla.

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 General**

- Elaborar un método de pronósticos que permita a la empresa hacer un mejor uso de los recursos y de la inversión a través de la toma de decisiones acertadas en el tiempo justo.

### **1.6.2 Específicos**

- Determinar los factores que permiten establecer un modelo de pronóstico de venta con más precisión, para una eficiente planeación en la empresa.
- Comparar distintos métodos de pronósticos y seleccionar el que presente el menor margen de error posible, para una eficiente proyección de ingresos.
- Analizar y estudiar los ingresos de los últimos cuatro años para poder determinar que método de pronósticos es el adecuado para la empresa.

## **1.7 Marco teórico**

### **1.7.1 Antecedentes del sector en estudio**

Los primeros centros de atención automotriz se inician en el año de 1915 gracias al empresario Bartolomé Poma que tuvo la idea de distribuir automóviles en El Salvador, para el año de 1919 se inaugura la primera agencia de automóviles, para la década de 1930

obtiene la distribución de General Motors Corporation con lo cual se crearon los primeros talleres y almacenes de repuestos la cual distribuía todo tipo de repuesto para los vehículos que circulaban en esa época<sup>2</sup>”.

La importación de vehículos nuevos y usados en El Salvador generaron diferentes opiniones en la población salvadoreña. La importación de vehículos surge de la necesidad de adquirir un medio de transporte cómodo y privado, pero al no contar con el poder adquisitivo para comprar un vehículo nuevo hizo nacer las entidades e individuos que se dedican a la compra de este tipo de bienes para luego comercializarlos a un costo más bajo. Cuando el conflicto armado finalizó (Monroy, Rodríguez, & Zaldívar, 2016), con la firma de los acuerdos de paz, se dio el comienzo en los años 90 a nuevas formas de vida social, políticas y económica la cual fue más diversificada y dinámica dando el inicio a los primeros importadores de vehículos usados para uso personal. De esta manera se dio inicio a la creación de una ley que fue destinada a la regulación de la importación de vehículos nuevos y usados en el Decreto Legislativo N° 383 “Normas Para la Importación de Vehículos Automotores y Otros Medios de Transporte”.<sup>3</sup>

Desde el año 2000 el país ha crecido constantemente, convirtiéndose en un negocio rentable y de fácil posicionamiento en el mercado, una gran parte de salvadoreños se dedican a la importación de vehículos automotores los cuales reparan y venden o comercializan sus partes y accesorios. A través de este rubro se activa la economía, generando grandes recaudaciones mediante impuestos y contribuciones que benefician al

---

<sup>2</sup> Excel Automotriz; <https://excelautomotriz.com/el-salvador/quienes-somos/historia/>; 22/10/19

<sup>3</sup> <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/19937/1/CORRECCIONES-DE-DEFENSA%20FINAL.pdf> ; 14-11-2021

Estado a su vez genera empleos directos e indirectos en el área que ayudan al sector social del país.

La mayoría de los vehículos importados provienen de Estados Unidos (USA) y unos pocos de países fabricantes de automóviles como Alemania o Italia. La manera principal de adquirir estos vehículos es a través de subastas en internet o compras por páginas como EBay, Amazon, Sears, Deale, Xtreme entre otras webs. Al país ingresan como vehículos chocados o por partes.

El Ministerio de Hacienda, El Ministerio de Obras Públicas (VMT), La Comisión de Obras Públicas, Transporte y Vivienda de la Asamblea Legislativa, La Asociación Salvadoreña de Distribuidores de Vehículos, y La Asociación de Importadores de Vehículos Usados, Son entidades que velan por la seguridad vial las cuales regulan ciertas medidas referentes a este rubro.

Las marcas más comerciales para este rubro son: Toyota, Nissan, Mitsubishi, Honda, Kia, Hyundai, Jeep, las empresas sentran su atención en ellas ya que generan mayores ingresos, ya que estos pueden ser reparados o en su caso vendidos por partes. este sector ha incrementado desde el año 2009, volviéndose más competitivo, generando que nuevos comerciantes se unan a este rubro, muchos de ellos con perspectivas distintas enfocándose en la importación de partes de vehículos desde los países asiáticos de Japón, Corea y China, creando diferentes estrategias comerciales y segmentando el mercado, y haciendo a su vez más competitivo el rubro.



### **1.7.2 Teoría general de los pronósticos**

Las condiciones empresariales y económicas varían con el tiempo, por esta razón los empresarios deben mantenerse informados acerca de los efectos que tales cambios provocan en las operaciones. Una de las herramientas utilizadas son los pronósticos.

Los pronósticos son la predicción de acontecimientos futuros en función de datos, juicios y experiencias pasadas. se han desarrollado numerosos métodos que cumplen con el mismo objetivo: hacer predicciones de sucesos futuros, a fin de que se incorporen al proceso de toma de decisiones.

Actualmente algunos administradores poseen la capacidad de utilizar técnicas avanzadas de análisis de datos para fines de predicción. La comprensión de éstas es esencial para administradores, gerentes, economistas, contadores y financieros.

El avance de las nuevas técnicas está enfocado a minimizar las variaciones que se tienen con respecto al dato real. Es muy poco probable que la predicción coincida estrictamente con el futuro, una vez llegado éste, quien pronostican sólo pueden intentar que los inevitables errores sean lo más pequeños posible.<sup>4</sup>

### **1.7.3 Tipos de pronóstico**

se clasifican así:

---

<sup>4</sup> Diebold, Francis. (2001). Elementos de pronósticos. Thomson Editores. 1ª. edición.

### **1.7.3.1 Largo plazo**

Utilizado en la planificación estratégica de las empresas. Establecen el curso de las organizaciones de manera general se convierten en un enfoque particular de la alta dirección por lo general, se utiliza en la planificación estratégica de las empresas.

### **1.7.3.2 Corto plazo**

Son de la competencia de administración de rango medio de primera línea Diseñan estrategias inmediatas para enfrentar las decisiones en un futuro inmediato. también pueden clasificarse en cualitativos y cuantitativos.

### **1.7.4 Administración del proceso de pronóstico**

Se debe pensar en quien pronostica como el asesor de la dirección, El sentido común y la capacidad administrativa deben formar parte del proceso. Si otra persona solo informa y no tiene rango dentro de la empresa, no tendrá sentido este proceso de pronóstico. Las técnicas son herramientas utilizadas por los administradores para llegar a tomar mejores decisiones.

La utilidad de los pronósticos se puede mejorar cuando los administradores toman una actitud más realista, El proceso no es un sustituto de la profecía, es la forma de identificar y extrapolar patrones o relaciones establecidas con el fin de pronosticar.

### **1.7.5 Herramientas estadísticas utilizadas en la elaboración de pronósticos**

Estas varían desde la estadística descriptiva hasta pruebas econométricas. sustenta el criterio de proporcionar a los gerentes o propietarios herramientas de fácil

aplicación, para la elaboración de pronósticos confiables; para así determinar una base sólida y proceder a elaborar los planes financieros.

Se utilizan cinco herramientas, siendo éstas: gráfico, regresión y correlación, coeficiente de correlación, coeficiente de determinación, error estándar.

#### **1.7.5.1 Gráfico**

los proyectos de pronósticos se recomienda iniciarlos con un análisis gráfico. Comparando con el moderno conjunto de métodos estadísticos, el análisis gráfico puede parecer sencillo y directo; y por lo tanto ineficaz para proporcionar perspectivas serias en las series que se pronostican, en muchos aspectos el ojo humano es una herramienta mucho más poderosa para analizar datos que las complicadas herramientas modernas. A pesar de que los gráficos presentan muchas limitaciones, resultan ser lo mejor para iniciar el análisis.

Dentro de las ventajas están:

- I. resumen y revelan pautas en los datos.  
ejemplo, si la tendencia es ascendente o descendente, o si la función que los representa es lineal o no lineal.
- II. Ayudan a identificar anomalías en los datos.  
Los gráficos deben elaborarse en base a registros históricos confiables.
- III. Facilitan y promueven las comparaciones.  
Esta técnica se llama comparaciones instantáneas.
- IV. presentan e interpretan cantidades inmensas de datos en espacios pequeños.

### 1.7.5.2 Regresión y correlación

Son dos herramientas estadísticas poderosas y versátiles que se utilizan para solucionar problemas comunes en los negocios. se puede identificar y cuantificar alguna relación funcional entre dos o más variables.

La función se describe de la siguiente forma:  $Y = f(x)$

Debido a que, Y depende de X, Y es la variable dependiente y X es la variable independiente. identificar cuál es la variable dependiente y cuál es la variable independiente en el modelo de regresión. Esto depende de la lógica y de lo que el administrador financiero pretenda medir.

Variable dependiente es la que se desea explicar o predecir, Denominada como regresando o de respuesta. A la variable independiente, se le conoce como explicativa o regresor.<sup>5</sup>

### 1.7.5.3 Coeficiente de correlación

Kart Pearson lo descubrió alrededor de 1900. El coeficiente de correlación describe la magnitud de la relación entre dos conjuntos de variables. Se utiliza la literal “r” y con frecuencia se le llama r de Pearson o coeficiente de correlación de Pearson momento – producto. Puede tomar cualquier valor desde -1.00 hasta +1.00, lo cual significa que, si en un fenómeno r es igual a 1, la variable independiente X sería el predictor perfecto de la variable dependiente Y. Esta correlación puede ser positiva (1) o negativa (-1).

---

<sup>5</sup> Diebold, Francis. (2001). Elementos de pronósticos. Thomson Editores. 1ª. edición.

#### **1.7.5.4 Coeficiente de determinación**

Una medición que presenta una mejor interpretación es el coeficiente de determinación, el cual se calcula elevando al cuadrado el coeficiente de correlación.

El coeficiente de determinación mide el porcentaje de variabilidad en Y, el cual puede explicarse a través del conocimiento de la variable independiente X. Términos como débil, moderado y fuerte carecen de significado.

#### **1.7.5.5 Error estándar**

Es la desviación de la distribución de un estadístico de muestra, es decir una estimación de la desviación estándar derivada de una muestra que se utilizó para computar la estimación

#### **1.7.6 Métodos de pronóstico**

Se abordarán cinco modelos de pronóstico:<sup>6</sup>

1. Método lineal.
2. Método polinomial.
3. Método exponencial.
4. Método potencial.
5. Método logarítmico

---

<sup>6</sup> Diebold, Francis. (2001). Elementos de pronósticos. Thomson Editores. 1ª. edición.

### 1.7.6.1 Modelo lineal

Este modelo predice un objetivo continuo basado en relaciones lineales, son simples y fáciles de interpretar. En este modelo se utiliza la ecuación  $Y = aX + b$ , en donde  $a$  es la pendiente de la recta, pues representa la cantidad de cambio en  $Y$  al incrementar  $X$  en una unidad. Modelo Único en donde los cambios son constantes en todos los puntos de la recta. El segundo término denominado intersección es el valor que toma  $Y$  cuando  $X$  es cero.

El método utilizado para encontrar  $a$  y  $b$  se conoce como mínimos cuadrados. Éste encuentra la línea que mejor se ajuste a un conjunto de puntos  $X - Y$ . A esta línea se le conoce como la línea de regresión y su ecuación se denomina ecuación de regresión., minimizando la suma de las distancias al cuadrado de los puntos de la línea medidas en dirección vertical o hacia  $Y$ .

### 1.7.6.2 Modelo polinomial

Se representa mediante la ecuación  $Y = ax^2 + bx + c$ , donde  $a$ ,  $b$  y  $c$  son constantes. Dado que debe despejarse  $a$ ,  $b$  y  $c$  se recurre a un sistema de ecuaciones con tres incógnitas, el cual se construye de la siguiente manera:<sup>7</sup>

la ecuación original se modifica para facilitar el manejo de las variables, resultando  $c + bx + ax^2 = Y$ . Esta se multiplica por una  $x$  y ésta a su vez por otra  $x$ , de esta manera se genera un sistema de ecuaciones.  $c + bx + ax^2 = Y$  (Se multiplica por  $x$ );  $cx + bx^2 + ax^3 = XY$  (Se multiplica por  $x$ );  $cx^2 + bx^3 + ax^4 = X^2 Y$

---

<sup>7</sup> Diebold, Francis. (2001). Elementos de pronósticos. Thomson Editores. 1ª. edición.

Este sistema permite guiar al administrador financiero a encontrar las columnas necesarias en la construcción del modelo.

Existen varios métodos para la resolución de un sistema de tres incógnitas, de las cuales existen:

I. Método de determinantes

II. Método de Gauss – Jordán

III. Métodos de eliminación gaussiana

Este sistema de ecuaciones no se limita a estos tres, pero en la presente investigación únicamente se aborda el primero. existe variedad de software que simplifican estos cálculos, dentro de los cuales se encuentran la calculadora matrix, winmat, eviews, Microsoft Excel. En este último utilizando las funciones mdeterm (para método de determinantes), minversa y mmult (para Gauss – Jordán y eliminación gaussiana) o simplemente utilizando una calculadora científica que resuelve sistemas de ecuaciones con tres incógnitas.

### **1.7.6.3 Modelo exponencial**

Utiliza los promedios históricos de una variable en un período para intentar predecir su comportamiento futuro. lo que se trata es de predecir qué va a pasar y lo que hace es suavizar la serie temporal.

El objetivo es reducir las fluctuaciones y conseguir observar una tendencia que a veces no está clara a simple vista. Es muy utilizado, sobre todo, en previsión de ventas y ha demostrado una e más que aceptable.

La fórmula, que mostramos con detalle, incluye una demanda real (Do) y un pronóstico (Po), también se tiene en cuenta el factor de suavización (alfa) expresado en tantos por uno. La fórmula sería esta: ecuación  $Y = A e^x b$ , donde A y b son constantes y “e” es el logaritmo neperiano, cuya base es 2.718281828.

Lo que hacemos, es suavizar la serie. Sumamos al pronóstico del período anterior (Po) la diferencia entre este y la demanda (Do) multiplicados por el factor de suavización (alfa). Con esto conseguimos valores con menor variabilidad

### **Las ventajas de los métodos de suavización exponencial**

- la sencillez y la facilidad de aplicación.
- No necesita de muchos datos históricos, a diferencia de otros métodos
- Tiene una mayor precisión que otros al utilizar técnicas de modelado exponencial.
- Es un método que tiene gran flexibilidad, al utilizar datos de demanda que pueden ser elegidos por el investigador.

El permite reducir los problemas de pronóstico cuando el factor de suavización es mayor a 0.5. Uno de sus pocos inconvenientes

#### **1.7.6.4 Modelo potencial**

El modelo potencial se define por la ecuación  $A x^b$ , donde A y b son constantes. Al igual que el modelo exponencial se trabaja con logaritmos neperianos, cuya base es 2.718281828.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> <https://economipedia.com/definiciones/suavizacion-exponencial.html>



### 1.7.6.5 Modelo logarítmico

Es un modelo de regresión, que se emplea cuando la dependencia entre las variables Y (variable dependiente) y X (variable independiente) es de forma logarítmica, en cuyo caso se ajusta a la nube de puntos del diagrama de dispersión una función del tipo: Son los parámetros o coeficientes del modelo de regresión logarítmico y es la función logaritmo natural. El modelo logarítmico se define por la ecuación:  $b \ln X + a$ , donde a y b son constantes y ln es el logaritmo neperiano cuya base es 2.718281828.

## 1.8 Base legal

Las empresas en El Salvador están reguladas bajo diferentes leyes dependiendo de su giro y tamaño. Aquellas dedicadas a la venta de partes, piezas y accesorios para vehículos en El Salvador están sujetas a las siguientes:

- Código de Comercio.
- Ley del Seguro Social
- Ley de Sistema de Ahorro y Pensiones
- Código Tributario
- Ley de Impuesto a la Transferencia de Bienes Muebles y a la Prestación de Servicios
- Ley del Impuesto sobre la Renta.
- Código de Trabajo
- Ley de Protección al Consumidor
- Ley Orgánica de la Dirección General de Aduanas
- Ley de Identificación de Seriales de Vehículos
- Ley Contra el lavado de Dinero y de Activos.

## **CAPITULO II: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación aplicado fue establecido por la metodología optada, los métodos y técnicas optadas fueron determinando el enfoque y diseño de toda la información obtenida por medio de las fuentes primarias y secundarias.

### **2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1 Método científico**

En la investigación se hizo uso del método científico, ya que éste engloba una serie de etapas que permite acercarse de manera objetiva a la realidad que se desea interpretar, esta comienza con la observación, el planteamiento del problema en dicha institución, la formulación de hipótesis, la comprobación de hipótesis, la definición de indicadores y variables que guiaron el proceso de investigación y finalmente la interpretación de resultados y conclusiones, las cuales conllevaron a proponer una solución a la problemática en estudio.

##### **2.1.1 Métodos auxiliares del método científico**

Se llevó a cabo la investigación de la problemática y se hizo uso de los siguientes

###### **2.1.1.1 Análisis:**

Se utilizó en el desarrollo de la investigación para comprender de mejor manera la problemática, se identificó y analizo los elementos que tienen relación y que influyen en la organización, ya sea que formen parte del entorno interno o externo, es decir este método permitió determinar las causas y sus componentes.

### **2.1.1.2 Síntesis:**

El uso de este método auxiliar permitió que una vez determinadas las causas que están generando la problemática, se pueda complementar un análisis estructurado para la empresa dedicada a la venta de partes, piezas y accesorios.

## **2.2 Tipo de investigación**

Se utilizó el tipo de investigación descriptiva, debido a que se hizo una descripción de las variables que intervienen o son causas del problema en estudio y que están afectando el crecimiento de dichas empresas, estas variables fueron utilizadas para un posterior análisis.

## **2.3 Diseño de la investigación**

Al haber definido nuestro tipo de investigación se utilizó el diseño no experimental, es decir que no se realizó manipulación de ninguna de variable; solamente se estableció las relaciones existentes entre las causas del problema y los hechos que ocurren en la actualidad (venta de piezas, partes y accesorios para vehículos), lo cual permitió hacer un análisis generalizado para las microempresas del rubro.

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección a utilizar en la investigación**

### **2.4.1 Entrevista**

El propósito de esta técnica fue conversar de manera formal con el personal administrativo y directivo de la empresa dedicada a la venta de partes, piezas y accesorios. para que expongan su punto de vista respecto a la problemática.

### **2.4.2 Instrumentos para la recolección de la información**

Dada las técnicas propuestas para llevar a cabo la investigación se hizo uso del siguiente instrumento:

#### **2.4.2.1 Guía de Entrevista Estructurada**

Se utilizó para realizar las entrevistas con el gerente general de la empresa del caso ilustrativo, así como de las empresas del sector con el fin de obtener información ordenada de sus puntos de vista que contribuya a perseguir el objeto estudio.

## **2.5 Fuentes de recolección de información**

### **2.5.1 Fuentes Primarias**

Son las unidades de análisis que participaron en la investigación de campo que se realizó, entre ellas se encuentran:

El gerente general de las empresas dedicadas a la venta de partes, piezas y accesorios quien proporcionó información a fin de conocer la situación actual y de esta manera estructurar un diagnóstico.

### **2.5.2 Fuentes Secundarias**

Para la investigación bibliográfica con el propósito de adquirir aspectos teóricos y conceptuales. Las fuentes de información secundaria se obtuvieron de: Libros de texto, trabajos de graduación, artículos de periódicos y revistas, y toda aquella información que se relacione con la temática, con el fin de enriquecer la investigación.

### **2.6 Procesamiento de la información**

Posteriormente recolectada la información, a través de la técnica y herramientas que se aplicaron para la investigación, se realizó el procesamiento de la información por medio de un sistema manual para su fácil registro.

### **2.7 Análisis e interpretación de los datos**

Una vez obtenida la información requerida se procedió al análisis e interpretación de los resultados. Finalmente se presentó la información expresada mediante un esquema de análisis con el objeto de facilitar la interpretación de los datos obtenidos. Según la información obtenida en la entrevista realizada al gerente general la empresa está registrada con el Giro de venta de partes, piezas y accesorios para vehículos automotores Y de igual manera es conocida por sus clientes. Cuenta con 4 años de estar al servicio al cliente, y actualmente posee 5 sucursales contando la casa matriz. Haciendo un total de 27 trabajadores en total distribuidos en las diferentes sucursales.

La empresa lleva registros históricos de sus ingresos, los cuales fueron tomados en cuenta a la hora de pronosticar.

Actualmente la empresa no cuenta con un modelo de pronósticos, ya que las proyecciones se realizan basadas en el conocimiento y experiencia del mercado.

El gerente general considera correcta la manera en la que se realizan los pronósticos sin embargo manifiesta que se podrían mejorar. Al consultar si estaría dispuesto a poner en práctica un modelo óptimo de pronósticos La respuesta fue que sí, agregando que siempre y cuando sea de beneficio para la empresa. Se realizó la consulta si su manera de pronosticar se había visto afectada por la pandemia respondió que sí. Lo que generó una baja en los ingresos de dicha empresa. Además de preguntar si estarían dispuestos a hacer algún tipo de inversión en un software de pronósticos que les ayude a mejorar la situación actual, el menciona que depende de cuanto sea el beneficio que se obtendrá así se tomaría en cuenta si valdría la pena o no.

## 2.8 Determinación de variables

Tabla 1 Hipótesis

Hipótesis general	Variables	Indicadores
BG Al elaborar un modelo óptimo de pronósticos de ingresos, permitirá a la empresa una mejor comprensión y sensibilidad de las operaciones y el ambiente en el que se desarrolla la organización, se involucrará en la participación	VI comprensión y sensibilidad de las operaciones.	Conocimiento o experiencia
		Predicción futura de eventos particulares
		Organización de la empresa.
		Involucramiento del equipo de trabajo
	VD participación activa del proceso de pronósticos.	Involucramiento del equipo de trabajo

activa del proceso de pronóstico.		establecimiento del propósito del pronóstico
		Análisis de la información obtenida

Fuente: Elaboración propia

## 2.9 Diagnóstico de la investigación

### Descripción

Venta de partes, piezas y accesorios para vehículos Automotores, Actualmente cuenta con un aproximado de 27 trabajadores con ventas anuales que varían cada año. La empresa lleva registro de sus ingresos (ventas) pero no cuentan con un método de pronósticos que optimice sus datos para menor margen de error.

Como ya se ha mencionado, el problema de la siguiente investigación se centró en los ingresos de la venta de repuestos.

Según los resultados obtenidos a través de la entrevista realizada la empresa necesita modernizar la manera en la que se realizan sus pronósticos ya que actualmente genera mucho margen de error e incertidumbre en la inversión.

De la información obtenida cabe resaltar la disponibilidad de la empresa y su personal a probar nuevas alternativas en la manera que realiza sus pronósticos. Lo cual genera una participación del proceso de pronósticos.

## **CAPITULO III: PROPUESTA DE MODELO OPTIMO DE PRONOSTICO INGRESOS**

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 General**

- Presentar una propuesta de un modelo óptimo de pronóstico de ingresos para empresas dedicadas a la venta de partes, piezas y accesorios para vehículos, ubicada en el municipio de San Salvador, departamento de San Salvador.

#### **3.2 Específicos**

- Conocer los criterios jerárquicos para la óptima selección del modelo de pronóstico.
- Señalar los pasos para desarrollar cada uno de los modelos de pronósticos.
- Seleccionar el modelo que mejor se ajuste a los ingresos históricos.



### **3.3 Situación actual**

A pesar de ser empresas legalmente inscritas la gran mayoría no posee una administración formal establecida, planificación financiera tal caso se abordará mediante métodos de pronósticos ya que se convierten en la herramienta ideal para determinar el futuro de la empresa, pues están constituidos por cálculos estadísticos, matemáticos y econométricos basados en datos históricos (ingresos), y complementados por el juicio y la experiencia empresarial. El conjunto de estos elementos dará como resultado una base sólida y confiable para determinar estrategias, objetivos y planes, lo cual son de mucha utilidad a la hora de tomar decisiones.

### **3.4 Aplicación de los métodos de pronóstico de ingresos**

Al finalizar la construcción de los modelos de pronóstico, se desarrollan los pasos para calcular cada uno de estos modelos, utilizando el software Microsoft Excel. Este programa traza la línea de tendencia sobre el gráfico, calcula las variables y el coeficiente de determinación. Sin embargo, no calcula el coeficiente de correlación ni el error estándar. A continuación, se presenta una tabla con la información de las ventas mensuales de una empresa durante cuarenta y dos meses, la cual se tomará de base para el desarrollo de los cinco métodos de pronósticos que se llevará a cabo en el presente trabajo.

Los ingresos de una empresa durante los últimos cuarenta y ocho periodos son los siguientes:

Tabla 2 Ingresos mensuales

Ingresos mensuales							
Año	Mes	Variables		Año	Mes	Variables	
		Periodo	Ingresos			Periodo	Ingresos
2018	Enero	1	\$ 39,500	2020	Enero	25	\$ 49,200
2018	Febrero	2	\$ 40,100	2020	Febrero	26	\$ 51,000
2018	Marzo	3	\$ 43,799	2020	Marzo	27	\$ 33,200
2018	Abril	4	\$ 41,500	2020	Abril	28	\$ 37,300
2018	Mayo	5	\$ 42,350	2020	Mayo	29	\$ 38,900
2018	Junio	6	\$ 40,550	2020	Junio	30	\$ 52,000
2018	Julio	7	\$ 43,200	2020	Julio	31	\$ 54,012
2018	Agosto	8	\$ 42,700	2020	Agosto	32	\$ 58,900
2018	Septiembre	9	\$ 40,064	2020	Septiembre	33	\$ 56,500
2018	Octubre	10	\$ 41,307	2020	Octubre	34	\$ 61,300
2018	Noviembre	11	\$ 36,900	2020	Noviembre	35	\$ 62,400
2018	Diciembre	12	\$ 35,700	2020	Diciembre	36	\$ 60,100
2019	Enero	13	\$ 59,155	2021	Enero	37	\$ 52,300
2019	Febrero	14	\$ 61,900	2021	Febrero	38	\$ 49,500
2019	Marzo	15	\$ 63,200	2021	Marzo	39	\$ 51,900
2019	Abril	16	\$ 61,233	2021	Abril	40	\$ 50,999
2019	Mayo	17	\$ 65,902	2021	Mayo	41	\$ 48,300
2019	Junio	18	\$ 67,710	2021	Junio	42	\$ 49,300
2019	Julio	19	\$ 64,749	2021	Julio	43	\$ 63,200
2019	Agosto	20	\$ 66,370	2021	Agosto	44	\$ 61,233
2019	Septiembre	21	\$ 63,015	2021	Septiembre	45	\$ 65,902
2019	Octubre	22	\$ 64,999	2021	Octubre	46	\$ 67,710
2019	Noviembre	23	\$ 59,100	2021	Noviembre	47	\$ 66,370
2019	Diciembre	24	\$ 58,122	2021	Diciembre	48	\$ 68,710

Fuente: Centro Nacional de Registro (CNR).

### 3.5 Modelos de pronósticos aplicados a la base de datos

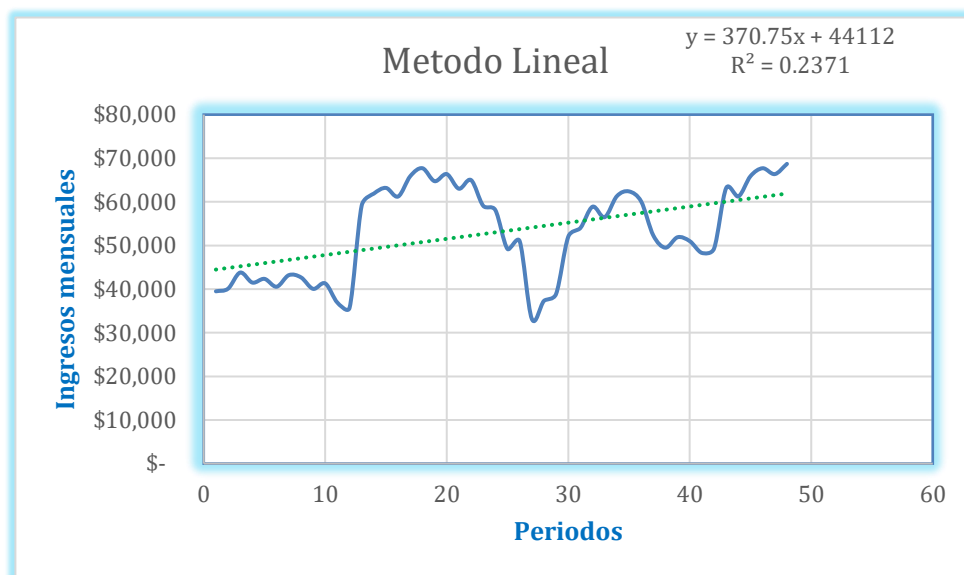
#### 3.5.1 Modelo lineal

##### Construcción del modelo lineal

##### Gráfico

El primer paso para obtener el cálculo del modelo es graficar las variables de estudio en este caso son los ingresos que la entidad adquirió en los periodos de 2018 al 2021. A través del diagrama de dispersión puede determinarse el comportamiento de los datos.

Figura 1 Grafico de ingresos mensuales mediante el método lineal



Los valores por obtener son los siguientes:

$X^2$  = Elevar la variable X al cuadrado

$Y^2$  = Elevar la variable Y al cuadrado

$XY$  = Multiplicar la variable X por la variable Y

Tabla 3 Cálculo del pronóstico lineal

Periodo		Variables		XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	Y'	R'	R <sup>2</sup>
Año	Meses	Periodos (X)	Ingresos (Y)						
2018	Enero	1	\$ 39,500	39,500	1	1,560,250,000	44,482	- 4,982	24,823,951
2018	Febrero	2	\$ 40,100	80,200	4	1,608,010,000	44,853	- 4,753	22,592,106
2018	Marzo	3	\$ 43,799	131,397	9	1,918,352,401	45,224	- 1,425	2,030,245
2018	Abril	4	\$ 41,500	166,000	16	1,722,250,000	45,595	- 4,095	16,765,898
2018	Mayo	5	\$ 42,350	211,750	25	1,793,522,500	45,965	- 3,615	13,070,897
2018	Junio	6	\$ 40,550	243,300	36	1,644,302,500	46,336	- 5,786	33,479,196
2018	Julio	7	\$ 43,200	302,400	49	1,866,240,000	46,707	- 3,507	12,298,154
2018	Agosto	8	\$ 42,700	341,600	64	1,823,290,000	47,078	- 4,378	19,163,590
2018	Septiembre	9	\$ 40,064	360,576	81	1,605,124,096	47,448	- 7,384	54,528,997
2018	Octubre	10	\$ 41,307	413,070	100	1,706,268,249	47,819	- 6,512	42,407,793
2018	Noviembre	11	\$ 36,900	405,900	121	1,361,610,000	48,190	- 11,290	127,461,345
2018	Diciembre	12	\$ 35,700	428,400	144	1,274,490,000	48,561	- 12,861	165,395,789
2019	Enero	13	\$ 59,155	769,015	169	3,499,314,025	48,931	10,224	104,522,390
2019	Febrero	14	\$ 61,900	866,600	196	3,831,610,000	49,302	12,598	158,706,273
2019	Marzo	15	\$ 63,200	948,000	225	3,994,240,000	49,673	13,527	182,982,878
2019	Abril	16	\$ 61,233	979,728	256	3,749,480,289	50,044	11,189	125,201,889
2019	Mayo	17	\$ 65,902	1,120,334	289	4,343,073,604	50,414	15,488	239,866,175
2019	Junio	18	\$ 67,710	1,218,780	324	4,584,644,100	50,785	16,925	286,450,960
2019	Julio	19	\$ 64,749	1,230,231	361	4,192,433,001	51,156	13,593	184,772,661
2019	Agosto	20	\$ 66,370	1,327,400	400	4,404,976,900	51,527	14,843	220,325,318
2019	Septiembre	21	\$ 63,015	1,323,315	441	3,970,890,225	51,897	11,118	123,601,208
2019	Octubre	22	\$ 64,999	1,429,978	484	4,224,870,001	52,268	12,731	162,074,710
2019	Noviembre	23	\$ 59,100	1,359,300	529	3,492,810,000	52,639	6,461	41,745,880
2019	Diciembre	24	\$ 58,122	1,394,928	576	3,378,166,884	53,010	5,112	26,136,161

Periodo		Variables		XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	Y'	R'	R <sup>2</sup>
Año	Meses	Periodos (X)	Ingresos (Y)						
2020	Enero	25	\$ 49,200	1,230,000	625	2,420,640,000	53,380	- 4,180	17,475,724
2020	Febrero	26	\$ 51,000	1,326,000	676	2,601,000,000	53,751	- 2,751	7,568,821
2020	Marzo	27	\$ 33,200	896,400	729	1,102,240,000	54,122	- 20,922	437,725,916
2020	Abril	28	\$ 37,300	1,044,400	784	1,391,290,000	54,493	- 17,193	295,587,276
2020	Mayo	29	\$ 38,900	1,128,100	841	1,513,210,000	54,863	- 15,963	254,830,242
2020	Junio	30	\$ 52,000	1,560,000	900	2,704,000,000	55,234	- 3,234	10,459,756
2020	Julio	31	\$ 54,012	1,674,372	961	2,917,296,144	55,605	- 1,593	2,537,350
2020	Agosto	32	\$ 58,900	1,884,800	1024	3,469,210,000	55,976	2,924	8,551,780
2020	Septiembre	33	\$ 56,500	1,864,500	1089	3,192,250,000	56,346	154	23,590
2020	Octubre	34	\$ 61,300	2,084,200	1156	3,757,690,000	56,717	4,583	21,002,421
2020	Noviembre	35	\$ 62,400	2,184,000	1225	3,893,760,000	57,088	5,312	28,218,283
2020	Diciembre	36	\$ 60,100	2,163,600	1296	3,612,010,000	57,459	2,641	6,976,661
2021	Enero	37	\$ 52,300	1,935,100	1369	2,735,290,000	57,829	- 5,529	30,574,424
2021	Febrero	38	\$ 49,500	1,881,000	1444	2,450,250,000	58,200	- 8,700	75,692,885
2021	Marzo	39	\$ 51,900	2,024,100	1521	2,693,610,000	58,571	- 6,671	44,501,136
2021	Abril	40	\$ 50,999	2,039,960	1600	2,600,898,001	58,942	- 7,943	63,085,984
2021	Mayo	41	\$ 48,300	1,980,300	1681	2,332,890,000	59,312	- 11,012	121,273,394
2021	Junio	42	\$ 49,300	2,070,600	1764	2,430,490,000	59,683	- 10,383	107,810,248
2021	Julio	43	\$ 63,200	2,717,600	1849	3,994,240,000	60,054	3,146	9,897,802
2021	Agosto	44	\$ 61,233	2,694,252	1936	3,749,480,289	60,425	808	653,391
2021	Septiembre	45	\$ 65,902	2,965,590	2025	4,343,073,604	60,795	5,107	26,077,102
2021	Octubre	46	\$ 67,710	3,114,660	2116	4,584,644,100	61,166	6,544	42,821,619
2021	Noviembre	47	\$ 66,370	3,119,390	2209	4,404,976,900	61,537	4,833	23,358,581
2021	Diciembre	48	\$ 68,710	3,298,080	2304	4,721,064,100	61,908	6,802	46,271,560
<b>Σ</b>		1176	2553361	65972706	38024	141,165,721,913	2553361.051	0	4073380412

### Cálculo de variables

Para el caso del modelo lineal, deben calcularse las variables a (pendiente) y b (intersección).

$$\text{Donde } a = \frac{(n \sum XY) - (\sum X \sum Y)}{(n \sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{(48 * 65972706) - (1176 * 2553361)}{(48 * 38024) - (1176)^2}$$

$$a = \frac{163,937,352}{442,176}$$

$$a = 370.75$$

$$\text{Donde } b = \frac{\sum Y}{n} - m \frac{\sum X}{n}$$

$$b = ((2553361) / 48) - 370.75((1176) / 48)$$

$$b = 44,112$$

Calculadas las dos variables, la ecuación que resulta es la siguiente:  $Y = 370.75 X + 44,112$ .

Asimismo, la X debe sustituirse por los periodos que desean analizarse, por ejemplo, si se desea interpolar los periodos siguientes, se obtiene:

Tabla 4 Pronostico de ingresos método lineal

Pronóstico de ingresos método lineal						
Ecuación	Año	Mes	Periodo	Pronostico	Datos reales	Diferencia
Y= 370.75 X + 44112	2022	Enero	49	\$ 62,279	\$ 60,005	\$ 2,274
	2022	Febrero	50	\$ 62,650	\$ 61,535	\$ 1,115
	2022	Marzo	51	\$ 63,020		\$ 63,020
	2022	Abril	52	\$ 63,391		\$ 63,391
	2022	Mayo	53	\$ 63,762		\$ 63,762
	2022	Junio	54	\$ 64,133		\$ 64,133
	2022	Julio	55	\$ 64,503		\$ 64,503
	2022	Agosto	56	\$ 64,874		\$ 64,874
	2022	Septiembre	57	\$ 65,245		\$ 65,245
	2022	Octubre	58	\$ 65,616		\$ 65,616
	2022	Noviembre	59	\$ 65,986		\$ 65,986
	2022	Diciembre	60	\$ 66,357		\$ 66,357

### Coefficiente de correlación

Al obtener el resumen anterior puede calcularse el coeficiente de correlación utilizando la siguiente fórmula, la cual es aplicable únicamente al modelo lineal.

$$r = \frac{(n \sum XY) - (\sum X \sum Y)}{\sqrt{[n(\sum X^2) - (\sum X)^2][n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]}}$$

$$r = \frac{(48 * 65972706) - (1176 * 2553361)}{\sqrt{((48 * 38024) - (1176)^2) ((48 * 141165721913) - (2553361)^2)}}$$

$$r = 0.4870$$

Tanto el coeficiente de determinación como el de correlación se expresan en términos porcentuales, entonces r equivale a 48.70%

### **Coefficiente de determinación**

El coeficiente de determinación se obtiene elevando al cuadrado el coeficiente de correlación la fórmula es la siguiente:

$$R^2 = (r)^2$$

$$R^2 = (0.4870)^2$$

$$R^2 = 23.71\%$$

### **Error estándar**

Para el cálculo del error estándar debe restarse a la Y real la Y' calculada y el residuo debe elevarse al cuadrado. De la misma manera deben calcularse todos los residuos y posteriormente obtener la sumatoria de estos, dicho resultado debe dividirse dentro de los periodos analizados y por último se extrae la raíz cuadrada del cociente.

La fórmula para obtener el error estándar es la siguiente:

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{\sum(Y - Y')^2}{n}}$$

Sustituyendo:

$$S_{xy} = \sqrt{(4073380412/48)}$$

$$S_{xy} = 9,776$$

El cuadro siguiente resume el modelo lineal:



Resumen Modelo Lineal	
r	48.70%
R <sup>2</sup>	23.71%
S <sub>xy</sub>	9212
a	370.75
b	44112

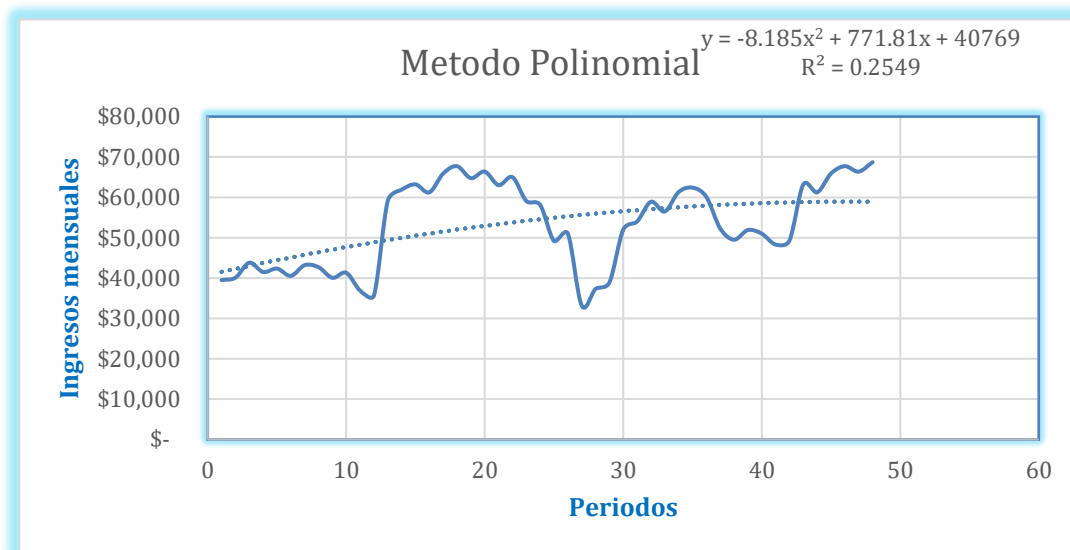
### 3.5.2 Modelo polinomial

#### Construcción del modelo polinomial

##### Gráfico

El primer paso para obtener el cálculo del modelo es graficar los ingresos que la entidad adquirió en los periodos del 2018 al 2021. Mediante un diagrama de dispersión puede determinarse el comportamiento de los datos.

Figura 2 Grafico de ingresos mensuales mediante el método polinomial



Obtenidos los datos se procede a realizar un cuadro de donde se obtendrá la información necesaria para cálculos posteriores. Según el sistema anterior de ecuaciones las columnas a calcular son  $x^2$ ,  $x^3$ ,  $x^4$ ,  $XY$  y  $x^2 Y$ .

$X^2$  = Elevar la variable  $X$  al cuadrado

$X^3$  = Elevar la variable  $X$  al cubo

$X^4$  = Elevar la variable  $X$  a la cuarta potencia

$XY$  = Multiplicar la variable  $X$  por la variable  $Y$

$X^2 Y$  = Multiplicar la columna de  $X^2$  por la columna  $Y$

Tabla 5 Calculo del pronóstico polinomial

Periodo		Variables		XY	X <sup>2</sup>	X <sup>2</sup> Y	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	Y <sup>2</sup>	Y'	R
Año	Meses	Periodos (X)	Ingresos (Y)								
2018	Enero	1	\$ 39,500	39,500	1	39,500	1	1	1,560,250,000	41,533	- 2,033
2018	Febrero	2	\$ 40,100	80,200	4	160,400	8	16	1,608,010,000	42,280	- 2,180
2018	Marzo	3	\$ 43,799	131,397	9	394,191	27	81	1,918,352,401	43,011	788
2018	Abril	4	\$ 41,500	166,000	16	664,000	64	256	1,722,250,000	43,726	- 2,226
2018	Mayo	5	\$ 42,350	211,750	25	1,058,750	125	625	1,793,522,500	44,424	- 2,074
2018	Junio	6	\$ 40,550	243,300	36	1,459,800	216	1296	1,644,302,500	45,106	- 4,556
2018	Julio	7	\$ 43,200	302,400	49	2,116,800	343	2401	1,866,240,000	45,771	- 2,571
2018	Agosto	8	\$ 42,700	341,600	64	2,732,800	512	4096	1,823,290,000	46,420	- 3,720
2018	Septiembre	9	\$ 40,064	360,576	81	3,245,184	729	6561	1,605,124,096	47,053	- 6,989
2018	Octubre	10	\$ 41,307	413,070	100	4,130,700	1000	10000	1,706,268,249	47,669	- 6,362
2018	Noviembre	11	\$ 36,900	405,900	121	4,464,900	1331	14641	1,361,610,000	48,269	- 11,369
2018	Diciembre	12	\$ 35,700	428,400	144	5,140,800	1728	20736	1,274,490,000	48,853	- 13,153
2019	Enero	13	\$ 59,155	769,015	169	9,997,195	2197	28561	3,499,314,025	49,420	9,735
2019	Febrero	14	\$ 61,900	866,600	196	12,132,400	2744	38416	3,831,610,000	49,971	11,929
2019	Marzo	15	\$ 63,200	948,000	225	14,220,000	3375	50625	3,994,240,000	50,505	12,695
2019	Abril	16	\$ 61,233	979,728	256	15,675,648	4096	65536	3,749,480,289	51,023	10,210
2019	Mayo	17	\$ 65,902	1,120,334	289	19,045,678	4913	83521	4,343,073,604	51,525	14,377
2019	Junio	18	\$ 67,710	1,218,780	324	21,938,040	5832	104976	4,584,644,100	52,010	15,700
2019	Julio	19	\$ 64,749	1,230,231	361	23,374,389	6859	130321	4,192,433,001	52,479	12,270
2019	Agosto	20	\$ 66,370	1,327,400	400	26,548,000	8000	160000	4,404,976,900	52,932	13,438
2019	Septiembre	21	\$ 63,015	1,323,315	441	27,789,615	9261	194481	3,970,890,225	53,368	9,647
2019	Octubre	22	\$ 64,999	1,429,978	484	31,459,516	10648	234256	4,224,870,001	53,788	11,211
2019	Noviembre	23	\$ 59,100	1,359,300	529	31,263,900	12167	279841	3,492,810,000	54,191	4,909
2019	Diciembre	24	\$ 58,122	1,394,928	576	33,478,272	13824	331776	3,378,166,884	54,578	3,544

Periodo		Variables		XY	X <sup>2</sup>	X <sup>2</sup> Y	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	Y <sup>2</sup>	Y'	R
Año	Meses	Periodos (X)	Ingresos (Y)								
2020	Enero	25	\$ 49,200	1,230,000	625	30,750,000	15625	390625	2,420,640,000	54,949	- 5,749
2020	Febrero	26	\$ 51,000	1,326,000	676	34,476,000	17576	456976	2,601,000,000	55,304	- 4,304
2020	Marzo	27	\$ 33,200	896,400	729	24,202,800	19683	531441	1,102,240,000	55,642	- 22,442
2020	Abril	28	\$ 37,300	1,044,400	784	29,243,200	21952	614656	1,391,290,000	55,963	- 18,663
2020	Mayo	29	\$ 38,900	1,128,100	841	32,714,900	24389	707281	1,513,210,000	56,268	- 17,368
2020	Junio	30	\$ 52,000	1,560,000	900	46,800,000	27000	810000	2,704,000,000	56,557	- 4,557
2020	Julio	31	\$ 54,012	1,674,372	961	51,905,532	29791	923521	2,917,296,144	56,830	- 2,818
2020	Agosto	32	\$ 58,900	1,884,800	1024	60,313,600	32768	1048576	3,469,210,000	57,086	1,814
2020	Septiembre	33	\$ 56,500	1,864,500	1089	61,528,500	35937	1185921	3,192,250,000	57,326	- 826
2020	Octubre	34	\$ 61,300	2,084,200	1156	70,862,800	39304	1336336	3,757,690,000	57,549	3,751
2020	Noviembre	35	\$ 62,400	2,184,000	1225	76,440,000	42875	1500625	3,893,760,000	57,756	4,644
2020	Diciembre	36	\$ 60,100	2,163,600	1296	77,889,600	46656	1679616	3,612,010,000	57,947	2,153
2021	Enero	37	\$ 52,300	1,935,100	1369	71,598,700	50653	1874161	2,735,290,000	58,121	- 5,821
2021	Febrero	38	\$ 49,500	1,881,000	1444	71,478,000	54872	2085136	2,450,250,000	58,279	- 8,779
2021	Marzo	39	\$ 51,900	2,024,100	1521	78,939,900	59319	2313441	2,693,610,000	58,421	- 6,521
2021	Abril	40	\$ 50,999	2,039,960	1600	81,598,400	64000	2560000	2,600,898,001	58,546	- 7,547
2021	Mayo	41	\$ 48,300	1,980,300	1681	81,192,300	68921	2825761	2,332,890,000	58,655	- 10,355
2021	Junio	42	\$ 49,300	2,070,600	1764	86,965,200	74088	3111696	2,430,490,000	58,747	- 9,447
2021	Julio	43	\$ 63,200	2,717,600	1849	116,856,800	79507	3418801	3,994,240,000	58,823	4,377
2021	Agosto	44	\$ 61,233	2,694,252	1936	118,547,088	85184	3748096	3,749,480,289	58,883	2,350
2021	Septiembre	45	\$ 65,902	2,965,590	2025	133,451,550	91125	4100625	4,343,073,604	58,926	6,976
2021	Octubre	46	\$ 67,710	3,114,660	2116	143,274,360	97336	4477456	4,584,644,100	58,953	8,757
2021	Noviembre	47	\$ 66,370	3,119,390	2209	146,611,330	103823	4879681	4,404,976,900	58,964	7,406
2021	Diciembre	48	68710	3298080	2304	158307840	110592	5308416	4,721,064,100	58,958	9,752
<b>Σ</b>		1176	2553361	65972706	38024	2178478878	1382976	53651864	141165721913	2553359	2

### Cálculo de variables

Para el cálculo de las variables se hará uso del sistema de ecuaciones creado anteriormente, es decir:

$$c + bx + ax^2 = Y$$

$$cx + b x^2 + ax^3 = XY$$

$$cx^2 + b x^3 + ax^4 = X^2 Y$$

Basándose en el cuadro anterior, se sustituye las incógnitas por los valores consignados en el resumen, dando como resultado el siguiente sistema de ecuaciones:

48	1176	38,024	<b>2553361</b>
1176	38,024	1,382,976	<b>65972706</b>
38,024	1,382,976	53,651,864	<b>2178478878</b>

### Método de determinantes

Éste es el método más fácil y práctico para resolver sistemas de ecuaciones de más de dos incógnitas. Consiste en encontrar cuatro determinantes: el primero será el divisor y los tres restantes corresponden a cada incógnita del sistema.

### Cálculo del divisor

<b>48</b>	1176	<b>38,024</b>	48	1,176
1176	<b>38,024</b>	1,382,976	1176	38,024
<b>38,024</b>	1,382,976	<b>53,651,864</b>	38,024	1,382,976

Se omite la igualdad del lado izquierdo del sistema y se repiten en el lado derecho de la matriz las dos primeras columnas. Se procede de esa manera debido a que todo el sistema

debe multiplicarse en diagonal descendente, según lo muestra la parte en negrita del ejemplo anterior:

#### Multiplicación diagonal descendente

Resultado 1:	$(48*38024*53651864)$	=	97922806883328
Resultado 2:	$(1176*1382976*38024)$	=	61841464602624
Resultado 3:	$(38024*1176*1382976)$	=	61841464602624
Sumatoria resultados		=	221605736088576

A continuación, se multiplicará en diagonal la matriz anterior, pero de forma ascendente, así como lo muestra las cantidades en negrita del ejemplo:

#### Multiplicación diagonal ascendente

Resultado 1:	$(38024*38024*38024)$	=	54976033677824
Resultado 2:	$(1382976*1382976*48)$	=	91805885595648
Resultado 3:	$(12948594*666*666)$	=	74199240267264
Sumatoria resultados		=	220981159540736

Una vez hallados ambos resultados deben restarse, y el residuo se convierte en el divisor.

El resultado es el siguiente:

$$221605736088576 - 220981159540736 = 624576547840$$

#### **Cálculo de la variable c**

Utilizando el procedimiento descrito con anterioridad debe multiplicarse la matriz en diagonal tanto en forma descendente como ascendente, sin embargo, la primera columna, es decir la que representa a la variable c, será sustituida por la igualdad del lado derecho del sistema de ecuaciones:

<b>2553361</b>	1176	<b>38,024</b>	2553361	1176
65972706	<b>38024</b>	1,382,976	65972706	38024
<b>2178478878</b>	1382976	<b>53,651,864</b>	2178478878	1382976

### Multiplicación diagonal descendente

$$\text{Resultado 1: } (2553361 * 38024 * 53651864) = 5209005752217110000$$

$$\text{Resultado 2: } (1176 * 1382976 * 2178478878) = 3543033989622370000$$

$$\text{Resultado 3: } (38024 * 65972706 * 1382976) = 3469259152073400000$$

$$\text{Sumatoria resultados} = 12221298893912900000$$

### Multiplicación diagonal ascendente

$$\text{Resultado 1: } (2178478878 * 38024 * 38024) = 3149698300109310000$$

$$\text{Resultado 2: } (1382976 * 1382976 * 2553361) = 4883615996883110000$$

$$\text{Resultado 3: } (53651864 * 65972706 * 1176) = 4162520972428210000$$

$$\text{Sumatoria resultados} = 12195835269420600000$$

Una vez hallados ambos resultados deben restarse, y el residuo se convierte en el dividendo, el cual será dividido dentro del divisor encontrado anteriormente, el resultado es el siguiente:

$$C = (912417860845204000 - 910783238968210000) / 46801072080$$

$$C = 40769.4214$$

### Cálculo de la variable b

El procedimiento es el mismo, únicamente la segunda columna es reemplazada por la igualdad del lado derecho del sistema de ecuaciones:

<b>48</b>	2553361	<b>38,024</b>	48	2553361
<b>1176</b>	65972706	<b>1,382,976</b>	1176	65972706
<b>38024</b>	2178478878	<b>53,651,864</b>	38024	2178478878

### Multiplicación diagonal descendente

Resultado 1:	$(48*65972706*53651864)$	=	169898815201151000
Resultado 2:	$(2553361*1382976*38024)$	=	134271755016344000
Resultado 3:	$(38024*1176*2178478878)$	=	97413349487916700
Sumatoria resultados		=	401583919705412000

### Multiplicación diagonal ascendente

Resultado 1:	$(38024*65972706*38024)$	=	95384959680022700
Resultado 2:	$(2178478878*1382976*48)$	=	144613632229485000
Resultado 3:	$(53651864*1176*2553361)$	=	161103270687127000
Sumatoria resultados		=	401101862596634000

Una vez hallados ambos resultados deben restarse, y el residuo se convierte en el dividendo, el cual será dividido dentro del divisor encontrado anteriormente. El resultado es el siguiente:

$$b = (39800540915695000 - 39718000113023800) / 46801072080$$

$$b = 771.81$$

### Cálculo de la variable a

El procedimiento es el mismo, únicamente la tercera columna es reemplazada por la igualdad del lado derecho del sistema de ecuaciones:

48	1176	2553361	48	1176
1176	38024	65972706	1176	38024
38024	1382976	2178478878	38024	1382976



**Multiplicación diagonal descendente**

Resultado 1:	$(48*38024*2178478878)$	=	3976055081139460
Resultado 2:	$(1176*65972706*38024)$	=	2950050299382140
Resultado 3:	$(2553361*1176*1382976)$	=	4152734691227140
Sumatoria resultados		=	11078840071748700

**Multiplicación diagonal ascendente**

Resultado 1:	$(38024*38024*2553361)$	=	3691712085199940
Resultado 2:	$(1382976*65972706*48)$	=	4379456114546690
Resultado 3:	$(2178478878*1176*1176)$	=	3012784004780930
Sumatoria resultados		=	11083952204527600

Una vez hallados ambos resultados deben restarse, y el residuo se convierte en el dividendo, el cual será dividido dentro del divisor encontrado anteriormente.

$$a = (1457870927326420 - 1459528654013680) / 46801072080$$

$$a = -8.1850$$

Por tanto, el valor de Y calculado se obtendrá de la ecuación siguiente  $Y = -8.18 X^2 + 771.8X + 40769$ , Asimismo, la X debe sustituirse por los periodos que desean analizarse, por ejemplo, si se desea interpolar los periodos siguientes se obtiene:

Tabla 6 Pronostico de ingresos método polinomial

Pronóstico de ingresos método polinomial						
Ecuación	Año	Mes	Periodo	Pronostico	Datos reales	Diferencia
$Y = -8.18 X^2 + 771.8X + 40769$	2022	Enero	49	\$ 58,947	\$ 60,005	-\$ 1,058
	2022	Febrero	50	\$ 58,909	\$ 61,535	-\$ 2,626
	2022	Marzo	51	\$ 58,855		\$ 58,855
	2022	Abril	52	\$ 58,784		\$ 58,784
	2022	Mayo	53	\$ 58,697		\$ 58,697
	2022	Junio	54	\$ 58,593		\$ 58,593

	2022	Julio	55	\$ 58,474	\$ 58,474
	2022	Agosto	56	\$ 58,337	\$ 58,337
	2022	Septiembre	57	\$ 58,185	\$ 58,185
	2022	Octubre	58	\$ 58,016	\$ 58,016
	2022	Noviembre	59	\$ 57,831	\$ 57,831
	2022	Diciembre	60	\$ 57,629	\$ 57,629

### Coefficiente de correlación

Para los restantes pasos deben calcularse las variaciones:

Tabla 7 Cálculo de variaciones.

Año	Periodo Mes	Variación total (Y-'Y) ^2	Variación no explicada (Y-Ye) ^2	Variación explicada (Ye-'Y) ^2	('Y) ^2
2018	Enero	\$ 187,553,596	\$ 4,133,295	\$ 136,001,547	53195.02
2018	Febrero	\$ 171,479,571	\$ 4,753,752	\$ 119,130,913	
2018	Marzo	\$ 88,285,208	\$ 620,630	\$ 103,710,221	
2018	Abril	\$ 136,773,512	\$ 4,953,823	\$ 89,667,685	
2018	Mayo	\$ 117,614,477	\$ 4,300,928	\$ 76,933,124	
2018	Junio	\$ 159,896,552	\$ 20,753,921	\$ 65,437,966	
2018	Julio	\$ 99,900,441	\$ 6,610,332	\$ 55,115,246	
2018	Agosto	\$ 110,145,462	\$ 13,839,113	\$ 45,899,609	
2018	Septiembre	\$ 172,423,708	\$ 48,842,838	\$ 37,727,305	
2018	Octubre	\$ 141,325,039	\$ 40,475,863	\$ 30,536,195	
2018	Noviembre	\$ 265,527,704	\$ 129,254,018	\$ 24,265,743	
2018	Diciembre	\$ 306,075,754	\$ 172,989,650	\$ 18,857,027	
2019	Enero	\$ 35,521,352	\$ 94,775,242	\$ 14,252,728	
2019	Febrero	\$ 75,776,662	\$ 142,311,501	\$ 10,397,137	
2019	Marzo	\$ 100,099,608	\$ 161,162,748	\$ 7,236,153	
2019	Abril	\$ 64,609,109	\$ 104,242,258	\$ 4,717,283	
2019	Mayo	\$ 161,467,320	\$ 206,703,894	\$ 2,789,639	
2019	Junio	\$ 210,684,620	\$ 246,485,642	\$ 1,403,945	
2019	Julio	\$ 133,494,435	\$ 150,550,247	\$ 512,531	
2019	Agosto	\$ 173,580,076	\$ 180,587,708	\$ 69,334	
2019	Septiembre	\$ 96,431,991	\$ 93,065,830	\$ 29,900	
2019	Octubre	\$ 139,333,924	\$ 125,691,095	\$ 351,382	
2019	Noviembre	\$ 34,868,779	\$ 24,095,480	\$ 992,543	
2019	Diciembre	\$ 24,275,124	\$ 12,557,068	\$ 1,913,751	
2020	Enero	\$ 15,960,191	\$ 33,052,771	\$ 3,076,983	
2020	Febrero	\$ 4,818,116	\$ 18,520,398	\$ 4,445,824	
2020	Marzo	\$ 399,800,858	\$ 503,622,830	\$ 5,985,468	
2020	Abril	\$ 252,651,687	\$ 348,314,355	\$ 7,662,715	
2020	Mayo	\$ 204,347,621	\$ 301,663,094	\$ 9,445,974	
2020	Junio	\$ 1,428,075	\$ 20,769,443	\$ 11,305,260	
2020	Julio	\$ 667,455	\$ 7,940,446	\$ 13,212,199	
2020	Agosto	\$ 32,546,787	\$ 3,290,455	\$ 15,140,022	
2020	Septiembre	\$ 10,922,887	\$ 681,992	\$ 17,063,570	
2020	Octubre	\$ 65,690,687	\$ 14,068,144	\$ 18,959,291	
2020	Noviembre	\$ 84,731,641	\$ 21,563,978	\$ 20,805,239	
2020	Diciembre	\$ 47,678,737	\$ 4,635,511	\$ 22,581,080	

2021 Enero	\$	801,062	\$	33,887,365	\$	24,268,084
2021 Febrero	\$	13,653,179	\$	77,074,788	\$	25,849,130
2021 Marzo	\$	1,677,079	\$	42,520,756	\$	27,308,706
2021 Abril	\$	4,822,508	\$	56,957,109	\$	28,632,907
2021 Mayo	\$	23,961,229	\$	107,222,353	\$	29,809,436
2021 Junio	\$	15,171,187	\$	89,251,137	\$	30,827,604
2021 Julio	\$	100,099,608	\$	19,154,879	\$	31,678,329
2021 Agosto	\$	64,609,109	\$	5,522,074	\$	32,354,138
2021 Septiembre	\$	161,467,320	\$	48,658,439	\$	32,849,165
2021 Octubre	\$	210,684,620	\$	76,677,707	\$	33,159,152
2021 Noviembre	\$	173,580,076	\$	54,848,414	\$	33,281,449
2021 Diciembre	\$	240,714,579	\$	95,096,281	\$	33,215,016
<b>Σ</b>	\$	<b>5,339,630,323</b>	\$	<b>3,978,751,595</b>	\$	<b>1,360,865,650</b>

Los tres tipos de variaciones son:

### I. Variación total

Ésta se halla extrayendo el promedio de la variable Y que para este caso es 53195.02.

Posteriormente se resta el valor de la Y real de la Y promedio, y elevando el residuo al cuadrado.

La fórmula para obtener la variación total es la siguiente:

$$\text{Variación total} = (Y \text{ real} - Y \text{ promedio})^2$$

### II. Variación no explicada

La variación no explicada se obtiene restando la Y real menos la Y calculada y elevando el residuo al cuadrado.

La fórmula para obtener la variación no explicada es la siguiente:

$$\text{Variación no explicada} = (Y \text{ real} - Y \text{ calculada})^2$$

Cabe señalar que los resultados pueden variar debido a la pérdida de decimales. Los cálculos realizados en el presente trabajo de investigación involucran la totalidad de las cifras decimales.

### III. Variación explicada

Ésta se obtiene restando al Y calculada menos la Y promedio y elevando el residuo al cuadrado.

La fórmula para obtener la variación explicada es la siguiente:

$$\text{Variación explicada} = (Y \text{ calculada} - Y \text{ calculada})^2$$

La fórmula para obtener el coeficiente de correlación es la siguiente:

$$r = \sqrt{\frac{\text{Variación Explicada}}{\text{Variación Total}}}$$

Sustituyendo:

$$r = \sqrt{(1,360,865,650/5,339,630,323)}$$

$$r = 0.5048, \text{ expresado en términos porcentuales } 50.48\%.$$

#### **Coefficiente de determinación**

Utilizando la fórmula siguiente se obtiene el coeficiente de determinación:

$$r = (r)^2$$

$$R^2 = (0.5048)^2$$

$$R^2 = 0.2549, \text{ expresado en términos porcentuales } 25.49\%$$

#### **ERROR ESTÁNDAR**

Aplicando la siguiente fórmula se obtiene el error estándar:

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{\text{Variación no explicada}}{n}}$$

$$S_{xy} = \sqrt{(3,978,751,595/48)}$$

$$S_{xy} = 9104$$

El cuadro siguiente resume el modelo polinomial:

Resumen Modelo Polinomial	
r	50.48%
R <sup>2</sup>	25.49%
S <sub>xy</sub>	9104
a	-8.185
b	771.81
c	40769

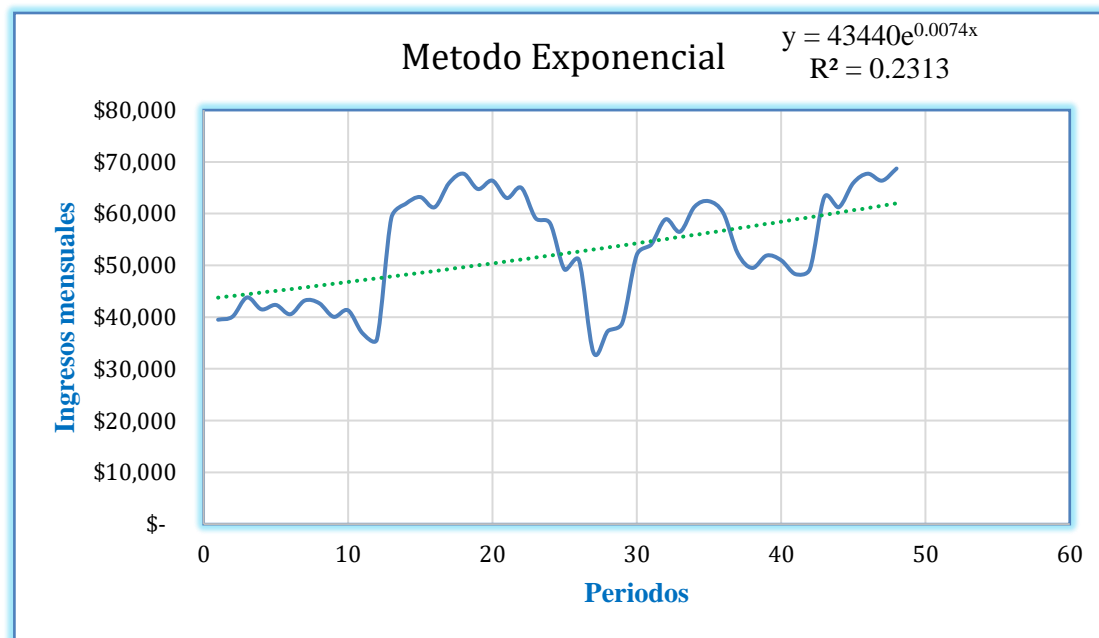
### 3.5.3 Modelo exponencial

#### Construcción del modelo exponencial

##### Gráfico

El primer paso para obtener el cálculo del modelo es graficar los ingresos que la entidad recibió en los periodos del 2018 al 2021. Mediante un diagrama de dispersión puede determinarse el comportamiento de los datos.

Figura 3 Grafico de ingresos mensuales mediante el método exponencial



Obtenidos los datos se procede a realizar un cuadro en donde se obtendrá la información necesaria para cálculos posteriores.

**Los valores por obtener son los siguientes como se muestra en tabla 8:**

$X^2$  = Elevar la variable X al cuadrado

Log Y = Calcular el logaritmo neperiano de Y

X Log Y = Multiplicar X por el logaritmo Y

Log Y<sup>2</sup> = Elevar el logaritmo de Y al cuadrado

A continuación, se presenta el resumen de las variables a utilizar, también se adiciona el promedio. Éste es el resultado de dividir el valor de la variable dentro del número de datos, que para el presente ejemplo son 48.

Resumen	$\Sigma$	X
n	48	
$\Sigma X$	1176	24.5
$\Sigma Y$	2553361	53195.0208
$\Sigma X^2$	38024	792.1667
$\Sigma \text{Log } Y$	521.32	10.8607
$\Sigma X \text{ Log } Y$	12840.50	267.5104
$\Sigma \text{Log } Y^2$	5663.95	117.9989

### CÁLCULO DE VARIABLES

Como se mencionó anteriormente, la fórmula para el modelo exponencial es  $A e^{x \cdot b}$ . Se procede primeramente a calcular el valor de b, mediante la fórmula siguiente:

$$b = \frac{\Sigma X \log Y - (\Sigma X * \Sigma \text{Log } Y)}{\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

Debe tomarse en cuenta que los valores son extraídos de los promedios y no de los valores originales de las variables.

$$b = \frac{267.5104 - (24.5 * 10.8607)}{792.1667 - (24.5)^2}$$
$$b = 0.0074$$

Tabla 8 Cálculo del pronóstico exponencial

Periodo		Variables		X <sup>2</sup>	Log Y	X Log Y	Log Y <sup>2</sup>	Y'	R
Año	Meses	Periodos X	Ingresos Y						
2018	Enero	1	\$ 39,500	1	10.58	10.58	112.02	\$ 43,763	-4262.65
2018	Febrero	2	\$ 40,100	4	10.60	21.20	112.34	\$ 44,089	-3988.75
2018	Marzo	3	\$ 43,799	9	10.69	32.06	114.22	\$ 44,417	-617.75
2018	Abril	4	\$ 41,500	16	10.63	42.53	113.07	\$ 44,747	-3247.19
2018	Mayo	5	\$ 42,350	25	10.65	53.27	113.50	\$ 45,080	-2730.09
2018	Junio	6	\$ 40,550	36	10.61	63.66	112.58	\$ 45,415	-4865.46
2018	Julio	7	\$ 43,200	49	10.67	74.72	113.93	\$ 45,753	-2553.33
2018	Agosto	8	\$ 42,700	64	10.66	85.30	113.68	\$ 46,094	-3393.72
2018	Septiembre	9	\$ 40,064	81	10.60	95.38	112.32	\$ 46,437	-6372.63
2018	Octubre	10	\$ 41,307	100	10.63	106.29	112.97	\$ 46,782	-5475.10
2018	Noviembre	11	\$ 36,900	121	10.52	115.68	110.59	\$ 47,130	-10230.14
2018	Diciembre	12	\$ 35,700	144	10.48	125.79	109.89	\$ 47,481	-11780.76
2019	Enero	13	\$ 59,155	169	10.99	142.84	120.73	\$ 47,834	11321.00
2019	Febrero	14	\$ 61,900	196	11.03	154.47	121.73	\$ 48,190	13710.14
2019	Marzo	15	\$ 63,200	225	11.05	165.81	122.19	\$ 48,548	14651.63
2019	Abril	16	\$ 61,233	256	11.02	176.36	121.49	\$ 48,910	12323.45
2019	Mayo	17	\$ 65,902	289	11.10	188.63	123.12	\$ 49,273	16628.59
2019	Junio	18	\$ 67,710	324	11.12	200.21	123.72	\$ 49,640	18070.01
2019	Julio	19	\$ 64,749	361	11.08	210.49	122.73	\$ 50,009	14739.72
2019	Agosto	20	\$ 66,370	400	11.10	222.06	123.28	\$ 50,381	15988.67
2019	Septiembre	21	\$ 63,015	441	11.05	232.07	122.13	\$ 50,756	12258.86
2019	Octubre	22	\$ 64,999	484	11.08	243.81	122.81	\$ 51,134	13865.25
2019	Noviembre	23	\$ 59,100	529	10.99	252.70	120.71	\$ 51,514	7585.84
2019	Diciembre	24	\$ 58,122	576	10.97	263.29	120.35	\$ 51,897	6224.60



Periodo		Variables		X <sup>2</sup>	Log Y	X Log Y	Log Y <sup>2</sup>	Y'	R
Año	Meses	Periodos X	Ingresos Y						
2020	Enero	25	\$ 49,200	625	10.80	270.09	116.72	\$ 52,283	-3083.49
2020	Febrero	26	\$ 51,000	676	10.84	281.83	117.50	\$ 52,672	-1672.46
2020	Marzo	27	\$ 33,200	729	10.41	281.08	108.37	\$ 53,064	-19864.32
2020	Abril	28	\$ 37,300	784	10.53	294.75	110.81	\$ 53,459	-16159.09
2020	Mayo	29	\$ 38,900	841	10.57	306.49	111.70	\$ 53,857	-14956.80
2020	Junio	30	\$ 52,000	900	10.86	325.77	117.92	\$ 54,257	-2257.47
2020	Julio	31	\$ 54,012	961	10.90	337.81	118.74	\$ 54,661	-649.12
2020	Agosto	32	\$ 58,900	1024	10.98	351.48	120.64	\$ 55,068	3832.23
2020	Septiembre	33	\$ 56,500	1089	10.94	361.09	119.73	\$ 55,477	1022.55
2020	Octubre	34	\$ 61,300	1156	11.02	374.80	121.52	\$ 55,890	5409.82
2020	Noviembre	35	\$ 62,400	1225	11.04	386.45	121.91	\$ 56,306	6094.02
2020	Diciembre	36	\$ 60,100	1296	11.00	396.14	121.08	\$ 56,725	3375.13
2021	Enero	37	\$ 52,300	1369	10.86	402.00	118.04	\$ 57,147	-4846.87
2021	Febrero	38	\$ 49,500	1444	10.81	410.77	116.85	\$ 57,572	-8072.02
2021	Marzo	39	\$ 51,900	1521	10.86	423.43	117.88	\$ 58,000	-6100.33
2021	Abril	40	\$ 50,999	1600	10.84	433.58	117.50	\$ 58,432	-7432.82
2021	Mayo	41	\$ 48,300	1681	10.79	442.19	116.32	\$ 58,867	-10566.53
2021	Junio	42	\$ 49,300	1764	10.81	453.84	116.76	\$ 59,304	-10004.47
2021	Julio	43	\$ 63,200	1849	11.05	475.32	122.19	\$ 59,746	3454.33
2021	Agosto	44	\$ 61,233	1936	11.02	484.99	121.49	\$ 60,190	1042.85
2021	Septiembre	45	\$ 65,902	2025	11.10	499.32	123.12	\$ 60,638	5264.07
2021	Octubre	46	\$ 67,710	2116	11.12	511.66	123.72	\$ 61,089	6620.95
2021	Noviembre	47	\$ 66,370	2209	11.10	521.84	123.28	\$ 61,544	4826.47
2021	Diciembre	48	\$ 68,710	2304	11.14	534.61	124.05	\$ 62,001	6708.62
<b>Σ</b>		1176	2553361	38024	521.32	12840.5	5663.949	2513525.575	39835

El valor de A en la fórmula es el resultado del antilogaritmo de a; por consiguiente, ésta debe calcularse primero.

$$a = \sum \text{Log}Y - (b * \sum X)$$

$$a = 10.8607 - (0.0074 * 24.5)$$

$$a = 10.6791$$

La fórmula para calcular A es la siguiente:

$$A = e^a$$

Sustituyendo:

$$A = 2.718281828^{10.679139}$$

$$A = 43440$$

El valor de algunos cálculos puede variar, dado a que en la presente investigación se toma en cuenta la totalidad de las cifras decimales. Calculados A y b, la fórmula para el modelo exponencial es la siguiente:  $Y=43440 e^{0.0074 x}$ . Asimismo, la X debe sustituirse por los periodos que desean analizarse, por ejemplo, si se desea interpolar los periodos siguientes, se obtiene:

Tabla 9 Pronostico de ingresos método exponencial

Pronóstico de ingresos método exponencial						
Ecuación	Año	Mes	Periodo	Pronostico	Datos reales	Diferencia
$Y=43440e^{0.0074X}$	2022	Enero	49	\$ 62,426	\$60,005	\$ 2,421
	2022	Febrero	50	\$ 62,890	\$61,535	\$ 1,355
	2022	Marzo	51	\$ 63,357		\$ 63,357
	2022	Abril	52	\$ 63,827		\$ 63,827
	2022	Mayo	53	\$ 64,301		\$ 64,301
	2022	Junio	54	\$ 64,779		\$ 64,779
	2022	Julio	55	\$ 65,260		\$ 65,260
	2022	Agosto	56	\$ 65,745		\$ 65,745
	2022	Septiembre	57	\$ 66,233		\$ 66,233
	2022	Octubre	58	\$ 66,725		\$ 66,725
	2022	Noviembre	59	\$ 67,221		\$ 67,221
	2022	Diciembre	60	\$ 67,720		\$ 67,720

### Coefficiente de correlación

$r = 0.4809$ , Expresado en términos porcentuales 48.09%

### Coefficiente de determinación

El coeficiente de determinación se obtiene elevando al cuadrado el coeficiente de correlación. La fórmula es la siguiente:

$$r^2 = (r)^2$$

$$R^2 = (0.4809)^2$$

$R^2 = 0.2313$ , Expresado en términos porcentuales 23.13%

Tabla 10 Cálculo variación no explicada método exponencial.

Año	Periodo Mes	Variación no explicada (Y-Ye) ^2	(Y) ^2
2018	Enero	\$ 18,170,171	53195.02
2018	Febrero	\$ 15,910,136	
2018	Marzo	\$ 381,616	
2018	Abril	\$ 10,544,250	
2018	Mayo	\$ 7,453,389	
2018	Junio	\$ 23,672,745	
2018	Julio	\$ 6,519,517	
2018	Agosto	\$ 11,517,323	
2018	Septiembre	\$ 40,610,465	
2018	Octubre	\$ 29,976,732	
2018	Noviembre	\$ 104,655,729	
2018	Diciembre	\$ 138,786,416	
2019	Enero	\$ 128,165,051	
2019	Febrero	\$ 187,967,874	
2019	Marzo	\$ 214,670,185	
2019	Abril	\$ 151,867,419	
2019	Mayo	\$ 276,509,858	
2019	Junio	\$ 326,525,413	
2019	Julio	\$ 217,259,219	
2019	Agosto	\$ 255,637,562	
2019	Septiembre	\$ 150,279,551	
2019	Octubre	\$ 192,245,264	
2019	Noviembre	\$ 57,545,006	
2019	Diciembre	\$ 38,745,657	
2020	Enero	\$ 9,507,921	
2020	Febrero	\$ 2,797,111	
2020	Marzo	\$ 394,591,021	
2020	Abril	\$ 261,116,164	

2020	Mayo	\$	223,705,868
2020	Junio	\$	5,096,169
2020	Julio	\$	421,357
2020	Agosto	\$	14,685,960
2020	Septiembre	\$	1,045,604
2020	Octubre	\$	29,266,165
2020	Noviembre	\$	37,137,130
2020	Diciembre	\$	11,391,528
2021	Enero	\$	23,492,178
2021	Febrero	\$	65,157,495
2021	Marzo	\$	37,214,007
2021	Abril	\$	55,246,872
2021	Mayo	\$	111,651,549
2021	Junio	\$	100,089,408
2021	Julio	\$	11,932,415
2021	Agosto	\$	1,087,542
2021	Septiembre	\$	27,710,390
2021	Octubre	\$	43,836,950
2021	Noviembre	\$	23,294,847
2021	Diciembre	\$	45,005,558
<b>Σ</b>		\$	4,142,097,757

### Error estándar

El error estándar de pronóstico mide la variabilidad de los valores de predicción de Y alrededor del verdadero valor de Y para un valor dado de X.

Para obtenerlo debe encontrarse la variación no explicada. Ésta se define como la sumatoria de Y real, menos Y calculada, elevando el residuo al cuadrado y cuya fórmula es la siguiente:

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{\text{Variación no explicada}}{n}}$$

$$S_{xy} = \sqrt{(4,142,097,757/48)}$$

$$S_{xy} = 9289$$

El cuadro siguiente resume el modelo exponencial:

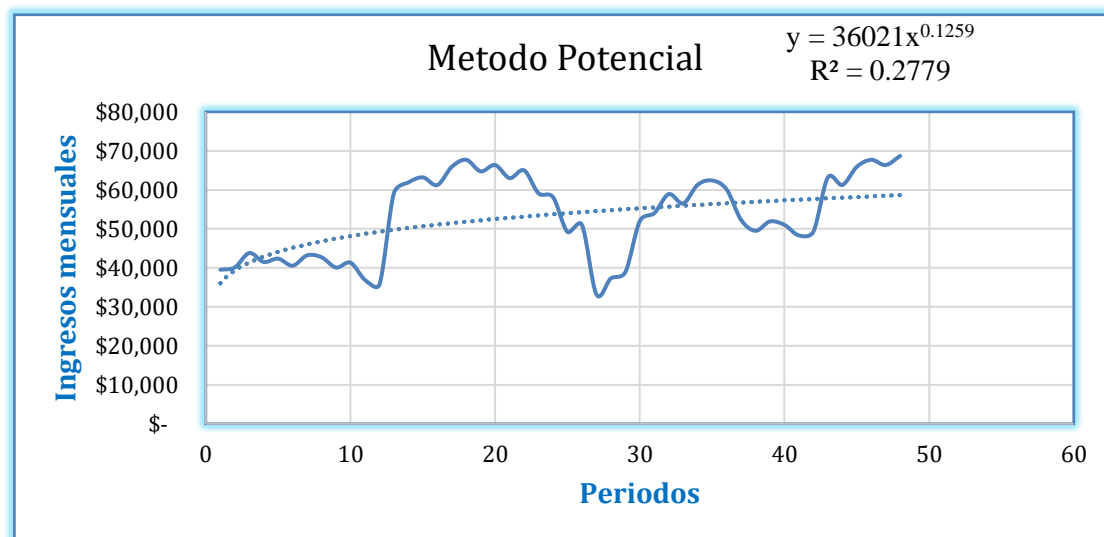
Resumen Modelo Exponencial	
r	48.09%
R <sup>2</sup>	23.13%
S <sub>xy</sub>	9289
A	43440
b	0.0074

### 3.5.4 Modelo potencial

#### Gráfico

El primer paso para obtener el cálculo del modelo es graficar los ingresos que la entidad adquirió en los periodos del 2018 al 2021. Mediante un diagrama de dispersión puede determinarse el comportamiento de los datos.

Figura 4 Grafico de ingresos mensuales mediante el método potencial



**Los valores por obtener son los siguientes:**

Log X = Calcular el logaritmo neperiano de X

Log X <sup>2</sup> = Elevar el logaritmo de la variable X al cuadrado

Log Y = Calcular el logaritmo neperiano de Y

Log Y <sup>2</sup> = Elevar el logaritmo de la variable Y al cuadrado

Log X Log Y = Multiplicar Log de la variable X por el Log de la variable Y

Tabla 11 Cálculo del pronóstico potencial

Periodo		Variables		Log X	Log X <sup>2</sup>	Log Y	Log Y <sup>2</sup>	Log X Log Y	Y'	R
Año	Meses	Periodos (X)	Ingresos (Y)							
2018	Enero	1	\$ 39,500	0.00	0.00	10.58	112.0	0.00	36021.32	3478.68
2018	Febrero	2	\$ 40,100	0.69	0.48	10.60	112.3	7.35	39306.04	793.96
2018	Marzo	3	\$ 43,799	1.10	1.21	10.69	114.2	11.74	41364.63	2434.37
2018	Abril	4	\$ 41,500	1.39	1.92	10.63	113.1	14.74	42890.28	-1390.28
2018	Mayo	5	\$ 42,350	1.61	2.59	10.65	113.5	17.15	44112.32	-1762.32
2018	Junio	6	\$ 40,550	1.79	3.21	10.61	112.6	19.01	45136.60	-4586.60
2018	Julio	7	\$ 43,200	1.95	3.79	10.67	113.9	20.77	46021.15	-2821.15
2018	Agosto	8	\$ 42,700	2.08	4.32	10.66	113.7	22.17	46801.37	-4101.37
2018	Septiembre	9	\$ 40,064	2.20	4.83	10.60	112.3	23.29	47500.56	-7436.56
2018	Octubre	10	\$ 41,307	2.30	5.30	10.63	113.0	24.47	48134.84	-6827.84
2018	Noviembre	11	\$ 36,900	2.40	5.75	10.52	110.6	25.22	48715.92	-11815.92
2018	Diciembre	12	\$ 35,700	2.48	6.17	10.48	109.9	26.05	49252.52	-13552.52
2019	Enero	13	\$ 59,155	2.56	6.58	10.99	120.7	28.18	49751.37	9403.63
2019	Febrero	14	\$ 61,900	2.64	6.96	11.03	121.7	29.12	50217.73	11682.27
2019	Marzo	15	\$ 63,200	2.71	7.33	11.05	122.2	29.93	50655.83	12544.17
2019	Abril	16	\$ 61,233	2.77	7.69	11.02	121.5	30.56	51069.11	10163.89
2019	Mayo	17	\$ 65,902	2.83	8.03	11.10	123.1	31.44	51460.39	14441.61
2019	Junio	18	\$ 67,710	2.89	8.35	11.12	123.7	32.15	51832.05	15877.95
2019	Julio	19	\$ 64,749	2.94	8.67	11.08	122.7	32.62	52186.08	12562.92
2019	Agosto	20	\$ 66,370	3.00	8.97	11.10	123.3	33.26	52524.18	13845.82
2019	Septiembre	21	\$ 63,015	3.04	9.27	11.05	122.1	33.65	52847.81	10167.19
2019	Octubre	22	\$ 64,999	3.09	9.55	11.08	122.8	34.26	53158.24	11840.76
2019	Noviembre	23	\$ 59,100	3.14	9.83	10.99	120.7	34.45	53456.57	5643.43
2019	Diciembre	24	\$ 58,122	3.18	10.10	10.97	120.3	34.86	53743.78	4378.22

Periodo		Variables		Log X	Log X <sup>2</sup>	Log Y	Log Y <sup>2</sup>	Log X Log Y	Y'	R
Año	Meses	Periodos (X)	Ingresos (Y)							
2020	Enero	25	\$ 49,200	3.22	10.36	10.80	116.7	34.78	54020.70	-4820.70
2020	Febrero	26	\$ 51,000	3.26	10.62	10.84	117.5	35.32	54288.11	-3288.11
2020	Marzo	27	\$ 33,200	3.30	10.86	10.41	108.4	34.31	54546.67	-21346.67
2020	Abril	28	\$ 37,300	3.33	11.10	10.53	110.8	35.08	54797.00	-17497.00
2020	Mayo	29	\$ 38,900	3.37	11.34	10.57	111.7	35.59	55039.63	-16139.63
2020	Junio	30	\$ 52,000	3.40	11.57	10.86	117.9	36.93	55275.05	-3275.05
2020	Julio	31	\$ 54,012	3.43	11.79	10.90	118.7	37.42	55503.71	-1491.71
2020	Agosto	32	\$ 58,900	3.47	12.01	10.98	120.6	38.07	55726.01	3173.99
2020	Septiembre	33	\$ 56,500	3.50	12.23	10.94	119.7	38.26	55942.32	557.68
2020	Octubre	34	\$ 61,300	3.53	12.44	11.02	121.5	38.87	56152.98	5147.02
2020	Noviembre	35	\$ 62,400	3.56	12.64	11.04	121.9	39.26	56358.28	6041.72
2020	Diciembre	36	\$ 60,100	3.58	12.84	11.00	121.1	39.43	56558.52	3541.48
2021	Enero	37	\$ 52,300	3.61	13.04	10.86	118.0	39.23	56753.96	-4453.96
2021	Febrero	38	\$ 49,500	3.64	13.23	10.81	116.9	39.32	56944.83	-7444.83
2021	Marzo	39	\$ 51,900	3.66	13.42	10.86	117.9	39.78	57131.37	-5231.37
2021	Abril	40	\$ 50,999	3.69	13.61	10.84	117.5	39.99	57313.76	-6314.76
2021	Mayo	41	\$ 48,300	3.71	13.79	10.79	116.3	40.05	57492.22	-9192.22
2021	Junio	42	\$ 49,300	3.74	13.97	10.81	116.8	40.39	57666.91	-8366.91
2021	Julio	43	\$ 63,200	3.76	14.15	11.05	122.2	41.58	57838.00	5362.00
2021	Agosto	44	\$ 61,233	3.78	14.32	11.02	121.5	41.71	58005.65	3227.35
2021	Septiembre	45	\$ 65,902	3.81	14.49	11.10	123.1	42.24	58170.00	7732.00
2021	Octubre	46	\$ 67,710	3.83	14.66	11.12	123.7	42.59	58331.18	9378.82
2021	Noviembre	47	\$ 66,370	3.85	14.82	11.10	123.3	42.75	58489.34	7880.66
2021	Diciembre	48	68710	3.87	14.99	11.14	124.0	43.12	58644.58	10065.42
<b>Σ</b>		1176	2553361	140.67392	449.202355	521.31513	5663.94866	1532.47	2515151.47	38210

A continuación, se presenta el resumen de las variables a utilizar, también se adiciona el promedio. Éste es el resultado de dividir el valor de la variable dentro del número de datos, que para el presente ejemplo son cuarenta y ocho.

Resumen	$\Sigma$	X
N	48	
$\Sigma X$	1176	24.50
$\Sigma Y$	2553361	53195.02
$\Sigma \text{Log } X$	140.6739	2.93
$\Sigma \text{Log } X^2$	449.2024	9.36
$\Sigma \text{Log } Y$	521.3151	10.86
$\Sigma \text{Log } Y^2$	5663.9487	118.00
$\Sigma \text{Log } X \text{ Log } Y$	1532.4697	31.93

### Cálculo de variables

Como se mencionó anteriormente, la fórmula para el modelo exponencial es  $A \times b^x$ . Se procede primeramente a calcular el valor de b, mediante la fórmula siguiente:

$$b = \frac{\Sigma \text{Log } X \text{ Log } Y - (\Sigma \text{Log } X * \Sigma \text{Log } Y)}{\Sigma \text{Log } X^2 - (\Sigma \text{Log } X)^2}$$

Debe tomarse en cuenta que los valores son extraídos de los promedios y no de los valores originales de las variables

$$b = \frac{31.93 - (2.93 * 10.86)}{9.36 - (2.93)^2}$$

$$b = 0.1259$$

El valor de A en la fórmula es el resultado del antilogaritmo de a; por consiguiente, ésta debe calcularse primero.



$$a = \sum \text{Log}Y - b(\sum \text{Log}X)$$

$$a = 10.86 - (0.1259 * 2.93)$$

$$a = 10.4919$$

La fórmula para calcular A es la siguiente:

$$A = e^a$$

$$A = 2.718281828^{10.4919}$$

$$A = 36021$$

Calculados A y b, la fórmula para el modelo exponencial es la siguiente  $Y = 36021 X^{0.1259}$ . Asimismo, la X debe sustituirse por los periodos que desean analizarse, por ejemplo, si se desea interpolar los periodos siguientes, se obtiene:

Tabla 12 Pronostico de ingresos método potencial

Pronóstico de ingresos método potencial						
Ecuación	Año	Mes	Periodo	Pronostico	Datos reales	Diferencia
$Y = 36021 X^{0.1259}$	2022	Enero	49	\$ 58,796	\$ 60,005	-\$ 1,209
	2022	Febrero	50	\$ 58,946	\$ 61,535	-\$ 2,589
	2022	Marzo	51	\$ 59,093		\$ 59,093
	2022	Abril	52	\$ 59,238		\$ 59,238
	2022	Mayo	53	\$ 59,380		\$ 59,380
	2022	Junio	54	\$ 59,520		\$ 59,520
	2022	Julio	55	\$ 59,658		\$ 59,658
	2022	Agosto	56	\$ 59,793		\$ 59,793
	2022	Septiembre	57	\$ 59,927		\$ 59,927
	2022	Octubre	58	\$ 60,058		\$ 60,058
	2022	Noviembre	59	\$ 60,187		\$ 60,187
	2022	Diciembre	60	\$ 60,315		\$ 60,315

### Coefficiente de correlación

$$r = 0.52716, \text{ expresado en términos porcentuales } 52.16\%.$$

### **Coefficiente de determinación**

El coeficiente de determinación se obtiene elevando al cuadrado el coeficiente de correlación. La fórmula es la siguiente:

$$r^2 = (r)^2$$

$$R^2 = (0.52716)^2$$

$$R^2 = 0.2779$$

Expresado en términos porcentuales 27.79%

### **Error estándar**

Para obtenerlo debe encontrarse la variación no explicada. Ésta se define como la sumatoria de Y real, menos Y calculada, elevando el residuo al cuadrado y cuya fórmula es la siguiente: Variación No Explicada =  $\sum(Y - \hat{Y})^2$ . La tabla 13 presenta la variación no explicada de todos los periodos.

La fórmula para el cálculo de este estadístico es la siguiente:

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{\text{Variación no explicada}}{n}}$$

$$S_{xy} = \sqrt{(3,887,658,145/48)}$$

$$S_{xy} = 9000$$

Tabla 13 Cálculo de la variación no explicada método potencial.

Año	Periodo Mes	Variación no explicada	
		(Y-Ye) ^2	('Y) ^2
2018	Enero	\$ 12,101,241	53195.02
2018	Febrero	\$ 630,378	
2018	Marzo	\$ 5,926,157	
2018	Abril	\$ 1,932,892	
2018	Mayo	\$ 3,105,772	
2018	Junio	\$ 21,036,879	
2018	Julio	\$ 7,958,860	
2018	Agosto	\$ 16,821,272	
2018	Septiembre	\$ 55,302,392	
2018	Octubre	\$ 46,619,467	
2018	Noviembre	\$ 139,615,987	
2018	Diciembre	\$ 183,670,923	
2019	Enero	\$ 88,428,254	
2019	Febrero	\$ 136,475,378	
2019	Marzo	\$ 157,356,109	
2019	Abril	\$ 103,304,674	
2019	Mayo	\$ 208,560,019	
2019	Junio	\$ 252,109,296	
2019	Julio	\$ 157,827,018	
2019	Agosto	\$ 191,706,821	
2019	Septiembre	\$ 103,371,773	
2019	Octubre	\$ 140,203,599	
2019	Noviembre	\$ 31,848,270	
2019	Diciembre	\$ 19,168,849	
2020	Enero	\$ 23,239,169	
2020	Febrero	\$ 10,811,667	
2020	Marzo	\$ 455,680,497	
2020	Abril	\$ 306,144,970	
2020	Mayo	\$ 260,487,574	
2020	Junio	\$ 10,725,952	
2020	Julio	\$ 2,225,199	
2020	Agosto	\$ 10,074,203	
2020	Septiembre	\$ 311,006	
2020	Octubre	\$ 26,491,862	
2020	Noviembre	\$ 36,502,359	
2020	Diciembre	\$ 12,542,057	
2021	Enero	\$ 19,837,765	
2021	Febrero	\$ 55,425,556	
2021	Marzo	\$ 27,367,195	
2021	Abril	\$ 39,876,244	
2021	Mayo	\$ 84,496,876	
2021	Junio	\$ 70,005,144	
2021	Julio	\$ 28,751,059	
2021	Agosto	\$ 10,415,812	
2021	Septiembre	\$ 59,783,887	
2021	Octubre	\$ 87,962,197	
2021	Noviembre	\$ 62,104,850	
2021	Diciembre	\$ 101,312,764	
	<b>Σ</b>	\$ 3,887,658,145	

El cuadro siguiente resume el modelo potencial:

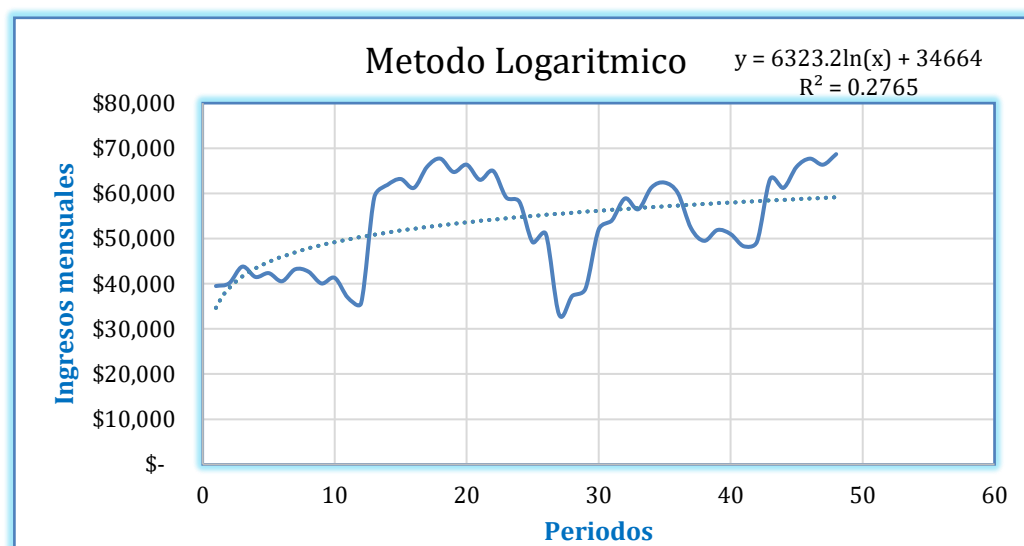
Resumen Modelo potencial	
r	52.72%
R <sup>2</sup>	27.79%
S <sub>xy</sub>	9000
a	36021
b	0.1259

### 3.5.5 Modelo logarítmico

#### Gráfico

El primer paso para obtener el cálculo del modelo es graficar los ingresos percibidos por la entidad en los periodos del 2018 al 2021. Mediante un diagrama de dispersión puede determinarse el comportamiento de los datos.

Figura 5 Grafico de ingresos mensuales mediante el método potencial



**Los valores por obtener son los siguientes:**

Log X = Calcular el logaritmo neperiano de X

Log X ^2 = Elevar el logaritmo de X al cuadrado

Y ^ 2 = Elevar la variable Y al cuadrado

Log X Y = Multiplicar Log X por la variable Y

Tabla 14 Cálculo del pronóstico logarítmico.

Periodo		Variables		Log X	Log X <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	Log XY	Y'	R
Año	Meses	Periodos (X)	Ingresos (Y)							
2018	Enero	1	\$ 39,500	0.0000	0.0000	\$ 39,500	1,560,250,000	-	34664	4836.4302
2018	Febrero	2	\$ 40,100	0.6931	0.4805	\$ 40,100	1,608,010,000	27,795.20	39046	1053.5205
2018	Marzo	3	\$ 43,799	1.0986	1.2069	\$ 43,799	1,918,352,401	48,118.12	41610	2188.6827
2018	Abril	4	\$ 41,500	1.3863	1.9218	\$ 41,500	1,722,250,000	57,531.22	43429	-1929.3892
2018	Mayo	5	\$ 42,350	1.6094	2.5903	\$ 42,350	1,793,522,500	68,159.70	44840	-2490.3710
2018	Junio	6	\$ 40,550	1.7918	3.2104	\$ 40,550	1,644,302,500	72,655.85	45993	-5443.2270
2018	Julio	7	\$ 43,200	1.9459	3.7866	\$ 43,200	1,866,240,000	84,063.32	46968	-3767.9529
2018	Agosto	8	\$ 42,700	2.0794	4.3241	\$ 42,700	1,823,290,000	88,792.15	47812	-5112.2989
2018	Septiembre	9	\$ 40,064	2.1972	4.8278	\$ 40,064	1,605,124,096	88,029.61	48557	-8493.0649
2018	Octubre	10	\$ 41,307	2.3026	5.3019	\$ 41,307	1,706,268,249	95,112.88	49223	-7916.2807
2018	Noviembre	11	\$ 36,900	2.3979	5.7499	\$ 36,900	1,361,610,000	88,482.34	49826	-12925.9462
2018	Diciembre	12	\$ 35,700	2.4849	6.1748	\$ 35,700	1,274,490,000	88,711.17	50376	-14676.1367
2019	Enero	13	\$ 59,155	2.5649	6.5790	\$ 59,155	3,499,314,025	151,729.58	50882	8272.7370
2019	Febrero	14	\$ 61,900	2.6391	6.9646	\$ 61,900	3,831,610,000	163,357.65	51351	10549.1374
2019	Marzo	15	\$ 63,200	2.7081	7.3335	\$ 63,200	3,994,240,000	171,148.77	51787	11412.8815
2019	Abril	16	\$ 61,233	2.7726	7.6872	\$ 61,233	3,749,480,289	169,773.93	52195	9037.7914
2019	Mayo	17	\$ 65,902	2.8332	8.0271	\$ 65,902	4,343,073,604	186,714.43	52579	13323.4496
2019	Junio	18	\$ 67,710	2.8904	8.3542	\$ 67,710	4,584,644,100	195,707.07	52940	14770.0254
2019	Julio	19	\$ 64,749	2.9444	8.6697	\$ 64,749	4,192,433,001	190,649.48	53282	11467.1475
2019	Agosto	20	\$ 66,370	2.9957	8.9744	\$ 66,370	4,404,976,900	198,826.75	53606	12763.8096
2019	Septiembre	21	\$ 63,015	3.0445	9.2691	\$ 63,015	3,970,890,225	191,850.58	53915	9100.2995
2019	Octubre	22	\$ 64,999	3.0910	9.5545	\$ 64,999	4,224,870,001	200,914.67	54209	10790.1441
2019	Noviembre	23	\$ 59,100	3.1355	9.8313	\$ 59,100	3,492,810,000	185,307.71	54490	4610.0666
2019	Diciembre	24	\$ 58,122	3.1781	10.1000	\$ 58,122	3,378,166,884	184,714.84	54759	3362.9535

Periodo		Variables		Log X	Log X <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	Log XY	Y'	R
Año	Meses	Periodos (X)	Ingresos (Y)							
2020	Enero	25	\$ 49,200	3.2189	10.3612	\$ 49,200	2,420,640,000	158,368.69	55017	-5817.1722
2020	Febrero	26	\$ 51,000	3.2581	10.6152	\$ 51,000	2,601,000,000	166,162.92	55265	-4265.1727
2020	Marzo	27	\$ 33,200	3.2958	10.8625	\$ 33,200	1,102,240,000	109,421.78	55504	-22303.8124
2020	Abril	28	\$ 37,300	3.3322	11.1036	\$ 37,300	1,391,290,000	124,291.23	55734	-18433.7724
2020	Mayo	29	\$ 38,900	3.3673	11.3387	\$ 38,900	1,513,210,000	130,987.81	55956	-17055.6619
2020	Junio	30	\$ 52,000	3.4012	11.5681	\$ 52,000	2,704,000,000	176,862.26	56170	-4170.0282
2020	Julio	31	\$ 54,012	3.4340	11.7923	\$ 54,012	2,917,296,144	185,476.52	56377	-2365.3649
2020	Agosto	32	\$ 58,900	3.4657	12.0113	\$ 58,900	3,469,210,000	204,131.84	56578	2321.8817
2020	Septiembre	33	\$ 56,500	3.4965	12.2256	\$ 56,500	3,192,250,000	197,552.68	56773	-272.6938
2020	Octubre	34	\$ 61,300	3.5264	12.4352	\$ 61,300	3,757,690,000	216,165.90	56961	4338.5399
2020	Noviembre	35	\$ 62,400	3.5553	12.6405	\$ 62,400	3,893,760,000	221,853.72	57145	5255.2459
2020	Diciembre	36	\$ 60,100	3.5835	12.8416	\$ 60,100	3,612,010,000	215,369.49	57323	2777.1157
2021	Enero	37	\$ 52,300	3.6109	13.0387	\$ 52,300	2,735,290,000	188,851.01	57496	-5196.1335
2021	Febrero	38	\$ 49,500	3.6376	13.2320	\$ 49,500	2,450,250,000	180,060.51	57665	-8164.7622
2021	Marzo	39	\$ 51,900	3.6636	13.4217	\$ 51,900	2,693,610,000	190,138.85	57829	-5929.0105
2021	Abril	40	\$ 50,999	3.6889	13.6078	\$ 50,999	2,600,898,001	188,129.16	57989	-6990.1001
2021	Mayo	41	\$ 48,300	3.7136	13.7906	\$ 48,300	2,332,890,000	179,365.53	58145	-9845.2365
2021	Junio	42	\$ 49,300	3.7377	13.9702	\$ 49,300	2,430,490,000	184,267.11	58298	-8997.6102
2021	Julio	43	\$ 63,200	3.7612	14.1466	\$ 63,200	3,994,240,000	237,707.85	58446	4753.6017
2021	Agosto	44	\$ 61,233	3.7842	14.3201	\$ 61,233	3,749,480,289	231,717.28	58592	2641.2344
2021	Septiembre	45	\$ 65,902	3.8067	14.4907	\$ 65,902	4,343,073,604	250,866.67	58734	7168.1340
2021	Octubre	46	\$ 67,710	3.8286	14.6585	\$ 67,710	4,584,644,100	259,237.31	58873	8837.1569
2021	Noviembre	47	\$ 66,370	3.8501	14.8236	\$ 66,370	4,404,976,900	255,534.30	59009	7361.1688
2021	Diciembre	48	\$ 68,710	3.8712	14.9862	\$ 68,710	4,721,064,100	265,990.22	59142	9568.0438
Σ		1176	\$ 2,553,361	140.6739	449.2024	\$ 2,553,361	141,165,721,913	7716657.65	2553361	0

Obtenidos los datos se procede a realizar un cuadro en donde se obtendrá la información necesaria para cálculos posteriores. Se sustituirá el número por año y se asignó un correlativo y los ingresos se expresan en miles de dólares véase la tabla número 14. A continuación, se presenta el resumen de las variables a utilizar, también se adiciona el promedio. Éste es el resultado de dividir el valor de la variable dentro del número de datos, que para el presente ejemplo son cuarenta y ocho.

Resumen	$\Sigma$	X
N	48	
$\Sigma X$	1,176	24.50
$\Sigma Y$	2,553,361	53195.02
$\Sigma \text{Log X}$	141	2.93
$\Sigma \text{Log } x^2$	449	9.36
$\Sigma Y^2$	141,165,721,913	2940952539.85
$\Sigma \text{Log X} *$ Y	7,716,658	160763.70

### Cálculo de variables

Como se explicó anteriormente, la fórmula para el modelo exponencial es  $b \ln X + a$ . Se procede primeramente a calcular el valor de b, mediante la siguiente fórmula:

$$b = \frac{\Sigma \text{LogX} * Y - (\Sigma \text{LogX} * \Sigma Y)}{\Sigma \text{LogX}^2 - (\Sigma \text{LogX})^2}$$

Debe tomarse en cuenta que los valores son extraídos de los promedios y no de los valores originales de las variables.

$$b = \frac{160763.70 - (2.93 * 53195.02)}{9.36 - (2.93)^2}$$

$$b = 6323.2$$

**Encontrando el valor de a:**

$$a = \sum Y - b(\sum \log X)$$

$$a = 2553361 - (6323.2)(2.93)$$

$$a = 34664$$

El valor de algunos cálculos puede variar, pues en la presente investigación se toma en cuenta la totalidad de las cifras decimales. Calculados a y b, la fórmula para el modelo logarítmico es la siguiente  $Y = 6323.2 \ln X + 34664$ . Asimismo, la X debe sustituirse por los periodos que desean analizarse, por ejemplo, si se desea interpolar los periodos siguientes, se obtiene:

Tabla 15 Pronostico de ingresos método logarítmico

Pronóstico de ingresos método logarítmico						
Ecuación	Año	Mes	Periodo	Pronostico	Datos reales	Diferencia
$Y = 6323.2 \ln X + 34664$	2022	Enero	49	59273	\$ 60,005	-\$ 732
	2022	Febrero	50	59401	\$ 61,535	-\$ 2,134
	2022	Marzo	51	59526		\$ 59,526
	2022	Abril	52	59649		\$ 59,649
	2022	Mayo	53	59769		\$ 59,769
	2022	Junio	54	59887		\$ 59,887
	2022	Julio	55	60003		\$ 60,003
	2022	Agosto	56	60117		\$ 60,117
	2022	Septiembre	57	60229		\$ 60,229
	2022	Octubre	58	60339		\$ 60,339
	2022	Noviembre	59	60447		\$ 60,447
	2022	Diciembre	60	60553		\$ 60,553

### **Coefficiente de correlación**

Para el cálculo del coeficiente de correlación se utilizan los promedios de las variables.

La fórmula para utilizar es la siguiente:



$$r = \frac{\sum \text{Log}X * Y - (\sum \text{Log}X * \sum Y)}{\sqrt{[\sum \text{Log}X^2 - (\sum \text{Log}X)^2] * [\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

$$r = \frac{160763.70 - (2.93 * 53195.02)}{\sqrt{(9.36 - (2.93)^2) * (2940952539.85 - (53195.02)^2)}}$$

$$r = 0.525832673$$

Expresado en términos porcentuales 52.58%

### **Coefficiente de determinación**

$$r^2 = (r)^2$$

$$R^2 = (0.5258327)^2$$

$R^2 = 0.2765$ , Expresado en términos porcentuales 27.65 %

### **Error estándar**

El error estándar de pronóstico mide la variabilidad de los valores de predicción de Y alrededor del verdadero valor de Y para un valor dado de X.

Para obtenerlo debe encontrarse la variación no explicada. Ésta se define como la sumatoria de Y real, menos Y calculada, elevando el residuo al cuadrado y cuya fórmula es la siguiente:

$$\text{Variación No Explicada} = \sum (Y - \hat{Y})^2$$

El cuadro siguiente presenta la variación no explicada de todos los periodos:

Tabla 16 cálculo de variación no explicada método logarítmico.

Año	Periodo Mes	Variación no explicada	
		(Y-Ye) ^2	('Y) ^2
2018	Enero	\$ 23,391,057	70926.69
2018	Febrero	\$ 1,109,905	
2018	Marzo	\$ 4,790,332	
2018	Abril	\$ 3,722,543	
2018	Mayo	\$ 6,201,948	
2018	Junio	\$ 29,628,721	
2018	Julio	\$ 14,197,469	
2018	Agosto	\$ 26,135,600	
2018	Septiembre	\$ 72,132,151	
2018	Octubre	\$ 62,667,500	
2018	Noviembre	\$ 167,080,086	
2018	Diciembre	\$ 215,388,990	
2019	Enero	\$ 68,438,178	
2019	Febrero	\$ 111,284,299	
2019	Marzo	\$ 130,253,864	
2019	Abril	\$ 81,681,673	
2019	Mayo	\$ 177,514,310	
2019	Junio	\$ 218,153,651	
2019	Julio	\$ 131,495,471	
2019	Agosto	\$ 162,914,835	
2019	Septiembre	\$ 82,815,452	
2019	Octubre	\$ 116,427,209	
2019	Noviembre	\$ 21,252,714	
2019	Diciembre	\$ 11,309,457	
2020	Enero	\$ 33,839,492	
2020	Febrero	\$ 18,191,698	
2020	Marzo	\$ 497,460,047	
2020	Abril	\$ 339,803,963	
2020	Mayo	\$ 290,895,602	
2020	Junio	\$ 17,389,135	
2020	Julio	\$ 5,594,951	
2020	Agosto	\$ 5,391,134	
2020	Septiembre	\$ 74,362	
2020	Octubre	\$ 18,822,929	
2020	Noviembre	\$ 27,617,609	
2020	Diciembre	\$ 7,712,372	
2021	Enero	\$ 26,999,804	
2021	Febrero	\$ 66,663,343	
2021	Marzo	\$ 35,153,165	
2021	Abril	\$ 48,861,500	
2021	Mayo	\$ 96,928,682	
2021	Junio	\$ 80,956,989	
2021	Julio	\$ 22,596,729	
2021	Agosto	\$ 6,976,119	
2021	Septiembre	\$ 51,382,144	
2021	Octubre	\$ 78,095,342	
2021	Noviembre	\$ 54,186,806	
2021	Diciembre	\$ 91,547,463	
<b>Σ</b>		\$ 3,863,128,793	

La fórmula para el cálculo de este estadístico es la siguiente:

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{\text{VariacionNoExplicada}}{n}}$$

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{3,863,128,793}{48}}$$

$$S_{xy} = 8971$$

El cuadro siguiente resume el modelo logarítmico:

Resumen Modelo Logarítmico	
r	52.58%
R <sup>2</sup>	27.65%
S <sub>xy</sub>	8971
a	34664
b	6323.2

### 3.6 Criterios para la óptima selección del modelo de pronóstico

La toma de decisiones administrativas se define como el conjunto de posibilidades o alternativas que una empresa posee, y entre las cuales debe seleccionarse la mejor.

La presente investigación proporciona a los administradores, gerentes o propietarios de la empresa, cinco modelos de pronosticación, con el objetivo de que basen sus planes financieros sobre el modelo que mejor explique la variable en análisis.

En cada uno de los tipos de pronosticación se construyó un modelo y como parte de éste también se incluyó lo siguiente:

1. Gráfico
2. Variables
3. Coeficiente de determinación
4. Coeficiente de correlación
5. Error estándar

Para que un modelo sea seleccionado se evaluó mediante un cálculo de pronóstico, para esta evaluación se tomaron datos de ingresos reales proporcionados por la entidad.

Cuando un modelo supera a los otros en una prueba, pero éste a su vez es superado por otro, la jerarquía a seguir es la siguiente:

- Cálculo del pronóstico
- Gráfico
- Error estándar
- Coeficiente de determinación
- Coeficiente de correlación

Se tomó muy en cuenta el horizonte del pronóstico y recordando que éste es flexible. Esto significa que cuando se tenga conocimiento del siguiente dato histórico debe incorporarse al pronóstico y volverse a calcular.

A continuación, se realizó un análisis paralelo de los cinco modelos de pronosticación, siendo estos: lineal, polinomial, exponencial, potencial y logarítmico. Cada uno presenta la construcción de su propio modelo calculando las pruebas descritas anteriormente.

### 3.6.1 Grafico

Una de las ventajas más relevantes de los gráficos es que permiten realizar un análisis comparativo ya que muestra que línea de los métodos aplicados se ajuste mejor a los puntos en el diagrama de dispersión. Es decir, muestra que método es el que más se aproxima a los datos reales.

### 3.6.2 Coeficiente de correlación

A continuación, se presentan los cinco coeficientes de correlación de los modelos de pronóstico ya analizados.

Modelo	Coeficiente de correlación
Lineal	48.70%
Polinomial	50.48%
Exponencial	48.09%
Potencial	52.72%
Logarítmico	52.58%

El modelo seleccionado será aquel que posea mayor coeficiente de correlación, que para el presente ejemplo corresponde al método potencial con un coeficiente de 52.72%, seguido del método logarítmico con un 52.58%, y de último se elegiría el método polinomial con un 50.48%.

### 3.6.3 Coeficiente de determinación

Si un número mayor a 1 se eleva al cuadrado, el resultado siempre será mayor. Si el número elevado es 1, el resultado es el mismo. No obstante, si el número elevado es menor a 1, el resultado siempre será menor. Bajo este concepto se encuentra el coeficiente de determinación, el cual se extrae directamente del coeficiente de correlación y siendo

éste en todos los casos menor a 1, entre menos correlación presente el modelo, menos determinación tendrá, en la siguiente tabla se presentan los coeficientes de determinación calculados.

Modelo	Coficiente de Determinación
Lineal	23.71%
Polinomial	25.49%
Exponencial	23.13%
Potencial	27.79%
Logarítmico	27.65%

El modelo con mayor coeficiente de determinación es el potencial con 27.79%, seguido del logarítmico con un 27.65%. Posteriormente se encuentra el polinomial con un 25.49%.

#### 3.6.4 Error estándar

Entre menor sea el error estándar, mayor ajustada se encontrará la ecuación a los puntos del diagrama de dispersión. A continuación, se presentan los errores estándar de los modelos analizados:

Modelo	Error Estándar
Lineal	9,212
Polinomial	9,104
Exponencial	9,289
Potencial	9,000
Logarítmico	8,971

El modelo por elegirse será el logarítmico, pues posee el menor error estándar con un margen de error de 8,971, el segundo sería el potencial con un error de 9,000 y en último lugar se elegiría el polinomial con un error de 9,104.

### 3.7 Modelo óptimo según proyecciones

Tabla 17 evaluación de pronósticos.

Método	Ecuación	Año	Mes	Periodo	Ingresos Reales	Pronostico	Diferencia
Lineal	$Y = 370.75 X + 44112$	2022	Enero	49	\$ 60,005	\$ 62,279	2,274
		2022	Febrero	50	\$ 61,535	\$ 62,650	1,115
<b>Σ</b>	<b>TOTAL</b>				<b>121,540.00</b>	<b>124,928.25</b>	<b>3,388</b>
Polinomial	$Y = -8.18 X^2 + 771.8X + 40769$	2022	Enero	49	\$ 60,005	\$ 58,947	- 1,058
		2022	Febrero	50	\$ 61,535	\$ 58,909	- 2,626
<b>Σ</b>	<b>TOTAL</b>				<b>121,540.00</b>	<b>117,856.02</b>	<b>- 3,684</b>
Exponencial	$Y = 43440e^{0.0074X}$	2022	Enero	49	\$ 60,005	\$ 62,426	2,421
		2022	Febrero	50	\$ 61,535	\$ 62,890	1,355
<b>Σ</b>	<b>TOTAL</b>				<b>121,540.00</b>	<b>125,315.52</b>	<b>3,776</b>
Potencial	$Y = 36021 X^{0.1259}$	2022	Enero	49	\$ 60,005	\$ 58,796	- 1,209
		2022	Febrero	50	\$ 61,535	\$ 58,946	- 2,589
<b>Σ</b>	<b>TOTAL</b>				<b>121,540.00</b>	<b>117,742.73</b>	<b>- 3,797</b>
Logarítmico	$Y = 6323.2 \ln X + 34664$	2022	Enero	49	\$ 60,005	59273	- 732
		2022	Febrero	50	\$ 61,535	59401	- 2,134
<b>Σ</b>	<b>TOTAL</b>				<b>121,540.00</b>	<b>118,673.26</b>	<b>- 2,867</b>

Una vez evaluado cada uno de los criterios se concluye que el método seleccionado es el logarítmico, ya que es el que más se aproxima a los datos reales proporcionados por la entidad.

Si bien en cierto el método potencial en criterios como (coeficiente de correlación, coeficiente de determinación), fue el que presento mejores resultados en el error estándar diverge un poco de los datos reales, ante tal situación es recomendable seleccionar el modelo logarítmico que también muestra buenos resultados en todos los criterios.

Tomando en cuenta los criterios para la óptima selección del pronóstico aplicados y el método que más se aproxima a los datos reales, se determinó que la mejor opción es el método logarítmico por tal motivo y por orden jerárquico se sugiere este método para la realización de pronósticos de ingresos.



## CONCLUSION

En el mundo de los negocios la toma de decisiones es de los aspectos más importantes para las empresas ya que siempre debe llevar implícito la elaboración de pronósticos; sin embargo, algunas personas toman los pronósticos como simples cuentas numéricas, sin considerar que son más que un modelo, además se debe tomar en cuenta la intervención del ser humano, lo cual da lugar en ocasiones a manipular los pronósticos en base a objetivos personales de quien los elabora.

Es bien sabido que ningún pronóstico es acertado sin embargo la persona que analiza el pronóstico debe de ser capaz de explicar la incertidumbre de cada modelo involucrando. la combinación de métodos y comparación de estos permite al analista verificar que modelo presenta la menor desviación de los datos a futuro. Esto le sirve a la empresa como un plus y le da valor a la toma de decisiones.

Las empresas deben acostumbrarse a realizar sus pronósticos de manera general para anticiparse a los hechos antes de que ocurra cualquier evento financiero, es de vital importancia conocer su historial para poder proyectar su gestión económica a futuro y así tomar las decisiones acertadas ante cualquier proyecto.

La utilización de pronósticos resulta una herramienta importante para la toma de decisiones financieras, administrativas y contables.

## RECOMENDACIÓN

Para finalizar, deseamos sugerir una recomendación general en base a los resultados de la investigación.

Se recomienda utilizar el modelo de pronóstico de ingresos que como grupo determinamos es el mejor, ya que con este se tiene un menor margen de incertidumbre, a su vez extender el modelo de pronósticos a cada área de la empresa para obtener mejores resultados de planificación. Se debe de capacitar al personal para que se adapten a la utilización de pronósticos asiéndoles saber que con ellos se obtendrá mejores resultados para la toma de decisiones.

Se sugiere a la empresa en un futuro pueda invertir en software de pronósticos que facilite la implementación de estos métodos para facilitar la aplicación de estos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Diebold, Francis. (2001). Elementos de pronósticos. Thomson Editores. 1ª. edición.
- ✓ Hanke, John. Reitsch, Arthur. (1996). Pronostico en los negocios. Editorial Pearson. Education. 5ª. Edición.
- ✓ [HTTPS://economipedia.com/definiciones/suavizacion-exponencial.html](https://economipedia.com/definiciones/suavizacion-exponencial.html).
- ✓ [Http://ri.ues.edu.sv/12863/1/Trabajo%20de%20Graduacion.pdf](http://ri.ues.edu.sv/12863/1/Trabajo%20de%20Graduacion.pdf); 14-11-2021
- ✓ Excel Automotriz; <https://excelautomotriz.com/el-salvador/quienes-somos/historia/>;  
22/10/19
- ✓ [Http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/19937/1/CORRECCIONES-DE-DEFENSA%20FINAL.pdf](http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/19937/1/CORRECCIONES-DE-DEFENSA%20FINAL.pdf);  
14-11-2021

# ANEXOS

**MODELO DE ENTREVISTA DIRIGIDO A LA EMPRESA****UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR****FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS****ESCUELA DE ADMINISTRACION DE EMPRESAS.****ENTREVISTA DIRIGIDA A GERENTE GENERAL DE VENTA DE PARTES, PIEZAS  
Y ACCESORIOS NUEVOS Y USADOS PARA VEHICULOS AUTOMOTORES**

**OBJETIVO:** Recopilar información para la elaboración del diagnóstico sobre el modelo óptimo de pronósticos de ingresos.

1. ¿Cuál es el nombre con el cual la empresa está registrada en el CNR?

---

2. ¿Cómo se llama la empresa comercialmente?

---

3. ¿Cuántos años tiene de existir la empresa?

---

4. ¿Cuántas sucursales tiene la empresa?

---

5. ¿Cuántos empleados posee la empresa Actualmente?

---

6. ¿La empresa lleva registros históricos para realizar las compras?

Sí

No

7. ¿Utiliza algún método de pronósticos?

Sí

No

8. ¿Considera usted eficiente la manera en la que se realizan las proyecciones de compra en la empresa?

Sí

No

9. En respuesta a la pregunta anterior, ¿Cree usted que se podría mejorar?

Sí

No

10. ¿Estaría dispuesto usted en poner en práctica un modelo óptimo de pronósticos para su empresa?

Sí

No

Tal vez

11. Con los efectos de la pandemia a percibido que su manera de proyectar las compras

Eficiente

Deficiente

12. ¿Estaría usted interesado en realizar una inversión en un software que le ayude a mejorar el pronóstico de ventas de su empresa?

Sí

No

¿Si su respuesta fue SI, cuanto seria el estimado que estaría dispuesto a pagar por el software?

---







