



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL MODELO DE SERIE TEMPORAL PARA EL
PRONÓSTICO DE VENTAS EN UNA CADENA DE RESTAURANTES PARA LA CORRECTA
TOMA DE DECISIONES OPERATIVAS Y ESTRATÉGICAS**

Sergio Eduardo Segura Cordero

Asesorado por el Msc. Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco.

Guatemala, marzo de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL MODELO DE SERIE TEMPORAL PARA EL
PRONÓSTICO DE VENTAS EN UNA CADENA DE RESTAURANTES PARA LA CORRECTA
TOMA DE DECISIONES OPERATIVAS Y ESTRATÉGICAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

SERGIO EDUARDO SEGURA CORDERO

ASESORADO POR EL MSC. ING. EDWIN ADALBERTO BRACAMONTE
OROZCO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez.

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
EXAMINADORA	Inga. Rocío Carolina Medina Galindo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL MODELO DE SERIE TEMPORAL PARA EL
PRONÓSTICO DE VENTAS EN UNA CADENA DE RESTAURANTES PARA LA CORRECTA
TOMA DE DECISIONES OPERATIVAS Y ESTRATÉGICAS**

Tema que me fuera aprobado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 28 de enero de 2020.



Sergio Eduardo Segura Cordero

Ref. EEPFI-094-2020
Guatemala, 28 de enero de 2020

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

Estimado Ing. Urquizú:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Sergio Eduardo Segura Cordero** carné número **201021118**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Estadística Aplicada.

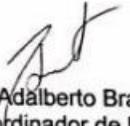
Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

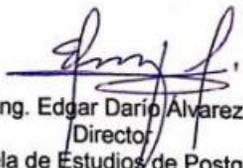
Sin otro particular,

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Mtro. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
Asesor


Mtro. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
Coordinador de Maestría
Estadística Aplicada


Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cortés
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

JIMI-002-2020

Guatemala, febrero de 2020

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **MODELO DE SERIE TEMPORAL PARA EL PRONÓSTICO DE VENTAS EN UNA CADENA DE RESTAURANTES PARA LA CORRECTA TOMA DE DECISIONES OPERATIVAS Y ESTRATÉGICAS**, presentado por el estudiante universitario Sergio Eduardo Segura Cordero, considerando que el protocolo es viable para realizar el Proceso de Graduación procedo con el AVAL, ya que cumple con los requisitos de la Facultad de Ingeniería.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director

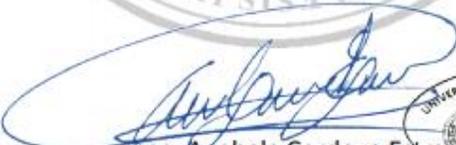
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



DTG. 122.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL MODELO DE SERIE TEMPORAL PARA EL PRONÓSTICO DE VENTAS EN UNA CADENA DE RESTAURANTES PARA LA CORRECTA TOMA DE DECISIONES OPERATIVAS Y ESTRATÉGICAS**, presentado por el estudiante universitario: **Sergio Eduardo Segura Cordero**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, marzo de 2021

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por su bendita misericordia y por permitir este acto.
Mis padres	Elías Segura y Nidia Cordero de Segura. Por su amor incondicional.
Hermanos	Oscar, Luis, Mónica y Fabiola Segura, por su apoyo en momentos de difíciles.
Hermanito	Andrés Segura, por motivarme y ser mi inspiración.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi <i>alma mater</i> y un lugar de constante aprendizaje.
Facultad de Ingeniería	Por todo el alimento intelectual.
Mis amigos de la Facultad	A toda la cohorte de la maestría.
Dra. Mayra Castillo	Por todo el apoyo incondicional y por ser una excelente catedrática.
MSc. Edwin Bracamonte	Por su guía y apoyo desde siempre, una excelente persona.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
3.1. Contexto general.....	9
3.2. Descripción del problema.....	9
3.3. Formulación del problema.....	10
3.4. Delimitación del problema.....	11
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. OBJETIVOS	15
5.1. General.....	15
5.2. Específicos.....	15
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	17
7. MARCO TEÓRICO	
7.1 Series de tiempo.....	19
7.1.1 Componentes de una serie de tiempo.....	20

7.1.1.1	Tendencia.....	20
7.1.1.2	Estacionalidad.....	20
7.1.1.3	Componente cíclica.....	20
7.1.1.4	Componente aleatoria o irregular.....	21
7.1.2	Series de tiempo estacionarias y no estacionarias.....	21
7.1.3	Coeficientes de autocorrelación y correlograma.....	22
7.1.4	Coeficiente de autocorrelación.....	22
7.1.5	Correlograma.....	23
7.2	Prueba de Dickey-Fuller.....	23
7.3	Selección del método de pronóstico.....	24
7.3.1	Técnicas de pronóstico.....	25
7.3.1.1	Promedio móvil simple.....	26
7.3.1.2	Promedio móvil doble.....	26
7.3.1.3	Suavizamiento exponencial.....	27
7.3.1.4	Suavizamiento exponencial ajustado a la tendencia-Método de Holt.....	28
7.3.1.5	Suavizamiento exponencial ajustado para variaciones de tendencia y estacionales – métodos Winters:.....	28
7.4	Regresiones lineales.....	29
7.4.1	Objetivo de una regresión Lineal.....	29
7.4.2	Notación.....	30
7.4.3	Variable aleatoria.....	30
7.5	Ventas.....	30
7.5.1	¿Que son las ventas?.....	30
7.5.2	Importancia de un pronóstico de ventas.....	31
7.5.3	Alcance de un pronóstico de venta.....	32
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	33

9.	METODOLOGÍA.....	37
9.1.	Características del estudio.....	37
9.2.	Unidad de análisis.....	38
9.3.	Variables.....	38
9.4.	Fases del estudio.....	38
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	41
11.	CRONOGRAMA	43
12.	FACTIBILIDAD DE ESTUDIO.....	43
13.	REFERENCIAS	47

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Esquema de solución del problema.....18

TABLAS

- I. Técnicas de previsión según criterios de estacionalidad y tendencia.25
II. Identificación de variables.....38
III. Cronograma de actividades para el estudio.43
IV. Recursos necesarios para la investigación.....45

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
ETS	Algoritmo para suavizamiento exponencial.
ACF	Autocorrelación.
R²	Coeficiente de determinación.
BIC	Criterio de información Bayesiano.
AIC	Criterio de información de Akaike.
EMC	Error cuadrático medio.
Solve	Herramienta de Microsoft Excel.
L1	Longitud de la serie de tiempo.
T1	Pendiente de la serie de tiempo.
K	Periodo de tiempo de la serie de tiempo.

GLOSARIO

Aprovisionamiento	Es la relación que consiste en recibir mercancías y optimizar los procesos de recepción.
Componente	Se entiende por aquello que forma parte de la composición de un conjunto de datos.
Periodicidad	Se refiere a la frecuencia con la que aparece, sucede o se realiza una cosa repetitiva.
Productividad	Es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.
Pronóstico	Es el proceso de estimación de un valor en situaciones de incertidumbre.
Tendencia de ventas	Se entiende como la inclinación positiva o negativa de las posibles ventas futuras en una organización.

RESUMEN

El siguiente estudio surgió de la necesidad de tener una estimación de las ventas en los restaurantes de comida rápida, para determinar cuáles serán los recursos adecuados para abastecer a la demanda de clientes. Actualmente la cadena de restaurantes utiliza únicamente su información histórica de ventas para tomar decisiones con base a las ventas del año anterior.

Por lo cual se identificó una necesidad de establecer un modelo de pronóstico estadístico, por medio de series de tiempo y análisis de regresión, que permita predecir los niveles de venta en los restaurantes de la ciudad de Guatemala, con el objetivo de tomar decisiones estratégicas más acertadas.

Para el desarrollo de la investigación se empleará el uso de técnicas básicas de series temporales, de las cuales se seleccionará la más óptima para pronosticar los niveles de venta a 4 años o menos.

Estadísticamente hablando y con un nivel de confiabilidad del 95 % se observa que los niveles de venta serán 35 % más que el año anterior, por lo cual se recomienda considerar tener el abastecimiento adecuado para lograr atender a la mayor demanda posible.

1. INTRODUCCIÓN

La transformación digital que se vive en la actualidad está dando oportunidad al uso de modelos estadísticos en áreas como la inteligencia de negocios para elaborar modelos predictivos. El siguiente trabajo consiste en la elaboración de un modelo estadístico para pronosticar las ventas en una cadena de restaurantes, utilizando series temporales y regresiones lineales. En la actualidad la empresa toma decisiones de manera empírica y subjetiva para la planificación de las ventas

Para la construcción de este modelo se utilizará la información histórica de ventas de 4 años atrás, se delimitará el análisis a restaurantes solo de la ciudad de Guatemala, y se emplearán métodos estadísticos tales como: series de tiempo para identificar patrones y tendencias; regresiones lineales para encontrar una recta de mejor ajuste, pruebas de hipótesis para determinar si existe aleatoriedad, estacionalidad y tendencia en los datos; todo esto con el objetivo de elaborar un modelo de predicción que permita conocer la proyección de ventas en el futuro.

La línea de investigación sobre la cual se realizará esta investigación es pronóstica, debido a que en la actualidad los pronósticos proporcionan beneficios como anticipación ante fenómenos no planificados o irregulares que puedan afectar de manera negativa a la operatividad de la cadena de restaurantes.

Este informe consta de cuatro capítulos, el primero abarca los fundamentos estadísticos donde se explican las herramientas estadísticas que se emplearán para el estudio, como lo son las componentes de una serie de tiempo, correlación, correlograma y pruebas de normalidad. El segundo es una definición puntual

sobre lo que son las ventas y la importancia de los pronósticos en la toma de decisiones por parte de las gerencias.

Como tercer capítulo se encuentra la presentación de resultados, en el cual se da a conocer el resultado de la investigación y el modelo que mejor se ajusta al pronóstico. Por último, en el cuarto capítulo se presenta la discusión de resultados, donde se expone los beneficios de la investigación y los aportes que contribuyen a la rentabilidad de la operación.

2. ANTECEDENTES

Durante el desarrollo de este trabajo de investigación fueron consultadas fuentes bibliográficas dedicadas al pronóstico de ventas en sectores que no necesariamente son semejantes a los del tema principal del presente trabajo. Se observaron fuentes que tratan sobre la implementación de series de tiempo y análisis de regresión para el desarrollo de métodos predictivos.

El avance que ha tenido la revolución tecnológica en las compañías ha impulsado a que ciencias como la Estadística, tengan una participación notable en el área de inteligencia de negocio; esto se debe a que esta ciencia ofrece modelos para pronosticar o predecir con cierto grado de confiabilidad, comportamientos y tendencias en operaciones como inventarios, ventas, compras, presupuestos, entre otros.

Frías (2006) menciona que la estadística permite trabajar con variables aleatorias o estocásticas, es decir, variables que tienen distribuciones probabilísticas; con base a esto es posible obtener modelos que se puedan usar para calcular probabilidades de ventas futuras, las cuales estarán entre límites específicos de confiabilidad.

Este autor también indica que variables como los niveles de precio, descuentos y promociones entre otros; son factores que influyen en la venta mensual de productos o servicios, consideradas como variables explicativas. Estas variables hacen que la predicción de ventas no sea totalmente exacta, debido a los errores que se presentan en la medición de las mismas.

Los pronósticos dependen fuertemente de las series temporales. Se acuerdo con el estudio realizado por González (2018) una serie temporal es

capaz de determinar cómo se comporta el movimiento de un producto o servicio, por medio de patrones observables en un periodo de tiempo determinado. A partir de lo mencionado “Se puede plantear un modelo de pronóstico que se ajuste a la serie y pueda predecir con cierto grado de exactitud, el comportamiento futuro.” (González, 2018, p. 31).

Un aspecto importante que hay que tomar en cuenta antes de realizar un pronóstico es la información disponible. Frausto (2009) menciona que la calidad de un modelo de pronósticos está limitada por la cantidad y calidad de la información disponible. “Todo pronóstico depende de la información con la que se crea, sea en forma explícita o implícita” (Frausto, 2009, p. 28). Asegurar la calidad de la información histórica de ventas contribuirá con el diseño del modelo predictivo. La calidad de la información de ventas, se podrá validar por medio de un análisis de compatibilidad, de datos faltantes y verificando que la información sea completa y precisa.

Cerreño (2012) aplicó una regresión lineal para ajustar datos de venta en una empresa distribuidora de maquinaria pesada, en la cual determinó una variabilidad significativa utilizando los últimos doce meses del histórico de ventas y obteniendo un coeficiente de correlación de Pearson menor a 0.7. Este parámetro permitirá tener una referencia acerca de que tan confiable es el modelo de estadístico para el pronóstico de ventas.

De acuerdo con el trabajo realizado por Roque (2016), en el cual menciona que, dentro del análisis descriptivo de una serie de temporal, se encuentra identificar el comportamiento estacional en los datos de ventas. “Para lo cual como primer paso será graficarla, esto permitirá identificar su tendencia, estacionalidad y variaciones irregulares” (Roque, 2016, p. 93). Este aporte permite conocer cuál es el primer paso que se debe realizar para analizar una

serie temporal y las componentes que se utilizan para diseñar el modelo de pronósticos.

Roque (2016) recomienda que para utilizar algoritmos de series de tiempo como el de Holt-Winters, Holt y ETS se debe utilizar como mínimo 25 meses de información histórica. En su trabajo determinó que el algoritmo ETS es un buen algoritmo para predecir valores cercanos al presente. Esta recomendación permite conocer algunos algoritmos que son aplicables al análisis de series de temporales, tomando en cuenta siempre la cantidad de información histórica recomendada para utilizarlos.

De acuerdo con el estudio realizado por González (2018) las componentes de una serie de tiempo que hay que considerar son tendencia, la cual indica un comportamiento creciente o decreciente en los datos; también se encuentra la estacionalidad, la cual indica cambios regulares que se dan en la serie cada determinado periodo de tiempo. Las definiciones estas componentes permitirán conocer el comportamiento datos y como deben ser tratados cuando se realice un modelo predictivo. (p. 14)

Como tercer componente se encuentra la cíclica, esta indica variaciones que se presentan en periodos mayores a un año, las cuales pueden ser producidas en muchas ocasiones por periodos de abundancia o escasez económica. Esta componente aportará información acerca de los niveles de venta en periodos de días festivo.

Y, por último, la componente aleatoria o irregular, esta indica una variabilidad con aleatoriedad generada por factores que no estaban contemplados y que no son frecuentes. Esta componente permitirá conocer si

existen variables cualitativas que afecten de manera significativa el comportamiento de los datos.

Con esto se podrá comprender cuales son las componentes principales de un análisis de series de tiempo y ver cómo estas influyen en el comportamiento de los datos.

De acuerdo a la investigación realizada por Gil (2016), en la cual determinó que el mejor modelo que se ajusta al pronóstico de la demanda de energía eléctrica en Colombia, es el modelo cuadrático, debido a que presenta un mayor R cuadrado ajustado, un menor criterio de información Akaike (AIC) y un menor criterio de información Bayesiano (BIC). Estos indicadores estadísticos contribuirán al análisis de regresión lineal que se aplicarán a los datos, para determinar una recta de mejor ajuste que permita predecir los niveles de venta.

Madrigal (2011) en uno de sus dos modelos propuestos menciona que, para pronosticar una serie de tiempo, se necesita suponer que existe un modelo matemático capaz de explicar el proceso que se está estudiando. El modelo consiste en ajustar una recta para simular el efecto de tendencia lineal y cuya pendiente variará en cada estación para simular el efecto de estacionalidad creciente (p. 28).

Melo (2016) realizó un histograma de la serie de números de defunciones intrahospitalarias en el cual observó que sigue una distribución normal, por lo que “afirmo que los valores individuales de la serie giran en torno a su valor medio, por lo tanto, la serie es estacionaria en la media” (Melo, 2016, p. 80). Lo anterior indica que una serie temporal sigue una distribución normal cuando la media y la varianza son constantes en un periodo de tiempo determinado. El histograma de

los datos históricos de ventas permitirá conocer si existe normalidad en los datos y si la serie es estacionaria.

González (2015) en su investigación, calculó la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación para los datos de la demanda de una pieza para automóviles. Con estos datos determinó que la variabilidad se encontraba un 55 % más arriba que la media. Por lo que concluyó que existen pedidos muy grandes y muy pequeños en el comportamiento de los datos en la serie de tiempo de 38 meses. La media, la desviación estándar y el coeficiente de variación, permitirá conocer la existencia de valores atípicos en el comportamiento de la serie de tiempo.

González en su investigación desarrolló cuatro modelos clásicos de pronósticos basados en datos históricos, los cuales fueron: último valor, promedio, promedios móviles, y suavizado exponencial. La exactitud de los modelos anteriores se midió por medio de la desviación absoluta media (DAM). El mejor resultado de pronóstico para la pieza 190R lo obtuvo con el suavizado exponencial; la DAM obtenida en el estudio fue de 582.67 unidades. En esta investigación se aplicarán estos métodos de suavización y también se aplicará la desviación absoluta, para determinar cuál es el modelo predictivo de mejor ajuste para pronosticar las ventas de la compañía.

Gil (2016) utilizó el software estadístico R para el desarrollo de tres modelos de series de tiempo: lineal, cuadrático y cúbico; para el pronóstico de la demanda de energía eléctrica en Colombia, utilizando datos históricos comprendidos entre 2008 y 2014. Para este análisis de series de tiempo se utilizará el software estadístico R, en el cual se emplearán, regresiones lineales y métodos de suavización.

Alvarado (2016) menciona que primero se debe determinar si una señal es estacionaria o no para conocer la complejidad de la predicción. Una de las formas para determinar si la serie temporal es estacionaria o no es observando su función de autocorrelación (ACF); “si la gráfica de ACF decae rápidamente la serie es estacionaria, si la gráfica decae suavemente la serie es no estacionaria” (Alvarado, 2016, p. 12). La complejidad de la predicción depende fuertemente de la estacionalidad de la serie de tiempo, entre menos estacionaria sea, más complejo será determinar el modelo. Debido a esto se deberán aumentar esfuerzos para identificar cómo es la estacionalidad de los datos.

Con base a las fuentes de información consultadas es posible concretar que para la elaboración de un buen modelo de predicción es necesario conocer las herramientas que brinda la Estadística como, por ejemplo, las series de tiempo, estacionalidad, aleatoriedad y el análisis de regresión. Y también considerar los tipos de variables que se deben analizar, así como la calidad y cantidad de la información disponible, con el fin de lograr un buen nivel de predicción.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 Contexto general

En una cadena de restaurantes de comida rápida especializada en pollo frito, con más de 40 años de trayectoria en la ciudad de Guatemala, se ha observado la necesidad de implementar nuevos métodos que permitan anticiparse a la demanda de ventas. Por lo que se necesita diseñar un modelo de predicción que ayude a tomar correctas decisiones operativas y estratégicas; tomando como base información histórica y variables externas que afecten los niveles de venta.

3.2 Descripción del problema

En esta época de alta competencia, revolución tecnológica y transformación digital acelerada, campos como la inteligencia de negocios enfocada en modelos estadísticos, surge con un alto potencial para que las empresas puedan obtener bases concretas para la toma de decisiones operativas y estratégicas. Partiendo de lo anterior, se desea explotar el uso de la estadística en la empresa para establecer un modelo de predicción que permita conocer con alto grado de confiabilidad los niveles de venta en un periodo determinado; esto permitirá realizar una estimación sobre cuánto será la inversión económica necesaria para las siguientes actividades: producción, abastecimiento de insumos, mano de obra, costos directos e indirectos, y pago de servicios. Con esto se desea lograr que la compañía sea parte de esta revolución tecnológica para que pueda aumentar sus niveles de eficiencia y productividad.

Dentro de los aspectos requeridos para la elaboración del modelo de predicción se encuentran, información histórica de ventas, realizar un análisis de serie de tiempo para identificar las componentes de estacionalidad, tendencia, ciclicidad, y aleatoriedad; aplicar métodos de suavización de ser necesario a la serie de tiempo, y por último aplicar una regresión lineal para encontrar una recta de mejor ajuste en los datos.

3.3 Formulación del problema

Pregunta central

¿Cuál es el modelo estadístico de mejor ajuste que permita pronosticar con mayor exactitud las ventas realizadas por los restaurantes de la ciudad de Guatemala, en un periodo de 4 años?

Preguntas auxiliares

- ¿Cuál es el modelo lineal que mejor se ajusta a la tendencia de las ventas históricas de 4 años de antigüedad?
- ¿Cuáles son las variables categóricas que afectan los comportamientos de venta en los restaurantes de la ciudad de Guatemala?
- ¿Cuáles son los periodos de año en donde las ventas son más significativas en los restaurantes de la ciudad de Guatemala?
- ¿Cuáles son los índices estacionales óptimos para realizar la mejor proyección de ventas a 4 años o menos?

3.4 Delimitación del problema

Se tiene contemplado realizar el análisis predictivo para las ventas que generan los 90 restaurantes que operan actualmente en la ciudad de Guatemala. Para este análisis se utilizará la base de datos proporcionada, la cual contiene información histórica de cuatro (4) años de antigüedad. Se incluirán los siguientes canales de venta que utilizan los restaurantes: despacho en mesas, despachos para llevar, autoservicio y entrega a domicilio.

4. JUSTIFICACIÓN

El presente estudio se enmarca en la línea de investigación de pronósticos. El motivo de inclinarse hacia esta línea es porque se considera una herramienta de gran importancia para conocer una estimación de ventas futuras en términos físicos y monetarios para todos los productos que ofrece la compañía.

La importancia de este estudio se debe a que los pronósticos de ventas son la base para conocer un estimado de cuánto se invertirá en áreas como: publicidad, producción, aprovisionamiento, negociaciones, entre otros. La inversión que necesitarán estas áreas impacta directamente en el plan estratégico de la empresa, el cual indica las bases para el buen funcionamiento de la empresa y la consecución de los objetivos planeados.

El beneficio que aportan los pronósticos de ventas es conocer los niveles de venta de un periodo determinado, con el objetivo de tomar correctas decisiones operativas y estratégicas, anticiparse a fenómenos anómalos que afecten los niveles de venta, tener una adecuada gestión de inventarios, conocer los gustos, necesidades y preferencias del cliente, y por último lograr una operatividad más óptima.

Un inadecuado pronóstico de ventas, puede incurrir en una baja competencia y presencia en el mercado, debido a incumplimientos en tiempos de entrega, pago de horas extras, abastecimiento inadecuado, escases y/o exceso en los inventarios y, por último, sobre costos generales en la producción.

5. OBJETIVOS

5.1 General

Establecer un modelo de pronóstico estadístico, por medio de series de tiempo y análisis de regresión, que permita predecir los niveles de venta en los restaurantes de la ciudad de Guatemala.

5.2 Específicos

- Establecer el modelo lineal de mejor ajuste a la tendencia de ventas, por medio de un análisis de regresión lineal, que permita explicar el comportamiento de ventas que realizan los restaurantes en estudio.
- Determinar las variables categóricas que afecten el comportamiento de ventas por medio de una técnica de observación, para incluirlas en el análisis de dependencia en el modelo predictivo.
- Determinar los ciclos más periódicos de ventas, por medio de un análisis de descomposición de series de tiempo, para conocer en que estaciones del año las ventas son más significativas.
- Determinar el índice estacional óptimo por medio del análisis de series de tiempo, para proyectar las ventas a 5 años o menos.

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

La administración de la cadena de restaurantes utiliza la información histórica de ventas para analizar lo que ya pasó, y para tomar medidas correctivas, mientras que con la misma información se puede analizar lo que puede pasar con cierto grado de confiabilidad.

La necesidad identificada es la elaboración de un modelo estadístico predictivo que contribuya a la toma de decisiones operativas y estratégicas de la administración.

Para satisfacer esta necesidad se plantean los siguientes pasos:

- Obtener la información histórica de ventas del 2015 a inicios de 2019.
- Delimitar el problema a restaurantes que operan únicamente en la ciudad de Guatemala.
- Analizar la información por medio de series de tiempo, para buscar patrones y tendencias
- Desarrollo de una línea de mejor ajuste al comportamiento de la serie de tiempo, por medio de regresiones lineales.
- Determinar si existen variables categóricas que afecten el comportamiento de las ventas, por ejemplo, días festivos, remesas, promociones, descuentos, entre otros.
- Realizar una correlación entre las variables categóricas y la predicción de ventas.
- Por último, determinar el mejor modelo de predicción.

Figura 1. Esquema de solución del problema.



Fuente: elaboración propia

7. MARCO TEÓRICO

Los comportamientos de ventas se pueden determinar por medio de un análisis histórico de datos, identificando patrones que se puedan proyectar hacia el futuro, tomando en cuenta que existen factores económicos, sociales y culturales que son susceptibles al cambio, los cuales afectan el grado de confiabilidad del pronóstico.

En este capítulo se presentan temas conceptuales como: series de tiempo y sus componentes, regresiones lineales, modelos lineales entre otros; los cuales son necesarios para la elaboración de un modelo de predicción estadístico.

7.1 Series de tiempo

De acuerdo con Verdoy, Beltran y Peris (2015) una serie de temporal consiste en una secuencia de observaciones cuantitativas distribuidas en un tiempo determinado. Las cuales son recolectadas por medio de información histórica. Este método es utilizado en áreas como telecomunicaciones, inventarios, marketing, economía, física entre otras.

En una serie de tiempo se pueden identificar patrones por medio del comportamiento de los datos a lo largo de un periodo de tiempo determinado. De acuerdo al tipo de patrón que se identifique se puede proponer un modelo estadístico predictivo que se ajuste a los datos y pueda así pronosticar con cierto grado de confiabilidad comportamientos en un plazo determinado como días, meses, trimestres o años.

En el presente trabajo de investigación se dan a conocer métodos estadísticos de pronósticos, “los cuales pretenden hacer una

descomposición en los datos, para identificar componentes en una serie de tiempo, tales como: tendencia, estacionalidad, ciclo e irregularidades” (Hanke y Wichern, 2006, p. 56).

7.1.1 Componentes de una serie de tiempo

Se considera que las series de tiempo están conformadas por cuatro componentes teóricas, las cuales son: tendencia. Variaciones estacionales, variaciones cíclicas, y variaciones aleatorias o irregulares (Verdoy, Beltran y Peris 2015). Las cuales se describen a continuación.

7.1.1.1 Tendencia

De acuerdo con Hanke y Wichern (2006) la tendencia representa el crecimiento o disminución de los datos en un periodo de tiempo determinado. Se puede definir también como el cambio de la media de los datos a lo largo de un tiempo definido.

7.1.1.2 Estacionalidad

La componente estacional indica los cambios que son considerados regulares que se observan en la serie de tiempo. Por dar un ejemplo en un periodo de 5 años, las ventas de los restaurantes aumentan en diciembre de cada año, debido a que coincide con un mes festivo, donde la demanda del consumidor es alta.

De acuerdo con Arellano (2001), la estacionalidad representa un movimiento periódico que puede ser afectado por condiciones de tiempo como: invierno, verano u otras.

7.1.1.3 Componente cíclica

La componente cíclica se considera como variaciones que se generan en un periodo no menor a un año o en un periodo de tiempo definido. Según Hanke y Wichern (2006), “Esta componente puede oscilar alrededor de la tendencia en forma de onda” (p. 57).

Se genera por lo general, por condiciones económicas como abundancia (crestas) o escasez (valles) de poder adquisitivo. También muestra comportamientos recurrentes, aunque no necesariamente periódicos, su amplitud y periodicidad se presentan con cierta irregularidad.

7.1.1.4 Componente aleatoria o irregular

Esta mide el grado de variabilidad aleatoria que es ocasionada regularmente por factores no contemplados y no recurrentes. “Cuando existe una componente aleatoria en una serie de temporal, es porque ocurren cambios inusuales o comportamientos atípicos en la serie de datos”. (Marín, García, y Gómez, 2013, p. 87)

7.1.2 Series de tiempo estacionarias y no estacionarias

Por lo general, una serie de tiempo se puede clasificar como estacionaria o no estacionaria. Las series estacionarias consisten en valores que oscilan alrededor de un valor medio de la serie (la media de la fuente de datos).

Las series que no tienen estacionalidad indican un cierto grado de tendencia, es decir que los valores de la media y la variabilidad cambia a lo largo del tiempo. “Estos cambios en la media determinan una tendencia creciente o

decreciente, lo que indica que la serie no oscila alrededor de un valor constante” (Botero y Cano, 2008, p. 366)

7.1.3 Coeficientes de autocorrelación y correlograma

Con el objetivo de conocer si la serie de tiempo conformada con la data histórica de la compañía, presentan componentes mencionadas anteriormente como: tendencia, estacionalidad, ciclos o aleatoriedad, es necesario examinar la serie de tiempo por medio de la función de autocorrelación. Esta función permite identificar si la información de los datos históricos se encuentra correlacionados o relacionados entre ellos mismos, al momento de visualizarlos en uno o más periodos.

De acuerdo con Arango Marín, Giraldo García, y Castrillón Gómez (2013), “al aplicar la autocorrelación se puede determinar los siguientes valores: longitud del periodo estacional (l). Los valores iniciales de los factores estacionales de cada período (It), el valor inicial del intersepto (A0) y de la tendencia (T0)” (p. 744).

Derivado del análisis de autocorrelación, es posible identificar los patrones de datos que se presentan en una serie de tiempo.

7.1.4 Coeficiente de autocorrelación

La ecuación 1 es utilizada para obtener los coeficientes de la autocorrelación (r_k), entre los datos X_t y X_{t+k} desfasados en k periodos.

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{N-k} (X_t - \bar{X})(X_{t+k} - \bar{X})}{\sum_{t=1}^N (X_t - \bar{X})^2} \quad (\text{Ec.1})$$

Donde:

r_k : es el coeficiente de autocorrelación

X_t : es la observación en el periodo t

X_{t+k} : es la observación desplazada k periodos

7.1.5 Correlograma

Un correlograma consiste en una gráfica de r_k contra k periodos. La observación del correlograma es muy útil para identificar la correlación entre los elementos de la serie. “Con esto, es posible conocer si la serie presenta tendencia, estacionalidad o aleatoriedad” (González, 2018, p. 17).

De acuerdo con González (2018):

Si la serie identificada es aleatoria, no existe dependencia entre los valores observados, y las correlaciones para X_t y X_{t+k} para cualquier desfase de k son cercanos a cero.

Si la serie de tiempo presenta una tendencia, las observaciones continuas estarán muy correlacionadas y los coeficientes de correlación serán significativos (cercanos a 1) para los primeros periodos, disminuyendo gradualmente con el aumento de k .

En una serie de tiempo que presente una componente de estacionalidad, el coeficiente correlación será significativamente grande para periodos $k > 1$. Se dice que el periodo de la estacionalidad se da cada k periodos (p. 18).

7.2 Prueba de Dickey-Fuller

Como parte de la validación, existen pruebas estadísticas que permiten, por ejemplo, verificar si una serie es estacionaria o no. Una de estas pruebas estadísticas es conocida como test de Dickey-Fuller.

Según Sánchez (2008):

Esta prueba utiliza una representación gráfica llamada correlograma, la cual brinda información acerca del comportamiento de los datos en el tiempo y de las componentes de una serie temporal.

En un modelo autorregresivo de orden 1, el cual indica que, cuando el valor de una serie de tiempo en el momento actual depende del valor anterior de la serie, se puede afirmar que la variable independiente se puede escribir como:

$$y_t = \rho * y_{t-1} + \epsilon_t \quad (\text{Ec.2})$$

Donde:

y_t : Representa la variable de interés,

ρ : coeficiente del primer rezago

ϵ_t : es un término de error que siempre estará presente en la serie. (p. 86)

Se dice que hay una raíz unitaria si $\rho=1$, lo que indica que la serie temporal contiene una componente aleatoria y no es estacionaria.

Cuando se realiza la prueba de Dickey-Fuller se puede verificar si la serie es estacionaria o no. La hipótesis nula H_0 se establece como: “La serie de datos contiene una raíz unitaria, esto quiere decir que la serie no es estacionaria. La hipótesis alternativa es todo lo contrario. Si el P-valor es mayor al nivel de significancia, se acepta la hipótesis nula” (Sánchez, 2008, p. 102).

7.3 Selección del método de pronóstico

En el presente trabajo se utilizarán los métodos clásicos de pronóstico como son los métodos de suavización exponencial, promedios móviles y descomposición aditiva o multiplicativa.

Existen métodos que son considerados más sofisticados, como ARIMA o de Box-Jenkins, los cuales se pueden incorporar con software libre como R, en este trabajo se realizará todo el análisis con los métodos clásicos mencionados, y se utilizará el software estadístico R-studio.

En la siguiente tabla se resumen los principales métodos clásicos que se deben emplear según si la serie presenta estacionalidad o no, y si hay o no tendencia.

Tabla I. **Técnicas de previsión según criterios de estacionalidad y tendencia**

	Sin estacionalidad		Con estacionalidad	
Sin tendencia	Promedio móvil simple	Suavización exponencial simple	Estacional aditivo	Estacional multiplicativo
Con tendencia	Promedio móvil doble	Suavización exponencial doble	Holt-Winters' Aditivo	Holt-Winters' multiplicativo

Fuente: González (2018). *Construcción de un modelo para pronosticar la demanda de bicicletas de la empresa Specialized Colombia, usando series de tiempo.*

“Para seleccionar la mejor técnica de pronóstico que sea capaz de predecir el comportamiento de los datos en el futuro determinado, es importante identificar y tener claro cuáles son las componentes de la serie temporal, tendencia, estacionalidad, y aleatoriedad” (Hanke y Wichern, 2006, p. 35). Debido a que, estas componentes son la base para diseñar el modelo predictivo de mejor ajuste.

7.3.1 Técnicas de pronóstico

Si durante el análisis se identifica que el valor de la media no cambia a lo largo del tiempo, “la serie de tiempo se considera como estacionaria, y se recomienda que las técnicas de pronóstico más adecuadas son las de promedios simples, promedios móviles, estacional aditivo y multiplicativo” (Anderson, Sweeney, y Williams, 2008, p. 96).

Si la serie presenta tendencia, las técnicas de pronóstico recomendables son modelos de promedios móviles, de suavizamiento exponencial lineal de Holt y regresión simple, entre otros. “Para datos estacionales, se deben considerar modelos de suavización exponencial de Winters o regresión múltiple” (Anderson, Sweeney, y Williams, 2008, p. 53).

7.3.1.1 Promedio móvil simple

Este método es recomendado para datos estacionarios, es decir, la serie es aproximadamente estable para el periodo de estudio. De acuerdo con Anderson, Sweeney, y Williams, (2008) el término móvil es utilizado debido a que cada vez que se realiza una nueva observación en la serie, ésta sustituye a la observación anterior y se calcula un nuevo promedio.

La ecuación para pronosticar un valor futuro, haciendo uso de promedios móviles es la siguiente

$$X_{t+1} = \frac{X_t + X_{t-1} + \dots + X_{t-k+1}}{k} \quad (\text{Ec.3})$$

Donde:

X_{t+1} : es el valor pronosticado para el siguiente periodo

X_t : valor real en el periodo t

k: es el número de términos en el promedio móvil.

7.3.1.2 Promedio móvil doble

“Si la serie de tiempo presenta una tendencia lineal, el modelo recomendado para el análisis es el de promedios móviles dobles. Este consiste en calcular el promedio móvil dos veces” (Sweeney, y Williams, 2008, p. 201).

El procedimiento consiste en calcular el promedio móvil de orden k usando la ecuación (Ec.3) descrita anteriormente.

Luego se aplica la siguiente ecuación para calcular el segundo promedio móvil.

$$M'_t = \frac{M_t + M_{t-1} + \dots + M_{t-k+1}}{k} \quad (\text{Ec.4})$$

Donde:

$M_t = X_{t+1}$: es el promedio móvil de orden k.

M'_t : es el segundo promedio móvil

k: es el número de términos en el segundo promedio móvil.

7.3.1.3 Suavizamiento exponencial

Este método utiliza un promedio ponderado para los valores actuales o más recientes. “El cálculo se realiza de manera automática y se van reduciendo cuando los datos son más antiguos” (Anderson, Sweeney, y Williams, 2008, p. 74).

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t \quad (\text{Ec.5})$$

Donde:

M_{t+1} : pronóstico para el periodo t+1 de la serie de tiempo

X_t : valor real en el periodo t de la serie de tiempo.

F_t : pronostico para el periodo t de la serie de tiempo.

α : constante de suavizamiento.

“El pronóstico obtenido mediante suavizamiento exponencial para cualquier periodo es un promedio ponderado de todos los valores reales anteriores de la serie de tiempo” (Hanke y Wichern, 2006, p. 93). Con este método se revisa de forma continua un pronóstico usando las experiencias más recientes

7.3.1.4 Suavizamiento exponencial ajustado a la tendencia- Método de Holt

Este método se utiliza cuando los datos presentan una tendencia bien marcada. Las ecuaciones para pronosticar los valores futuros de la serie de tiempo por este método son las siguientes:

Nivel: $M_t = \alpha * X_t + (1 - \alpha) * (M_{t-1} + T_{t-1})$ (Ec. 6)

Tendencia: $T_t = \beta * (M_t - M_{t-1}) + (1 - \beta) * T_{t-1}$ (Ec. 7)

Previsión: $F_{t+n} = M_t + n * T_t$ (Ec.8)

Donde:

M_t : estimado del nivel actual

T_t : estimado de la tendencia

F_{t+n} : pronostico para el periodo n en el futuro

n : periodo a pronosticar en el futuro

t : periodo actual

α : constante de suavizamiento para el nivel $0 < \alpha < 1$

β : constante de suavizamiento para el estimado de tendencia $0 < \beta < 1$.

7.3.1.5 Suavizamiento exponencial ajustado para variaciones de tendencia y estacionales métodos de Winters

Este método es muy útil si la serie de datos además de tener tendencia también presenta estacionalidad. Este método utiliza cuatro ecuaciones para realizar el pronóstico, las cuales son:

$$\text{Nivel:} \quad M_t = \alpha X_t S_{t-s} + (1 - \alpha) * (M_{t-1} + T_{t-1}) \quad (\text{Ec.9})$$

$$\text{Tendencia:} \quad T_t = \beta * (M_t - M_{t-1}) + (1 - \beta) * T_{t-1} \quad (\text{Ec.10})$$

$$\text{Estacionalidad:} \quad S_t = \gamma X_t M_t + (1 - \gamma)(S_{t-s}) \quad (\text{Ec.11})$$

$$\text{Previsión:} \quad F_{t+n} = (M_T + nT_t)S_{t-s+n} \quad (\text{Ec.12})$$

Donde:

M_t : Estimado del nivel actual

T_t : Estimado de la tendencia

F_{t+n} : Pronostico para el periodo n en el futuro

n : Número del periodo futuro a pronosticarse

t : Periodo actual s Longitud de la estacionalidad.

α : Constante de suavizamiento para el nivel $0 < \alpha < 1$

β : Constante de suavizamiento para el estimado de tendencia $0 < \beta < 1$

γ : Constante de suavizamiento para el estimado de estacionalidad $0 < \gamma < 1$

7.4 Regresiones lineales

A continuación, se detallan aspectos importantes respecto a la implementación de las regresiones lineales.

7.4.1 Objetivo de una regresión lineal

El objetivo principal de las regresiones lineales es explicar situaciones o fenómenos que han sido observados en muchas ocasiones y que cuentan con varias variables, considerando que existe una relación entre ellas. “La relación de estas variables se diseña por medio de un modelo matemático, el cual pueda explicar el comportamiento y grado de asociación” (Tusell, 2013, p. 45).

De acuerdo con Tusell (2013) una regresión lineal permite realizar predicciones sobre las variables dependientes, logrando explicar con cierto grado de confiabilidad, el comportamiento del fenómeno y la relación entre las variables.

7.4.2 Notación

Considerando una variable aleatoria Y (variable regresora) la cual está dada por:

$$Y = \beta_0 X_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_{p-1} X_{p-1} + \varepsilon \quad (\text{Ec.13})$$

Donde:

$\beta_0, \dots, \beta_{p-1}$; parámetros fijos desconocidos.

X_0, \dots, X_{p-1} , variables explicativas no estocásticas, regresores, cuyos valores son fijados por el experimentador. Frecuentemente X_0 toma el valor constante “uno”.

ε : variable aleatoria inobservable.

7.4.3 Variable aleatoria

Es una función que arroja posibles valores de un fenómeno en estudio. De acuerdo Tusell (2013). la ecuación (Ec.4) “Indica que la variable aleatoria Y se genera como combinación lineal de las variables explicativas, salvo en una perturbación aleatoria”. (Tusell, 2013, p. 245).

7.5. Ventas

La venta es la variable principal de estudio para esta investigación, por lo que se contemplan aspectos relevantes a continuación.

7.5.1 ¿Que son las ventas?

Las ventas a lo largo de la historia es la actividad que se practica en cualquier sector comercial, siempre existirá algo para vender. La cadena de restaurante maneja el tipo de venta directa, la cual consiste en contacto directo entre comprador y vendedor.

Una de las actividades de la venta directa incluye un proceso en el cual, “el vendedor identifica las necesidades del cliente, y crea una incitación para que exista un intercambio de bienes o servicios y de esta manera lograr satisfacer los requerimientos de ambas partes” (Stanton, Etzel y Walker, 2004, p. 101)

Para la operatividad de la cadena de restaurantes es relevante conocer el comportamiento de las ventas que se realizan en el transcurso del tiempo, con el objetivo de tener un mejor panorama de la situación de la empresa y poder planificar y ejecutar acciones que contribuyan a la toma de decisiones en áreas como productividad y ventas.

7.5.2. Importancia de un pronóstico de ventas

En la actualidad las gerencias de las empresas consideran que un pronóstico de ventas forma parte de la información más importante que se maneja en las operaciones, porque esta técnica contribuya en actividades críticas como:

- Incrementar las compras de materia prima.
- Contratar más operarios en la planta o ampliar las horas laborales.
- Aumentar la capacidad de almacenaje.
- Uso de más fletes.
- Cambios en el presupuesto y planificación de ventas.
- Lanzamiento de nuevos canales de ventas.
- Retirar productos del mercado
- Mayor inversión en materia prima.

Según Stanton, Etzel y Walker (2004), un pronóstico de ventas se considera como un estimado de las ventas producidas en un periodo futuro. Es utilizado como base para decidir cuánto invertir en distintas actividades como marketing y ventas directas. Con la base de las ventas anticipadas se planea la cantidad necesaria de capital de trabajo y uso de la planta.

7.5.3. Alcance del pronóstico de ventas

Se recomienda diseñar un pronóstico de ventas para cada servicio o producto que ofrecen las organizaciones, de esta forma podrán tomar decisiones más estratégicas en departamentos como compras, suministros, mercadeo, producción, aprovisionamiento y contabilidad. Esto aportará un monitoreo más robusto en las operaciones y ayudará que el presupuesto se cumpla de acuerdo con lo planificado.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

HIPÓTESIS

RESUMEN DEL MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Series de tiempo.

1.1.1 Componentes de una serie de tiempo.

1.1.1.1 Tendencia.

1.1.1.2 Estacionalidad.

1.1.1.3 Componente cíclica.

1.1.1.4 Componente aleatoria o irregular.

1.1.2 Series de tiempo estacionarias y no estacionarias

1.2 Coeficientes de autocorrelación y correlograma

1.2.1 Coeficiente de autocorrelación.

1.2.2 Correlograma

1.3 Prueba de Dickey-Fuller.

1.4 Selección del método de pronóstico.

1.4.1 Técnicas de pronóstico.

1.4.1.1 Promedio móvil simple.

- 1.4.1.2 Promedio móvil doble.
- 1.4.1.3 Suavizamiento exponencial.
- 1.4.1.4 Suavizamiento exponencial ajustado a la tendencia-Método de Holt
- 1.4.1.5 Suavizamiento exponencial ajustado para variaciones de tendencia y estacionales - métodos de Winters

1.5 Regresiones Lineales.

1.5.1 Objetivo de una regresión Lineal

1.5.2 Notación.

1.5.3 Variable Aleatoria.

1.6 Ventas.

1.6.1 ¿Que son las ventas?

1.6.2 Importancia de un pronóstico de ventas.

1.6.3 Alcance de un pronóstico de venta.

2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

2.1 Modelo lineal de mejor ajuste a la tendencia de ventas.

2.2 Variables categóricas que afectan el comportamiento de ventas.

2.3 Ciclos con más periodicidad de ventas en el año.

2.4 Inicios estacionales de la serie de tiempo.

3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

3.1 Modelo de mejor ajuste lineal al comportamiento a la tendencia de ventas.

3.2 Variables categóricas que afectan el comportamiento de ventas.

3.3 Ciclos con más periodicidad de ventas en el año.

3.4 Índices estacionales de la serie de tiempo.

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

9.1 Características del estudio

El enfoque del estudio propuesto es cuantitativo, ya que pretende pronosticar los niveles de venta de un periodo en específico, es decir, que si el modelo estadístico pronostica un crecimiento del 25 % de unidades vendidas entonces el área de producción deberá tener la capacidad de cumplir con esta demanda. También permitirá ganar cuota de mercado introduciendo nuevos productos o retirar otros que causen una crisis.

El alcance es correlacional dado que se asocian las variables de ventas y tiempo mediante patrones identificados en una serie temporal, lo que permite comprender tendencias, estacionalidades y ciclos. Con base en estos análisis poder predecir con cierto grado de confiabilidad las ventas en un periodo en específico.

El diseño adoptado será no experimental, pues la información histórica utilizada para la elaboración del modelo estadístico que pronostique las ventas, se analizará en su estado original sin ninguna manipulación; además será transversal pues se estudiará la tendencia de ventas en la cadena restaurantes que operan en la ciudad de Guatemala.

9.2 Unidades de análisis

La población en estudio serán los restaurantes que operaron en el año 2019 en la ciudad de Guatemala; estos restaurantes se encuentran divididos en subpoblaciones conocidos como canales de distribución, es decir, autoservicio, a domicilio, despacho en caja y despacho en mesas; de estas subpoblaciones se extraerán muestras de forma estratificada, que serán estudiadas en su totalidad.

9.3 Variables

Las variables en estudio se describen a continuación:

Tabla II. **Identificación de variables**

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Ventas	Es la acción entre una empresa y un consumidor, que se genera al vender un bien o un servicio a cambio de dinero.	Se utilizará la venta mensual neta en quetzales. La cual se encuentra registrada en la base de datos de la cadena de restaurantes que opera en la ciudad de Guatemala.
Periodo	Es un tiempo determinado en el cual se realiza una acción o se desarrolla un acontecimiento.	Se estudiarán los periodos del año donde existan días festivos y vacaciones.

Fuente: elaboración propia.

9.4 Fases del estudio

Fase 1. Revisión de literatura: la cual consiste en consultar fuentes como tesis de postgrados, artículos, revistas y material que trate sobre series temporales, pruebas de tendencia, pruebas de estacionalidad y regresiones lineales. Con base a la revisión se extraerán ideas, conceptos y técnicas que permitirán reforzar el estudio acerca del modelo estadístico predictivo.

Fase 2. Gestión de datos: se solicitará la base de datos de la cadena de restaurantes en la cual se encuentra registrado el histórico de ventas que

comprende el periodo de 2014 al 2019. Esta base de datos es generada desde la base de datos transaccional de ventas, en la cual se registra la información regional de la cadena de restaurantes.

Fase 3. Análisis de información: se depurará la información del histórico de ventas para trabajar únicamente con restaurantes que operan en la ciudad de Guatemala. Las ventas se encuentran registradas mensualmente en quetzales; no se realizarán conversiones de tasa de cambio durante el estudio.

La herramienta que se utilizará para el análisis de la información será el software estadístico R-Studio, debido a su precisión para realizar cálculos, y porque utiliza código abierto y paquetes que permiten realizar análisis estadísticos avanzados. Otra característica importante de este software, es que es bastante ágil para el tratamiento de grandes volúmenes de datos y para la automatización de cálculos y gráficas. R-Studio cuenta con varias librerías que permiten descomponer y graficar las componentes de una serie temporal, así como aplicar pruebas de estacionalidad y funciones de autocorrelación.

Fase 4. Interpretación de información: a partir del análisis de la información se construirán gráficas y tablas para mostrar los resultados. Esto permitirá modelar la información a manera que pueda ser de fácil interpretación. Las gráficas mostrarán el comportamiento de la serie temporal, su tendencia y estacionalidad. Mientras que las tablas serán utilizadas para visualizar los valores que definirán cuál es la recta de mejor ajuste del modelo predictivo.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Serie de tiempo. Se graficarán los datos de las ventas mensuales para obtener un panorama acerca de los componentes de la serie de tiempo, Cabe mencionar que este primer análisis es subjetivo y que es necesario utilizar herramientas sofisticadas que permitan decidir si la serie presenta componentes de tendencia, estacionalidad, ciclos y aleatoriedad de los datos.

Correlograma. Se aplicará la función de autocorrelación (Ec.2) con su respectiva grafica. En el correlograma se observará si existe correlación en los valores de k , lo cual permitirá verificar si existe tendencia en los datos. Otra característica de una serie con tendencia es cuando los valores de los coeficientes de autocorrelación disminuyen conforme aumenta el valor k ; esto también se considerará en el análisis.

Prueba de Dickey-Fuller. Se aplicará esta prueba para determinar si la serie temporal es estacionaria o no. Para determinar esto se obtendrá el p-Valor, y si este es mayor al nivel de significación no se rechazará la hipótesis nula (H_0 : No es estacionario).

Métodos de previsión. Se utilizarán los siguientes 7 métodos para determinar cuál de ellos presenta el menor el error cuadrático medio.

- Promedio Móvil Simple
- Promedio Móvil Doble
- Suavización Exponencial
- Holt
- Holt-Winters
- Regresión Lineal

La condición para aplicar los métodos anteriores es la siguiente:

Si la serie temporal no tiene estacionalidad y tendencia, se utilizará los métodos promedio móvil simple y suavización exponencial simple.

Si la serie temporal no tiene estacionalidad, pero tiene tendencia, se utilizará los métodos promedio móvil doble y exponencial doble.

Si la serie temporal tiene estacionalidad, pero no tiene tendencia, se utilizará los métodos estacional aditivo y estacional multiplicativo.

Si la serie temporal tiene estacionalidad y tiene tendencia, se utilizará los métodos Holt-Winters' Aditivo y Holt-Winters' multiplicativo

El modelo que se obtenga de este análisis será el que modele de mejor manera los datos de la serie de tiempo y el que se utilizará para pronosticar las ventas mensuales de la cadena restaurantes en un periodo no mayor a 5 años.

11. CRONOGRAMA

Tabla III. Cronograma de actividades para el estudio

Año 2020																										
Semanas																										
Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Revisión de Literatura																										
Recolección de datos																										
Elaboración de pruebas																										
Interpretación de resultados																										
Revisión de informe final																										
Entrega de informe final																										

Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Para la realización de este estudio se requiere únicamente de un investigador y un asesor como recurso humano. Financieramente no se requiere de una inversión fuerte, únicamente gastos de imprenta. El recurso tecnológico a utilizar es el software estadístico R-studio el cual es gratis de usar debido a que utiliza código abierto para su implementación. También se cuenta con acceso y autorización para uso de la información de la empresa. Para esta ocasión la empresa solicitó que no se hiciera público su nombre comercial y razón social.

Tabla IV. **Recursos necesarios para la investigación**

No	Actividad	valor
1	Equipo, software, servicios técnicos	Q 100.00
2	Transportes y salidas de campo	Q 100.00
3	Materiales y suministros	Q 400.00
4	Material bibliográfico y fotocopias	Q 500.00
5	Análisis anti plagio	Q 80.00
Total		Q 1,180.00

Fuente: elaboración propia.

13. REFERENCIAS

1. Alvarado, G. J. (2016) *Modelos de pronósticos basados en valores singulares de la matriz Hankel para la captura anchovetas y sardinas en el área norte de Chile*. (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica De Valparaíso, Chile.
2. Anderson, D. R, Sweeney, D. J y Williams, T. A. (2008). *Estadística para administración y economía*. Ciudad de México, México: Cengage Learning Editores,S.A.
3. Arango, J. A., Giraldo, J. A. y Castrillón, O. D. (julio, 2013). Gestión de compras e inventarios a partir de pronósticos Holt-Winters y diferenciación de nivel de servicio por clasificación ABC. *Scientia et Technica Año XVIII*, 18(4), 743-747.
4. Arellano, M. (2001). *5campus: Introducción al Análisis Clásico de Series de Tiempo*. Valparaíso, Chile. Recuperado de <http://www.5campus.com/>
5. Botero, S. y Cano, J. A. (agosto, 2008). Análisis de series de tiempo para la predicción de los precios de la energía en la bolsa de Colombia. *Cuadernos de economía*, 27(48), 173-207.
6. Cerreño, R. I. (2012) *Evaluación y mejora de los pronósticos de venta en una empresa comercializadora de maquinaria pesada utilizando la metodología lean six sigma*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

7. Frausto, J. H. (2009) *Pronósticos de ventas para la administración estratégica de los recursos en una empresa del sector automotriz*. (Tesis de maestría). Instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey, México.
8. Frías, E. V. (2006) *Aplicación de las series de tiempo al pronóstico de la demanda en la empresa de manufactura moderna*. (Tesis de pregrado). Instituto Politécnico Nacional, México.
9. Gil , V. D. (marzo, 2016). Pronóstico de la demanda mensual de electricidad con series de tiempo. *Revista EIA*, 13(26), 111-120
10. González, F. (2018) *Construcción de un modelo para pronosticar la demanda de bicicletas de la empresa specialized Colombia, usando series de tiempo*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
11. González, C. A. (2015) *Pronóstico de demanda de refacciones de automóvil, mediante series de tiempo, redes neuronales artificiales y modelos híbridos*. (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de México, México.
12. Hanke, J. E., y Wichern, D. W. (2006). *Pronósticos en los negocios*. Ciudad de México, México: Pearson Educación.
14. Madrigal, S. D. (2011) *Pronósticos de series temporales con estacionalidad*. (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
15. Melo, E. (2016) *Modelo de predicción mensual de mortalidad general intrahospitalaria en el hospital regional Manuel Núñez Butrón-Puno, 2008-2016-I*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano –Puno, Perú.

16. Roque, I. L. (2016) *Análisis comparativo de técnicas de minería de datos para la predicción de ventas*. (Tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán, Perú.
17. Sánchez, P. A. (2008). Cambios estructurales en series de tiempo: una revisión al estado del arte. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 7(12), 115-140.
18. Stanton W., Etzel M. y Walker B. (2004), *Fundamentos de Marketing 13a. Edición*, ciudad de México, México: Mc Graw Hill-Interamericana
19. Tusell, F. (2011). *Análisis de Regresión Introducción Teórica y Práctica basada en R*. Bilbao, España: Pearson Educación.
21. Verdoy, P. J., Beltrán, M. J., y Peris, M. J. (2015). *Problemas resueltos de estadística aplicada a las ciencias sociales*. Castellón de la Plana, España: Publicacions de la Universitat Jaume I.