



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO

TESIS

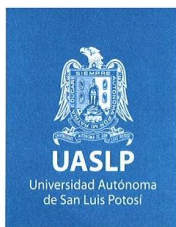
Desarrollo de una técnica de previsión de ventas para la toma de decisiones estratégicas utilizando métodos de pronósticos, aplicada en una empresa comercializadora de instrumentos científicos

Que para obtener el grado de:
Maestro en Planeación Estratégica e Innovación

Presenta:
IBQ Adriana de Jesús Arguelles Flores

Asesor:
Dr. Héctor Méndez Azúa
Coasesor:
Dr. Juan Manuel Izar Landeta





19 de enero de 2023

**IBQ. ADRIANA DE JESÚS ARGÜELLES FLORES
P R E S E N T E**

En atención a su solicitud de Temario, presentada por los **Dres. Héctor Méndez Azúa y Juan Manuel Izar Landeta**, Asesor y Coasesor de la Tesis que desarrollará Usted, con el objeto de obtener el Grado de **Maestro en Planeación Estratégica e Innovación**, me es grato comunicarle que en la sesión del H. Consejo Técnico Consultivo celebrada el día 19 de enero del presente año, fue aprobado el Temario propuesto:

TEMARIO:

“Desarrollo de una técnica de previsión de ventas para la toma de decisiones estratégicas utilizando métodos de pronósticos, aplicada en una empresa comercializadora de instrumentos científicos”

Introducción.

1. Panorama general de la comercialización de instrumentos científicos.
2. Desarrollo de la técnica para la previsión de ventas utilizando métodos de pronósticos.
3. Validación de la propuesta en un caso de estudio.

Conclusiones.

Referencias.

Anexos.

“MODOS ET CUNCTARUM RERUM MENSURAS AUDEBO”

A T E N T A M E N T E

**DR. EMILIO JORGE GONZÁLEZ GALVÁN
DIRECTOR**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN



www.uaslp.mx

Av. Manuel Nava 8
Zona Universitaria • CP 78290
San Luis Potosí, S.L.P.
tel. (444) 826 2330 al39
fax (444) 826 2336

Copia. Archivo
*etn.

“UASLP, más de un siglo educando con autonomía”



FACULTAD DE
INGENIERÍA



CENTRO DE
INVESTIGACIÓN
Y ESTUDIOS
DE POSGRADO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA

Área de Investigación y Estudios de Posgrado

Aclaración

El presente trabajo que lleva por título: Desarrollo de una técnica de previsión de ventas para la toma de decisiones estratégicas utilizando métodos de pronósticos, aplicada en una empresa comercializadora de instrumentos científicos.

se realizó en el periodo Enero de 2022 a Enero de 2023 bajo la dirección del Dr. Héctor Méndez Azua y Co dirección del Dr. Juan Manuel Izar Landeta.

Originalidad

Por este medio aseguro que he realizado este documento de tesis para fines académicos sin ayuda indebida de terceros y sin utilizar otros medios más que los indicados.

Las referencias e información tomadas directa o indirectamente de otras fuentes se han definido en el texto como tales y se ha dado el debido crédito a las mismas.

El autor exime a la UASLP de las opiniones vertidas en este documento y asume la responsabilidad total del mismo.

Este documento no ha sido sometido como tesis a ninguna otra institución nacional o internacional en forma parcial o total.

Se autoriza a la UASLP para que divulgue este documento de Tesis para fines académicos.

Nombre y Firma del autor

C. Adriana de Jesús Arguelles Flores

Resumen

Este trabajo de tesis presenta la propuesta de una técnica para la elaboración de previsiones, especialmente en empresas dedicadas a las ventas, que tengan como objetivo cumplir con sus metas o aumentarlas. En la técnica se desarrollaron cuatro etapas, la primera enfocada en el estudio de la situación actual, donde se observó el comportamiento del mercado y los principales factores asociados al cumplimiento de las ventas. La segunda y tercera etapa estuvieron enfocadas al desarrollo y prueba de la técnica, tomando como base modelos de pronósticos planteados por otros autores; y, por último, en la fase cuatro fue validada la técnica en un caso de estudio. Los resultados obtenidos mostraron que el uso de la técnica permite que las previsiones sean utilizadas en la toma de decisiones estratégicas, ya que involucra el comportamiento histórico del mercado, el crecimiento de las ventas y variables asociadas.

Palabras clave: *Pronósticos / Planeación de ventas / Series de tiempo /Holt-Winters / Suavizamiento exponencial / Toma de decisiones / planeación estratégica.*

Abstract

This research work proposes a technique for the elaboration of sales forecasting, especially for business dedicated to merchandising, looking for increase their goals. For this technique, four stages were developed, the first one is focused on the study of the current situation, where the market behavior and the main factors associated with the fulfillment of sales were observed. The second and third stages were focused on the development and testing of the technique, based on forecasting models proposed by other authors; and finally, in phase four, the technique was validated in a case study. The results obtained showed that the use of the technique allows forecasts to be used in strategic decision making, since it involves the historical behavior of the market, sales growing and associated variables.

Keywords: *Forecast / Sales Planning / Time series forecasting / Holt-Winters / Exponential smoothing / Decision making / Strategic planning.*

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, al posgrado en Planeación Estratégica e Innovación y a su equipo de profesores, quienes mediante sus conocimientos me brindaron una educación posgradual de primera.

A mi asesor el Dr. Héctor Méndez Azua, por su profesionalismo para guiarme durante la elaboración de esta tesis y transmitirme sus conocimientos personales y profesionales. Agradezco también por el tiempo y esfuerzo dedicado que sin duda fue uno de los motores más importantes para la conclusión de este proyecto. Especialmente por el apoyo moral que fue de gran ayuda en los momentos difíciles de este camino.

A mi coasesor el Dr. Juan Manuel Izar Landeta, por transmitirme sus valiosos conocimientos profesionales acerca de los pronósticos y llevarme de la mano en su elaboración y utilización en mi trabajo de tesis. Agradezco también por la paciencia y apertura que siempre tuvo para asesorarme y entender las necesidades de este proyecto.

A mis sinodales la Dra. Karla Ximena Vargas y al Dr. Adolfo Medellín, por participar en el comité de evaluación de este trabajo y por hacer las observaciones pertinentes dentro del mismo.

Agradezco a la empresa donde laboro por permitirme y darme los medios para que este proyecto se llevara a cabo. A mis compañeros Karla, Viviana, Paulina, Claudia y Horacio, por siempre estar dispuestos a apoyarme, por las recomendaciones, la experiencia compartida y por el impulso para que este trabajo saliera adelante.

Dedicatoria

A mis maestras de vida, dedico esta tesis a mi abuela Lucía y a mi madre Carlota, quienes han sido un ejemplo de esfuerzo, profesionalismo y dedicación. Gracias por ser la fortaleza de mi vida.

No temas, porque yo estoy contigo, no te inquietes, yo te fortalezco, te ayudo y te sostengo.

Índice

Introducción	1
1. Panorama general de la comercialización de instrumentos científicos	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Problemática	7
1.3 Justificación.....	16
1.4. Hipótesis.....	19
1.5. Objetivos	20
1.5.1. Objetivo General.....	20
1.5.2. Objetivos específicos.....	20
1.6. Alcance.....	21
1.7. Marco teórico.....	22
1.7.1. Marco conceptual	22
1.7.2. Marco de referencia.....	24
1.7.3. Marco metodológico.....	29
2. Desarrollo de la técnica para la previsión de ventas utilizando métodos de pronósticos	42
2.1. Diseño metodológico	42
2.1.1. Nivel de la investigación.....	42
2.1.2. Diseño de la investigación.....	42
2.1.3. Población y muestra.....	43
2.2. Marco metodológico.....	45
2.2.1. Diseño experimental	45
2.3. Técnica para la elaboración de previsiones de ventas.	46
2.4 Desglose de la técnica para la elaboración de previsiones de ventas.....	48
2.4.1. Fase 1: Análisis situacional	48
2.4.2 Fase 2: Diseño de la técnica	51
2.4.3 Fase 3: Implementación de los modelos en datos históricos y periodo de prueba.....	56
2.4.4: Fase 4: Análisis de resultados, validación y conclusiones.....	61
2.5 Selección de herramientas a utilizar	62
2.6 Definición de indicadores	64
2.7 Plan de implementación	67
3. Validación de la propuesta en un caso de estudio	70
3.1. Fase 1: Análisis situacional.....	70
3.1.1. Actividad 1.1. Recolección de datos históricos y análisis de la información.....	70

3.1.2. Actividad 1.2. Graficar los datos en series de tiempo definidas	74
3.1.3. Actividad 1.3. Analizar los datos históricos estadísticamente (ajuste de datos)	80
3.1.4. Actividad 1.4. Elaboración de encuesta y análisis de información	83
3.1.5. Actividad 1.5. Identificación de las causas más frecuentes y relevantes que influyen en el comportamiento del mercado	84
3.1.6 Actividad 1.6. Planteamiento de escenarios	85
3.2 Fase 2: Diseño de la técnica	87
3.2.1. Actividad 2.1. Identificar modelos de previsión acordes al comportamiento de los datos	87
3.2.2. Actividad 2.2. Construcción de la técnica	95
3.2.3. Actividad 2.3. Desarrollo de la técnica	99
3.3 Fase 3: Implementación de los modelos en datos históricos y periodo de prueba	101
3.3.1. Actividad 3.1. Aplicación de los modelos en datos históricos.....	101
3.3.2. Actividad 3.2. Evaluar la respuesta del modelo en los datos históricos	131
3.3.3. Actividad 3.3. Corrección y prueba de parámetros de ajuste del modelo.....	137
3.3.4. Actividad 3.4. Probar el modelo en datos recientes, donde se evalúe la previsión y el resultado	156
3.4 Fase 4: Análisis de resultados, validación y conclusiones	172
3.4.1. Actividad 4.1. Análisis de resultados. Validación y justificación del funcionamiento de la técnica	173
Conclusiones	177
Referencias.....	180
ANEXOS	183
<i>Anexo 1: Encuesta</i>	<i>184</i>
<i>Anexo 2: Resultados de la encuesta</i>	<i>186</i>

Introducción

En este trabajo se estudia la importancia de una técnica que incluya la aplicación de métodos de pronósticos, en la adecuada planeación de las empresas dedicadas al rubro de ventas. Todas las empresas ya sean manufactureras o no manufactureras requieren de vender sus productos para poder crecer, para abordar de la forma correcta las ventas se deben tener objetivos establecidos, que sean acordes a la visión de la empresa, utilizando métodos de pronósticos que apoyen a la creación de previsiones para el cumplimiento de estos objetivos.

En muchas ocasiones las empresas no cuentan con previsiones diseñadas; generan sus objetivos basados en la ambición de crecimiento y lanzan cotizaciones sin un fin específico, lo que provoca el trabajo excesivo para cumplir en el mejor de los casos con un objetivo reducido o algunas veces no cumplirlo, dando seguimientos que no rendirán frutos e incluso agotando a sus clientes con posibilidades que no existen.

Por ello las previsiones basadas en pronósticos toman un sentido muy relevante, cuando la empresa quiere crecer sus ventas y lo quiere hacer de una forma ordenada; si se diseñan pronósticos certeros, los directivos e inversionistas podrán tomar decisiones adecuadas sobre el rumbo que toma la organización y sobre el capital disponible que tiene y que genera.

En esta tesis se abordan los tipos de previsiones existentes, se analizan métodos de pronósticos más comúnmente utilizados para la generación de previsiones, también se estudian trabajos basados en la utilización de pronósticos para diferentes aplicaciones, los cuales han tenido resultados satisfactorios con sus propuestas y la metodología que se propone para el desarrollo de la técnica.

Este documento de tesis está organizado en tres secciones. En la primera, se presenta el contexto de este trabajo, donde se aborda la problemática general de la comercialización, específicamente la comercialización de instrumentos científicos. En este mismo capítulo se presentan los objetivos y la hipótesis que propone este trabajo de tesis. En el capítulo 2 se presenta el desarrollo metodológico que desemboca en la propuesta de la técnica para las previsiones de ventas, donde se presentan las acciones que la sustentan.

En el capítulo 3 se muestra la validación de la propuesta mediante su aplicación en un caso de estudio y, finalmente, este documento de tesis termina con la presentación de las conclusiones.

1. Panorama general de la comercialización de instrumentos científicos

1.1 Antecedentes

La comercialización de productos en México es una de las actividades principales en las que muchas empresas han encontrado su nicho, introduciendo eficazmente un producto a un sistema de mercado y encontrando las mejores estrategias para su distribución; la Secretaría de Economía (2010) describe la actividad como la inserción de empresas nacionales a los mercados, mediante estrategias que les permitan identificar potenciales y competir entre ellas, buscando satisfacer al cliente y cada día desarrollar estándares más altos de calidad en el servicio.

La comercialización de productos científicos llega con la necesidad de crecer científica y tecnológicamente el país, las primeras actividades se enfocaron en adquirir equipos con tecnología avanzada en países del extranjero y distribuirlos en México, a diferentes industrias y principalmente centros de investigación y desarrollo, a medida que los sectores público y privados fomentaron políticas de innovación y con la apertura comercial en 1990, el mercado se centró en incrementar la productividad, calidad y competitividad, al aumentar estos factores también aumentaba exponencialmente la necesidad de cada vez tener instrumentos más sofisticados para pruebas de laboratorio, es así como nacen muchas empresas dedicadas a esta actividad (Valenti Nigrini *et al*, 2011).

La empresa de estudio es una de las comercializadoras más antiguas de instrumentos para laboratorio en México, su mercado se centra en el área metropolitana de la capital del país, estados como Puebla, Veracruz, Querétaro, San Luis Potosí, Michoacán, Guanajuato, Guadalajara y Aguascalientes. Se podría decir que se encuentra el fuerte de su mercado en el centro del país; esta distribución se debe a que en estas zonas se encuentran los desarrollos industriales más importantes de la economía en México, de ahí la importancia de su presencia en esta zona.

El mercado es muy variado, ya que los instrumentos de laboratorio son utilizados con fines profesionales y educativos, en las industrias: alimentaria y de bebidas, ambiental, automotriz, minera, agroindustrial, principalmente; estos mercados tienen comportamientos diferentes según los regímenes de inversión y gasto al que cada uno se ve expuesto.

El ámbito educativo se encuentra regido por los presupuestos que el gobierno, logra destinar con fines de investigación y desarrollo de las instituciones; en los últimos datos de 2013 solo se recibieron 0.3% del PIB, que significa 279 millones de pesos, a partir del 2017 este porcentaje disminuye al 0.1%, quedando en 0.2%, el dato más reciente del año 2020 donde la inversión es de 102,111.9 millones de pesos, los cuales son distribuidos a todas las instituciones de nivel superior y centros de investigación del país; montos que no son destinados en su totalidad a la compra de instrumentos científicos, sino que son divididos en los gastos generales, abordando también el rubro de las compras. (Business International, 2003). De acuerdo con el informe del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (2020) A partir de 2019, 2020 y lo correspondiente a 2021 se han presentado las crisis más importantes en cuanto a inversión en ciencia, y que ha dejado un panorama desfavorable para las empresas dedicadas a la comercialización de instrumentos.

El sector industrial por su parte funciona un poco diferente ya que están regidos por los proyectos de inversión que los directivos o socios de las empresas autorizan con fines de crecimiento, desarrollo de nuevos productos, aumento de calidad, seguridad e higiene industrial etc. De acuerdo al último reporte del INEGI en Abril del 2021, los estados con un crecimiento industrial en aumento comparado con el 2020, fueron Chiapas (3.7%), Jalisco (0.9), Nuevo León (0.7%), Querétaro (3.2%), San Luis Potosí (1.2%), Tabasco (5.4%), Tlaxcala (6.6%), Veracruz (3.1%) y Yucatán (0.7%), todos los demás estados sufrieron un decreciente en sus actividades industriales; estratégicamente los principales estados que influyen las ventas de la empresa en estudio tuvieron un aumento en sus actividades.

El crecimiento industrial aumenta las exigencias de calidad del mercado y con ello la necesidad de las empresas de satisfacer a los clientes, con productos más avanzados y detallados, con ello se ve beneficiado el sector de la comercialización, específicamente del ramo de la instrumentación; ya que se ven obligadas las industrias a sofisticar la pruebas que

mejoren las características de sus productos, con el fin de tener grados más altos de calidad e incluso de obtener certificaciones que los posicionen en el mercado.

Las oportunidades de las comercializadoras nacen cuando comienzan los proyectos de inversión de las empresas, los financiamientos en ciencia y tecnología para el sector educativo o bien en la actualización de recursos, atendiendo siempre a las nuevas demandas de calidad o a nuevos desarrollos; cuando la requisición de parte del cliente es atendida por un grupo de técnicos de servicio al cliente, dependerá del desarrollo tecnológico que se pueda ofrecer, el precio y la empatía en la negociación, lo que ayude en un corto o mediano plazo, a estar un paso adelante de la competencia y lograr la fidelización del cliente.

Ante estos nuevos retos y la alta competencia, se deben generar estrategias adecuadas para la prospección de clientes, búsqueda de oportunidades de venta, seguimiento de cotizaciones y plantear objetivos reales, que permitan la permanencia de la empresa en el mercado y su estabilidad dentro de este.

La empresa aquí estudiada por mucho tiempo ha utilizado métodos intuitivos para planificación de ventas, pronósticos y manejo de inventario, mismos que han trabajado mediante la experiencia de sus directivos y gerentes, los datos históricos y su necesidad de crecimiento.

La forma de trabajar de la empresa estudiada es la siguiente. Los equipos de ventas tienen asignado un presupuesto anual, que previamente han definido en conjunto las áreas directivas. Este objetivo es dividido en los meses del año de una forma estratégica, es decir no siempre se tiene el mismo porcentaje que cumplir; se ha hecho un estudio donde se identificó en que meses se tienen mayores ventas y de esa forma se fraccionó ese objetivo anual. Actualmente se tienen 3 formas diferentes de presentar los reportes de pronóstico para cumplimiento del objetivo mensual, específicamente en el área de ventas, todas siguiendo “el compuesto mixto de la fuerza de ventas” que no dependen de enfoques analíticos, cuantitativos y complicados, aquí entran las expectativas del usuario, este compuesto mixto de la fuerza de ventas, toma datos que el área proporciona sobre la cantidad que busca vender

(Serrano, 2020), es decir una apreciación de lo que los vendedores consideran cerrar en un tiempo determinado.

Las oficinas foráneas de ventas presentan un listado de cotizaciones con montos de ventas y un porcentaje probable para cierre en el mes que se esté evaluando, este análisis lo presentan los equipos de ventas a sus gerentes a inicio del mes y conforme el mes avanza este documento se retroalimenta con la información que se obtiene de los seguimientos (llamadas, correos, visitas, etc.), el cálculo empírico del monto que se debe incluir en esta previsión, y debe ser aproximadamente el doble del objetivo de venta de ese mes.

Las carteras o equipos de venta en la oficina matriz solo hacen llegar a sus gerentes un aproximado de cumplimiento que se tendrá, basado también en el objetivo de venta establecido.

El área de nuevos negocios lo hace un tanto diferente ya que utiliza el embudo de ventas, que es una técnica rústica para asignar una fecha aproximada de cierre a cada cotización, de esa forma los gerentes pueden filtrar sus reportes, mediante la fecha que se tenga establecida para cierre.

Los reportes antes mencionados son poco certeros ya que depende totalmente de la habilidad del vendedor para definir, dar seguimiento y cerrar una venta, se pretende que basados en los métodos cualitativos y cuantitativos, apoyados con la probabilidad y estadística, se estudie el comportamiento de la empresa frente al mercado y de esta forma se definan factores variables y poco variables para robustecer esta metodología de forma estratégica, pronosticar correctamente y que esto sea reflejado en alcanzar y aumentar los objetivos de ventas.

1.2 Problemática

Cada día, la globalización contribuye a que las empresas dedicadas a la comercialización de productos se encuentren con un panorama cada vez más difícil. En México hay cerca de 30 empresas dedicadas a la distribución de material y equipo de laboratorio, contando que el mercado direccionado para este tipo de empresas es la industria alimentaria, agroalimentaria, automotriz, cosmética, medica, aeronáutica, metalúrgica, minera, etc.

Las inversiones de estas industrias crecen día con día, es decir el mercado crece y la competencia también lo hace de forma proporcional; bajo este suceso las empresas se ven forzadas a mejorar sus procesos y aplicar herramientas que les ayuden a atacar el mercado de una forma más adecuada.

Los pronósticos son sin duda herramientas que ayudan a potencializar el crecimiento de las empresas, mejorar sus ventas, posicionamiento en el mercado, etc., sin embargo, cuando no se plantean las estrategias adecuadas que lo definen, pueden darnos información errónea sobre las predicciones futuras.

Actualmente la empresa de estudio cuenta con una plataforma para gestión de la relación con el cliente (CRM, por sus siglas en ingles), esta herramienta ayuda a tener una forma ordenada de los proyectos que se tienen y las fechas de cierre de estos, esta fecha de cierre da un panorama general de cuánto tiempo tarda en evolucionar un proyecto de su nacimiento hasta su cierre de venta. El proceso que se sigue actualmente de venta se puede visualizar en la

Ilustración 1.

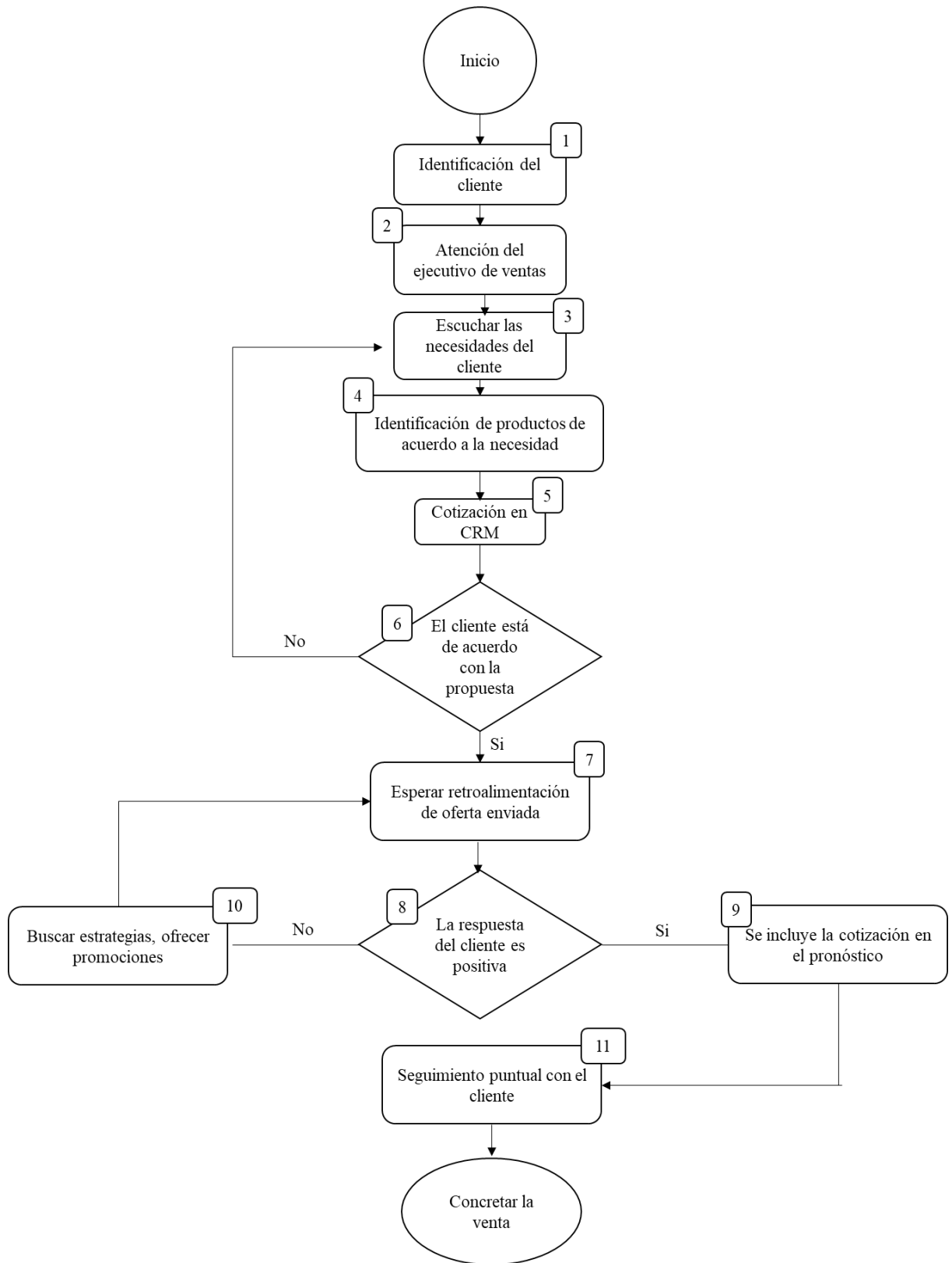


Ilustración 1. Diagrama de proceso de venta

El diagrama de proceso de venta comienza cuando el cliente hace llegar su solicitud de cotización. Una vez que esta solicitud llega, el equipo de ventas y servicio al cliente se encargan de escuchar las necesidades del cliente, se obtiene la mayor información posible con la finalidad de ofrecerle el producto adecuado. Cuando el o los productos son identificados, se elabora la cotización formal, para posteriormente hacerla llegar al cliente, después se espera la retroalimentación por su parte, sobre las características técnicas del producto o precio.

Lo presentado en la **Ilustración 1**, se refiere al correcto flujo que deben seguir las cotizaciones o proyectos de venta que se generen, sin embargo, la realidad es que en el rombo número 8, comienza el verdadero reto, ya que no siempre se tiene respuesta o seguimiento de las cotizaciones. Si se recibe esta retroalimentación, y ésta es positiva, entonces la cotización se incluye en el pronóstico con una fecha y porcentaje estimados de cierre (a corto o mediano plazo); posteriormente se obtiene la orden de compra y se concreta el proyecto. Si no se recibe retroalimentación o ésta es negativa, se recurren a estrategias puntuales que apoyan a una modificación en la cotización, o que incentiven al cliente a comprar, ofreciendo promociones, mejora en las condiciones comerciales, etc.

Los pronósticos actualmente no son certeros y no permiten que las gerencias de ventas y otros departamentos puedan planear su crecimiento o incluso tomen decisiones erróneas de inversión basadas en datos que no son funcionales. Los pronósticos actualmente han generado problemas de cumplimiento de objetivos, ya que se elaboran de una forma empírica y desorganizada ya que cada departamento sigue sus propios estándares. A continuación, se detalla como los realizan.

Un pronóstico de ventas de un mes determinado se realiza conociendo primero el objetivo de venta que ha sido establecido ya por la gerencia comercial; posteriormente se evalúa las cotizaciones que el vendedor considere que tienen una alta probabilidad de cerrar en el mes que se busca cumplir, solo deben incluirse la cotizaciones de las cuales se haya recibido retroalimentación positiva por parte del cliente y que de acuerdo a la experiencia del vendedor, detecte más de un 50% de probabilidad de cerrar. Este pronóstico suma el doble del objetivo a inicios de mes, con la finalidad de que a medida que el mes avanza los

seguimientos ayuden a que este pronóstico cada vez se vuelva más fino y que las cotizaciones que se incluyan en el pronóstico final sean las que en realidad serán vendidas. Para pulir este proceso el vendedor tiene del 1ro al 15 de cada mes para definir su pronóstico final; los gerentes hacen una evaluación del avance en el cumplimiento del objetivo de venta mensual, ya que CRM y el sistema de ingreso de pedidos se encuentran sincronizados. El proceso antes mencionado se representa detallado en la **Ilustración 2**.

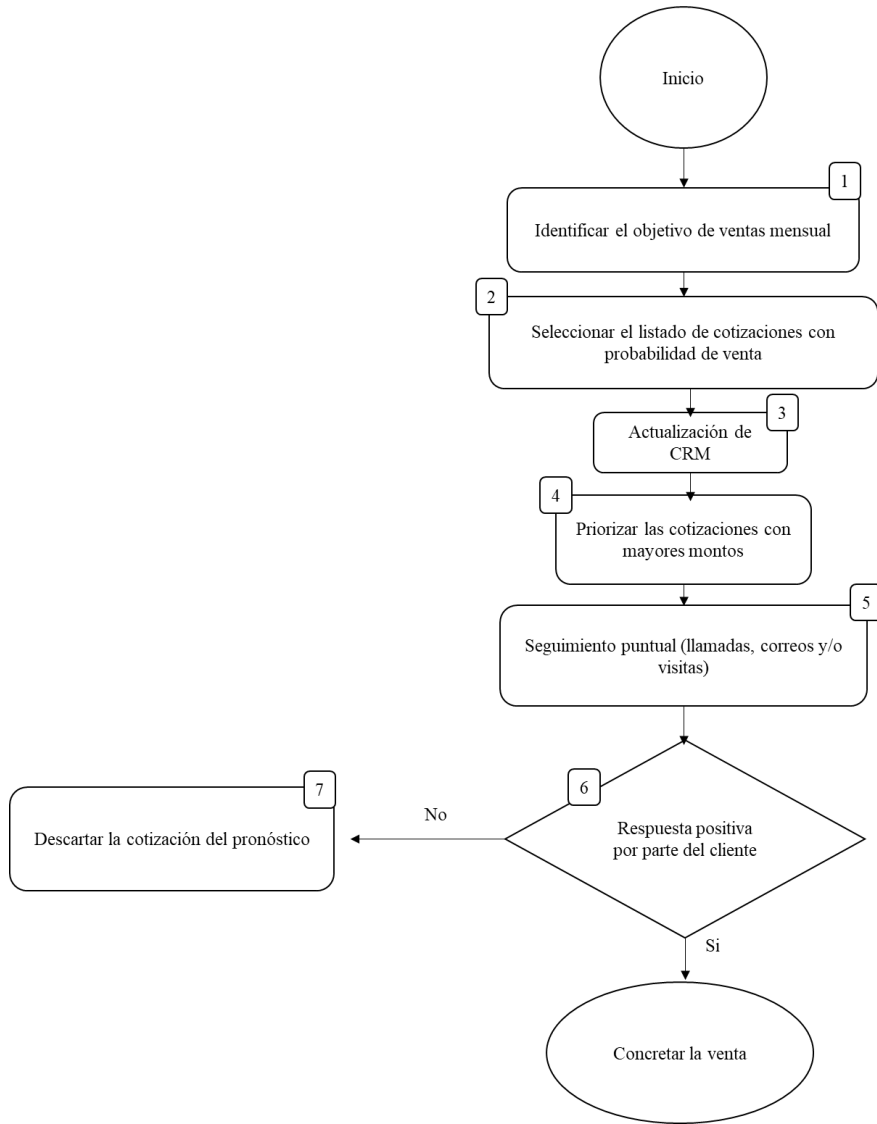


Ilustración 2. Diagrama de pronóstico intuitivo

Idealmente el proceso de previsión sigue el flujo mencionado en la **Ilustración 2**, sin embargo, la realidad es que en el recuadro 2, el equipo de ventas no siempre selecciona las cotizaciones adecuadas para cierre, puede ser conservador incluyendo pocas cotizaciones o puede ser aventurero y seleccionar un número de cotizaciones amplio que no permita incluso a los equipos de ventas tener un control adecuado de seguimientos.

Otras veces el problema se encuentra en el recuadro 4 donde los vendedores priorizan los seguimientos y la atención que debe darse a los proyectos de forma inadecuada; suelen gastar sus recursos en cotizaciones de montos pequeños, que no los ayudarán a cumplir su objetivo, descuidando las cotizaciones de montos importantes que pueden traer un beneficio mayor.

En el rombo número 6, se detecta un cuello de botella, ya que desde que el proceso de cotización comienza hasta que se llega a una respuesta por parte del cliente se atacan varias estrategias que la empresa tiene diseñadas, sin embargo, aún con estas estrategias no siempre el cliente retroalimenta el estatus del proyecto, incluso en la espera de esta retroalimentación se puede tener presencia de la competencia, misma que descalifique la oferta. Cuando no se recibe retroalimentación es complicado incluir o descartar de las previsiones una cierta cotización, ya que no se conoce la probabilidad de cierre y tampoco se tiene la confianza necesaria de información para que sea altamente probable la obtención de la orden de compra; los seguimientos se convierten en un re trabajo y al final los resultados que se obtienen del pronóstico planteado no cumplen ni en un 50%, lo que se pronosticó vender contra lo que en realidad se vendió.

Las previsiones han generado problemas para la empresa, ya que los vendedores generan las previsiones que hacen llegar a sus gerentes encargados, documentos donde se encuentra un listado de cotizaciones de montos variados; la gerencia de ventas presenta su previsión a la gerencia comercial para que finalmente la información llegue a finanzas, y ellos preparen los gastos que se tendrán para solicitar material con el fabricante, montos que no cumplen o que los exceden y esto genera que no se pueda tener un balance correcto para prever los gastos que la empresa tendrá.

Por otro lado la gerencia comercial da aviso a compras para que se prevengan solicitando mejores precios a proveedor y preparen las pre órdenes, de esta forma sea más rápida la solicitud final; desafortunadamente esta forma de trabajo no ha funcionado ya que se ha podido observar que los equipos de ventas elaboran su previsión a inicio del mes, lo presentan con la gerencia, cumplen su objetivo de ventas pero no con la cotizaciones que estaban incluidas en su reporte de previsión inicial, en este caso si compras generara las órdenes formales para los proveedores, se caería en errores donde se solicita material que finalmente

no sea vendido, trayendo problemas de sobre abastecimiento de equipos o materiales en particular.

Las gerencias por su parte se han visto afectadas cuando han decidido tomar estrategias de cierres mensuales, que incluyen enviar promociones a clientes determinados que se encuentran en la previsión de un mes definido; el departamento de marketing envía las promociones a los clientes que ventas determinó que los incentivara a comprar y al final no se logra persuadir al cliente para la venta, ya que el vendedor no identifico de forma correcta la probabilidad de cierre; para este momento tanto las gerencias como marketing habrán gastado sus recursos en el envío de las promociones que no rinden los frutos esperados.

Entonces, si no se tiene una retroalimentación por parte del cliente y seguimientos adecuados por los vendedores, se tiene un déficit de información importante que no permite que se elaboren previsiones con un nivel de exactitud adecuado.

Otro punto importante es que además de este flujo de proceso del departamento de ventas, existen otros departamentos involucrados que realizan los pronósticos bajo sus propios criterios y necesidades, existen 5 departamentos estrictamente involucrados en el proceso de suministro y venta, los cuales son compras, marketing, logística y finanzas.

El personal de compras se basa en su experiencia y en el histórico de ventas principalmente, para prever las adquisiciones de materiales e instrumentos que se tienen en disponibilidad inmediata. Otro de los factores que permite definir qué productos considerar en su pronóstico de compras es el comportamiento del mercado en el mundo, el incremento del tipo de cambio en las monedas en las que la empresa adquiere sus productos en el extranjero, la demanda que cada proveedor tiene de fabricación, promociones de los proveedores que pueden ayudar a que la empresa tenga más utilidad en cierto producto, acortar los tiempos de entrega como estrategia para traer más proyectos a la empresa y otras de menor relevancia.

Logística por su parte es el departamento encargado de hacer llegar al cliente todo lo que se ha concretado en una orden de compra y realizan sus pronósticos tomando información del sistema y programando las entregas por zonas, a fin de reducir los costos. En este departamento, las mermas se pueden visualizar cuando hay entregas inmediatas no

programadas por que el resto de los departamentos no ha calculado los tiempos, acorde a la planeación.

Finanzas, quien desarrolla los presupuestos, lo hace con base a las necesidades y requerimientos de los directivos y marketing que es el departamento encargado del posicionamiento en el mercado y de la búsqueda de nuevos prospectos. Lo hace de una forma general, estableciendo sus pronósticos por zonas, por secciones de mercado y haciendo un sondeo de las zonas que más desarrollo requieren según los objetivos territoriales que la empresa tiene. Esto conlleva a tener diversos pronósticos de cada área sin lograr un consenso que dé información certera y precisa a todos los departamentos.

Se cree que la fuerza de ventas es el área de donde debe provenir la información, que al resto le ayudará a tener mejores cálculos de las inversiones que la empresa debe tener para satisfacer las necesidades del cliente en tiempo y forma y en consecuencia aumentar las ventas.

Entonces, planteando que se conocen los tiempos de inicio y cierre de proyectos, la incógnita se encuentra en lo que sucede desde que el cliente solicita la cotización hasta que esa cotización se convierte en una venta. En ese abismo de información es donde se encuentra la necesidad de desarrollar este proyecto que hasta el momento ha sido calculado con base al criterio del personal.

Es así como el desarrollo de los pronósticos se utilizará para generar una estructura de toma de decisión que genere una política de abastecimiento y de disminución de costos operativos, generando una técnica para la elaboración de pronósticos que cumpla con los requerimientos de las áreas involucradas y que tenga exactitud, sin implicar una inversión extra y utilizando las herramientas con las que ya se cuentan en la empresa.

Es preciso identificar los parámetros que influyen en el vendedor para colocar los proyectos en el embudo de ventas, pensando en que cierto número de proyectos se ingresan con una probabilidad de venta específica, a medida que el tiempo avanza se desarrolla al cliente para que esta probabilidad cada vez se haga más grande y se logre obtener la orden de compra a favor de la empresa, una vez que se hayan definido estos parámetros se pretende construir un

método de pronósticos, adaptado con la forma de operación de la empresa, que ayude a los vendedores a crecer la probabilidad y que los objetivos de venta que finanzas ha planteado se cumplan exitosamente y que a su vez esta información que dará el pronóstico sirva para que compras y logística hagan la planeación estratégica de sus actividades, compras obtenga mejores precios por parte de proveedor, tiempos de solicitud de material más efectivos y mejores planeaciones de logística que den como resultado la disminución de costos operativos.

1.3 Justificación

De acuerdo con el planteamiento anterior, este trabajo tiene por objeto identificar los parámetros internos y externos que contribuyen en la toma de decisión de un vendedor. Para crear sus pronósticos de venta en un corto o mediano plazo, es importante conocer estos parámetros ya que la fuerza de ventas es la que tiene la información de primera línea, debido al contacto cercano con el cliente; entonces, si este departamento alimenta de forma correcta la información a la empresa, se podrán lograr pronósticos más efectivos, no sólo para el área de ventas, sino para las demás áreas de influencia.

Las áreas que se verán impactadas positivamente con el desarrollo de este trabajo son: la dirección, fuerza de ventas, marketing, compras y logística:

Dirección: a nivel directivo se alcanzarán o rebasarán los objetivos de venta, lo que resulta con un beneficio financiero;

Fuerza de ventas: les permitirá identificar la probabilidad de que una cotización se convierta en una venta y mejorar el cumplimiento de objetivos establecidos mes con mes; se puede afirmar que será el departamento con mayor beneficio en la organización, ya que si se plantean los parámetros claramente que se deben seguir para seleccionar los proyectos, su trabajo será más organizado, podrán mejorar sus tiempos de seguimiento y por supuesto los resultados en el cumplimiento de sus objetivos de ventas.

Los parámetros antes mencionados toman mucha relevancia ya que en la empresa estudiada se toma la decisión de una forma empírica, es decir por motivación personal de cada equipo de ventas. A muchos vendedores los motivan las fechas de cierre de recursos que las empresas en las que distribuyen ya tienen definidas, otros identifican esta fecha aproximada de cierre por comentarios expresos de los compradores, usuarios o áreas directivas con los que tiene contacto dentro de las industrias.

Algunas metodologías empíricas que se siguen en ese departamento tienen que ver con la importancia del proyecto en el cumplimiento de sus objetivos, es decir seccionan su embudo

de ventas basados en los montos mayores, de millones, cientos de miles o miles de pesos y deciden priorizar los seguimientos basados en este criterio.

Gerencias de ventas: les ayudará a tener una visión anticipada de lo que sus equipos de ventas a cargo lograrán concretar en un periodo determinado e identificar a tiempo cuando se tengan problemas de logro de objetivos, para buscar soluciones;

Marketing: les permitirá seccionar de una forma más ordenada las campañas pagadas, apoyando al desarrollo de ciertas zonas geográficas con nuevos clientes;

Compras: con el ahorro de tiempo de llegada de material, oportunidad de consolidar y reducir los gastos de importación de los productos.

Se beneficiará debido a que podrán hacer mejores planeaciones de solicitud de material a fabricantes en el extranjero. Este punto tiene una gran importancia, ya que, si se hace una planeación correcta de los instrumentos que se estarán vendiendo mensualmente basados en los pronósticos de los vendedores, podrán solicitar consolidados de material, lo que reducirá los costos de fletes internacionales, es decir si mayor material es solicitado en un solo embarque, el precio del flete se prorratea entre todos los instrumentos y lo reduce considerablemente. Además del ahorro en esta actividad, el beneficio que se tendrá para el área de ventas es que si compras se previene con el surtimiento del material, se pueden ofrecer tiempos de entrega más cortos con el cliente, esto a su vez puede ser utilizada como una estrategia de venta muy eficaz, pues a todas las empresas les gusta tener en un menor tiempo el material que solicitan y hacer planeaciones de actividades más certeras.

Logística: le ayudará a tener una planeación que reduzca gastos operativos en actividades improvisadas. Pueden hacer planeación de ingreso de material a almacén, mejorar los tiempos de entrega, también se puede reducir las entregas especiales o inmediatas por conflictos de tiempo retardado con el cliente, los puntos antes mencionados se traducen también en ahorro de recursos, ya que otras investigaciones han comprobado que gran parte de las utilidades de cada producto se consume en los gastos operativos de la empresa.

El área financiera tiene también una implicación positiva en el desarrollo de este proyecto, aunque no colabora de forma directa con la creación de las previsiones, se beneficia cuando las áreas anteriores logran establecer tiempos más cortos y mejor planeados, los productos se podrán entregar con mayor rapidez y el nivel de facturación y de ingresos monetarios para la empresa aumentará, esto tiene una influencia positiva en toda la empresa ya que se puede tener una mayor afluencia de recursos y mejorará la liquidez de la misma.

La mayor parte de las veces los recursos que se gastan en hacer planeaciones de ventas o pronósticos que al final resultan no ser tan certeros, involucran tiempo del personal, medios de comunicación utilizados para los seguimientos e incluso toma de decisiones sin fundamento, o cuando la selección de proyectos no es la adecuada y los recursos se gastan en seguimientos que no rendirán un fruto inmediato, que es lo que se busca resolver en la correcta elaboración de las previsiones.

Los beneficios que se estudiarán en la implementación de este proyecto principalmente se evaluarán en la operación de la empresa, sin embargo, los empleados también tendrán un beneficio personal, ya que, al ser una empresa comercializadora, su esquema de pagos de nómina se rige por la comisión de sus ventas concretadas. Entonces, si se aumentan las ventas, se factura y cobra con mayor rapidez, los colaboradores de la empresa lo ven reflejado en sus pagos mensuales lo cual los beneficiará como individuos y a las personas que de ellos dependen.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, este proyecto pretende la implementación de una técnica que apoye a construir previsiones con métodos de pronósticos. Esta técnica la podrán aplicar empresas del ramo comercializador, principalmente no manufacturero, que presenten problemas en la elaboración de sus pronósticos y cumplimiento de los objetivos de ventas; que cuenten con departamentos involucrados similares a los de la empresa de estudio, para que se pueda evaluar el impacto que tiene en una organización implementar modelos de este tipo. Permitirá crear previsiones que evalúen factores de relevancia para el negocio y que no solo se rijan por la distribución de sus datos históricos, lo que aumentara la exactitud comparada con lo que pueden ofrecer los métodos empíricos.

1.4. Hipótesis

La hipótesis propuesta para este trabajo de tesis es:

El estudio del comportamiento de los datos históricos, combinado con el análisis de la situación actual de una empresa y aplicando métodos de pronósticos, generará la información necesaria para el desarrollo de una técnica para realizar previsiones de ventas que permitan alcanzar los objetivos estratégicos de la empresa.

1.5. Objetivos

A continuación, se presentan los objetivos que pretenden alcanzarse en esta investigación y que son los necesarios para validar la hipótesis. Se tiene un objetivo general y objetivos específicos que en conjunto apoyan al cumplimiento del primero.

1.5.1. Objetivo General

El objetivo general establecido para este trabajo es:

Diseñar e implementar una técnica para la elaboración de pronósticos que atienda los parámetros involucrados en el proceso de venta de una empresa comercializadora de instrumentos científicos, a través de la cual sea posible definir los procedimientos y recursos necesarios para la previsión de ventas, además de apoyar el establecimiento de los objetivos de ventas y la toma de decisiones por parte de las gerencias.

1.5.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos que ayudarán al cumplimiento del objetivo general son:

1. Realizar un diagnóstico de los procesos con los datos históricos del departamento de ventas con la finalidad de analizar la situación actual.
2. Identificar los parámetros que intervienen en el comportamiento de los procesos de ventas en la empresa caso de estudio para utilizar esta información en el desarrollo de la propuesta metodológica.
3. Desarrollar la técnica de previsión apoyada en la utilización de metodologías de pronósticos de ventas, buscando ser más certeros en las previsiones de empresas comercializadoras de productos.
4. Aplicar la metodología desarrollada en un caso de estudio para validar los resultados de los modelos mediante la evaluación de indicadores.

1.6. Alcance

El desarrollo de este proyecto involucrará principalmente al departamento de ventas de una empresa comercializadora de instrumentos científicos, incluyendo a los vendedores y gerentes; ya que, de este departamento se obtendrá la información necesaria, para formular la técnica de previsión con un nivel de confianza aceptable, mismo que será presentado a la gerencia con el fin de pronosticar las ventas mensuales o anuales (de acuerdo con el periodo que se esté evaluando).

El desarrollo de este trabajo no representa una inversión monetaria por parte de la empresa, ya que se utilizarán los recursos con los que se cuentan. Los recursos prestados serán, los datos que incluyen: de objetivos de venta, previsión y ventas reales (anuales y mensuales); así como el tiempo por parte de las 6 personas antes mencionadas para las pruebas, desarrollo y evaluación.

Se espera que como resultado de la técnica que se diseñará, el departamento de ventas sea capaz de crear sus previsiones robustas, que permitan tener un horizonte certero del número de cotizaciones y seguimientos que se deben aplicar, para obtener el 100% de los objetivos de ventas o rebasarlos.

Se dispone de 18 meses para el desarrollo de este trabajo, de los cuales han transcurrido 6 meses en donde se desarrolló el contexto del trabajo y el planteamiento de la metodología preliminar, se pretende que una vez establecida y aceptada la metodología final que se seguirá para el desarrollo de este trabajo, tome un tiempo aproximado de un año; tiempo que permitirá tener 6 meses para la recolección de datos históricos y proponer la técnica, posteriormente 6 meses para aplicar la técnica en los equipos de ventas que se utilizarán como piloto; de esta forma se obtendrán resultados que comprueben su efectividad.

Respecto a los datos que tratará este trabajo, debido a la confidencialidad de la empresa caso de estudio, no se proporcionarán los datos reales, serán representativos para mostrar la eficiencia del modelo, sin incluir información sensible o estrategias que la empresa sigue para el cumplimiento de sus objetivos.

1.7. Marco teórico

Este capítulo del trabajo se divide en 3 apartados, tomando en principio una visión general de los pronósticos, sus técnicas y la experiencia en esta metodología estratégica, que impulsa el desempeño de la organización en estudio; la primera parte es un marco conceptual donde se abordan algunos conceptos que serán fundamentales a lo largo del trabajo para entender los métodos, la segunda parte es un marco referencial donde se habla de los pronósticos como herramientas, sus características, tipos y descripción, la última parte se refiere a un marco metodológico donde se abordarán métodos ya desarrollados por algunos autores que ayudarán a tomar el rumbo para la propuesta de la técnica que se pretende construir.

1.7.1. Marco conceptual

En este marco de conceptos se describen algunas palabras clave del área de ventas, que son fundamentales para la comprensión de los siguientes puntos de este escrito. Es común que en el rubro de estudio se tengan similitudes entre conceptos, por ello se hablará de su significado y las características más importantes.

Objetivo de venta: los objetivos se refieren a una meta medible y evaluada por los directivos de la empresa, pueden ser ventas por volumen, por ganancias, por gastos y por tipo de actividades, estas ventas son evaluadas en periodos específicos, sean diarias, semanales, mensuales o anuales (Vidal I Díez, 2003).

Pronóstico: un pronóstico no es un plan, sino una declaración y/o apreciación cuantificada de las futuras condiciones que rodean a una situación o materia en particular, basada en uno o más supuestos explícitos. Un pronóstico siempre debe manifestar en que supuestos se basa; por lo tanto, debe verse como uno de los insumos en el desarrollo de un plan de ventas e incluso en la administración de una compañía que puede ser aprobado o rechazado (Welsch, Hilton, & Gordon, 2005).

Embudo de venta: es todo el proceso de cierre de una venta, desde el momento de la cotización hasta la conversión final en una orden de compra y facturación (Sales Force Latinoamérica, 2019). Para este trabajo es importante conocer el término del embudo de

ventas, ya que es la técnica utilizada para la planeación de las previsiones de la empresa estudiada.

Previsión: es una predicción para calcular el volumen de ventas futuras. Una previsión de ventas es una proyección, una aproximación. No se puede predecir con exactitud cuánto se va a vender ni cuántos ingresos se van a generar, pero se puede hacer una estimación. La previsión de ventas es una conjetura de lo que puede suceder en un negocio (Escuela de negocios, 2016).

Plan de ventas: incorpora decisiones de la administración, las cuales se basan en el pronóstico, en otros insumos y en los juicios de la administración sobre conceptos relacionados como volumen de ventas, precios, esfuerzos de ventas, producción y financiamiento (Welsch, Hilton, & Gordon, 2005).

Prospección: Es la exploración de posibilidades futuras basadas en indicios presentes (Real Académica Española, 2021). En ventas se refiere a la búsqueda de nuevos clientes o proyectos que sean de interés para la empresa y que resulten una posibilidad de crecimiento futuro.

Una empresa dedicada a la comercialización de productos se rige por planeaciones de ventas, que son consideraciones generales de la empresa que definen su rumbo, en las planeaciones se tienen objetivos de ventas, que son los montos que se tienen definidos vender en un cierto periodo de tiempo, estos objetivos están definidos por los intereses de los directivos y son acordes a un pronóstico o monto analizado de acuerdo a los históricos que se han concretado en ventas; es una planeación basada en pronósticos que presenta una apreciación del crecimiento futuro de la organización. Los pronósticos son declaraciones que la empresa hace de los números que considera vender; para llegar a esos objetivos los equipos de ventas dan seguimiento a las cotizaciones de dos vertientes, la primera es de una cartera de clientes definida y la segunda tiene que ver con los prospectos de clientes o proyectos nuevos que puedan convertirse en ventas futuras.

Cuando se identifican estas oportunidades los equipos de ventas generan embudos que son el listado de oportunidades que se tienen a cierre en un periodo determinado (semanas,

meses, años), los embudos sirven para hacer una identificación general que posteriormente se convertirá en una previsión donde se seleccionan los proyectos que consideren cerrar en cierto periodo, mismos que fueron previamente aceptados por los clientes y que su nivel de aceptación es mayor a un porcentaje que la empresa determine como aceptable. Los conceptos antes planteados se mencionarán en el resto del documento, por ello la importancia de identificar las diferencias.

1.7.2. Marco de referencia

Los pronósticos son una herramienta que muchas empresas consideran para sus planeaciones y crecimiento, no siempre son abordados del mismo rubro de estudio, ni con los mismos fines, en el mundo de las ventas un pronóstico es el estimado que una empresa debe tener para cumplir con un objetivo monetario, en un periodo de tiempo determinado; este cálculo es realizado por las empresas para tomar decisiones estratégicas y riesgos calculados sobre las inversiones futuras.

“Son utilizados en la planeación para que los agentes económicos puedan tomar decisiones que repercutan en ahorro de recursos o bien en beneficios”
(Montemayor-Gallegos, 2013).

Existen diferentes autores que hacen referencia a la definición de un pronóstico, ejemplo de ello es Welsch, Hilton & Gordon, (2005) definieron a los pronósticos como una “declaración o apreciación cuantificada de las futuras condiciones que rodean a una simple situación o materia en particular, basada en uno o más supuestos explícitos”, esta declaración expresa que pueden ser utilizados para temas de estudio diferentes a las ventas, o todo lo que tiene que ver con el mundo administrativo de una empresa, hablando de demanda, logística, compras o dirección.

Enfocándose al tema de estudio que son las ventas, la elaboración de este cálculo facilita el ajuste del presupuesto, es decir equilibra los gastos corrientes que una empresa tiene, con el presupuesto actual y lo que tendrá a futuro, es decir garantiza el sustento de las operaciones de una empresa; si se cuenta con un pronóstico bien definido la organización podrá tener un riesgo medido del equilibrio antes explicado.

Se utilizan diferentes indicadores para la elaboración de los pronósticos de ventas basándose en un valor futuro que se quiere alcanzar de una variable de interés, fundamentado por el análisis de datos históricos, juicio de expertos o la combinación de los dos anteriores; es decir lo que se espera observar de una variable de acuerdo con las estrategias realizadas históricamente por la empresa (Montemayor-Gallegos, 2013).

Los pronósticos se encuentran dentro del plan estratégico de ventas de una determinada empresa, cuando son tomados a juicio en un tiempo determinado se pueden hacer consideraciones con suficiente holgura de tiempo, sobre lo que se debe considerar para el desarrollo de un plan integral de ventas a un corto, mediano o largo plazo; requiere de un estudio profundo de los futuros potenciales del mercado y de otros factores influyentes. (Welsch, Hilton, & Gordon, 2005).

En general puede decirse que tienen que ver con las predicciones futuras que ayudan a la empresa a tomar decisiones basadas en los eventos históricos, y tener una idea de las ventajas y desventajas que pueden establecerse para tales decisiones. También establecen lo que serán las ventas reales luego de un determinado grado de esfuerzo, es decir lo que puede venderse en realidad, permitiendo que esa realidad hipotética se materialice.

Las previsiones de ventas pueden traer beneficios o problemas a la organización, sin embargo, son necesarios para conocer el grado de crecimiento que una empresa puede tener en un corto o largo plazo; los pronósticos que se basan en previsiones pueden tener influencia en las áreas de: producción, inventario, fianzas, promoción, distribución, fijación de precios, fuerza de ventas, relaciones con el cliente y beneficios (San Millán, 2016).

Su influencia en diferentes áreas los convierte en un importante foco, contar con métodos de pronósticos, generados por previsiones bien definidas permitirá que la empresa pueda confiar sus decisiones en los mismos. Se dice que, si los pronósticos son altos, se tienen demasiados vendedores, es decir altos costes de operación, por su parte si el pronóstico es demasiado bajo, se tienen pocos vendedores y es común que no se cubra el mercado, mantener un equilibrio entre las partes será crucial, por ello se requiere saber cómo se seleccionan y emplean los pronósticos.

De acuerdo con Render, Sair & Michael (2006), consideran que los 8 pasos que se deben tener en cuenta para elaborar pronósticos son:

- 1 Determinar el uso del pronóstico: ¿qué meta tratamos de alcanzar?
- 2 Seleccionar los artículos o las cantidades que se van a pronosticar.
- 3 Determinar el horizonte de tiempo del pronóstico: ¿30 días (corto plazo), de 1 mes a un año (mediano plazo) o más de un año (largo plazo)?
- 4 Seleccionar el modelo o los modelos de pronósticos.
- 5 Reunir los datos o la información necesaria para realizar el pronóstico.
- 6 Validar el modelo del pronóstico.
- 7 Efectuar el pronóstico.
- 8 Implementar los resultados

Los pasos anteriores muestran como iniciar, diseñar, desarrollar e implementar un pronóstico, sin embargo, los pasos pueden trabajarse de formas diferentes y siempre haciendo un análisis de la situación actual, es decir ¿qué tenemos para comenzar?, por lo que idealmente se deben analizar los datos históricos para saber hacia dónde se dirige la investigación.

Tipos de pronósticos

El comportamiento de los datos históricos con los que cuenta la empresa se deberá analizar para abordar el tipo de pronósticos correcto, en los casos donde no existan datos que puedan analizarse, se debe predecir utilizando estimaciones y juicios subjetivos, para ello existen diferentes tipos de pronósticos pueden ser cuantitativos, cualitativos y la combinación entre ambos, que son basados en factores externos o internos. Los tipos de pronósticos se pueden observar en la **Ilustración 3**.

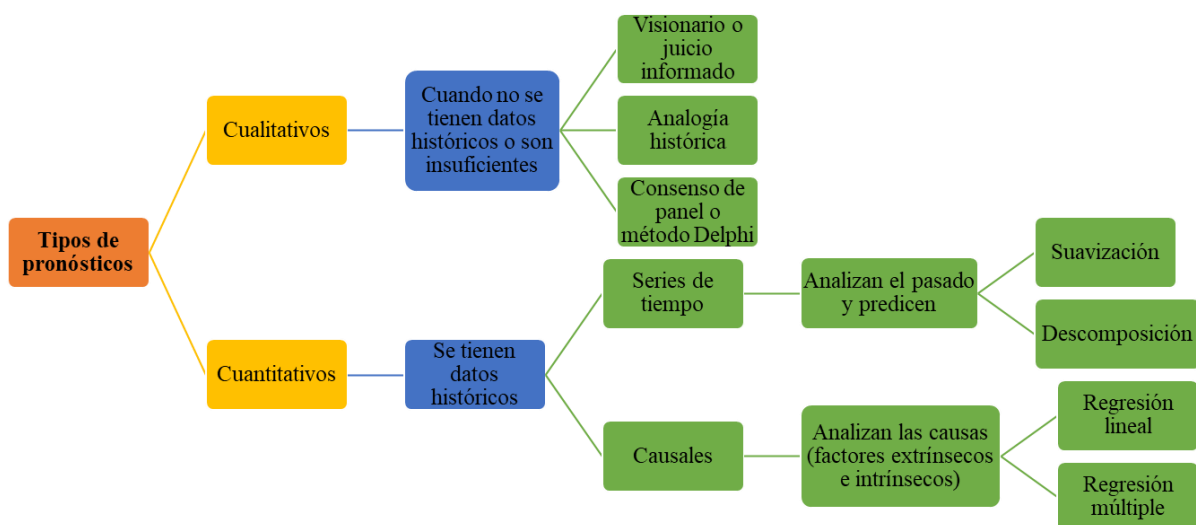


Ilustración 3. Conceptualización de los pronósticos

Métodos de pronósticos cualitativos

Los métodos cualitativos son utilizados cuando no se tienen datos históricos o los datos que se tienen no son suficientes para sustentar una predicción, en este caso se deben tomar criterios de personas y relaciones de transformación para llevar de los datos cualitativos y convertirlos en medibles.

Las características clave de los métodos cualitativos son: se basa en el juicio de una persona o grupo de personas, son subjetivos, se desarrollan a partir de la experiencia de las personas involucradas, se pueden obtener resultados con rapidez comparada con otros métodos, suelen utilizarse para una familia de productos, es decir son limitados, no es conveniente utilizarlos en estudios de mercado completos.

De acuerdo con Murillo Márquez (1995) los métodos cualitativos se emplean comúnmente a largo plazo, se requiere el juicio de expertos, no incluyen fórmulas matemáticas, emplean pocos o ningún dato numérico, se ven afectados por las opiniones de mayor jerarquía de la

empresa, son subjetivos y se ven influenciados por los sentimientos e interés de las personas que hacen las estimaciones.

Para estos tipos se tienen el pronóstico visionario o juicio informado, la analogía histórica y el consenso de un panel o el método Delphi; el primer método es uno de los más utilizados y uno de los menos fiables, consiste en que el gerente de ventas pide a los vendedores una proyección de ventas para cada área, tomando cierto periodo de tiempo, luego el gerente toma estas proyecciones individuales y la presenta como un pronóstico global para la empresa; el segundo tiene que ver con el ciclo de vida de un producto, el tiempo que tarda en que es ofertado en el mercado, su tiempo de maduración y cuando el producto sale del mismo, se piensa que todo producto o servicio tiene un ciclo de vida definido; el tercero se refiere a paneles de expertos en el área, para que cada uno construya una serie de pronósticos individuales resaltando los propios factores influyentes según su experiencia, de esta forma los reúnen, comparten puntos de vista y modifican las proyecciones, hasta llegar a un consenso (Chapman, 2006).

Métodos de pronósticos cuantitativos

Los pronósticos cuantitativos se dividen en 2 grandes ramas, los modelos de series de tiempo y los causales, los primeros tienen que ver con los datos históricos, analizan lo que sucedió en el pasado y predicen lo que sucederá, pueden suponer que el patrón del pasado se repetirá en el futuro; los modelos causales evalúan como su nombre lo dice las causas o factores intrínsecos y extrínsecos que afectan al movimiento de los productos en el mercado, puede también evaluar históricos, pero serán referidos al caso de los factores que causan las variaciones.

Los métodos de serie de tiempo se subdividen en método de suavización y descomposición. El método de suavización consiste en utilizar el patrón histórico de los datos y proyectarlo al futuro, tomando en cuenta una variables de interés y asumiendo su crecimiento proyectado; El modelo Holt-Winters es otra forma de pronóstico suavizado exponencial, en este caso triple, es decir utiliza tres constantes de suavizado: una por el nivel de la variable, otra por su tendencia y uno más por estacionalidad; esta técnica se aplica especialmente

cuando la variable tiene periodos mayores y otros menores en una serie de tiempo definida (Izar Landeta, Ynzunza Cortés, & Hernández Molinar, 2019).

El modelo de series de tiempo por descomposición utiliza cualquier variable medida a través del tiempo, puede descomponerse y evaluarse en función de patrones que afectan a tal variable. Los métodos causales se subdividen en modelos de regresión lineal y múltiple, este método tiene que ver con la relación entre variables, estableciendo que para la regresión lineal simple se tienen una variable dependiente y una sola independiente, mientras que para la múltiple se tienen varias variables independientes (Montemayor-Gallegos, 2013).

En este trabajo se pretenden abordar los métodos cuantitativos, ya que permitirán tener una mejor organización y predicciones más adecuadas sobre los objetivos de ventas y sobre todo establecer el nivel de precisión que se desea en el modelo.

Un sistema de previsión básicamente dependerá de: modelo matemático aplicado, datos históricos empleados, horizonte de la previsión y niveles de agregación de los datos históricos.

1.7.3. Marco metodológico

En esta sección se abordará el análisis de algunas investigaciones que se han realizado de pronóstico o previsión de ventas como algunos autores le llaman; el estudio de estas metodologías que ya han sido aplicadas apoyará a la selección del método más adecuado para sostener esta investigación.

Para comenzar con el desarrollo del modelo que se pretende proponer en el trabajo, es necesario identificar los factores que intervienen dentro del entorno de estudio, basado en ello primero se debe seleccionar el método que se aplicará en las pruebas preliminares; de ello dependerá el resto de los factores influyentes y el tipo de herramientas que se utilizarán para el estudio y análisis de los datos.

La selección del método depende de varios factores, entre los principales se encuentran el contexto del pronóstico, la relevancia y viabilidad de los datos históricos, el grado de

precisión deseable, el periodo de tiempo del pronóstico, el costo beneficio para la compañía y el tiempo para el análisis (Chambers, Mullick, & Smith, 1971).

Existen 2 tipos de contexto en los que se puede encontrar el rubro de la investigación: los pronósticos para empresas manufactureras y el pronóstico para empresas no fabricantes, el rubro es de las características más importantes que se deben considerar, ya que las razones de pronósticos para empresas fabricantes se centra en lo que se va a fabricar contra lo que se venderá; en el caso de las empresas no manufactureras, es diferente ya que sus actividades se centran en comprar y vender artículos, mismos que pueden variar en aspectos, por ejemplo, tamaño, peso, precio, estilo y servicio requerido. En vista de las características diversas, la planificación se enfoca comúnmente sobre las unidades más importantes, las que tienen una mayor utilidad o los indicadores que consideren pertinentes para su negocio (Welsch, Hilton, & Gordon, 2005).

Otro de los factores es la viabilidad de los datos históricos, es decir antes de comenzar se deben analizar los datos para determinar qué modelo es más adecuado de acuerdo con el comportamiento de estos.

El grado de precisión deseable, una previsión debe ser tan precisa como el comportamiento del mercado y los datos lo permita, por ello siempre se debe hacer una comparación de métodos, para evaluar si uno da resultados más precisos que el resto (Sajtos, 2011).

El periodo de tiempo del pronóstico por su parte representa un horizonte que tiene gran impacto en la selección del modelo, ya que tiene que ver con la cantidad de datos aproximada que se obtendrán en la aplicación del método, sin embargo, este factor atiende directamente a la dirección del proyecto y al tipo de empresa en el que se realice (Sajtos, 2011).

El costo beneficio para la compañía, teóricamente los costos de pronosticar son prorrateados en el salario, los costos de equipo, aplicación de metodologías, etc. En la práctica no están explícitamente calculados, aunque la empresa sabe que los tiene, está también directamente relacionado con el nivel de confianza o precisión y el horizonte de tiempo en el que se pronostica.

En esta investigación se desean aplicar métodos cuantitativos que ayuden a satisfacer la precisión más certera, incluyendo los datos del reporte de previsión y lo que realmente se vende.

Algunos de los métodos cuantitativos son las regresiones lineales o múltiples, se tiene que evaluar primero que patrón de comportamiento presentan los datos; si los datos presentan una tendencia creciente lineal, serán bien evaluados mediante regresión lineal simple; si los datos son aleatorios y no presentan una estacionalidad, se debe evaluar los factores que pueden generar los aumentos o disminuciones inesperados, los autores le llaman variables ficticias.

El comportamiento de los datos es evaluado por una serie de tiempo específica, por ejemplo: meses o años; es complicado que en las ventas los datos se comporten de una forma estable, ya que dependiendo del producto que venda y su mercado direccionado será la demanda que tenga en cierto mes o periodo del año, los datos pueden presentar diferentes tipos de patrones de comportamiento, lo anterior puede observarse en la **Ilustración 4**.



Ilustración 4. Comportamiento de datos en series de tiempo (Farrera Gutiérrez, 2013)

En la **Ilustración 4** se presentan diferentes tendencias en los datos, la estacionaria presenta una estacionalidad entre un rango determinado, sus datos pueden variar dentro de ese horizonte; las series de tiempo con tendencia presentan una variabilidad en los datos con una tendencia creciente a medida que el tiempo avanza y por último la estacional se rige justo por estaciones, es decir la afectan parámetros extrínsecos que la hacen tener una variabilidad, sin embargo, los aumentos o decrecientes se presentan por un tiempo determinado y se repiten.

La evaluación de estos factores de comportamiento lleva a otros métodos que pueden aplicarse, como medias móviles o aislado exponencial; en estos últimos se tiene una

evaluación con una serie de tiempo, datos reales, pronóstico y residuales, tomando en cuenta un límite de confianza, ese límite también lo establecerá la capacidad de exactitud de los datos históricos. Es decir, se hace una evaluación entre pronóstico y las ventas reales (Soret Los Santos & Giménez Díaz-Oyuelos, 2013).

Las series de tiempo se pueden medir en: tendencia, que significa que presenta cambios que afecta a la serie de tiempo, el ciclo, que presenta efectos de rango medio, la estacionalidad que representa anual, mensual o semanalmente los patrones repetidos y por último el término de error que es un componente aleatorio del modelo. Este método permitirá que se estudie el comportamiento de los datos y a su vez los factores incluyentes, analizando los cuatro componentes y después interrelacionándolos para crear la previsión.

Este análisis debe hacerse en un periodo determinado de tiempo, día, mes año, según los criterios bajo los que se evalúe; en estas series, los datos tienden a mostrar un desplazamiento gradual positivo o negativo, a este desplazamiento se le llama tendencia de la serie de tiempo, cuando la tendencia es lineal puede ser evaluada fácilmente, sin embargo, existen otros patrones de tendencia como los presentados en la **Ilustración 5**.

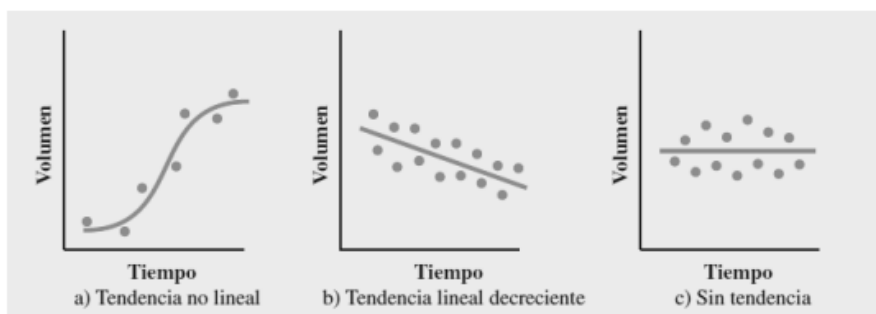


Ilustración 5. Patrones de tendencia posibles (Villarreal, 2016)

En una serie de tiempo, los datos pueden tener una tendencia a través de lapsos largos de tiempo, donde los datos no caerán exactamente sobre una línea de tendencia propia, si no que representan su propia distribución, cuando es el caso, deben evaluarse tanto los puntos que caigan abajo y los que caigan arriba de la línea de tendencia, si esta distribución dura más de

un año se atribuye a un componente cíclico de una serie de tiempo, se representa gráficamente en la **Ilustración 6**.

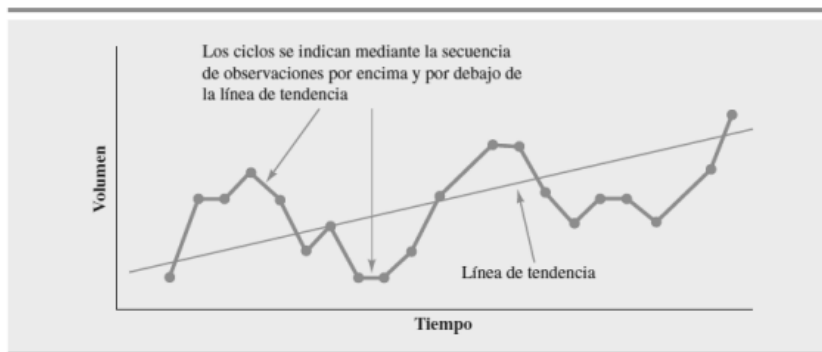


Ilustración 6. Patrón sin tendencia (Villarreal, 2016)

Se evalúa este tipo de series ya que en los pronósticos de la empresa en estudio se tienen componentes cíclicos que se repiten anualmente, por lo que será importante incluir en el modelo algunas consideraciones del análisis de las series de tiempos para datos que no presentan una linealidad absoluta.

La mayoría de los métodos cuantitativos que tienen que ver con la suavización de los datos permite identificar patrones de aleatoriedad, sin embargo, el método de descomposición permite identificación mediante componentes individuales, es decir divide la serie temporal en componentes y los predice todos.

Matsumoto y Komatsu (2015) en su trabajo utilizan las series de tiempo complementadas con otras herramientas de pronósticos; fundamentan su trabajo en 2 vertientes ya que el estudio lo realizan en una empresa manufacturera de productos nuevos y remanufactura piezas diversas, la razón de los pronósticos es saber que debe tener importancia en los procesos de la empresa, para ello se tienen consideraciones diferentes en cada uno de los supuestos. Por un lado, se tiene la demanda de venta de piezas nuevas que implica que tengan una planeación de producción, por otro lado, las piezas remanufacturadas tienen más implicaciones ya que se tienen piezas de diferentes rubros, como automotrices y aeroespaciales, por lo que los planeadores deben generar un pronóstico para atender a esta

necesidad. La metodología que siguieron en su investigación es la representada en la **Ilustración 7**.

Su pronóstico de interés se basa principalmente en la actividad de re manufactura de autopartes para un mercado direccionado en China, utilizan un modelo de suavizado exponencial y el modelo de media móvil integrada auto regresiva (ARIMA); en el primer método se seleccionan 3 parámetros, uno de nivel, otro de crecimiento y el último estacional, con estos 3 predicen el futuro, a medida que las series son de mayor influencia, el modelo asigna ponderaciones decrecientes exponencialmente para pronosticar con datos históricos el futuro; cuando se extrae para la previsión el parámetro de nivel se denomina un suavizado simple, cuando se extrae un parámetro de nivel y el creciente se denomina un suavizado doble y cuando intervienen los tres parámetros se denomina triple. En la investigación intervienen los 3 factores monitoreando principalmente la estacionalidad.

La prueba del segundo modelo de auto regresión implicó la recolecta de datos de 12 años atrás, donde comenzó la empresa a re manufacturar, para seleccionar los productos donde se tuvieran más ventas y discriminar los que tuvieron un volumen de venta menor, por lo que el pronóstico estuvo hecho para un tipo de alternador específico que presentaba más ventas anuales, de esta forma crearon la regresión con la selección de los datos, este último método fue el más adecuado para el tipo de mercado ya que se pudieron obtener periodicidades más exactas que con el primero.

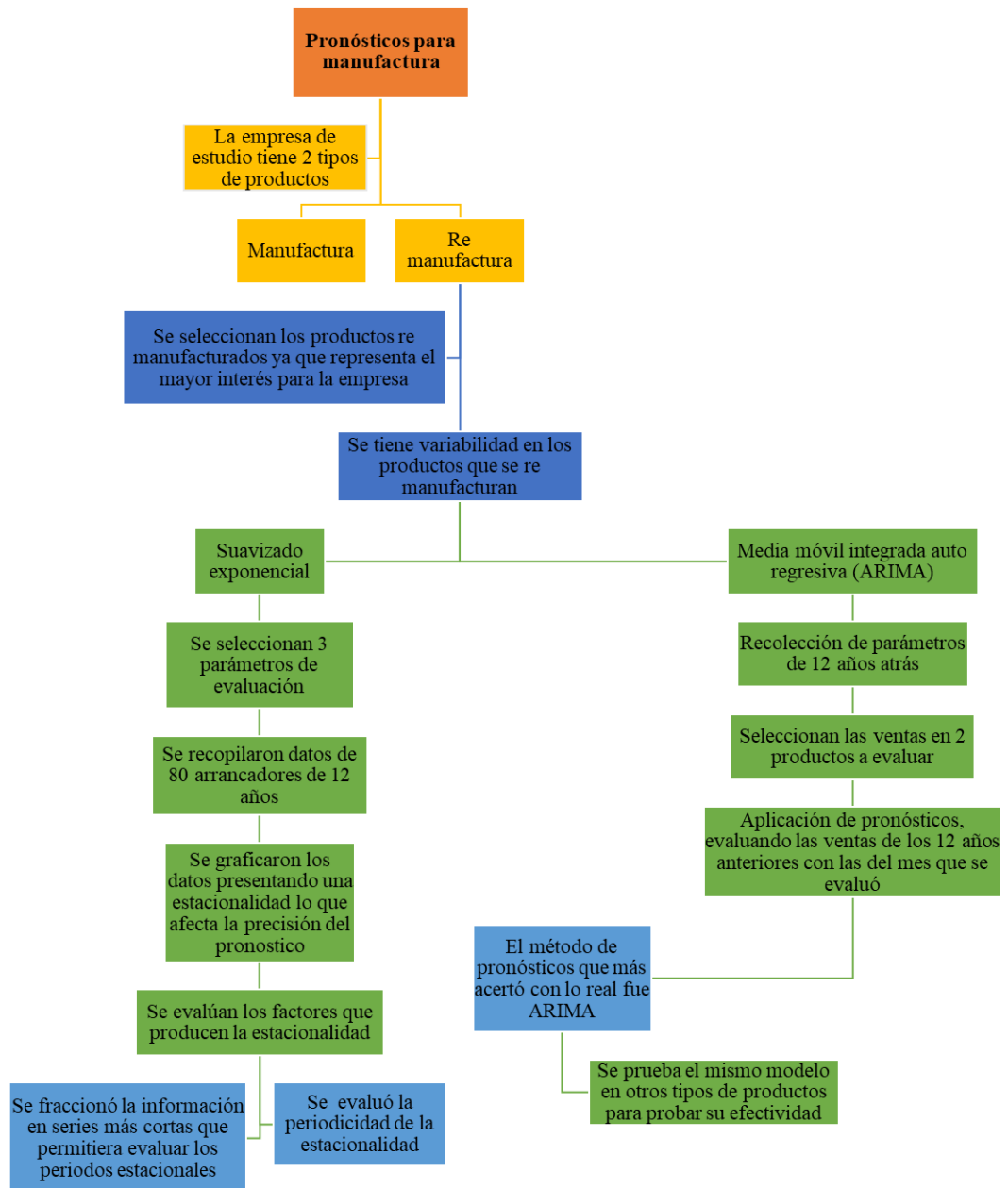


Ilustración 7. Metodología de Matsumoto y Komatsu (2015) para la aplicación de su pronóstico

Es decir, ARIMA evaluó comparando las ventas de un mes con las del mismo mes de los años anteriores, es decir separó los datos por bloques para poder evaluar su comportamiento.

Posterior a que seleccionan el método ARIMA, que representa en pronóstico más cercano a las ventas reales actuales, realizan pruebas aplicando el modelo a otros productos y evaluando los factores de relación de comportamiento de los datos.

Por otro lado Hlousková, Zenísková, & Prásilová (2018) en su investigación dispuesta en el área agrícola, se tiene como objetivo de estudio pronosticar las ventas y también los niveles de producción de algunos productos agrícolas, ya que son afectados por factores impredecibles, como el desarrollo del clima, situaciones infecciosas de las razas de animales o vegetales, inestabilidad política y cambios inesperados en el desarrollo global, por ello la necesidad de estudiar el comportamiento que se ha presentado en los años. La metodología que siguen se representa en la **Ilustración 8**.

Es imposible generar un pronóstico global que ayude a determinar todos los costos, los gastos y las ventas, por lo que dividen en grupos funcionales y los evalúan de tal forma, una vez más aplicando ARIMA y métodos de suavizado exponencial, los pronósticos de la series de tiempo evaluaron mayormente costos, sin embargo en el estudio se comparan, con mayor frecuencia en quince casos se ha aplicado el método ARIMA, por lo que se determina que es imposible evaluar todas las previsiones en este nivel de estudio, por lo que se utiliza ARIMA combinado en el primer caso con suavizado exponencial, el segundo con método libre de constantes ARIMA y el tercero con suavizado exponencial lineal, es decir combinando ARIMA con series de tiempo.

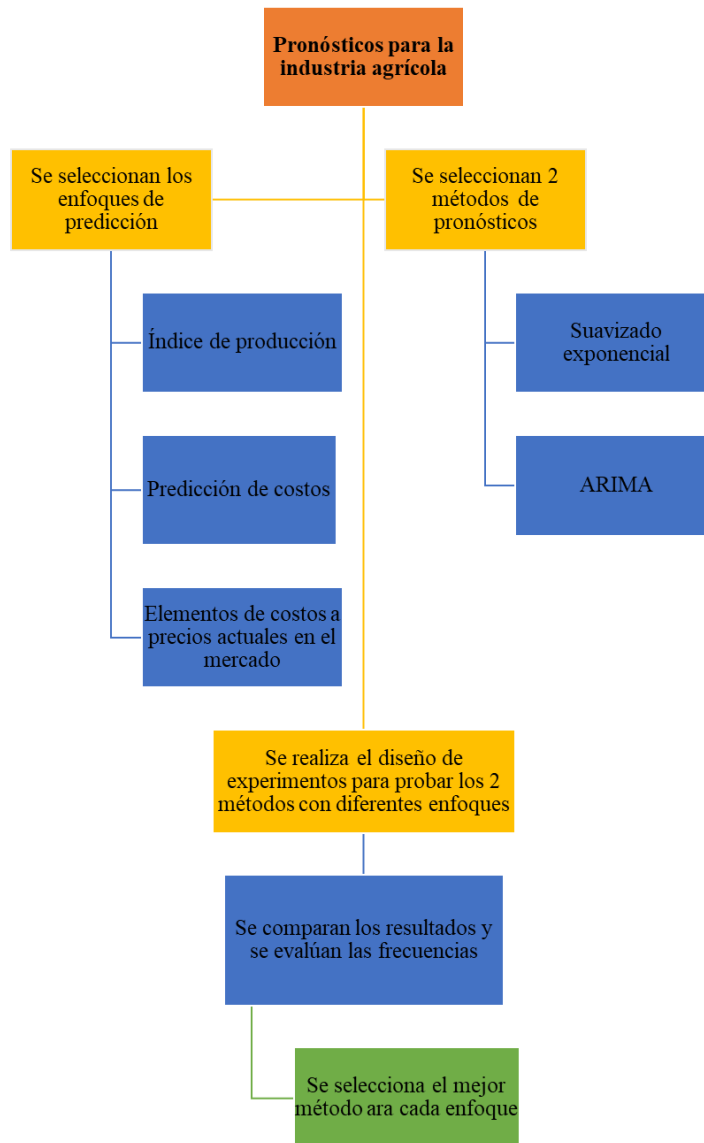


Ilustración 8. Metodología de Hlousková, Zenísková, & Prásilová (2018) para la aplicación de su pronóstico

El modelo Holt-Winters es otra de las opciones que algunos expertos utilizan, tal es el caso de Izar-Landeta, Ynzunza Cortés & Hernández Molinar (2019) quienes aplicaron el modelo para pronosticar el consumo eléctrico de una finca, con la finalidad de aplicarlo y contribuir a mejorar la toma de decisiones y ahorrar el consumo en energía eléctrica utilizada para riego y otras actividades agrícolas; lo hicieron proponiendo un método de evaluación que minimice el error en la predicción de dicho consumo, para ello utilizaron 3 métodos de inicialización

de pronóstico diferentes, lo hicieron con 3 variables de suavizado y basadas en ellas calcularon el nivel estimado para periodos de tiempo definidos, con la finalidad de seleccionar que tipo de datos serían más útiles para pronosticar, si todos los datos que se tienen de los 4 años donde evalúan el consumo eléctrico de un negocio agrícola, o los datos más cercanos al periodo que se quiere pronosticar o bien evaluando la tendencia que presentan los datos. Se evalúan las tres formas de predicción y basadas en los resultados de las estimaciones y el cálculo del error de la predicción, evalúan los datos reales, iniciales y óptimos, se comparan entre sí y se selecciona la previsión que presente mejor ajuste.

Recopilan información de 4 años en consumo eléctrico, donde se observa que los datos presentan una estacionalidad y tendencia, no lineal, muy parecido al del caso de estudio.

1. Para el primer caso se establece el valor del consumo inicial donde su tendencia es igual a 0 y sus factores estacionales son iguales a 1, primero se estima el nivel de acuerdo al periodo de evaluación, posteriormente la tendencia y los factores estacionales, con los datos anteriores se obtiene finalmente el valor del pronóstico y se prueba con la fórmula y los datos reales, incluyendo el error porcentual absoluto medio (MAPE) y el pronóstico suavizado de la variable, lo que dará pie a 3 datos: datos reales, datos iniciales y óptimos, al final se traza en una gráfica para compararlos y medir su error de comparación.
2. En el segundo caso el valor inicial se calcula realizando una regresión en los datos de todos los trimestres, claramente una regresión lineal no presentará una R^2 viable para ser considerada, sin embargo lo que se busca es obtener el valor de la demanda 0 y la demanda 1 consecutivamente, posterior se continúa el procedimiento mismo calculando la tendencia el nuevo factor estacional, el valor del pronóstico, MAPE y el pronóstico suavizado para esta opción, de la misma forma se comparan los datos de las 3 formas.
3. Para la última opción se calcula la demanda 0 con los datos solo de 2017 y 2018, se calcula el valor inicial, posteriormente se estima la demanda 1 y los factores estacionales, MAPE y las constantes de suavizado para los mismos 3 tipos de datos: real, inicial y óptimo.

El mejor escenario planteado es la opción dos, ya que los datos reales, inicial y optimal se acercan entre sí con un error menor a 1%, lo que concluye que para desempeñar el modelo Holt-Winters es necesario hacer una regresión de los datos históricos que se toman para la investigación y de esa forma la obtención de la demanda 0 y 1, además de los cálculos del resto de las series de tiempo, representan resultados más cercanos a los datos reales.

Los últimos tres trabajos evaluados son de rubros diferentes y con intenciones de pronósticos también distintos, sin embargo estas metodologías tienen aplicaciones múltiples, tal es el caso del modelo Holt-Winters que puede ser aplicado con la selección de datos ideal, este método es muy interesante para la investigación ya que los datos de los casos de estudio mencionados no representan una linealidad definida, son variables y los afectan diferentes factores extrínsecos, por lo que la metodología antes expuesta parece prometedora para este trabajo.

Otra propuesta que ayudaría a encontrar los factores de influencia para la aplicación de modelos cuantitativos causales como lo son los modelos antes abordados, es la planeación de escenarios; las previsiones son claramente procesos de planeación y creación de estrategias con enfoques claros que son implementadas por las empresas y pueden ofrecer información tomando en cuenta la incertidumbre en el ámbito externo e interno de las compañías. El método de planeación de escenarios se utiliza para tomar decisiones con alto grado de incertidumbre que generen un impacto estratégico.

Algunos de los pasos que se deben seguir de acuerdo con Zahradníčková & Vacík (2014) son primero la elección de riesgos clave que tienen una influencia en el cumplimiento de los objetivos estratégicos, el segundo punto formular los escenarios y comprobar su consistencia, después la probabilidad de que se produzcan los escenarios, realizar un análisis relacionando la tasa de cumplimiento con los objetivos estratégicos planteados y al final la corrección de escenarios sobre reserva de tasa de riesgo.

En el primer punto de reconocimiento de los factores de riesgo se pueden realizar consensos en los grupos de ventas donde se evalúen factores como: tecnología, sociedad, ambiente, económica, política o los factores que la naturaleza de la investigación considere acordes al

escenario. Dentro de los escenarios planteados se puede tomar en cuenta la prospección que es otro de los factores de relevancia para el cumplimiento de los objetivos.

La prospección tiene una influencia importante en las ventas de una empresa y de su crecimiento en el mercado. Una prospección, es básicamente obtener nuevos y potenciales clientes, estar siempre en busca de nuevas oportunidades para la empresa que permitan incrementar sus números.

En el trabajo de prospección se seleccionan posibles clientes que se llaman prospectos para entrar en contacto con ellos y ofrecerles los productos y servicios de una empresa, hay diversas estrategias para realizar esa actividad e incluso de que los prospectos se conviertan eventualmente en clientes. De acuerdo con Douglas da Silva (2020) se tienen algunos pasos a seguir para lograr una prospección adecuada, **Ilustración 9**.

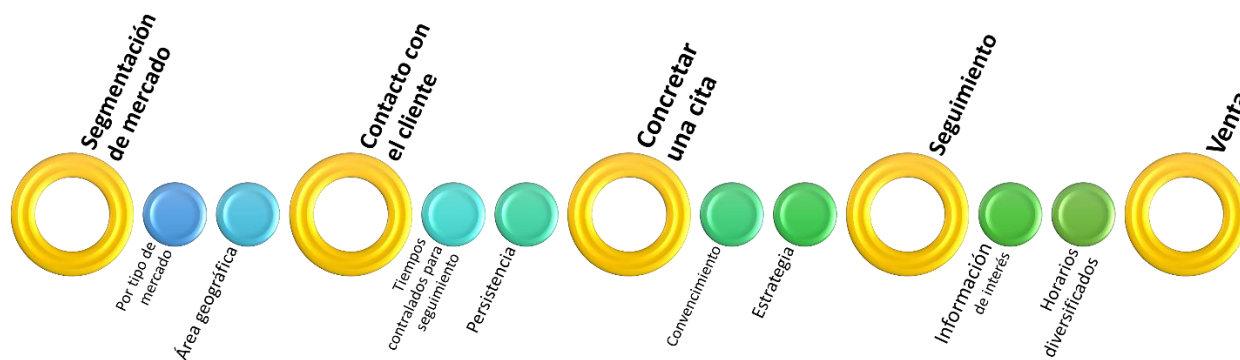


Ilustración 9. Diagrama de pasos para prospección

Segmentación de mercado: en este paso se debe seccionar el mercado, por intereses o bien por prospectos que tienen posibilidad de comprar y los que tomarán más de tiempo convencer.

Tiempos controlados para seguimientos: las ventas son importantes, sin embargo, asignar tiempo para realizar los seguimientos oportunos siempre ampliará las posibilidades que se tienen.

Persistencia: es común recibir negativas por parte de los clientes, sin embargo, se deben dar seguimientos de los contactos con los prospectos para que el cliente tenga un recordatorio constante de los productos o servicios que la empresa ofrece.

Concretar una cita: uno de los logros de un prospecto es convencer a los clientes de que reciba una cita presencial o bien una llamada, donde se tenga la oportunidad de montar estrategias que consigan ganar a ese prospecto.

Diversificar los horarios: hacer llamadas al mismo cliente en diferentes horas del día y variando los días, con la finalidad de que el usuario en algún momento reciba la información y esta se convierta en positiva.

Existen otras formas de realizar la prospección, una de las más eficaces son los protocolos de marketing, donde la información que se puede proporcionar es medible y constante a fin de mantenerse siempre en la mente del cliente. La prospección es una tarea que impacta en las ventas de una forma positiva si las actividades se realizan de forma efectiva, por lo tanto, es importante tomarse en cuenta cuando se construyen pronósticos de ventas; sobre todo cuando se quieren evaluar escenarios que implique tomar en cuenta los factores de riesgo para los objetivos de ventas.

Para tomar en cuenta las dos grandes ramas que tiene este trabajo, se deben considerar la disponibilidad de los datos, en el primer caso de los históricos que apoyarán a las series de tiempo y a su vez al planteamiento de escenarios considerando factores que afectan de forma positivo y negativa, donde entra el trabajo de prospección y otros factores relevantes que serán abordados en este trabajo.

2. Desarrollo de la técnica para la previsión de ventas utilizando métodos de pronósticos

2.1. Diseño metodológico

Este capítulo iniciará presentando el diseño metodológico para este trabajo de tesis.

2.1.1. Nivel de la investigación

El presente estudio se puede identificar como exploratorio ya que los modelos de pronósticos se basan en las variables de influencia de cada negocio; por esa razón no puede utilizarse un modelo ya establecido, ya que posiblemente sus factores de influencia sean diferentes a los de la empresa modelo de estudio. Así mismo, la construcción de un modelo de previsión basado en pronósticos es una investigación de tipo correlacional, ya que pretende observar cómo se relacionan diversas variables implicadas en el embudo de ventas y datos de censo a los vendedores (por ejemplo, número de cotizaciones, probabilidad de cierre, factores externos e internos que influyen en esta predicción, etc.).

2.1.2. Diseño de la investigación

Este trabajo es una investigación aplicada debido a que los resultados que se validen en la hipótesis servirán para la construcción de previsiones en empresas dedicadas principalmente a la comercialización de productos. También es cuasiexperimental, ya que se pretende encontrar la relación causa – efecto en el comportamiento de las ventas; para esta investigación se utilizarán datos ya existentes, en este caso la interpretación de los datos históricos, que permitan tener un panorama general del ciclo de ventas. Los datos se evaluarán en periodos de tiempo definidos y el cumplimiento de los objetivos de la misma forma en periodos de tiempo establecidos, por lo tanto, se define a la investigación como transversal.

El método según el objetivo de esta investigación es predictivo debido a que se pretende que pronostique el porcentaje de cumplimiento de los objetivos de ventas, planteando escenarios que permitan probar el modelo y manipular variables.

Su proceso formal es inductivo. En los procesos inductivos se analizan casos particulares a partir de los cuales se extraen conclusiones de carácter general, en este caso se analizarán el comportamiento de los datos y las posibles causas que influyen en el mercado para poder concluir con un modelo, donde intervengan las variables y se puedan tomar en cuenta al momento de la previsión.

El trabajo es orientado a decisiones ya que se analizarán factores que influyen en la veracidad de los pronósticos y que permita tener un grado de acción en la toma de decisiones de las gerencias, impactando en los departamentos de ventas, compras, logística y marketing.

De acuerdo con las fuentes, este trabajo se clasifica como metodológico, pues se indagará sobre aspectos teóricos y sobre las variables que han considerado en trabajos publicados para definir sus previsiones, se recolectarán datos históricos y se analizará su comportamiento para identificar las causas que influyen en la variación de estos datos. Su naturaleza es cuantitativa, los tipos de datos cuantitativos se caracterizan por la aplicación de estadística en su análisis, para observar la linealidad o variabilidad de los datos se tendrá que hacer el análisis estadístico, mismo que dará pie al tipo de modelo que se construirá.

Se realizará investigación de campo, debido a que es importante considerar los factores que influyen en la variabilidad de los datos históricos, para ello se pretende recopilar del departamento de ventas información que permita seleccionar las principales causas que afectan las ventas, incluyendo fenómenos externos y ciclos de mercado.

2.1.3. Población y muestra

Al ser un trabajo cuasiexperimental, como se menciona en el diseño de la investigación, en este trabajo no se tienen muestreos propios como en la experimentación pura, debido a que son grupos ya existentes y conformados.

La población que se estudiará para construir la técnica es finita y accesible, se refiere a los datos históricos de los últimos años de un departamento de ventas definido con negocios en el centro del país. Estos datos de ventas darán una idea general del comportamiento del mercado; pues al ser un grupo ya definido de datos, no se realizará un muestreo que permita hacer una selección, sino que se tomarán la mayor parte de los datos existentes para manipularlos.

Las variables que fungirán el papel de independiente serán los datos de ventas históricos, el comportamiento del mercado y las causas posibles planteadas en escenarios. Por su parte las variables dependientes serán el modelo de previsión y su certeza, evaluada por medio de indicadores. Las variables independientes permitirán tomar en cuenta diferentes parámetros dentro del modelo, que al aplicarse se pueda evaluar la exactitud con la que se pueda predecir.

2.2. Marco metodológico

En este apartado se detallan las características de este caso de estudio, la propuesta metodológica que se seguirá para dar curso a las pruebas que sustentarán la hipótesis. Primero se hablará del diseño experimental y la metodología con sus fases y las actividades que están en cada una de estas.

2.2.1. Diseño experimental

La manipulación de variables dentro de la técnica influirá en la efectividad del pronóstico de ventas, la primera variable a considerar son las ventas respecto al tiempo, extraída de los datos históricos, es de tipo cuantitativa ya que se recolectarán los datos existentes y se manipulará estadísticamente.

Otra de las variables que se considerará, son las causas del comportamiento del mercado, esta variable es cualitativa, los datos se pretenden obtener del departamento de ventas, especialmente de los vendedores de una zona específica, se desea encontrar las causas de mayor influencia en la variabilidad de las ventas de acuerdo con el tiempo y su experiencia.

La técnica de previsión que se construya depende del histórico de ventas, de las causas del comportamiento del mercado y de modelos de previsión que se hayan estudiado en trabajos similares, esta información se obtendrá anticipadamente y se tomará en cuenta en el diseño del modelo; por lo que la variable previsión futura será de tipo dependiente y dependerá de la manipulación de las variables mencionadas anteriormente.

La variable que ayudará a validar que el modelo funcione son los indicadores, estos indicadores tienen que ver con cercanía que exista entre la previsión y las ventas reales, es decir el grado de error del modelo, implica probar los datos haciendo una comparación entre lo que se predice y lo que se vende en un periodo de prueba determinado.

2.3. Técnica para la elaboración de previsiones de ventas.

Una vez que se ha planteado en el capítulo anterior la investigación inicial sobre la que se basará este trabajo, se parte a la propuesta metodológica, su función es proponer los métodos que ayuden a plantear el modelo, crearlo y probarlo, para que pueda ser validado y utilizado en investigaciones futuras.

En esta sección se presentará la guía de las actividades que se llevarán a cabo en la metodología y mismas que ayudarán al desarrollo de resultados de este trabajo. La propuesta metodológica está compuesta por 4 fases, cada una está organizada en diferentes actividades.

En la fase 1 las actividades que se plantean realizar son para analizar la situación actual y observar el comportamiento del mercado mediante los datos históricos, como se pueden ajustar y las razones de su comportamiento.

La fase 2 se identificarán los factores que influyen en el comportamiento del mercado, así como los datos históricos, esta información dará pie a la construcción de la técnica, para ello se realizará una investigación que ayude a identificar que modelos existentes tienen similitud con el que se desarrollará en esta tesis.

En la fase 3 las actividades se centran en probar los modelos, esto ayudará a que se ajuste y se prueben combinaciones del mismo modelo que permitan evaluar su efectividad, para ello se implementará con datos históricos para analizar el grado de error que presenta el diseño, posteriormente se probará con datos reales para observar la predicción futura a la que tendrá alcance con esta propuesta.

En la fase 4 de conclusiones se verificará que lo planteado en la hipótesis se haya cumplido, se presentarán datos obtenidos en las pruebas y se darán a conocer las variables que presentaron un error aceptable en la predicción.

Las actividades de las fases antes mencionadas se presentan en la **Ilustración 10**.

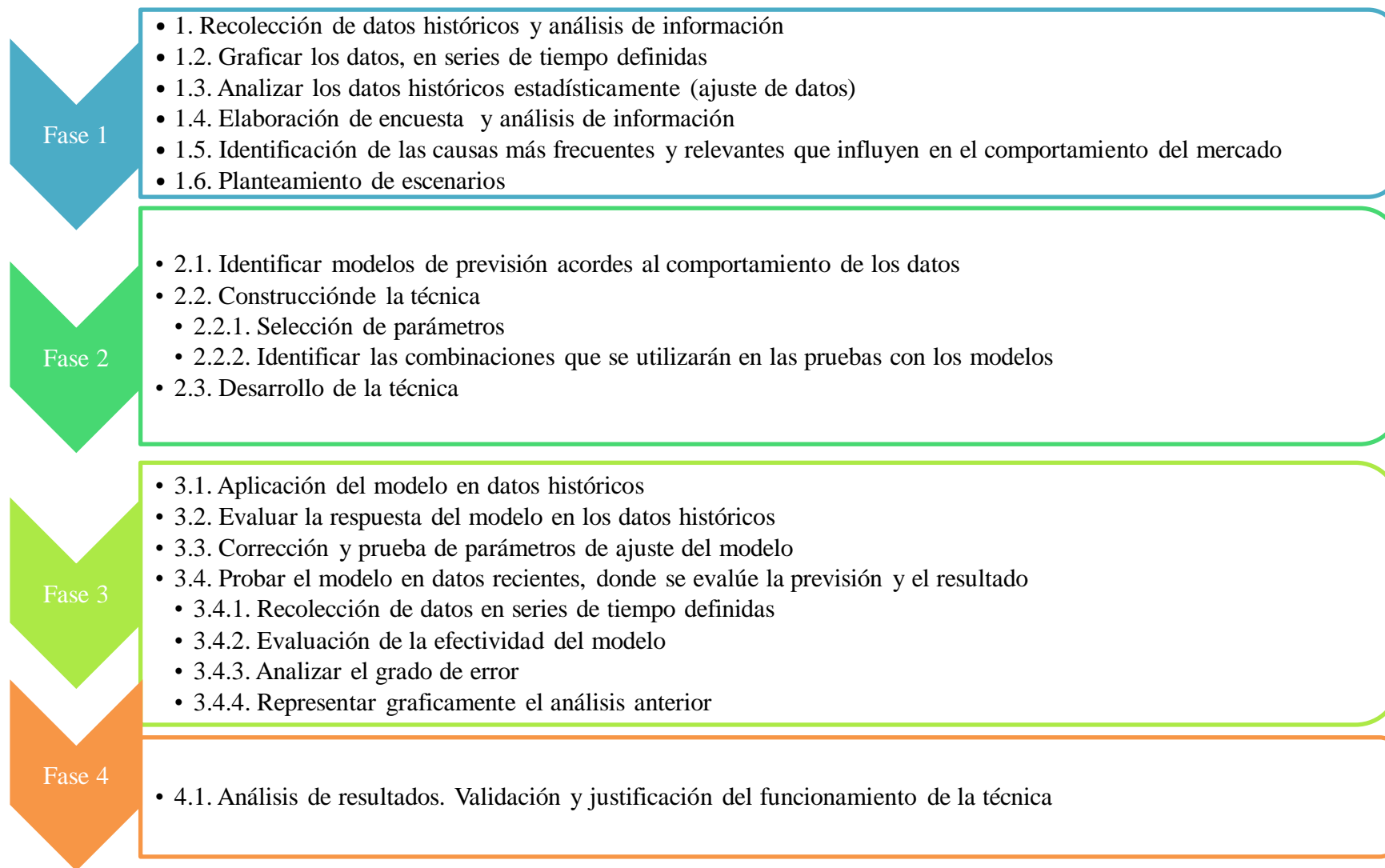


Ilustración 10. Actividades por fase

2.4 Desglose de la técnica para la elaboración de previsiones de ventas

En esta sección se presentan a detalle las fases que componen la técnica propuesta, así como la explicación de las actividades que componen cada fase.

2.4.1. Fase 1: Análisis situacional

Las actividades que se planean elaborar en esta fase se presentan en la **Ilustración 11**.

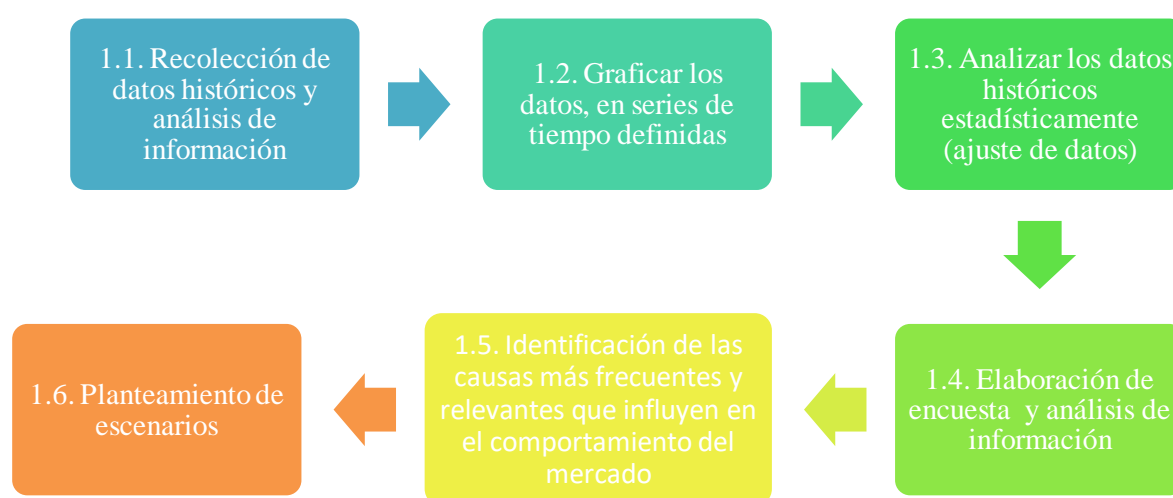


Ilustración 11. Actividades de la fase 1

Actividad 1.1: Recolección de datos históricos y análisis de información

La recolección de datos implica que se obtenga información, en este caso del programa de administración de ventas de la empresa de estudio, la organización utilizada como caso de estudio cuenta con un departamento de ventas que utiliza un programa de administración de pedidos, en este programa se tienen datos de las ventas históricas de tal departamento, con cierres mensuales; estos datos son los que se recolectarán para cumplir con esta actividad y comenzar con la investigación y análisis de información.

Los datos que se exportarán son un listado de montos de ventas en periodos de tiempo definidos, de acuerdo con los cierres de ventas.

Se obtendrán listados, razón por la que el documento se organizará en Excel incluyendo los siguientes datos: número de equipo, año, mes, objetivo de venta y monto vendido. En la **Tabla 1** se presenta el formato para recolección de datos históricos que será utilizado.

Tabla 1. Formato para recolección de datos históricos

Datos históricos				
N° de equipo	Año	Mes	Objetivo de ventas	Monto en MN vendido

Actividad 1.2: Graficar los datos en series de tiempo definidas

Una vez que se obtenga el listado de ventas en periodos, se graficarán los datos para evaluar el comportamiento del mercado. El gráfico que se utilizará será de dispersión, que permita observar cómo se encuentran dispersos los datos y las fases de estacionalidad que se pueden presentar, los detalles de esta gráfica se pueden observar en la actividad 2.4. de herramientas, específicamente la **Ilustración 16**.

Actividad 1.3: Analizar los datos históricos estadísticamente (ajuste de datos)

En este punto los datos históricos se evaluarán de forma que se obtenga la variabilidad, tendencia y estacionalidad en los mismos. Ya que con ello se pueden identificar el tipo de modelo de previsión que más se ajuste al comportamiento de los datos. Se analizará la línea de tendencia y la fórmula de linealidad resultante de la gráfica desarrollada en la actividad 1.2.

Actividad 1.4: Elaboración de encuesta y análisis de información

Para la elaboración de esta encuesta se realizarán las preguntas de opción múltiple que permita tener respuestas con mayor y menor predominancia y preguntas abiertas para que las personas que se encuesten den sus opiniones basadas en su experiencia. El objetivo de esta encuesta es encontrar

las causas de mayor coincidencia que las personas consideran que le dan variabilidad al mercado, factores intrínsecos y extrínsecos que impactan en las ventas y las previsiones. Los detalles de esta encuesta se pueden observar en el apartado 2.4 de herramientas.

Actividad 1.5: Identificación de las causas más frecuentes y relevantes que influyen en el comportamiento del mercado

En esta actividad se identificarán las causas con mayor número de respuestas, estas causas son requeridas para considerarlas dentro del modelo como una variable y se analizará el impacto que tienen. La gráfica será de barras la cual se detalla en el apartado 2.4., de herramientas, específicamente en la **Ilustración 17**.

Otra forma en la que serán utilizadas las respuestas es en el planteamiento de escenarios, utilizando los de mayor predominancia y los de menor, incluso combinándolos para observar que resultados se obtienen.

Actividad 1.6: Planteamiento de escenarios

El planteamiento de escenarios se realizará en 2 ámbitos, uno direccionado a los tiempos de predicción, en que periodos y longitudes de estos es mejor lanzar un pronóstico, estos periodos pueden ser mes, bimestre, trimestre e incluso anuales.

Por otro lado se tiene el factor pandemia por COVID 19, que sin duda es un factor importante a visualizar, ya que desde que comenzó la contingencia se han tenido medidas económicas y de salud que han impactado directamente a las ventas, por ello se evaluará un antes y un después de este periodo, aunque la empresa caso de estudio cuenta también con distribuciones de equipos de uso médico que probablemente amorticen los decrementos en otros sectores, es importante evaluarlo y observar los resultados.

De acuerdo con el comportamiento del mercado, es necesario plantear escenarios que ayuden a entender de mejor forma la variabilidad de este. Escenarios donde participen las causas que antes se encuentren en la encuesta, por ejemplo, cuando se tiene mayor inversión del sector gubernamental que se puede esperar en nuestras previsiones, cuando llega más desarrollo industrial a los lugares donde se desenvuelve la empresa como impacta, otro ejemplo puede ser la competencia en el mercado, etc. Se pretende plantear supuestos donde se pueda observar el

crecimiento o decrecimiento de las ventas, que la fluctuación de esta variable esté considerada en el modelo y por consecuencia en las ventas futuras que resulten predecibles.

2.4.2 Fase 2: Diseño de la técnica

Las actividades que se desarrollarán en esta fase se presentan en la **Ilustración 12**.

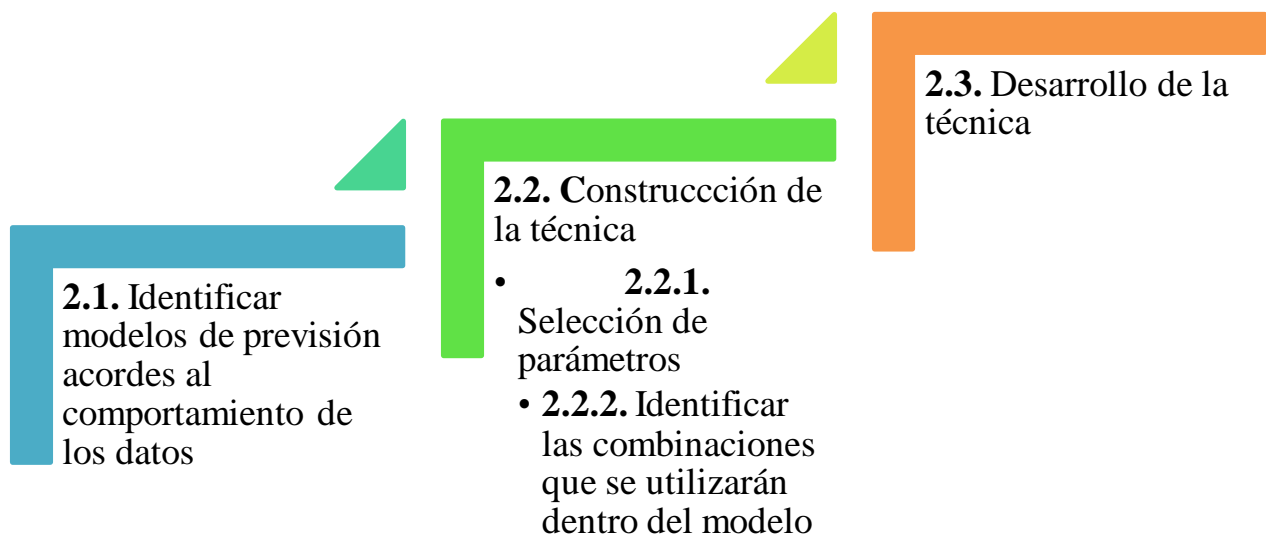


Ilustración 12. Actividades de la fase 2

Actividad 2.1: Identificar modelos de previsión acordes al comportamiento de los datos

Posterior al estudio del comportamiento de mercado y al análisis de las causas de influencia en tal comportamiento se identificará que modelos ya existentes pueden aplicar para el comportamiento de datos.

Existen modelos ya estudiados que pueden aportar información a la construcción del que aquí se aborda, idealmente los modelos que se plantearán ayudarán y darán guía para minimizar el error que la predicción puede tener. Para el uso y aplicación de estas metodologías se debe realizar un análisis de datos históricos, numéricos y factores de influencia; con base en ello se podrán elegir las metodologías que mejor se ajusten al comportamiento del mercado.

Los modelos de pronóstico que se pretenden implementar en este trabajo son de tipo cuantitativos y se abordarán en 2 vertientes combinadas que son de series de tiempo y causales, los primeros analizan los datos como su nombre lo indica por la variable tiempo, es decir cómo se comportan las ventas en los diferentes meses del año, estos datos los darán los históricos que se obtengan en la fase 1. Por su parte los métodos causales que se enfocan en los factores externos e internos que intervienen en las ventas, estas causas se recolectarán en la actividad 1.5.

Hay diversos modelos de serie de tiempo que pueden ser utilizados para participar con datos que tienen fluctuaciones, mismas que se prevé sean encontradas de acuerdo con la experiencia que se tiene, primero se deberán analizar la dispersión de los datos, si tienen estacionalidad, tendencia, repetibilidad año con año, incluso patrones, para poder seleccionar el modelo de suavizado que se requiera emplear.

Los modelos cuantitativos se subdividen en: modelos asociados a la tendencia, por descomposición de tiempo y modelos de suavizado, algunos autores proponen divisiones diferentes, sin embargo, en este trabajo nos enfocaremos en los de tendencia y suavizado de la siguiente forma:

Por tendencia

- Lineal
- Cuadrático
- Curva de crecimiento
- Curva S

Por suavizado

- Promedio móvil
- Promedio móvil ponderado

- Suavizamiento exponencial
- Holt-Winters

El modelo que se ha identificado hasta ahora con el comportamiento del mercado que se espera encontrar, es el modelo de Holt-Winters, mismo que analiza patrones de comportamiento, estacionalidad y los factores que tienen influencia en este tipo de pronósticos y que han sido aplicados a trabajos similares como el de Izar Landeta *et al* (2019). Existe la posibilidad de utilizar este modelo debido a que se puede adaptar a cambios, tendencias y patrones estacionales, se adapta a series de tiempo que tienen una tendencia lineal, estacional o periódica.

Otro modelo que puede ser propuesto en este trabajo llevando a los métodos causales, pueden ser las regresiones lineales o múltiples que ayuden a comprender la variabilidad de los datos y que permitan tomar en cuenta las causas para incluirlas integradamente a un modelo cuantitativo.

Posterior a la investigación de modelos, el paso siguiente es determinar las fórmulas, variables, factores y análisis que en otros trabajos se realizaron y que presentaron resultados prometedores, para transportarse al entendimiento del mercado de comercialización que en este trabajo se estudia.

Actividad 2.2: Construcción de la técnica

Una vez que se hayan seleccionado uno o varios modelos de guía. Se hará una selección de parámetros y se definirán las combinaciones en las que se probará el modelo. Para ello se desarrollaron los puntos 2.2.1. y 2.2.2., los cuales se explican a continuación.

Actividad 2.2.1: Selección de parámetros

Cuando el modelo o los modelos hayan sido propuestos y se tenga la estadística del análisis de datos, el siguiente paso es seleccionar que factores y parámetros se utilizarán en las pruebas.

Se organizarán tablas de Excel incluyendo fórmulas para cálculo de la previsión, mismas que van a provenir de la selección de los modelos guía, pero ahora incluyendo las variables que competen a este trabajo. La <Tabla 2 es donde se propone que se contenga la información para definir parámetros.

<Tabla 2. Formato para selección de parámetros

Nombre del modelo	Variables del modelo	Fórmula de cálculo	Variables de similitud	Factores de influencia

Esta definición de parámetros poniendo como ejemplo los modelos de suavizado, identificarán los periodos de tiempo en los que se analizará, las constantes de suavizado y los niveles de esas constantes, con el fin de encontrar en la etapa de pruebas el modelo que se ajuste a los datos reales de ventas y que pueda ser tomado con la previsión de este trabajo.

Actividad 2.2.2: Identificar las combinaciones que se utilizarán en las pruebas con los modelos

Las variables como su nombre lo indica, ayudan a observar cómo influyen en su presencia o ausencia, para ello es necesario elegir combinaciones que ayude a deliberar que variable puede tener mayor influencia en el comportamiento de los datos. Para ello se pretende modificar el modelo con la presencia de una variable en específico previamente seleccionada y sin la influencia de esta, en otros casos se harán participar más de una variable simultáneamente y se evaluará la presencia de estas.

Para ello se plantearán escenarios que jueguen con estas variables de influencia y que ayuden a seleccionar la combinación que más acorde sea al modelo. Para ello se utilizarán tablas y graficas que en la fase de prueba se pueda observar la similitud que tiene con los datos reales. La propuesta del formato como se organizarán los datos se presenta en la **Ilustración 13**.

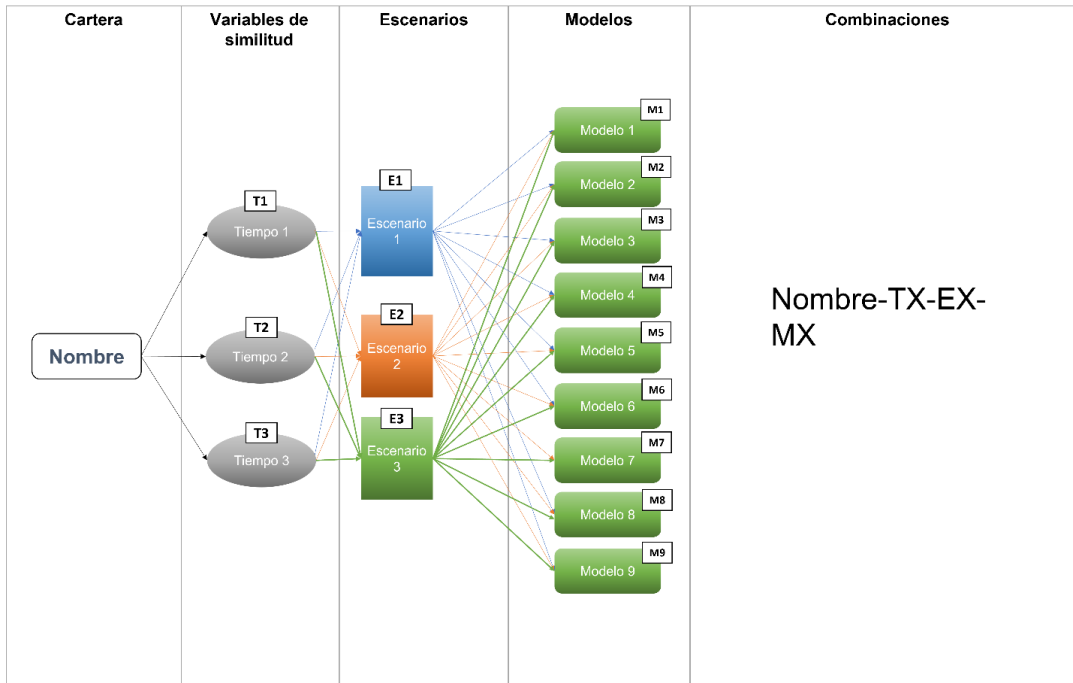


Ilustración 13. Combinación de variables propuestas para el modelo

Actividad 2.3: Desarrollo de la técnica

Cuando las variables propuestas y combinaciones se han identificado será momento del desarrollo de la técnica, esto implica que se haga una propuesta de fórmula que tome en cuenta fracciones de modelos ya estudiados y que también incluya la participación de variables definidas y formuladas que se puedan probar posteriormente.

En el desarrollo de este modelo se deberán tener identificadas:

- Constantes
- Nivel de las constantes
- Periodo
- Tendencia
- Estacionalidad
- Factores intrínsecos o extrínsecos de influencia
- Fórmula de predicción propuesta

2.4.3 Fase 3: Implementación de los modelos en datos históricos y periodo de prueba

En la **Ilustración 14** se desglosan las actividades que se desarrollarán en esta fase.

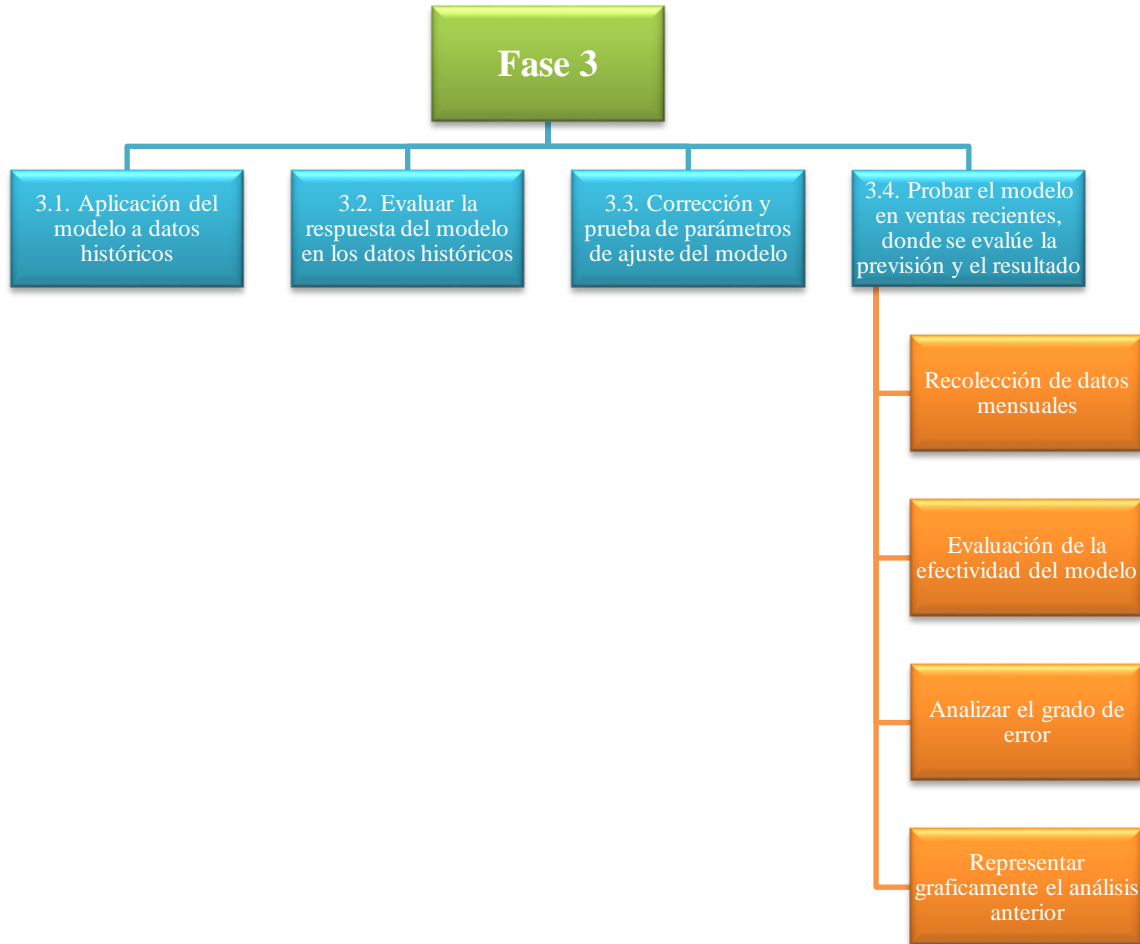


Ilustración 14. Actividades de la fase 3

Actividad 3.1: Aplicación del modelo en datos históricos

Cuando el modelo se encuentre construido y desarrollado, se probará en los datos históricos que son el lugar donde comenzó la elaboración de este, idealmente los datos deben comportarse de una forma conocida y prediciendo lo más cercano posible a la realidad de las ventas, este comportamiento se espera de esta manera ya que el modelo se basa en los datos históricos. Para ello se utilizará la propuesta de la **Tabla 3** donde se pondrán los resultados de la previsión, seguido de los datos de ventas y el grado de error que se presente.

Tabla 3. Formato de aplicación del modelo en datos históricos

Modelo	Periodo de tiempo	Monto de Previsión	Monto de venta histórica	Error de la predicción

Actividad 3.2: Evaluar la respuesta del modelo en los datos históricos

La aplicación de históricos dará como resultado la efectividad que se pueda encontrar en el modelo, ya que como será construida basándose en los históricos, teóricamente el modelo deberá responder al comportamiento de los datos. Para ello se pretende obtener el grado de error que se pueda tener. Se representará de forma ilustrativa, con una gráfica de líneas que se detalla en la **Ilustración 18**. En esta ilustración se observará una comparación entre la dispersión de datos de previsión y la dispersión de datos de históricos de ventas reales con el fin de observar su cercanía y el grado de error.

La propuesta que más se ajuste entre la previsión y lo datos históricos será la que se elija para probar en los siguientes puntos.

Actividad 3.3: Corrección y prueba de parámetros de ajuste del modelo

Cuando se obtenga el grado de error del modelo propuesto se pretende se realizarán ajustes en este paso, con la finalidad de que el modelo sea lo más acorde posible al comportamiento del mercado y su efectividad, lo más certera.

Para ello se identificarán los parámetros y variables que están afectando en el resultado del error, se tratará de organizar de forma que los tome en cuenta y por su impacto sea menor.

Posterior a ese ajuste se volverán a analizar con los datos históricos esta modificación, se tabulará de acuerdo con la **Ilustración 13** y se graficará según lo descrito en el punto 3.2.

Actividad 3.4: Probar el modelo en datos recientes, donde se evalúe la previsión y el resultado

Se pretende que la técnica incluya uno o varios modelos de pronóstico, que sean previamente probados, se apliquen por un periodo de tiempo definido de acuerdo con los periodos de ventas que tenga la empresa donde se desee llevar a cabo, en el caso de esta investigación se aplicará por 6 meses obteniendo datos de previsión con el modelo que se plantee y evaluarlos respecto a los datos reales en ventas. Para ello se sugieren los pasos siguientes:

Actividad 3.4.1: Recolección de datos en series de tiempo definidas

El modelo construido y previamente probado en los históricos, se aplicará por 6 meses como el periodo de prueba, obteniendo datos de previsión con el modelo que se plantee y evaluarlos respecto a los datos reales en ventas. Los datos representativos actuales se tomarán de la plataforma de administración de pedidos de la empresa caso de estudio, de la que antes se ha hablado. Para la elaboración de los embudos de venta en lo que se sustentarán los vendedores para realizar su previsión, se deben considerar cotizaciones que se encuentren en los supuestos siguientes:

- Cotizaciones que el cliente haya confirmado que se encuentran en proceso de aprobación o autorización de compra.
- Propuestas donde ya se tuvo una negociación en precio, condiciones comerciales, tiempos de entrega con el cliente, etc.
- Cotizaciones donde el cliente haya expresado su interés por comprar por los tiempos de gestión de sus proyectos.

Las cotizaciones que se encuentren en los supuestos antes mencionados se convertirán en un listado que como ejemplo se presenta en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Embudo de ventas

Nº de cotización	Nombre del cliente	Monto cotizado sin IVA	Fecha de inicio del proyecto	% de cierre

Para este caso de estudio se trabajará la previsión en al menos 3 equipos de ventas, para ello se deberá determinar la cantidad pronosticada y al equipo al que pertenece, esto para identificar los datos de la forma correcta, en la **Tabla 5** se propone el formato sobre el que se llenará la información.

Tabla 5. Datos mensuales de previsión

Equipo de venta	Mes	Objetivo de venta	Monto total del embudo	Previsión

Actividad 3.4.2: Evaluación de la efectividad del modelo

Con los datos recolectados en la **Tabla 5** se comenzará obteniendo las previsiones que parten de las oportunidades de venta que la empresa genera (cotizaciones), para probar la efectividad de la previsión se hará una segunda colecta de datos, en este caso el formato contendrá los montos pronosticados contra los montos vendidos por la empresa en un cierto periodo de tiempo. El formato se presenta en la **Tabla 6**.

Tabla 6. Datos de previsión y ventas

Equipo de venta	Mes	Objetivo de venta	Monto total del embudo	Previsión	Monto vendido

Una vez que se tengan todos los datos se comparará los resultados entre la previsión y los montos de venta.

Actividad 3.4.3: Analizar el grado de error

Cuando los datos de la **Tabla 6** se hayan colectado será momento de analizar el grado de error que presenta la previsión contra las ventas, esta parte es muy importante ya que ayudará a definir qué

previsión ha resultado la más cercana a los datos y por lo tanto resultará la más prometedora para esta investigación. Se presentarán los datos en el formato de la **Tabla 7**.

Tabla 7. Tabla de análisis de grado de error

Equipo de venta	Mes	Objetivo de venta	Monto total del embudo	Previsión	Monto vendido	Grado de error

Actividad 3.4.4: Representar gráficamente el análisis anterior

Para probar si el modelo es certero en la previsión, se evaluarán los datos pronosticados respecto a los datos de ventas determinados. Esta actividad se realizará en Excel y se graficará considerando en el eje de las “x” el mes o periodo de tiempo según aplique y en el eje de las “y” el monto, tomando en cuenta 2 dispersiones, la primera con los datos de previsión y la segunda con los montos de ventas. La gráfica se detalla en el apartado de herramientas, específicamente en la **Ilustración 18**.

Cuando se tenga graficada la diferencia se observará la similitud que tengan estas líneas de dispersión, esperando sean lo más acercadas posibles una de la otra, eso será idealmente lo que se espera encontrar en esta investigación.

2.4.4: Fase 4: Análisis de resultados, validación y conclusiones

En esta fase se dará conclusión a las actividades antes abordadas, evaluando si los resultados cumplen con la hipótesis planteada, para ello en la **Ilustración 15** se presenta la actividad a desarrollar.

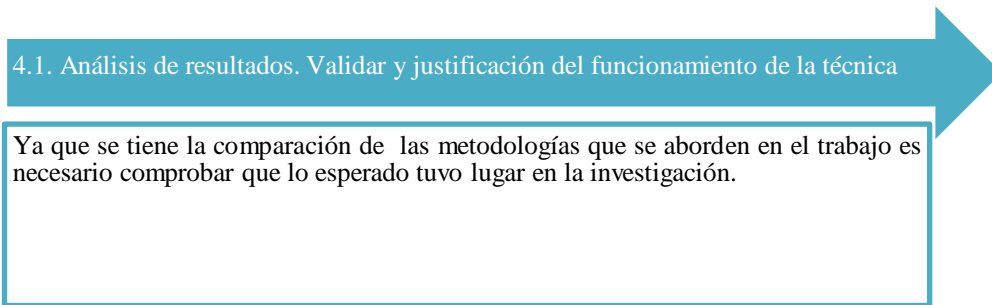


Ilustración 15. Actividades de la fase 4

Actividad 4.1: Análisis de resultados: validación y justificación del funcionamiento de la técnica

Cuando se obtengan los resultados del modelo y el análisis de las previsiones, se podrá validar la hipótesis evaluando si los resultados que se obtengan son prometedores para pronosticar ventas en series de tiempo y si el uso de este modelo le será de utilidad al departamento de ventas para hacer mejores proyecciones de lo que se va a vender en un periodo de tiempo que se defina para la aplicación del modelo.

Todo ello se podrá determinar con la evaluación de los datos de previsión que se obtengan, el modelo que sea propuesto como producto y la exactitud a la que se pueda llegar.

2.5 Selección de herramientas a utilizar

En este trabajo de tesis se utilizará la paquetería de office para la recolección de datos, especialmente Excel para la tabulación de datos, organización, cálculo y simulación gráfica de los resultados de los modelos.

Dentro de la manipulación de datos que se realizará, se propone el uso de gráficas que ayuden a ejemplificar los datos de una forma visual. Enseguida se abordarán algunas gráficas que fungan como herramientas para las actividades.

En el apartado 1.2., se utilizará una gráfica de dispersión, su razón es representar las ventas a través del tiempo, donde se identifiquen las fluctuaciones que tiene el mercado, los periodos de estacionalidad y los ciclos que se presenten en el conjunto de datos. Los elementos que contendrá la gráfica son en el eje de las “x” tiempo (mes o año) y en el eje de las “y” el monto vendido. La gráfica se ejemplifica en la **Ilustración 16**.

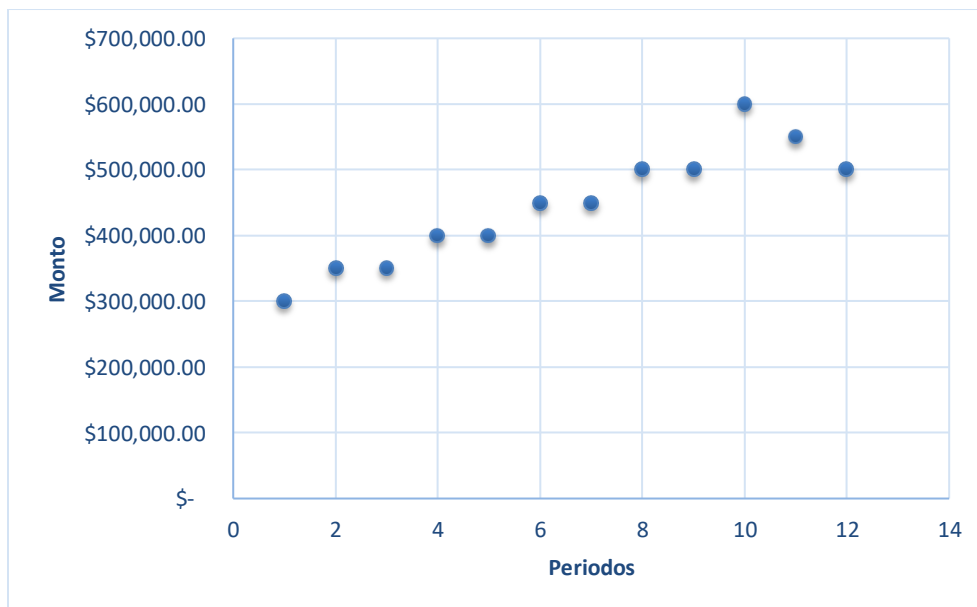


Ilustración 16. Gráfica de dispersión para datos en series de tiempo

Otra herramienta que será utilizada es la encuesta, se realizará a través de la plataforma encuestadora Survey Monkey, se utilizará esta plataforma ya que su uso es en línea y ayuda a tener

encuestados de diferentes lugares, que pues apoyar con su experiencia a las causas que influyen en el comportamiento del mercado. La encuesta se presenta en el **anexo 1** de este documento.

La encuesta se puede visualizar en el siguiente enlace <https://es.surveymonkey.com/r/9HL9BKR>

Para analizar los datos que se obtengan dentro de la encuesta, evaluar que causas tienen más repetibilidad e influencia en el comportamiento del mercado, se realizará la gráfica propuesta en la **Ilustración 17**, donde se muestra la moda que resulte de la encuesta, identificando a los factores que tengan mayor repetibilidad en las respuestas.

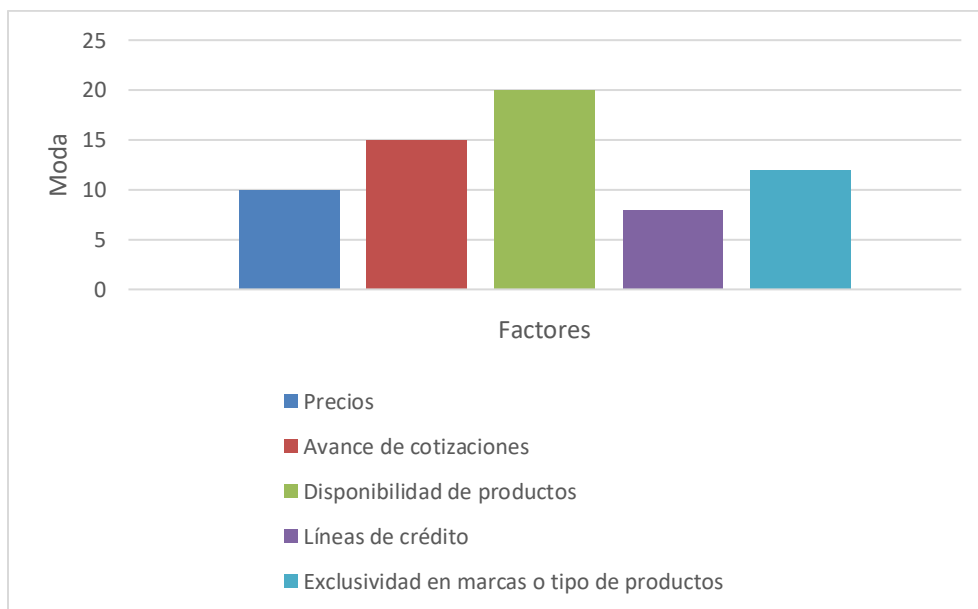


Ilustración 17. Identificación de factores de relevancia

Otra de las gráficas que se utilizarán como herramienta dentro de este trabajo, es para analizar la efectividad de las combinaciones de pronóstico que se realicen, en comparación con las ventas reales, este tipo de gráfica se utilizará en la fase 3, en las actividades 3.1., 3.2. y 3.4., en esta gráfica se presentará de forma ilustrativa la cercanía que tengan los datos entre la predicción y las ventas reales a través del tiempo, lo que permitirá evaluar la amplitud del error que se tenga en la aplicación de la técnica de previsión.

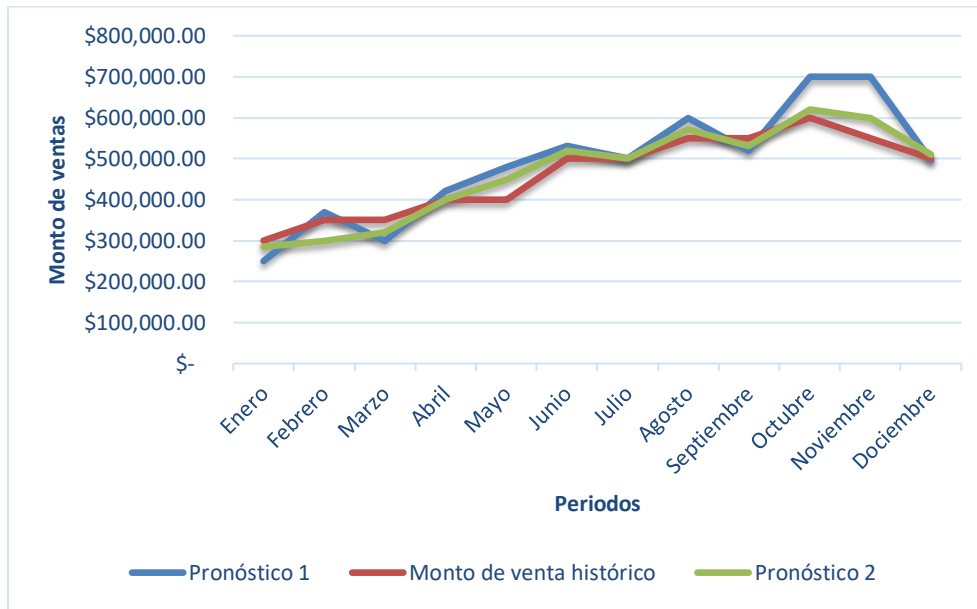


Ilustración 18. Gráfica de comparación entre pronóstico y ventas

En la **Ilustración 18** el eje de las “x” se refiere a los periodos de tiempo en los que se pronostica, y en el eje de las “y” el monto de venta que aplique para cada periodo, comparando el monto de venta con el monto pronosticado de acuerdo con la combinación.

Las herramientas antes planteadas servirán para la construcción del modelo y por lo tanto para la obtención de resultados de este trabajo de tesis.

2.6 Definición de indicadores

En la primera parte del trabajo se presentan los beneficios que se obtendrán con el desarrollo de la tesis. Los beneficios deben ser cuantificados para evaluar el impacto del trabajo. En esta parte se desarrollan los indicadores que se utilizarán para medir los beneficios, forma de calcularlos y métodos para procesar la información

Posterior a plantear la metodología es necesario definir los indicadores que estructurarán los resultados, mismos que ayudarán a que se pruebe la hipótesis de este trabajo.

Precisión del modelo

Uno de los indicadores cuantitativos es la precisión de los pronósticos, en este trabajo se construirá una técnica incluyendo variables causales que provoca la variabilidad del mercado, este indicador permitirá saber si el modelo es funcional y si los resultados al momento de la aplicación serán cercanos, entre lo que se provisiona en el embudo de ventas y lo que realmente se vende. Para ello hay diferentes formas de calcular este grado de error, algunas de las propuestas estadísticas son la desviación estándar que parte de la organización de los datos para calcular de acuerdo con el error absoluto, el error absoluto medio ponderado y la señal de control.

Error absoluto, que se refiere al promedio de los errores que se tiene, para llevarlo a cabo es necesario realizar los siguientes pasos:

- Restar la diferencia entre el valor del pronóstico y el valor real de venta, el cual dará un valor absoluto
- Se suman todos los valores absolutos de la diferencia
- Se divide el monto de la suma anterior entre el número de datos que se hayan utilizado para este cálculo.

De esta forma se obtiene un promedio de los errores, este tipo de cálculo es de mayor utilidad cuando se tiene poca cantidad de datos, con este cálculo podremos decir que nuestro error podrá estar debajo o arriba del promedio calculado.

Cuando se desean hacer pronósticos con tiempos más cortos se puede disminuir el grado de error observando los resultados con el error absoluto medio ponderado, que sirve para ajustar la desviación del tamaño de la muestra y disminuir lo antes comentado, para este cálculo se realizarán los siguientes pasos:

- Se resta la diferencia entre cada valor pronosticado y el valor real de ventas, se obtiene el valor absoluto de cada uno,
- Se suman todos los resultados anteriores,
- Se divide el resultado de la suma anterior entre la suma de todos los valores reales de cada punto.

Lo anterior se representa con las ecuaciones utilizadas por Heizer & Render (2009), que como ellos la llaman es la señal de control, que se calcula dividiendo la suma de los errores del pronóstico entre la desviación absoluta media con la siguiente fórmula propuesta:

$$\text{Señal de control} = \frac{\Sigma(\text{demanda real del periodo} - \text{demanda pronosticada del periodo})}{MAD}$$

Ecuación 1.

$$MAD = \frac{\Sigma(\text{real} - \text{pronóstico})}{n}$$

Ecuación 2

Las señales de control positivas indican que lo que se vende es mayor que el pronóstico y las señales de control negativas indican que las ventas son menores que el pronóstico

Los errores positivos y negativos comentados anteriormente deberán tener un equilibrio para que la señal se encuentre lo más cercana posible al cero, donde el error es casi nulo.

Al ser modelos que pronostican presentan desviaciones naturales, lo que se busca con las fórmulas anteriores es asegurarnos que esa desviación sea lo más pequeña posible para que el grado de error disminuya y el modelo sea de la misma forma más certero.

Por su parte el Error porcentual medio absoluto, resulta la mejor forma para calcular errores en este tipo de pronósticos, ya que, en otras medidas del mismo tipo, los valores pueden considerarse como muy grandes si los elementos que se desean pronosticar se miden en millares, como es este el caso. Por lo que en este trabajo se utiliza el error porcentual medio absoluto MAPE, que se calcula con el promedio de las diferencias absolutas encontradas entre el valor que se pronostica y el valor real, su fórmula corresponde a la Ecuación 3.

$$MAPE = \frac{\Sigma 100 (\text{real} - \text{pronóstico})/\text{real}}{n}$$

Ecuación 3

Horizonte de planeación del pronóstico

Este otro indicador, se refiere al número de periodos futuros que pueden ser cubiertos en el pronóstico (Vidal-Holguín, 2010), es importante identificar cuantos periodos de tiempo se puede pronosticar el modelo ya que servirá para observar las proyecciones que se pueden tener, por ejemplo, en periodos de años para el cálculo de los objetivos de venta, periodos semestrales o según aplique en lo que estemos analizando. Este horizonte se centrará observando el ajuste de los datos, puede suceder el caso donde el modelo tenga un grado de error menor cuando se pronostique un periodo más largo o uno más corto, esta información puede ser simulada con los datos históricos o de ventas reales; de esta forma se podrá seleccionar en qué momento es mejor lanzar previsiones.

2.7 Plan de implementación

La implementación de la metodología comenzará con la recolección de datos históricos para comenzar los puntos que se abordan en la fase 1 de la metodología, el modelo que sea definido se implementará sobre datos reales, para probar la efectividad del planteamiento de la técnica, a partir de ese momento se comenzará las conclusiones del trabajo y la prueba de hipótesis. En la **Ilustración 19** se presenta los tiempos de forma general que se llevarán a cabo en la implementación del trabajo. Las duraciones señaladas se consideran en días calendario.

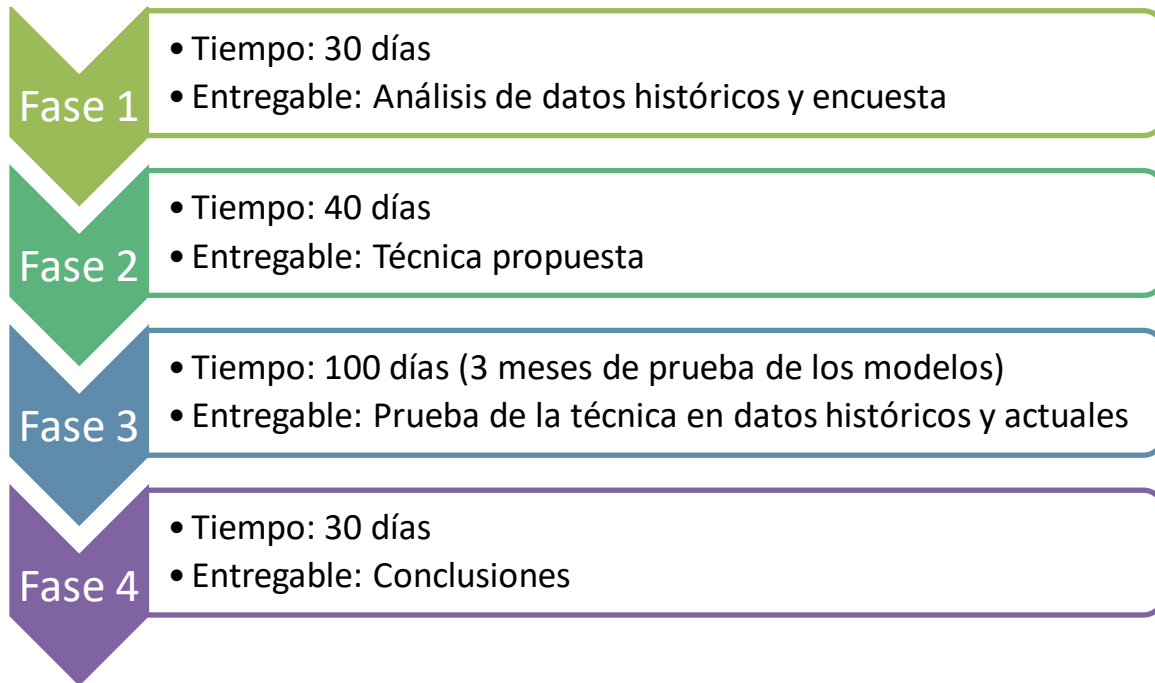


Ilustración 19. Plan de implementación

En el diagrama de Gantt representado en la **Ilustración 20** se detalla cómo se llevarán a cabo las actividades relacionadas con las fases de la metodología que ayudarán a cumplir el objetivo de la investigación. De acuerdo con el plan de implementación planteado de forma gráfica se obtendrá el avance necesario para tener conclusiones con las que se pueda probar la hipótesis y dar finalización a esta investigación.

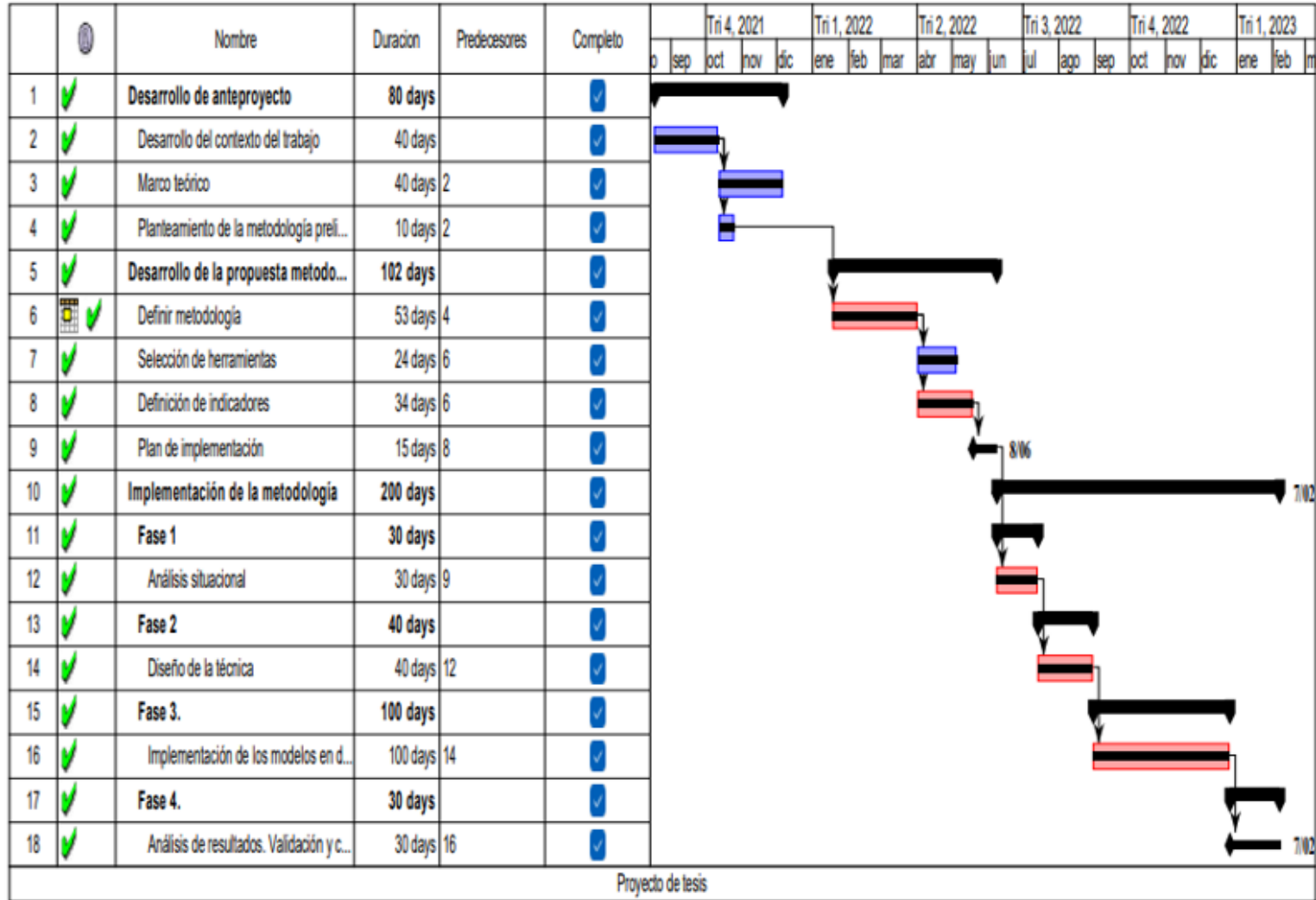


Ilustración 20. Diagrama de Gantt para la implementación

3. Validación de la propuesta en un caso de estudio

En este capítulo se detallará el desarrollo de la propuesta metodológica, así como la validación de la hipótesis razón de este trabajo. El desarrollo de esta sección se llevará a cabo de acuerdo con la metodología propuesta, los tiempos y las herramientas mencionadas.

En la fase 1 se realiza la recolección de datos y en análisis de la situación actual, en la fase 2 se investiga y prueba el método o la combinación de métodos más adecuados de acuerdo con la investigación histórica, en la fase 3 se realiza la prueba del modelo en datos histórico y reales, mientras que en la fase 4 se detallan las conclusiones de este trabajo.

3.1. Fase 1: Análisis situacional

3.1.1. Actividad 1.1. Recolección de datos históricos y análisis de la información

La recolección de datos históricos y el tratamiento de estos, es la primera parte de la validación de este trabajo, pues se identifican como se han comportado las ventas en los años anteriores seleccionados, de esta forma se tendrá una vista preliminar de cómo se puede comportar la previsión, analizando la tendencia, la estacionalidad o los ciclos que presenten los datos.

Para ello se seleccionaron 3 carteras que corresponden a una oficina de ventas de la empresa, esta oficina de ventas se encuentra en la zona centro del país, abarcando los estados correspondientes al bajío, se seleccionaron de esta forma ya que específicamente esta oficina de ventas ha intentado implementar un control de ventas con predicciones por juicio de expertos, por lo que los vendedores conocen el comportamiento de sus ventas y han estado involucrados en trabajar de forma más ordenada las ventas. Lo anterior hace que sean el equipo ideal para implementar este proyecto de tesis.

Los datos que se comparten en la Tabla 8 como se mencionó en el capítulo 2 son proporcionales a los datos reales, la razón por la que no se presentan los datos reales es para guardar la confidencialidad de la empresa donde se desarrolla este trabajo.

Tabla 8. Datos históricos de ventas

Datos históricos															
Año	Mes	QR2		QR3		SLP		Año	Mes	QR2		QR3		SLP	
		Objetivo de venta	Monto en MN vendido	Objetivo de venta	Monto en MN vendido	Objetivo de venta	Monto en MN vendido			Objetivo de venta	Monto en MN vendido	Objetivo de venta	Monto en MN vendido	Objetivo de venta	Monto en MN vendido
2018	1	570,000.00	183,200.63	420,000.00	1,008,396.15	300,000.00	148,459.14	2019	1	1,332,000.00	2,486,114.96	1,224,000.00	1,467,049.67	540,000.00	266,157.38
	2	855,000.00	375,863.97	630,000.00	728,205.38	450,000.00	139,722.00		2	1,332,000.00	732,912.26	1,224,000.00	987,969.05	540,000.00	265,388.07
	3	855,000.00	660,312.93	630,000.00	192,430.35	450,000.00	275,850.98		3	1,554,000.00	2,209,654.16	1,407,000.00	636,181.86	630,000.00	408,336.69
	4	855,000.00	642,625.40	630,000.00	515,098.40	450,000.00	226,060.52		4	1,554,000.00	1,789,583.90	1,407,000.00	861,382.88	630,000.00	739,232.24
	5	1,140,000.00	624,286.50	840,000.00	274,245.84	600,000.00	825,653.13		5	1,776,000.00	1,458,900.26	1,608,000.00	1,159,500.39	720,000.00	776,981.34
	6	1,140,000.00	1,876,953.63	840,000.00	348,780.92	600,000.00	755,970.11		6	1,776,000.00	820,827.90	1,608,000.00	3,244,581.56	720,000.00	1,541,031.35
	7	1,282,500.00	867,502.01	945,000.00	349,044.99	675,000.00	3,062,438.21		7	1,998,000.00	638,244.80	1,809,000.00	1,334,456.13	810,000.00	1,139,795.24
	8	1,282,500.00	637,606.38	945,000.00	974,926.19	675,000.00	713,289.30		8	1,998,000.00	888,462.44	1,809,000.00	526,296.17	810,000.00	985,060.19
	9	1,282,500.00	369,284.93	945,000.00	168,526.47	675,000.00	1,827,469.95		9	2,220,000.00	1,156,364.33	2,010,000.00	636,716.45	900,000.00	424,769.39
	10	1,852,500.00	6,583,723.85	1,365,000.00	1,166,147.11	975,000.00	1,183,585.80		10	2,442,000.00	4,047,505.91	2,211,000.00	2,041,012.35	990,000.00	1,074,418.31
	11	1,710,000.00	1,861,461.42	1,260,000.00	632,696.31	900,000.00	799,755.23		11	2,442,000.00	1,697,203.88	2,211,000.00	1,134,041.06	990,000.00	7,811,381.36
	12	1,425,000.00	1,191,523.19	1,050,000.00	884,028.81	750,000.00	1,182,630.68		12	1,953,000.00	1,118,377.31	2,211,000.00	1,606,008.09	792,000.00	564,204.00
2020	1	1,332,000.00	771,948.00	1,323,000.00	1,130,406.03	621,000.00	690,676.68	2021	1	1,305,000.00	642,725.15	1,035,000.00	614,627.88	630,000.00	65,320.44
	2	1,332,000.00	823,430.72	1,206,000.00	938,193.05	540,000.00	400,220.99		2	1,305,000.00	1,703,843.51	1,035,000.00	960,549.93	630,000.00	960,549.93
	3	1,554,000.00	4,362,521.10	1,407,000.00	697,723.68	630,000.00	160,332.18		3	1,522,500.00	1,740,472.44	1,207,500.00	1,407,153.86	735,000.00	424,282.16
	4	1,554,000.00	1,027,059.32	1,438,500.00	1,082,046.92	724,500.00	610,330.43		4	1,522,500.00	2,188,475.37	1,207,500.00	1,134,054.29	735,000.00	959,851.97
	5	1,776,000.00	1,075,574.73	1,644,000.00	1,722,519.71	828,000.00	552,006.87		5	1,740,000.00	4,013,788.98	1,380,000.00	3,423,171.15	840,000.00	1,585,885.41
	6	1,776,000.00	1,107,883.65	1,644,000.00	817,459.02	828,000.00	456,843.59		6	1,740,000.00	1,136,086.52	1,380,000.00	1,294,345.01	840,000.00	417,588.11
	7	1,998,000.00	1,133,242.23	1,849,500.00	1,096,836.98	931,500.00	1,738,082.55		7	1,957,500.00	5,370,674.73	1,552,500.00	2,407,585.41	945,000.00	1,348,475.18
	8	1,998,000.00	1,717,144.32	1,849,500.00	1,077,098.70	931,500.00	223,764.89		8	1,957,500.00	1,862,178.71	1,552,500.00	816,017.33	945,000.00	1,730,024.33
	9	2,220,000.00	1,924,942.37	2,055,000.00	997,733.72	1,035,000.00	1,501,353.15		9	2,175,000.00	2,199,233.36	1,725,000.00	3,674,610.92	1,050,000.00	274,343.13
	10	2,442,000.00	948,310.68	1,650,000.00	2,526,527.07	1,138,500.00	500,370.72		10	2,392,500.00	3,515,650.29	1,897,500.00	1,739,917.10	1,155,000.00	1,026,883.62
	11	2,442,000.00	2,246,274.42	1,650,000.00	544,108.04	1,138,500.00	544,108.04		11	2,392,500.00	2,993,174.52	1,897,500.00	1,309,157.04	1,155,000.00	633,883.26
	12	1,776,000.00	2,008,253.57	1,200,000.00	5,179,562.55	828,000.00	1,463,314.01		12	1,740,000.00	2,980,440.53	1,380,000.00	1,427,122.53	840,000.00	1,083,306.74
2022	1	1,485,000.00	723,286.28	1,485,000.00	723,286.28	462,000.00	258,214.40								
	2	1,485,000.00	2,730,760.41	1,152,000.00	728,808.06	462,000.00	702,235.83								
	3	1,732,500.00	5,566,842.09	1,344,000.00	1,797,724.41	539,000.00	406,813.46								
	4	1,732,500.00	4,427,778.20	1,344,000.00	1,840,585.35	539,000.00	810,100.63								
	5	1,980,000.00	2,180,363.07	1,536,000.00	2,541,270.66	616,000.00	625,829.45								
	6	1,980,000.00	2,189,104.58	1,536,000.00	2,631,785.46	616,000.00	1,047,705.01								
	7	2,227,500.00	3,388,522.80	1,152,000.00	2,020,868.99	693,000.00	527,643.22								
	8	2,227,500.00	2,358,109.16	1,728,000.00	2,409,035.81	693,000.00	393,495.85								
	9	2,475,000.00	3,538,485.86	1,920,000.00	1,936,818.99	770,000.00	2,006,718.38								

Una vez que se obtienen los datos históricos de las 3 carteras que en el párrafo anterior se han comentado y mismas que llevan por nombre QR2, QR3 y SLP (refiriéndose a la división de territorio que atienden), se realiza un análisis del crecimiento por cartera donde se observa el porcentaje de crecimiento por año desde 2018 hasta el avance de 2022.

En la cartera QR2 se ha presentado un crecimiento de 2018 a 2019 del 19.96%, en 2020 del 0.53%, en 2021 del 58.49% y en 2022 hasta el corte de septiembre donde se realiza la recolección de datos del 29.94%, relacionando el porcentaje mencionado con el año inmediato anterior.

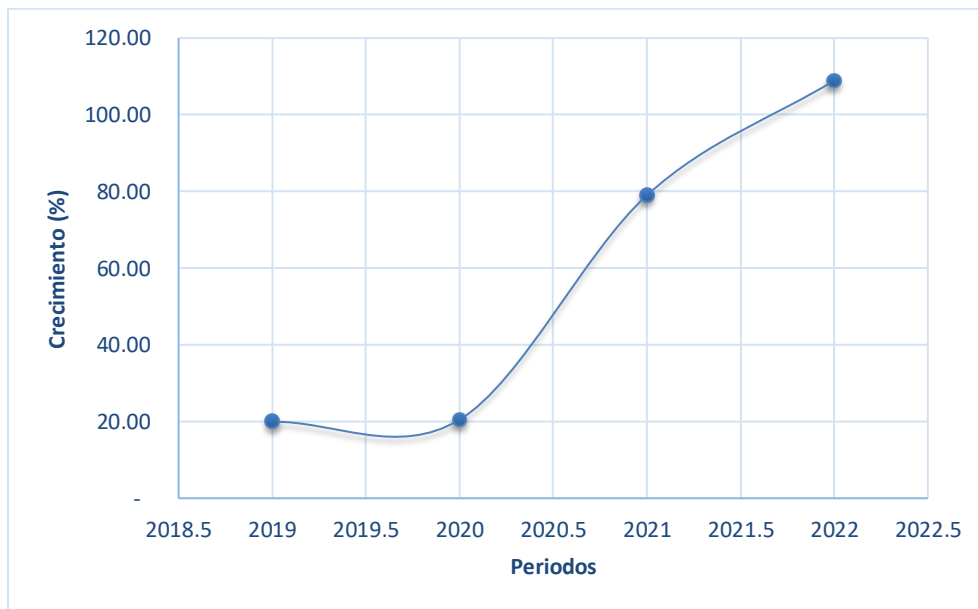


Ilustración 21. Gráfica de crecimiento de la cartera QR2

Este crecimiento como puede observarse en la **Ilustración 21** es ligeramente exponencial y representa un crecimiento aproximado de los últimos 3 años del 108.95% respecto a lo que se vendía en 2018, lo cual es bueno para las ventas de la empresa, que el crecimiento no presente una línea exponencial completamente, puede deberse a la afectación en el periodo de pandemia, donde la cartera logró crecer, pero no en el porcentaje esperado que en promedio es de 27% por año.

En el caso de la cartera QR3 los datos presentados en la **Ilustración 22**, corresponden a las ventas que la cartera presentó en los últimos años seleccionados para este caso de estudio. El crecimiento de la cartera fue en el 2019 de 115.88%, en el 2020 de 13.91%, en el 2021 del 13.46% y en el 2022 hasta el mes de septiembre, fecha que se realiza la recolección de datos para el modelado, es del

5.70% considerando el mismo periodo evaluado, cada porcentaje es calculado respecto al año inmediato anterior.

Considerando el año 2018 como el tiempo 0 la **Ilustración 22** representa el crecimiento que ha tenido a partir de ese año.

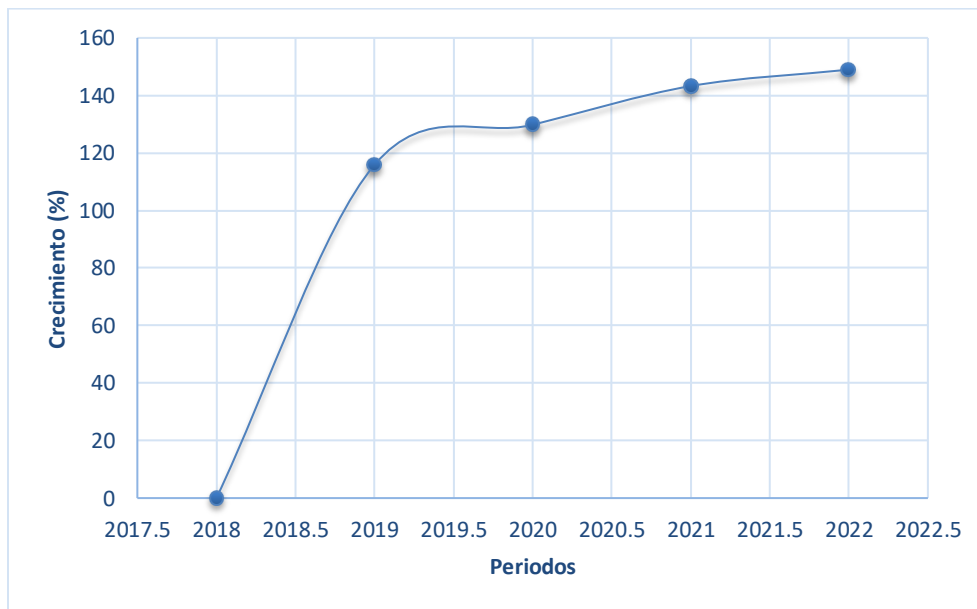


Ilustración 22. Gráfica de crecimiento de la cartera QR3

Presenta un crecimiento en los años consecutivos, en un porcentaje diferente debido a que de 2018 a 2019 hubo un crecimiento planeado de la cartera por lo que se observa un aumento importante, en los años siguientes a 2019 el crecimiento es más medido, presentando un promedio del 13%, general del 107.57 % evaluando lo que la cartera ha crecido de 2018 a la fecha.

En la cartera SLP las ventas se han presentado más variabilidad que en los dos casos anteriores, pues el crecimiento para 2019 es de 43.58%, para 2020 decreció un 44% respecto a 2019, para 2021 se volvió a presentar un crecimiento del 18.87% respecto a 2020 y en 2022 de acuerdo con la evaluación hasta septiembre y la comparación con las ventas de septiembre de 2021 lleva un decrecimiento del 12.71%.

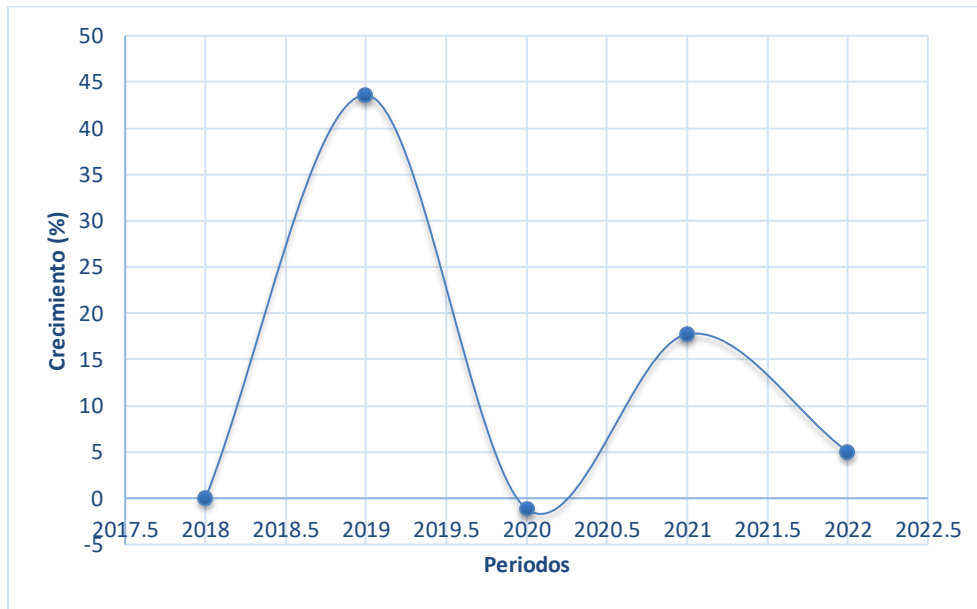


Ilustración 23. Gráfica de crecimiento de la cartera SLP

En la **Ilustración 23** se pueden observar las fluctuaciones que han sufrido las ventas, en el caso de esta cartera se han presentado decrecimientos importantes, en el caso del 2020 presentó una baja debido a la afectación de la pandemia, particularmente en esta zona se encuentra uno de los sectores automotriz más importantes del país, en la pandemia de COVID 19 tales empresas cerraron producción eventual por lo que las ventas de esta zona disminuyeron.

En 2021 se retomaron las actividades y volvió a aumentar las ventas en un 18.87% lo que es una buena señal de restablecimiento del sector económico en la zona, en el 2022 que es el año a evaluar, las ventas que se toman en cuenta para ver el decrecimiento son las correspondientes de enero a septiembre de 2021 comparadas con las de enero a septiembre de 2022 para ser representativos, en ese caso también se ve decrecimiento, se espera evaluar al cierre del año con las pruebas del modelo para observar un panorama completo.

3.1.2. Actividad 1.2. Graficar los datos en series de tiempo definidas

En este punto de la fase 1 de aplicación se llevará a cabo la representación gráfica de los datos históricos que sirvieron para la construcción del modelo, donde se analizan los datos atípicos que

presentan cada una de las carteras y las causas tomando en consideración el criterio de cada vendedor.

También se consideran dentro de este análisis de gráficas los factores atípicos que son considerados momentos en la serie de tiempo donde las ventas que se presentan salen de la normalidad, este procedimiento se calculó mediante las puntuaciones Z, que son los valores extremos o atípicos es decir que se alejan de la media, entre mayor es la puntuación mayor es la distancia entre el valor y la media, se calcula con la siguiente razón:

$$Z = \frac{\text{Valor} - \text{Media}}{\text{Desv. estándar}}$$

Ecuación 4

Primero se presentan en la **Ilustración 24** los datos de la cartera QR2 en la serie de tiempo por mes desde enero de 2018 hasta septiembre de 2022 donde se hace el corte de los datos, las ventas presentan un ligero crecimiento exponencial con meses de bajas en ventas y otros meses en altas de ventas, naturalmente el mercado se comporta de esta forma teniendo el primer trimestre del año como los meses de menores ventas y posterior a eso van incrementando.

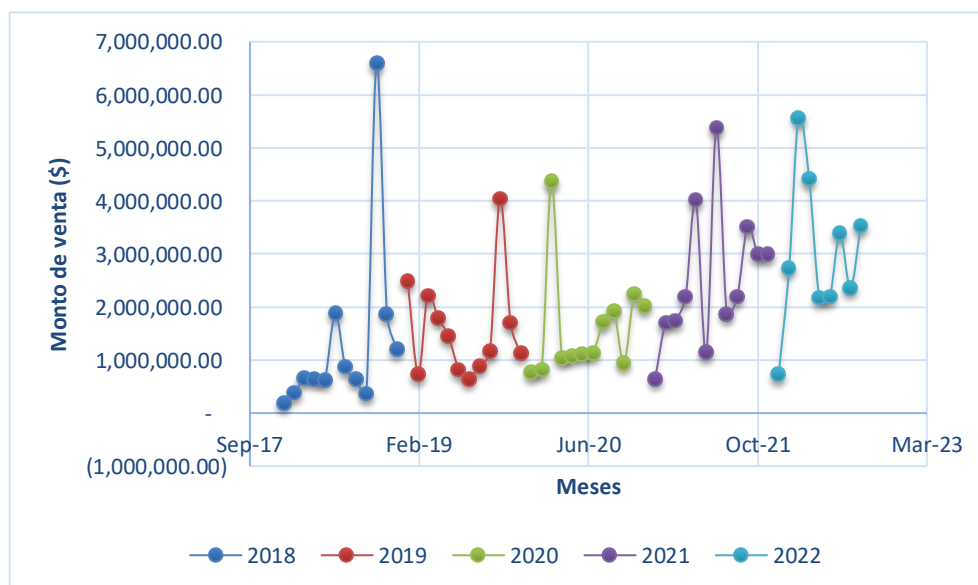


Ilustración 24. Gráfica de datos históricos para la cartera QR2

En los meses de enero y febrero históricamente las ventas son bajas, aunque hay un crecimiento de febrero respecto a enero, siempre son meses de bajo movimiento, a excepción de 2019 donde el vendedor comenta que hubo algunos presupuestos inconclusos del año inmediato anterior por ello se observa un incremento en ese mes respecto a sus similares en el histórico, en marzo de 2019, 2020 y 2021 se presenta un aumento importante en las ventas, por su parte octubre de 2018, 2019 y 2021 también se presentan un pico de ventas al alza que se repite en los tres años mencionados.

Los datos atípicos de acuerdo con la Ecuación 4 que presenta esta cartera se pueden observar en la **Ilustración 25**.

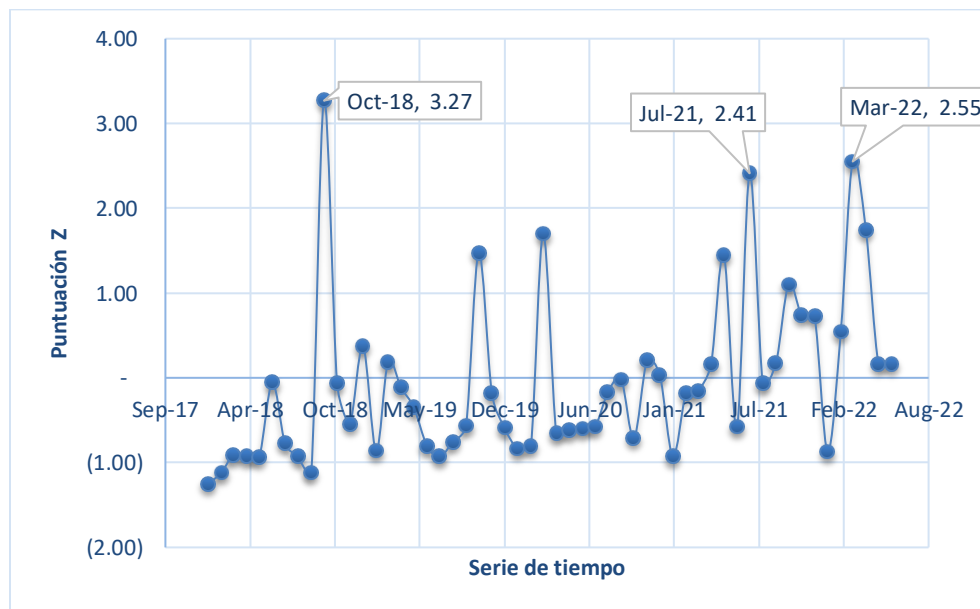


Ilustración 25. Datos históricos atípicos en la cartera QR2

En esta gráfica se observan los meses de octubre de 2018, julio de 2021 y marzo de 2022 como factores atípicos ya que por mucho quedan alejados de la media, las razones que mencionan los expertos son: en octubre de 2018 y marzo de 2022 se tuvo la inversión de un cliente importante, donde hubo construcción de nuevos laboratorios por crecimiento de su planta, por otro lado, en julio de 2021 se tuvo una licitación pública financiada por el dinero del gobierno donde se fue adjudicada la empresa con la compra de equipos y materiales.

En QR3 por su parte es una cartera que ha tenido cambios importantes en su estructura, en 2020 se le adicionaron clientes importantes, por lo que su cartera creció, por ello el crecimiento representa

un porcentaje importante en ese año, las ventas y sus variabilidades se pueden observar en la **Ilustración 26**.

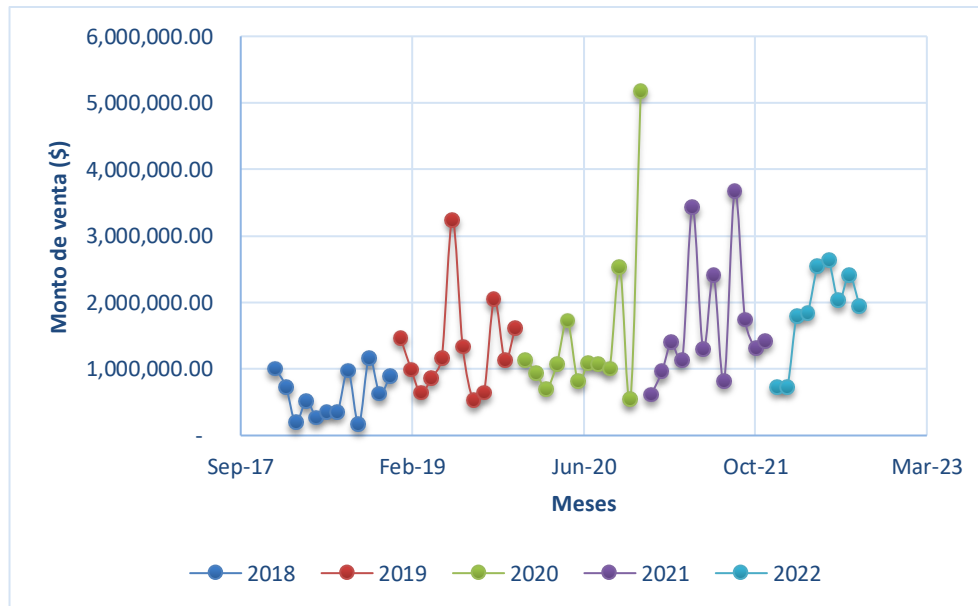


Ilustración 26. Gráfica de datos históricos para la cartera QR3

En 2018, 2019 y 2020 las ventas del primer trimestre del año se comportan de la misma forma, enero con ventas mayores pero discretas, febrero a la baja y marzo a la baja respecto al mes anterior, mientras que las ventas de 2021 y 2022 en el primer trimestre también se comportan de la misma forma aumentando exponencialmente de enero a marzo, por otro lado en 2020 y 2021 particularmente los meses de mayo presentan un pico de ventas, posterior junio a la baja y julio vuelve a incrementar, en el mes de diciembre para todos los años de 2018 a 2021 se presentan picos de ventas al alza.

De acuerdo con los datos anteriores, los momentos atípicos que se encontraron dentro de este grupo de venta fueron diciembre de 2020 que a pesar de ser un mes donde se elevan las ventas, particularmente en este año los cierres de algunas empresas que se atienden dentro de la cartera tuvieron un cierre de año fiscal tardío por lo que decidieron gastar sus recursos sobrantes en este mes, otro dato atípico es mayo de 2021 y septiembre del mismo año, donde se trabajó un proyecto

grande con un cliente de la industria automotriz y se compró en 2 etapas, la primera en mayo y la segunda en septiembre.

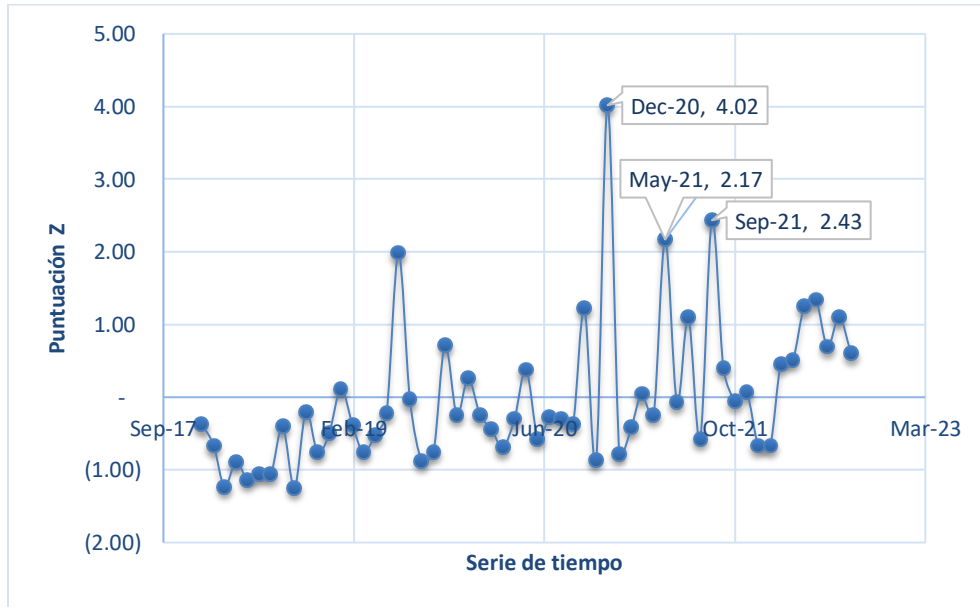


Ilustración 27. Datos históricos atípicos en la cartera QR3

Para la cartera nombrada como SLP sus ventas son más estables, por lo que se puede observar en la serie de tiempo esta cartera tiene un movimiento constante y estacional en sus ventas, no presenta crecimiento exponencial, sino más bien una estacionalidad en sus datos generalmente, los datos se representan en la **Ilustración 28**.

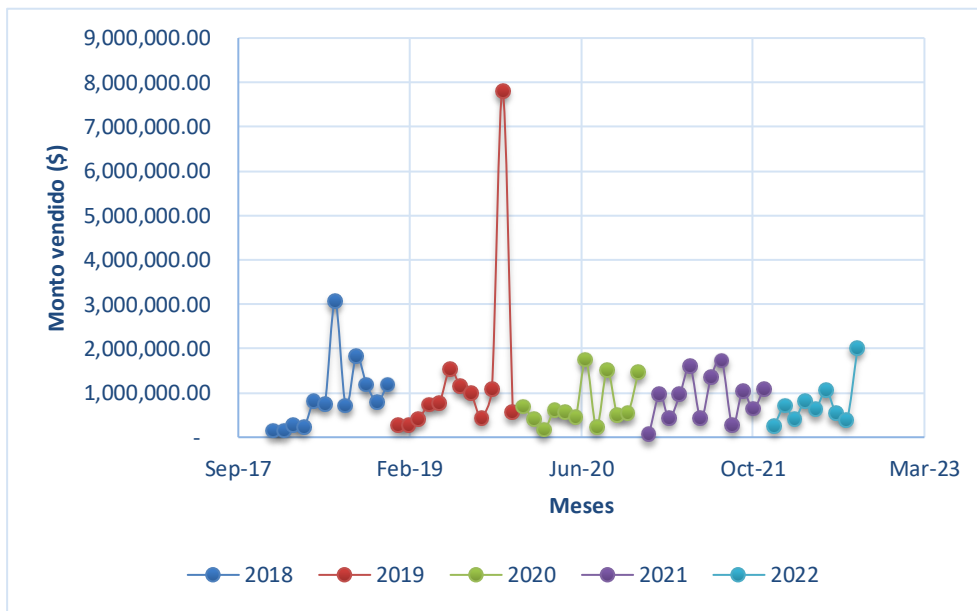


Ilustración 28. Gráfica de datos históricos para la cartera SLP

En el primer trimestre del año en 2018 y 2019 presentan el mismo comportamiento de crecimiento ligeramente exponencial, mientras que en 2020 por el contrario en 2020 se presenta un decrecimiento en estos tres primeros meses, esto podría estar explicado como el comportamiento normal de la cartera, en 2020 el comportamiento cambia al presentarse la pandemia por COVID 19 y misma que afectó a las ventas en esta zona a causa del declive de la industria automotriz, en 2021 y 2022 el comportamiento general de la cartera es parecido, sigue siendo estacional sin embargo presenta similares variaciones en las ventas por meses, por lo que se puede considerar que esta cartera utilizando como parteaguas 2020 tenga naturalmente un comportamiento diferente al que se han visto en los años anteriores.

De acuerdo con las posiciones Z observadas en esta cartera se tienen en el histórico en julio de 2018 incremento en las ventas fuera de la media de acuerdo con los reportes de presentó una licitación pública al gobierno de la zona que se atiende donde fue adjudicada la empresa con un monto importante y en noviembre de 2019 debido al fondeo de proyectos CONACyT, se adjudicó mediante una licitación pública un monto importante por proyecto

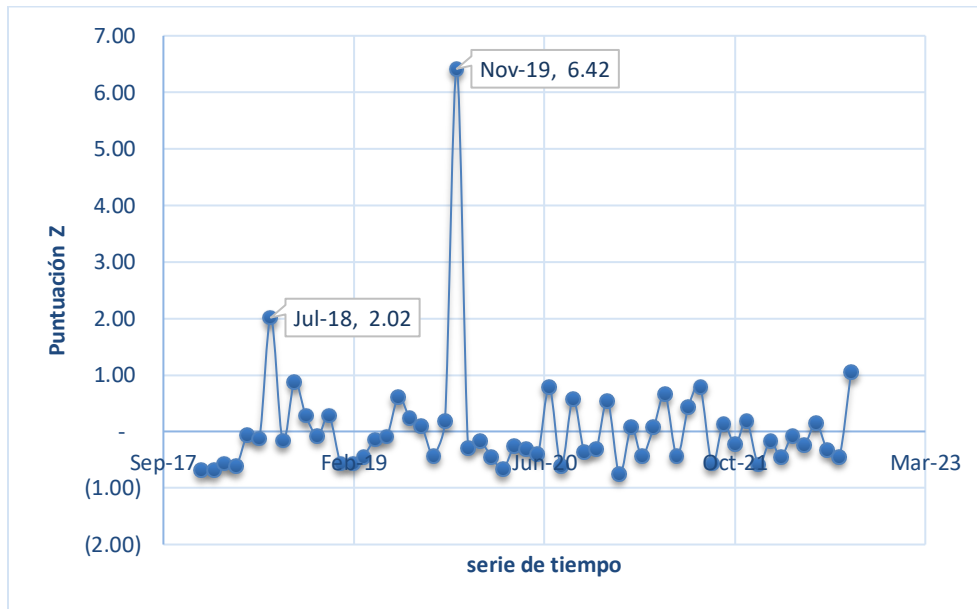


Ilustración 29. Datos históricos atípicos en la cartera SLP

3.1.3. Actividad 1.3. Analizar los datos históricos estadísticamente (ajuste de datos)

El análisis realizado en este apartado corresponde a la observación de los datos por medio de la estadística descriptiva, se busca medir el desempeño de las ventas, como se analizó en el apartado 3.2., las carteras presentan datos atípicos, por ello es necesario evaluar los datos de forma general, identificar los factores que produjeron estas causas y posteriormente podremos tener un desempeño de las ventas predecible donde podamos seleccionar que datos son mejores para tomar en cuenta dentro del pronóstico, partiendo de la observación general. Dentro de las observaciones se encuentran:

- **Media:** para este trabajo indica el promedio de las ventas de forma histórica, se utiliza como indicador para saber cuándo un dato de venta se alejó considerablemente de la media y que causas lo produjeron.
- **Desviación estándar:** esta medida explica cómo se encuentran dispersos los datos en el periodo de tiempo que se evaluó, con la finalidad de ver si tienen un crecimiento exponencial, una estacionalidad o alguna tendencia particular.
- **Rango:** involucra datos mínimos y máximos, midiendo cuán repartidos se encuentran estos datos.

- **El coeficiente de correlación** observa cómo se afinen los datos a través del tiempo, en este caso como se relacionan las ventas con el periodo del año.
- **La normalidad:** la gráfica de normalidad es utilizada para observar si la distribución de los datos es normal y proporciona un panorama sobre la reproducibilidad de las ventas y ofrece una orientación en el tratamiento de los datos al momento de pronosticar.

Los resultados obtenidos en el análisis estadístico básico se presentan en la **Tabla 9**.

Tabla 9. Estadísticos descriptivos

N° de equipo	Media	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Mínimo	Máximo
QR2	1956405	1415341	2.00319E+12	72.34	183201	6583724
QR3	1360113	950581	9.03604E+11	69.89	168526	5179563
SLP	934530	1087325	1.18227E+12	116.35	65320	7811381

En los tres equipos de ventas se evaluó desde enero de 2018 a septiembre de 2022 donde se hizo el corte para comenzar la aplicación de la técnica, las medias de las carteras QR2, QR3 y SLP respectivamente son 1,956,405.00, 1,360,113.00 y 934,530.00, por lo que se puede considerar que las ventas que estén cerca de este número están cerca de la media de ventas.

En el caso de la desviación estándar para QR2, QR3 y SLP respectivamente son de 1,415,341.00, 950,581.00 y 1,087,325.00, lo que indica que los datos están dispersos sin embargo en el caso de QR2 y QR3 al ser la desviación estándar menor que la media indica que los datos están ligeramente menos dispersos, para el caso de SLP la desviación estándar supera la media por lo que se puede considerar que los datos están más dispersos respecto a su media.

El coeficiente de variabilidad de 72.34, 69.89 y 116.36 para QR, QR3 y SLP respectivamente, como se observa, el coeficiente en todos los casos presenta una heterogeneidad en los datos históricos, pues tienen una variabilidad considerable.

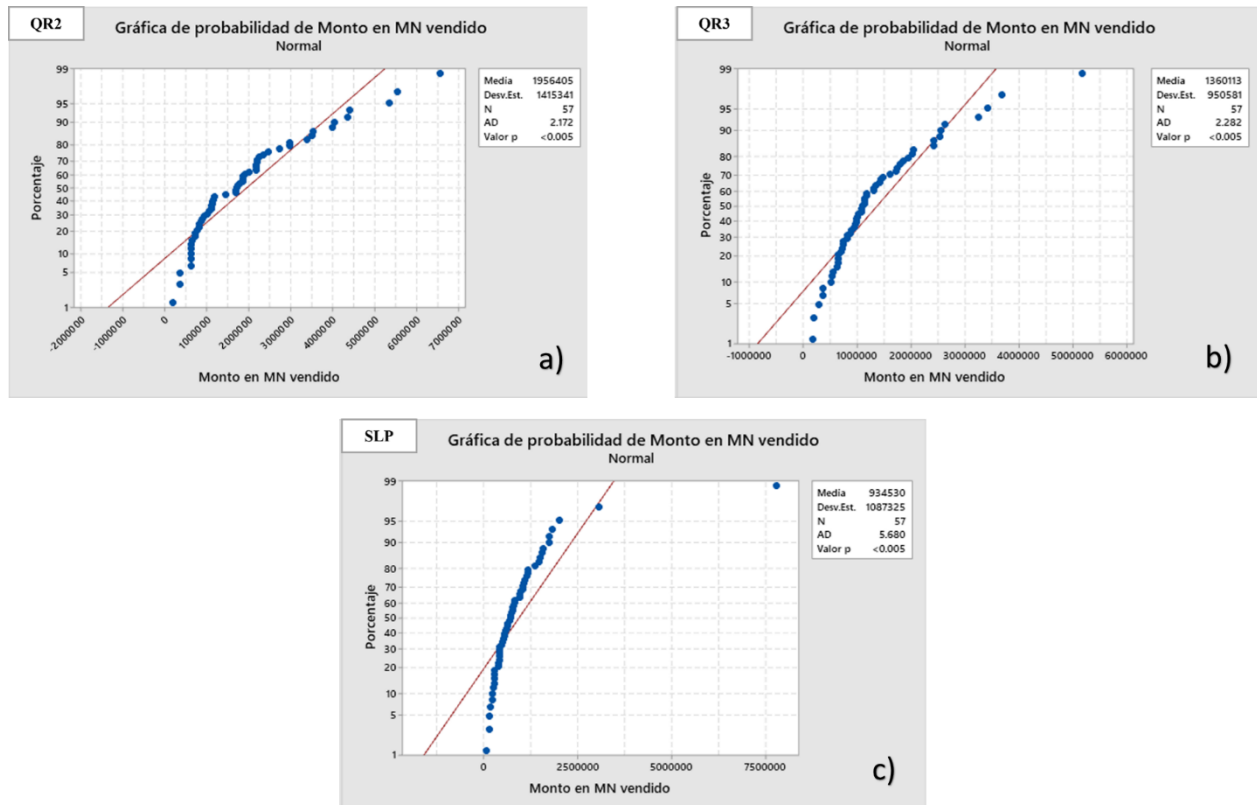


Ilustración 30. Gráficas de normalidad para las carteras QR2, QR3 y SLP

Respecto al mínimo y máximo, se tiene un rango de ventas entre (183,201.00 a 6,583,724), (168,526.00 a 5,179,563.00) y (65,320 a 7,811,381.00), el rango de ventas como se puede observar es muy amplio para todas las carteras y se debe a que en el análisis de históricos se ha tenido un incremento por año en las ventas y también a que las ventas no son estacionarias, más bien son bajas en el primer trimestre del año, para posteriormente incrementar y en el último mes de año disminuir proporcionalmente.

También se realizó el análisis de regresión, que, de acuerdo con la **Ilustración 30**, los datos no tienen una relación lineal ya que están considerablemente dispersos y algunos datos aislados. En el inciso a) se observa la distribución para QR2, en el inciso b) se representa la distribución de QR3 y en el inciso c) al de SLP. Los datos afectan el ajuste de esta relación, por lo que no tienen una correlación lineal para ninguna de las carteras, ya que el coeficiente de determinación (R^2) no presentó resultados acordes a esta tendencia.

De acuerdo con la observación de la normalidad los datos asimétricos se presentan a la derecha y aunque la mayoría están cerca de la línea de distribución ajustada, existen algunos que curvean esta distribución que indican ser datos dispersos.

Evaluar la normalidad es fundamental al momento de realizar predicciones ya que naturalmente los datos atípicos que corresponden a picos de ventas imprevistos producen desajustes al momento de pronosticar, por lo que al evaluar la normalidad podemos tener un panorama general y determinar si los datos requerirán un ajuste o suavizamiento que ayude a prever estos picos atípicos.

Para el caso de SLP en el inciso c) específicamente, los datos se encuentran menos ajustados ya que se ve claramente como muy pocos datos están cerca de la línea, los dos extremos se encuentran asimétricos al respecto.

3.1.4. Actividad 1.4. Elaboración de encuesta y análisis de información

La encuesta se elaboró de acuerdo con lo planteado en el apartado de herramientas, donde se les preguntaron a los vendedores responsables de las carteras caso de estudio, incluido el gerente para que dieran su opinión respecto a las consideraciones que tienen para las ventas y los factores que influyen de forma externa e interna. Se presentan los cuestionamientos con las gráficas de respuesta que se pueden observar en el **Anexo 2**.

El 100% de los vendedores consideraron que el comportamiento de las ventas fluctúa de acuerdo con factores intrínsecos y extrínsecos.

Posterior se realizaron los cuestionamientos 2 y 3 de la encuesta, la primera asociada a los factores intrínsecos que impacta en el cumplimiento de las ventas, el 50% de las personas entrevistadas afirmó que se afectan las ventas cuando no se tienen objetivos de ventas claros, en segundo lugar con el 33.33% dijeron que afecta el costo del producto y por último con 16.67% la calidad del producto como afectación en el cumplimiento de objetivos; la tercer pregunta estuvo relacionada con los factores extrínsecos que afectan, el 50% dijo que la disponibilidad del producto, en segundo lugar afirmaron la competencia de precios y en tercera la poca inversión del gobierno y las empresas.

El cuarto cuestionamiento es respecto con el proceso de ventas, preguntando si consideran que las ventas resultan más organizadas y eficientes cuando se tienen objetivos claros y se pueden pronosticar las ventas, el 83.33% dijeron que si, por el contrario, el 16.67% dijo que no las considera de esta forma.

Otra de las partes importantes de este planteamiento es trabajar las ventas mediante un embudo y se les preguntó ¿Qué factores toman en cuenta para crear el embudo basados en su experiencia?, el 66-67% dijo que toma en cuenta el avance en las cotizaciones (es decir si ya hubo retroalimentación por parte del cliente) y el 33.33% indicó que le da prioridad a cotizaciones donde se tiene exclusividad en la marca o en los tipos de productos.

El detalle de esta encuesta, con sus gráficas de análisis se puede observar en el Anexo 2.

3.1.5. Actividad 1.5. Identificación de las causas más frecuentes y relevantes que influyen en el comportamiento del mercado

De acuerdo con la encuesta elaborada en el punto 3.1.4 donde se da un resumen de las preguntas y el grado de respuesta que tuvieron, en este apartado se identificaron los factores que de acuerdo con las respuestas de los vendedores afectan en el comportamiento de este mercado.

El factor intrínseco más influyentes en las ventas es no tener objetivos claros, ya que como se ha mencionado en la problemática la forma de trabajo actual de la empresa tiende a la desorganización en los objetivos esto hace que los vendedores no tengan bien planteado el objetivo que el comportamiento del mercado indica que venderán. Esta problemática interna que los vendedores están observando queda cubierta con el planteamiento de esta técnica, ya que como estrategia se pueden hacer análisis de históricos para cada cartera o unidad de negocio y de esta forma plantear índices estacionales que ayuden a plantear objetivos reales y no teóricos como actualmente se realiza.

El factor extrínseco más importante que se consideró es la disponibilidad del producto frente a la competencia, por lo que la empresa deberá plantear estrategias claras sobre los productos más vendidos y lo que se deberá mantener en entrega inmediata para que se pueda mover con facilidad y concretar ventas.

Otro factor que se considera interno es el planteamiento que cuestiona la priorización de cotizaciones para incluir en el embudo que es la segunda parte de este trabajo, alinear el embudo con el pronóstico que el modelo arroje, los vendedores decidieron mediante sus repuestas que el factor más importante en este caso es el avance de las cotizaciones, es decir cuando una cotización cambia de estatus entrega a “en proceso”, que es cuando se ha recibido la retroalimentación del cliente o puede cambiar a “aceptada” que significa que la cotización está formalmente en el proceso de venta ya que técnicamente fue aceptada por el revisor.

De acuerdo con la identificación de estas causas la empresa podrá plantear estrategias específicas que ayuden a atacar las ventas cuando las previsiones indiquen que se tendrá una baja.

3.1.6 Actividad 1.6. Planteamiento de escenarios

Este punto se trata de plantear bajo que escenarios va a trabajarse la información histórica que en la fase dos será manipulada propiamente para generar las previsiones de prueba, para ello se observa el análisis histórico por año, se observa que cada año es un ciclo nuevo de venta que está evaluado por los índices estacionales, es decir el comportamiento del mes X de todos los años que se evalúan deberían tener teóricamente el mismo comportamiento.

Sin embargo, comparando año con año de cada cartera entre ellos también presentan diferencias en sus índices, esto puede deberse al aumento de la inversión por parte de los clientes o a la baja de esta.

En la observación general del punto 3.1.2., se puede ver en 2020 una disminución en el crecimiento de las ventas que hasta ese momento fue exponencial para todas las carteras, esto se debió a la pandemia por COVID-19, que en las carteras presentó una afectación menor o mayor de acuerdo con la zona geográfica donde cada una hace negocios y al desarrollo económico e industrial de las mismas.

De acuerdo con esta observación se trabajaron los datos observando el comportamiento de los años y comparándolos entre sí en la aplicación de los modelos, con la finalidad de encontrar los comportamientos más estables y de esta forma aplicar el modelo de previsión que sea acorde al

comportamiento de las ventas por cartera. Este planteamiento también ayudará a saber cuántos datos históricos es mejor incluir en el modelo, si la cartera está constantemente cambiando o bien se comporta de una forma estable desde los años que se evalúan.

Específicamente 2020 y 2021 que son años que se ven completamente afectados en el sentido sanitario, puede que las ventas se hayan comportado de forma diferente pero que esta nueva forma no sea específicamente el desarrollo del mercado real, por otra parte se tiene un muy buen momento para pronosticar y por esa razón se toman en cuenta los datos de enero hasta septiembre de 2022, ya que este es el año de recuperación y donde la pandemia se encuentra controlada, es decir será el indicador para saber si las ventas se comportan como lo hacían previo a esta situación de riesgo mundial o si ha dejado una nueva forma de operar los mercados y las inversiones que le permiten a la empresa generar su actividad comercial.

- **Escenario 1:** Se observan todos los datos, desde enero de 2018 hasta diciembre de 2021 bajo todos los modelos de previsión que se decidan calcular y se observaron los errores de pronósticos respecto a las ventas reales.
- **Escenario 2:** Se toman en cuenta solo datos de 2018 y 2019 para evaluar el grado de error que pueden presentar los pronósticos previos a la contingencia sanitaria.
- **Escenario 3:** Se incluyen solo los datos de 2020 y 2021 para observar el error de las previsiones durante la pandemia de Covid-19 donde las ventas se comportaron de una forma muy diferente y donde fue un periodo difícil de pronosticar por la gran incertidumbre que se tenía mundialmente.

Posterior al planeamiento y prueba de los escenarios posibles y entendiéndose que todos serán probados con los modelos que apliquen de acuerdo con el comportamiento de los datos generales, se evaluarán los porcentajes de MAPE entre ellos para seleccionar si alguno de los escenarios brinda una propuesta donde el error pueda ser menor, ya que ese será el indicado, puesto que los pronósticos se comportan mejor al predecir con datos previos o posteriores a pandemia, es decir con los más cercanos o lejanos al momento del pronóstico.

3.2 Fase 2: Diseño de la técnica

En esta fase de aplicación se desarrollan los modelos que se han planteado con anterioridad en el marco teórico y otros que se adaptaron a los datos; posterior al estudio de los históricos se probaron los modelos que de acuerdo con las características de los datos que se obtuvieron son más acordes con el comportamiento de estos.

Para ello se desarrollaron los puntos de esta fase para seleccionar los modelos que finalmente se propondrán y aplicarán en el periodo de prueba y validación.

3.2.1. Actividad 2.1. Identificar modelos de previsión acordes al comportamiento de los datos

Este trabajo como se plantea en los objetivos establecerá un modelo de previsión que brinde al departamento de ventas un método cuantitativo más efectivo que los métodos cualitativos que hasta el momento se ha aplicado en la empresa.

Actualmente se utilizan pronósticos cualitativos, principalmente el de “Composición de la fuerza de ventas” que de acuerdo con (Heizer & Render, 2009) en este enfoque cada vendedor hace una estimación de las ventas que se realizarán en su región.

Dentro de los métodos cuantitativos que se aplicarán en este trabajo son:

- **Por tendencia.** En este método se busca como su nombre lo dice analizar la tendencia que presentan los datos, si es lineal, tiene un crecimiento exponencial, si los datos presentan una curvatura en el caso de la cuadrática o bien si tienen forma de “s”; es decir su crecimiento a través del tiempo.
- **Series de tiempo.** Son los que aplican para este trabajo, predicen el futuro bajo la función del pasado, es decir utilizan los datos históricos para elaborar los pronósticos. Los tipos de pronósticos de series de tiempo que se aplican en predicciones a corto plazo, son las previsiones de suavizado, en estas se ajustan los valores con los datos anteriores o históricos, a medida que se suavizan los datos y se minimizan los valores atípicos. Dentro de esta línea de pronósticos existen varios desde los que utilizan variables simples y variables complejas.



Ilustración 31. Tipos de pronósticos

Pronósticos por análisis de tendencia

- ***Lineal***

Para este caso el modelo consiste en calcular el pronóstico con base en la ecuación de regresión, para ello se considera el tiempo que se está pronosticando y el error que lo involucra, se calcula con la Ecuación 5

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + e_t$$

Ecuación 5

Donde

Y_t = pronóstico

β_0 = Constante

β_1 = Cambio de promedio de un periodo al siguiente

t = Tiempo

e_t = el término del error

- ***Cuadrática***

El modelo cuadrático en el análisis de tendencia tiene que ver con el comportamiento de datos donde se presenta una ligera curvatura, la fórmula para calcular el pronóstico en su forma cuadrática es de acuerdo con la Ecuación 6.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + e_t$$

Ecuación 6

Donde

Y_t = pronóstico

β_0 = Constante

β_1 y β_2 = Los coeficientes

t = Tiempo

e_t = el término del error

- ***Crecimiento exponencial***

Este modelo analiza si el crecimiento es exponencial en la serie de tiempo, ya sea creciente o decreciente en el sentido exponencial, para ello se utiliza la Ecuación 7 para calcularlo

$$Y_t = \beta_0 * \beta_1^t * e_t$$

Ecuación 7

Y_t = pronóstico

β_0 = Constante

β_1 = Los coeficientes

t = Tiempo

e_t = el término del error

- **Curva en S**

La curva en forma de “S” como su nombre lo indica analiza el comportamiento de los datos a través de la serie en forma de “S” con la finalidad de observar cómo cambian y varían a través del tiempo. La forma de cálculo corresponde a la Ecuación 8.

$$Y_t = \frac{10^\alpha}{(\beta_0 + \beta_1 \beta_2^t)}$$

Ecuación 8

α = Constante

Y_t = pronóstico

β_0 = Constante

β_1 y β_2 = Los coeficientes

t = Tiempo

Las ponderaciones de los coeficientes que se trabajan en estos modelos. Toman en cuenta el ajuste anterior de cada dato, es decir se asigna un coeficiente y este se va ajustando a medida que el pronóstico va avanzando.

Pronósticos por métodos de suavizado

- ***Promedios móviles***

El pronóstico por este método usa el número de datos históricos para crearlo, en este método es importante que se suponga que la demanda en el tiempo permanece estable, de acuerdo con esta apreciación se realiza el pronóstico considerando las ventas promedio de los últimos meses, esto con la finalidad de disminuir las irregularidades a corto plazo. La fórmula que sirve para el cálculo del promedio móvil es:

$$\text{Promedio móvil} = \frac{\sum \text{Demanda en los } n \text{ periodos previos}}{n}$$

Ecuación 9

Donde n es el número de periodos incluidos en el promedio móvil

En este caso mediante la observación que se realizó en las ilustraciones **Ilustración 24**, **Ilustración 26** y **Ilustración 28** se determinó que el rango más amplio para pronosticar será de 3 meses, dado que los datos no permanecen estables, ya que para la empresa caso de estudio es necesario tener estudios trimestrales que indiquen la promesa de ventas.

- ***Promedio móvil ponderado***

Otro de los métodos que se utilizaron es el promedio móvil ponderado se utiliza para dar énfasis a los valores recientes, de acuerdo con la recomendación de Jeyser & Render (2009) esta técnica responde más rápido a los cambios, pues les da mayor peso a los periodos recientes. Para el cálculo del promedio móvil ponderado se presenta la Ecuación 10.

$$\begin{aligned} &\text{Promedio móvil ponderado} \\ &= \frac{\sum (\text{Ponderación para el periodo } n)(\text{Ventas en el periodo } n)}{\sum \text{Ponderaciones}} \end{aligned}$$

Ecuación 10

- ***Suavizamiento exponencial***

El suavizado exponencial es un método de pronósticos más completo, es una técnica de pronósticos de promedios móviles ponderados, donde los datos se ponderan mediante una función exponencial.

La función exponencial α es la constante de suavizamiento, que se elige y que tiene un valor entre 0 y 1. Este tipo de pronóstico se calcula mediante la Ecuación 11.

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Ecuación 11

F_t = nuevo pronóstico

F_{t-1} = pronóstico del periodo anterior

α = constante de suavizamiento (o ponderación) ($0 \leq \alpha \leq 1$)

A_{t-1} = demanda real en el periodo anterior

Para calcular el valor de la constante α se recomienda utilizar la herramienta *Solver* de la paquetería de Excel para optimizar el valor y tener una aproximación más precisa.

- ***Holt Winters***

El modelo de Holt Winters es una forma de suavizado exponencial triple que, a diferencia de los modelos sencillos, este incluye 3 variables: nivel, tendencia y estacionalidad, hay dos formas de calcular la predicción con este modelo, la multiplicativa y la aditiva, que dependen del comportamiento de los datos.

En este trabajo se aplicará la multiplicativa debido a que la aditiva se utiliza para datos que tienen una tendencia lineal, sin embargo, en este caso los datos para las 3 carteras son considerablemente variables, por ello se desarrollará únicamente el modelo multiplicativo.

La forma de calcular el pronóstico con el modelo Holt Winters multiplicativo corresponde a las ecuaciones:

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-p}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

Ecuación 12

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

Ecuación 13

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-p}$$

Ecuación 14

$$\hat{Y}_t = (L_{t-1} + T_{t-1})S_{t-p}$$

Ecuación 15

Donde

L_t = Nivel en el tiempo t

α = la ponderación para el nivel

T_t = tendencia en el tiempo t

β = Ponderación para la tendencia

S_t = componente estacional en el tiempo t

γ = Ponderación para el componente estacional

Y_t el valor de los datos en el tiempo t

\hat{Y}_t El valor ajustado o el pronóstico de un periodo por anticipado, en el tiempo t

Las constantes más importantes de esta metodología son L_t , T_t y S_t , que corresponden a la linealidad, tendencia y estacionalidad, respectivamente. Por ello se le llama a esta metodología de suavizado exponencial triple, por la presencia de las 3 constantes antes mencionadas.

Variaciones estacionales

Otra de las maneras de hacer un cálculo de pronóstico es hacerlo mediante las estaciones que se presentan a lo largo de los periodos que se quieren analizar. Este tipo de previsión analiza los movimientos ascendentes o descendentes localizados en la serie y que son directamente afectados por acontecimientos externos en el caso de estudio, los vendedores han determinado algunos factores influyentes en las ventas, como:

- Los precios de la competencia.
- La falta de artículos de entrega inmediata que tiene que ver con la disponibilidad de materia prima mundial.
- Un factor interno de influencia es que no se tienen objetivos claros de ventas.

Para hacer planteamientos de objetivos a largo plazo, de acuerdo con la metodología planteada por Heizer y Render (2009) se toman en cuenta los siguientes pasos para hacer pronósticos por estaciones:

1. Encontrar la demanda histórica (Ecuación 16)
2. Calcular la demanda promedio de todos los periodos (Ecuación 17)
3. Calcular el índice estacional para cada estación (Ecuación 18)
4. Estimar la demanda total anual (Ecuación 19)
5. Dividir la estimación de la demanda total anual entre el número de estaciones.

$$\text{Demanda histórica promedio de cada estación} = \frac{\sum \text{demanda del mes } X}{n}$$

Ecuación 16

Demanda promedio de todos los meses

$$= \frac{\sum \text{demanda histórica promedio de cada estación}}{n}$$

Ecuación 17

$$\text{Índice estacional} = \frac{\text{Demanda histórica promedio de cada estación}}{\text{Demanda promedio de todos los meses}}$$

Ecuación 18

Estimación de la demanda futura

$$= \text{Demanda promedio futura} * \text{índice estacional de cada periodo}$$

Ecuación 19

Este último modelo será utilizado para hacer planeaciones de ventas a largo plazo, por ejemplo, de un año a otro y que los directivos puedan observar un crecimiento esperado, puede no ser tan exacto como los otros métodos sin embargo es importante plantearlo y darle el uso estimativo.

3.2.2. Actividad 2.2. Construcción de la técnica

Ya que se han identificado los métodos que se aplicarán a este trabajo es necesario identificar la forma y las variables con las que se probará, es decir hacer una selección previa que permita realizar las pruebas de una forma más desarrollada y fluida, por lo que se seleccionan los parámetros y se identifican las combinaciones que se utilizarán en la fase de prueba.

Actividad 2.2.1. Selección de parámetros

La selección de parámetros define las características bajo las que se desea probar cada modelo, para ello se representa en la **Tabla 10** la estructura bajo la que se encuentra planeada la prueba.

Tabla 10. Identificación de parámetros

Nombre del modelo	Variables del modelo	Variables de similitud	Factores de influencia
Lineal	Ventas	T1: Mensual	Tendencia
Cuadrática	Tiempo	T2: Bimestral	Constante de cálculo
Crecimiento Exponencial		T3: Trimestral	Periodos anteriores
Curva en S			Incremento o decremento de las ventas
Promedio móvil			Cíclica
Promedio móvil ponderado			Periodos anteriores Estacionalidad Estabilidad
Suavizado exponencial			Periodos anteriores Estacionalidad Estabilidad
Holt Winters			Constante
Variaciones estacionales			Nivel Tendencia Estacionalidad
			Índice estacional Ciclos

Actividad 2.2.2: Identificar las combinaciones que se utilizarán en las pruebas con los modelos

Para hacer la identificación de combinaciones se tomó en cuenta previamente los parámetros, donde se seleccionaron los modelos que se aplicarán por el tipo de datos, las variables del modelo, de similitud y los factores de influencia para cada uno.

En este punto se plantean las combinaciones que se utilizarán para expresar el modelo abordando todas las posibilidades que los datos permiten hasta este momento, posteriormente se observarán los errores que se presenten.

Las propuestas se pueden observar gráficamente en la **Ilustración 32** para la cartera QR2, **Ilustración 33** para la cartera QR3 y en la **Ilustración 34** para la cartera SLP.

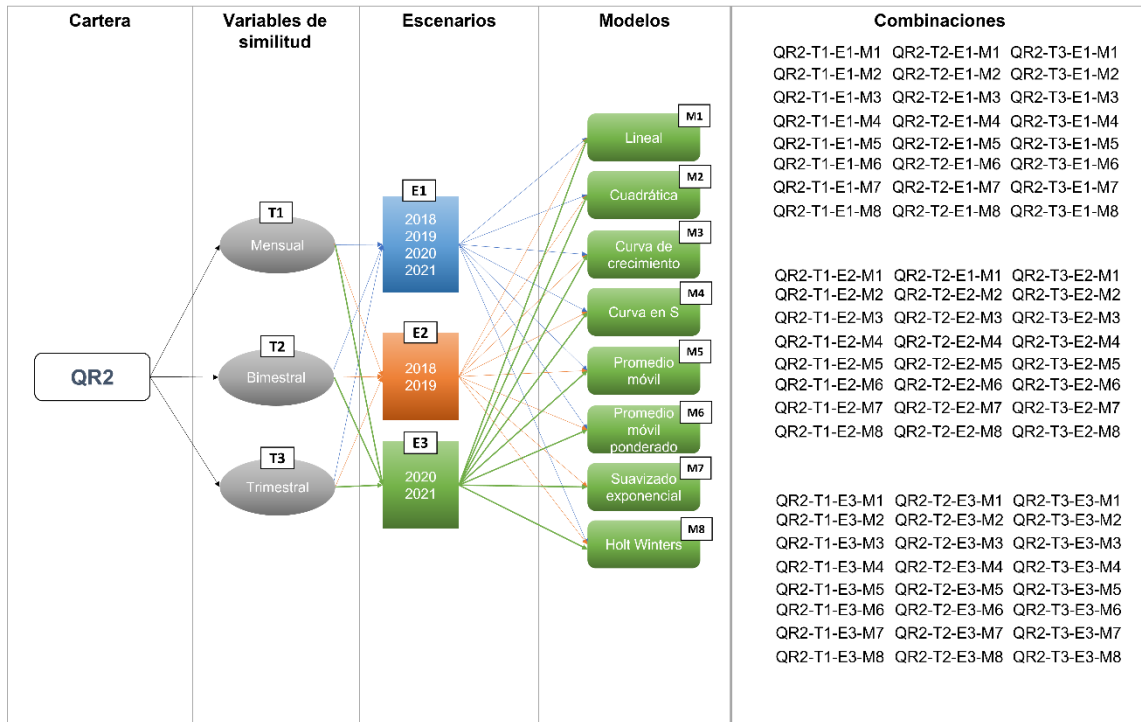


Ilustración 32. Propuesta de combinaciones para la cartera QR2

Desarrollo de una técnica de previsión de ventas para la toma de decisiones estratégicas utilizando métodos de pronósticos, aplicada en una empresa comercializadora de instrumentos científicos

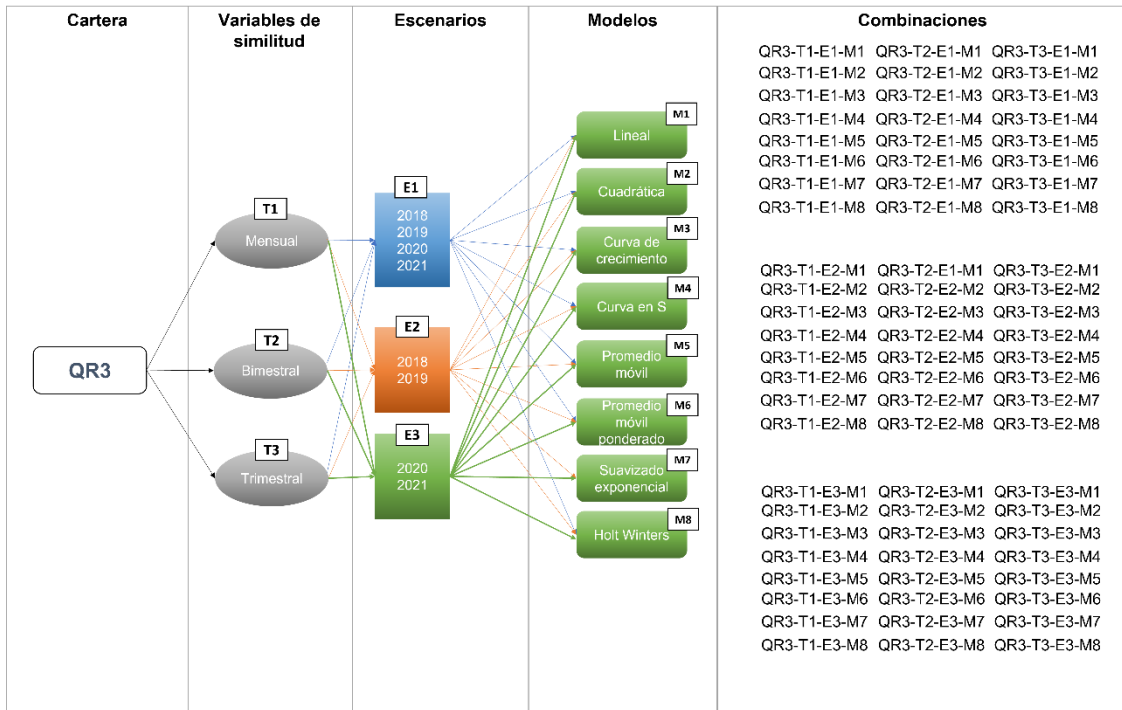


Ilustración 33. Propuesta de combinaciones para la cartera QR3

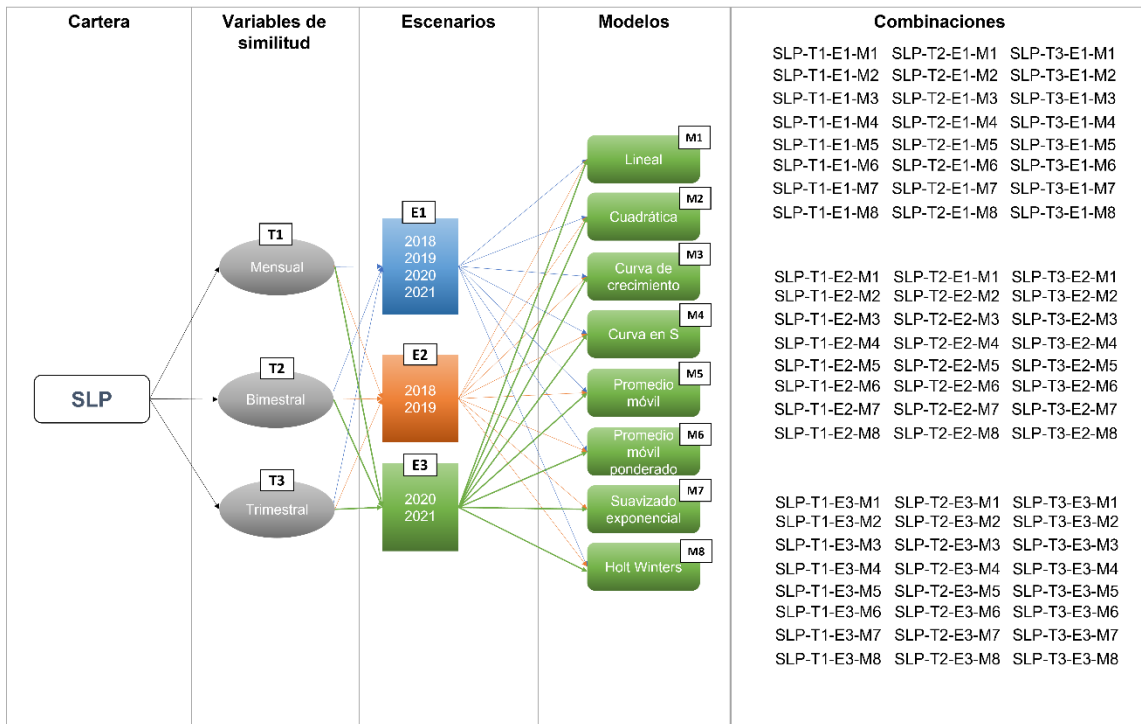


Ilustración 34. Propuesta de combinaciones para la cartera SLP

Como ejemplo una de las combinaciones que se elaboró para la cartera SLP es SLP-T1-E1-M4, con este código se dice que la cartera SLP será probada con el tiempo de evaluación mensual, en el escenario donde participan los datos históricos de enero de 2018 a diciembre de 2021 y el modelo que se probará para esa combinación es la curva de crecimiento en S, la combinación se desarrolla gráficamente de la siguiente forma:

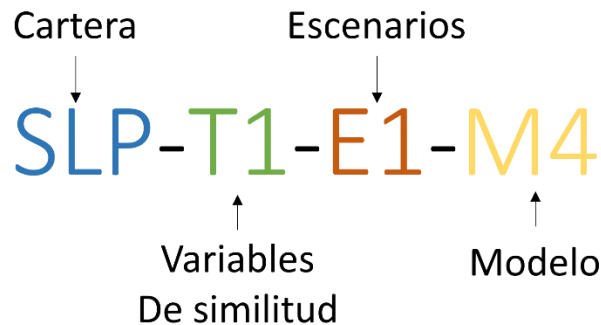


Ilustración 35. Propuesta para el desarrollo de las siglas en las combinaciones

Para todos los casos se utilizarán los tiempos en diferentes escenarios que previamente fueron planteados en el punto 3.1.6., estas combinaciones de tiempos y escenarios serán probadas con todos los modelos que antes fueron propuestos, el desarrollo de las siglas se propone en la **Ilustración 35**.

Las combinaciones que se probarán en su totalidad son 81 combinaciones diferentes para cada cartera, dando un total de 243 pruebas en los datos históricos, de las que se seleccionarán los mejores ajustes para hacer la propuesta formal, donde ya se haya identificado los mejores tiempos, escenarios y modelos para cada cartera, de acuerdo con su comportamiento y el nivel de error que ofrezcan la propuesta de cada uno.

3.2.3. Actividad 2.3. Desarrollo de la técnica

Ya que los puntos anteriores han definido las variables que se tomarán en cuenta y la forma en la que se realizarán las pruebas, este punto se desarrolla tomando en cuenta sus factores de influencia, propias del tipo de modelo. En la **Tabla 11** se presenta las constantes, nivel de las constantes, los periodos que se plantearon antes como variables de similitud, la tendencia y estacionalidad según aplique y la forma de predicción para cada uno.

Tabla 11. Selección de los niveles de los parámetros

Nombre del modelo	Constantes	Nivel de las constantes	Variables de similitud (periodos)	Factores de influencia
Lineal	$\beta_0 =$ Constante $\beta_1 =$ Cambio de promedio de un periodo al siguiente	De acuerdo con la ecuación de regresión	T1 T2 T3	Tendencia
Cuadrática	$\beta_0 =$ Constante β_1 y $\beta_2 =$ Los coeficientes	Depende de la ecuación de regresión ajustada	T1 T2 T3	Constante de cálculo Periodos anteriores
Crecimiento Exponencial	$\beta_0 =$ Constante $\beta_1 =$ Los coeficientes	Depende del ajuste exponencial que tengan los datos	T1 T2 T3	Incremento o decremento de las ventas
Curva en S	$\beta_0 =$ Constante β_1 y $\beta_2 =$ Los coeficientes	Depende del comportamiento en S que tengan los datos	T1 T2 T3	Cíclica
Promedio móvil	No aplica	No aplica	T1 T2 T3	Periodos anteriores Estacionalidad Estabilidad
Promedio móvil ponderado	No aplica	No aplica	T1 T2 T3	Periodos anteriores Estacionalidad Estabilidad
Suavizado exponencial	$\alpha =$ constante de suavizamiento (o ponderación)	$(0 \leq \alpha \leq 1)$	T1 T2 T3	Valor inicial ajustado y suavizado
Holt Winters	$\alpha =$ la ponderación para el nivel $\beta =$ Ponderación para la tendencia $\gamma =$ Ponderación para el componente estacional	$(0 \leq \alpha \leq 1)$ $(0 \leq \beta \leq 1)$ $(0 \leq \gamma \leq 1)$	T1 T2 T3	Nivel Tendencia Estacionalidad
Variaciones estacionales	índice estacional = promedio de las estaciones anteriores	$(0 \leq i \leq 1)$	T1 T2 T3	Índice estacional Ciclos

Las constantes y el nivel de las constantes de cada modelo dependen de los datos y de que el nivel de la constante resuelva la ecuación resultando el menor error posible, por lo que los niveles se definirán en la práctica y se datarán en el reporte de resultados que se presente en la fase de aplicación y validación.

3.3 Fase 3: Implementación de los modelos en datos históricos y periodo de prueba

En esta fase de aplicación se llevan a cabo las corridas seleccionadas previamente, con el fin de probar y evaluar la respuesta de los modelos y así hacer una propuesta final. En el punto 1 de esta fase se aplicarán los modelos en los datos históricos para analizar los porcentajes de error que se generan, los niveles y el comportamiento general de los datos; posteriormente, se evaluarán los resultados para decidir cuál modelo actúa mejor en cada cartera, esto debido al estudio previo de datos, en donde se llegó a la conclusión de que las 3 carteras a analizar tienen comportamientos diferentes, razón por la cual se utilizará el modelo que más ajuste en cada una de ellas.

Posterior a esta selección y ajuste del o los modelos a probar, será momento de llevarlo a los datos actuales; es decir, prever y evaluar los resultados para cada periodo de tiempo con miras a determinar si el modelo que se propone es el adecuado para pronosticar y si la hipótesis de este trabajo se cumple.

3.3.1. Actividad 3.1. Aplicación de los modelos en datos históricos

La primera parte de las corridas con datos que se realizan en este trabajo es en este punto, ya que previamente se seleccionaron los modelos que de acuerdo con el comportamiento de los datos serán probados en esta fase.

De cada cartera se elaboraron 81 combinaciones que se probarán en este punto, con el fin de sintetizar el trabajo escrito se presentan el desarrollo de las combinaciones antes mencionadas únicamente se representa el desarrollo de cada modelo para una cartera específica (según el caso), del resto de las carteras se presentarán únicamente los resultados y el grado de error, dando por hecho que todas las pruebas siguieron el mismo desarrollo de fórmulas.

Pronósticos por análisis de tendencia

- ***Lineal***

Los datos que se utilizan en esta prueba se encuentran descritos en la Ecuación 5 y se abordan de acuerdo con las combinaciones planteadas anteriormente. Primero se desarrollará la combinación QR2-T1-E1-M1 que se refiere a la cartera QR2 al tiempo 1 (análisis de datos mensuales), escenario 1 (históricos utilizados de 2019 a septiembre de 2022) y con el modelo 1 es decir análisis por tendencia lineal.

Para desarrollar esta combinación se realizó una regresión lineal con 48 datos donde se encontró la fórmula de regresión lineal partiendo de la Ecuación 5

$$Y_t = 902480 + 34943(t)$$

Se aplicó esta fórmula indicando t de acuerdo con el tiempo, es decir el pronóstico de enero de 2018 se multiplicó por 1 y así sucesivamente hasta llevar al dato número 48 correspondiente a septiembre de 2022, los resultados se presentan en la **Tabla 12**.

Tabla 12. Resultados de la aplicación del método lineal en QR2

Periodo de tiempo	Monto de venta histórica (MN)	Monto de previsión	Error de la predicción	Error absoluto
ene-18	183,200.63	937,423.00	- 754,222.38	412%
feb-18	375,863.97	972,366.00	- 596,502.03	159%
mar-18	660,312.93	1,007,309.00	- 346,996.07	53%
abr-18	642,625.40	1,042,252.00	- 399,626.61	62%
may-18	624,286.50	1,077,195.00	- 452,908.50	73%
jun-18	1,876,953.63	1,112,138.00	764,815.63	41%
jul-18	867,502.01	1,147,081.00	- 279,579.00	32%
ago-18	637,606.38	1,182,024.00	- 544,417.62	85%
sep-18	369,284.93	1,216,967.00	- 847,682.08	230%
oct-18	6,583,723.85	1,251,910.00	5,331,813.85	81%
nov-18	1,861,461.42	1,286,853.00	574,608.42	31%
dic-18	1,191,523.19	1,321,796.00	- 130,272.82	11%
ene-19	2,486,114.96	1,356,739.00	1,129,375.96	45%
feb-19	732,912.26	1,391,682.00	- 658,769.75	90%
mar-19	2,209,654.16	1,426,625.00	783,029.16	35%
abr-19	1,789,583.90	1,461,568.00	328,015.90	18%
may-19	1,458,900.26	1,496,511.00	- 37,610.74	3%
jun-19	820,827.90	1,531,454.00	- 710,626.10	87%
jul-19	638,244.80	1,566,397.00	- 928,152.21	145%
ago-19	888,462.44	1,601,340.00	- 712,877.57	80%
sep-19	1,156,364.33	1,636,283.00	- 479,918.68	42%
oct-19	4,047,505.91	1,671,226.00	2,376,279.91	59%
nov-19	1,697,203.88	1,706,169.00	- 8,965.13	1%
dic-19	1,118,377.31	1,741,112.00	- 622,734.70	56%
ene-20	771,948.00	1,776,055.00	- 1,004,107.00	130%
feb-20	823,430.72	1,810,998.00	- 987,567.29	120%
mar-20	4,362,521.10	1,845,941.00	2,516,580.10	58%
abr-20	1,027,059.32	1,880,884.00	- 853,824.69	83%
may-20	1,075,574.73	1,915,827.00	- 840,252.27	78%
jun-20	1,107,883.65	1,950,770.00	- 842,886.35	76%
jul-20	1,133,242.23	1,985,713.00	- 852,470.77	75%
ago-20	1,717,144.32	2,020,656.00	- 303,511.68	18%
sep-20	1,924,942.37	2,055,599.00	- 130,656.64	7%
oct-20	948,310.68	2,090,542.00	- 1,142,231.32	120%
nov-20	2,246,274.42	2,125,485.00	120,789.42	5%
dic-20	2,008,253.57	2,160,428.00	- 152,174.44	8%
ene-21	642,725.15	2,195,371.00	- 1,552,645.86	242%
feb-21	1,703,843.51	2,230,314.00	- 526,470.50	31%
mar-21	1,740,472.44	2,265,257.00	- 524,784.56	30%
abr-21	2,188,475.37	2,300,200.00	- 111,724.63	5%
may-21	4,013,788.98	2,335,143.00	1,678,645.98	42%
jun-21	1,136,086.52	2,370,086.00	- 1,233,999.49	109%
jul-21	5,370,674.73	2,405,029.00	2,965,645.73	55%
ago-21	1,862,178.71	2,439,972.00	- 577,793.30	31%
sep-21	2,199,233.36	2,474,915.00	- 275,681.65	13%
oct-21	3,515,650.29	2,509,858.00	1,005,792.29	29%
nov-21	2,993,174.52	2,544,801.00	448,373.52	15%
dic-21	2,980,440.53	2,579,744.00	400,696.53	13%
			SUMATORIA	3321%
			MAPE	69%

El promedio del error para todos los meses es de 69% en el histórico, correspondiendo a 48 meses que fueron evaluados, como se puede observar en la **Ilustración 36** el ajuste es de acuerdo a la tendencia que este modelo busca encontrar en este casi recta y se puede ver como se traza en rojo la línea de pronósticos para los datos que ya existen y la verde para los datos que se pronostican, este modelo es el menos utilizado para pronósticos con este comportamientos en sus datos ya que los datos históricos se encuentran muy alejados del pronóstico y ese comportamiento se puede observar a simple vista.

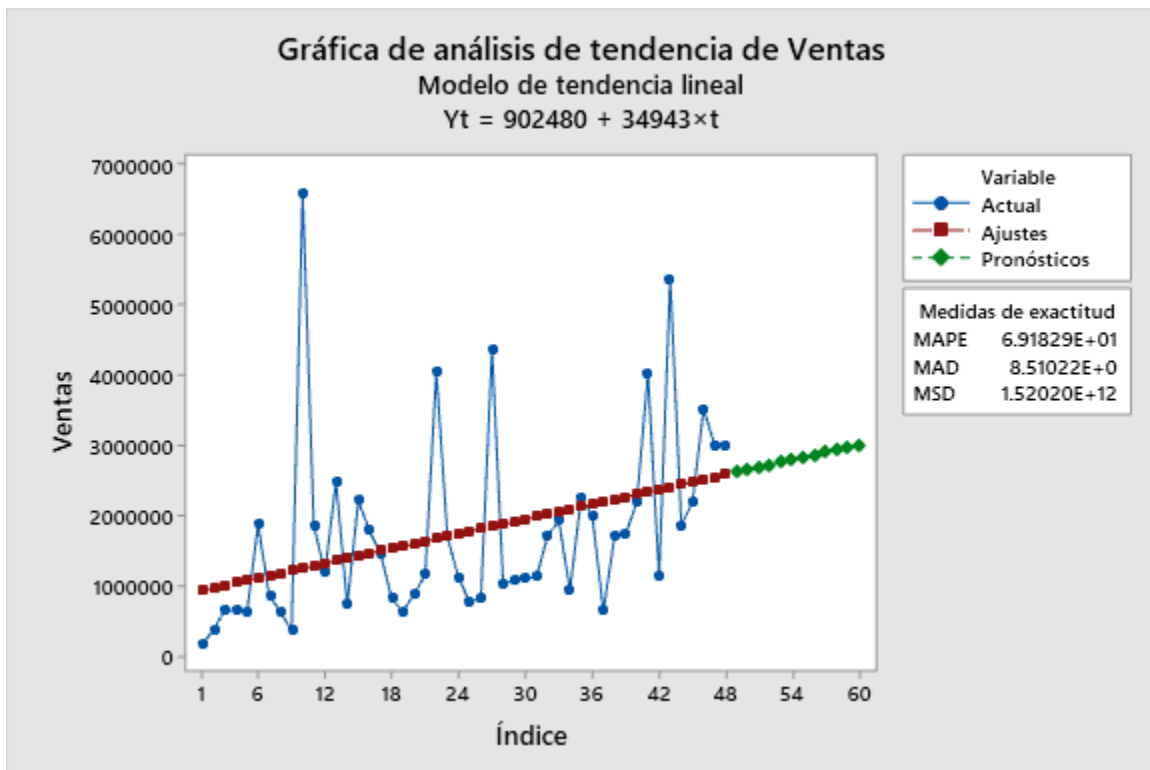


Ilustración 36. Gráfica de tendencia de ventas y previsión en el modelo lineal

Para las 8 combinaciones que corresponden a la aplicación de este modelo con tiempos y escenarios diferentes, se presentan los resultados de MAPE en la **Tabla 13**.

Tabla 13. Resultados de todas las combinaciones aplicadas para QR2 con el método lineal

Cartera	Variable de similitud	Escenario	Modelo	MAPE
QR2	T2	E1	M1	49 %
QR2	T3	E1	M1	41 %
QR2	T1	E2	M1	88%
QR2	T2	E2	M1	60 %
QR2	T3	E2	M1	54 %
QR2	T1	E3	M1	42 %
QR2	T2	E3	M1	25 %
QR2	T3	E3	M1	21 %
QR3	T1	E1	M1	62 %
QR3	T2	E1	M1	36.22 %
QR3	T3	E1	M1	32.73 %
QR3	T1	E2	M1	64.40 %
QR3	T2	E2	M1	33.93 %
QR3	T3	E2	M1	29.09 %
QR3	T1	E3	M1	53.8 %
QR3	T2	E3	M1	32.51 %
QR3	T3	E3	M1	29.39 %
SLP	T1	E1	M1	138.47 %
SLP	T2	E1	M1	81.27 %
SLP	T3	E1	M1	73.46 %
SLP	T1	E2	M1	108.71 %
SLP	T2	E2	M1	90.29 %
SLP	T3	E2	M1	78.83 %
SLP	T1	E3	M1	113.36 %
SLP	T2	E3	M1	31.77 %
SLP	T3	E3	M1	26.46 %

El porcentaje de error promedio más bajo que se encontró en la cartera QR2 es cuando se analizan los datos por trimestre (T3), considerando en la previsión los datos más cercanos es decir el escenario 3 (históricos de 2020-2021).

Para la cartera QR3 el mejor porcentaje de error de obtuvo al evaluarse por trimestres (T3), en el escenario 2 (históricos de 2018-2019), por lo que el mejor tiempo para pronosticar con este modelo y esta cartera es por trimestres evaluando un periodo anterior a la pandemia.

En la cartera SLP el mejor MAPE que se obtuvo fue de 26.46 % donde se utilizó el tiempo 3 (trimestre) con el escenario 3 es decir más cercano al momento que se pretende pronosticar (históricos de 2020 y 2021).

- ***Cuadrática***

Los datos que se utilizan en esta prueba se encuentran descritos en la Ecuación 6 y corresponden a la cartera QR3 abordando las combinaciones planteadas en la **Ilustración 33**.

Para el método cuadrático antes se comentó que se espera que los datos tengan un comportamiento curvo que pueda medir los pronósticos de acuerdo con los históricos, por lo que este método se analizó basados en la Ecuación 6 de forma que la tendencia cuadrática en 48 datos que corresponden a los históricos mensuales desde enero de 2018 a diciembre de 2021 para la cartera QR3, dada la combinación que se prueba QR3-T1-E1-M2. Para llevar a cabo el método se realizó una regresión cuadrática donde se obtuvo la ecuación:

$$Y_t = 417092 + 41361(t) - 204(t^2)$$

Los resultados de la aplicación en datos históricos se presentan en la **Tabla 14**.

Tabla 14. Resultados de la aplicación del método cuadrático en QR3

Periodo de tiempo	T	Monto de venta histórica (MN)	Monto de previsión	Error de la predicción	Error absoluto
ene-18	1.00	1,008,396.15	458,249.00	550,147.15	55%
feb-18	2.00	728,205.38	498,998.00	229,207.38	31%
mar-18	3.00	192,430.35	539,339.00	- 346,908.65	180%
abr-18	4.00	515,098.40	579,272.00	- 64,173.60	12%
may-18	5.00	274,245.84	618,797.00	- 344,551.16	126%
jun-18	6.00	348,780.92	657,914.00	- 309,133.09	89%
jul-18	7.00	349,044.99	696,623.00	- 347,578.01	100%
ago-18	8.00	974,926.19	734,924.00	240,002.19	25%
sep-18	9.00	168,526.47	772,817.00	- 604,290.53	359%
oct-18	10.00	1,166,147.11	810,302.00	355,845.11	31%
nov-18	11.00	632,696.31	847,379.00	- 214,682.69	34%
dic-18	12.00	884,028.81	884,048.00	- 19.19	0%
ene-19	13.00	1,467,049.67	920,309.00	546,740.67	37%
feb-19	14.00	987,969.05	956,162.00	31,807.05	3%
mar-19	15.00	636,181.86	991,607.00	- 355,425.14	56%
abr-19	16.00	861,382.88	1,026,644.00	- 165,261.13	19%
may-19	17.00	1,159,500.39	1,061,273.00	98,227.39	8%
jun-19	18.00	3,244,581.56	1,095,494.00	2,149,087.56	66%
jul-19	19.00	1,334,456.13	1,129,307.00	205,149.13	15%
ago-19	20.00	526,296.17	1,162,712.00	- 636,415.84	121%
sep-19	21.00	636,716.45	1,195,709.00	- 558,992.56	88%
oct-19	22.00	2,041,012.35	1,228,298.00	812,714.35	40%
nov-19	23.00	1,134,041.06	1,260,479.00	- 126,437.95	11%
dic-19	24.00	1,606,008.09	1,292,252.00	313,756.09	20%
ene-20	25.00	1,130,406.03	1,323,617.00	- 193,210.97	17%
feb-20	26.00	938,193.05	1,354,574.00	- 416,380.96	44%
mar-20	27.00	697,723.68	1,385,123.00	- 687,399.32	99%
abr-20	28.00	1,082,046.92	1,415,264.00	- 333,217.09	31%
may-20	29.00	1,722,519.71	1,444,997.00	277,522.71	16%
jun-20	30.00	817,459.02	1,474,322.00	- 656,862.98	80%
jul-20	31.00	1,096,836.98	1,503,239.00	- 406,402.03	37%
ago-20	32.00	1,077,098.70	1,531,748.00	- 454,649.30	42%
sep-20	33.00	997,733.72	1,559,849.00	- 562,115.29	56%
oct-20	34.00	2,526,527.07	1,587,542.00	938,985.07	37%
nov-20	35.00	544,108.04	1,614,827.00	- 1,070,718.97	197%
dic-20	36.00	5,179,562.55	1,641,704.00	3,537,858.55	68%
ene-21	37.00	614,627.88	1,668,173.00	- 1,053,545.12	171%
feb-21	38.00	960,549.93	1,694,234.00	- 733,684.07	76%
mar-21	39.00	1,407,153.86	1,719,887.00	- 312,733.15	22%
abr-21	40.00	1,134,054.29	1,745,132.00	- 611,077.72	54%
may-21	41.00	3,423,171.15	1,769,969.00	1,653,202.15	48%
jun-21	42.00	1,294,345.01	1,794,398.00	- 500,053.00	39%
jul-21	43.00	2,407,585.41	1,818,419.00	589,166.41	24%
ago-21	44.00	816,017.33	1,842,032.00	- 1,026,014.68	126%
sep-21	45.00	3,674,610.92	1,865,237.00	1,809,373.92	49%
oct-21	46.00	1,739,917.10	1,888,034.00	- 148,116.91	9%
nov-21	47.00	1,309,157.04	1,910,423.00	- 601,265.96	46%
dic-21	48.00	1,427,122.53	1,932,404.00	- 505,281.47	35%
SUMATORIA					2950%
MAPE					61%

El promedio del error absoluto es de 61% dado los resultados de todos los históricos en la combinación en la que se realizó la prueba, es un porcentaje alto ya que como se puede observar en la **Ilustración 37** los datos reales no presentan un comportamiento propiamente curvo si no variable.

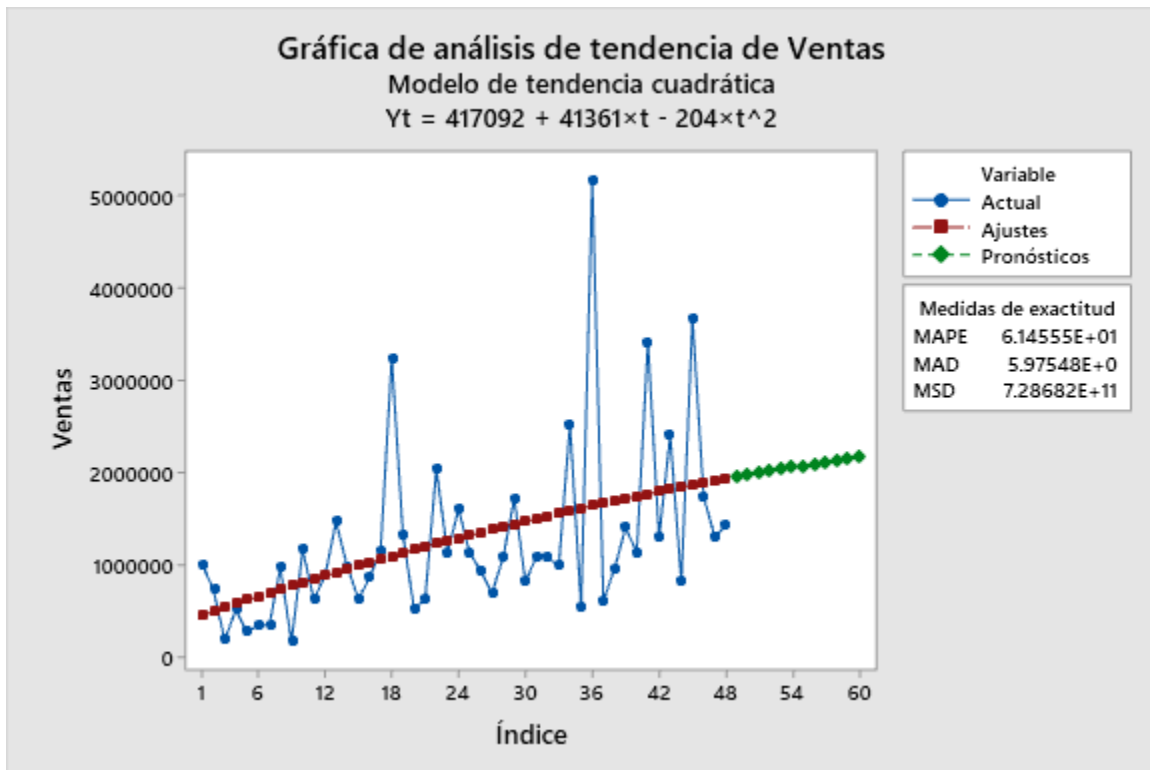


Ilustración 37. Gráfica de tendencia de ventas y previsión modelo cuadrático

Enseguida se presentan en la **Tabla 15** el resto de las combinaciones para las 3 carteras caso de estudio, se presenta únicamente el MAPE ya que se ejemplifica solo con una cartera para fines de presentación de este trabajo.

Tabla 15. Resultados de todas las combinaciones aplicadas para QR3 con el método cuadrático

Cartera	Variable de similitud	Escenario	Modelo	MAPE
QR2	T1	E1	M2	71.84 %
QR2	T2	E1	M2	50.67 %
QR2	T3	E1	M2	36.57 %
QR2	T1	E2	M2	68.40 %
QR2	T2	E2	M2	41.37 %
QR2	T3	E2	M2	45.59 %
QR2	T1	E3	M2	44.60 %
QR2	T2	E3	M2	26.85 %
QR2	T3	E3	M2	17.15 %
QR3	T2	E1	M2	35.77 %
QR3	T3	E1	M2	32.96
QR3	T1	E2	M2	63.40 %
QR3	T2	E2	M2	33.69 %
QR3	T3	E2	M2	28.89 %
QR3	T1	E3	M2	56.46
QR3	T2	E3	M2	32.82 %
QR3	T3	E3	M2	26.99 %
SLP	T1	E1	M2	134.87 %
SLP	T2	E1	M2	74.53 %
SLP	T3	E1	M2	71 %
SLP	T1	E2	M2	131.78 %
SLP	T2	E2	M2	117.05%
SLP	T3	E2	M2	95.20 %
SLP	T1	E3	M2	116.95 %
SLP	T2	E3	M2	29.52 %
SLP	T3	E3	M2	22.41 %

De acuerdo con los resultados obtenidos en la tabla donde se mencionan los MAPE de cada combinación, las mejores combinaciones para las 3 carteras fueron el Tiempo 3 (trimestral), planteado con los datos del escenario 3 (Datos históricos de 2020 y 2021), dando como resultados los datos más bajos para cada cartera de 17.15%, 26.99% y 22.42% para las carteras QR2, QR3 y SLP respectivamente.

- *Crecimiento exponencial*

La previsión por crecimiento exponencial tiene relación con la forma en el comportamiento de los datos, de acuerdo con la **Ilustración 21** la cartera que cuenta más con este comportamiento es QR2

por lo tanto se desarrolla una corrida con esos datos y posteriormente se presentan los porcentajes del error promedio absoluto que se tengan en todas las combinaciones, tomando en cuenta la combinación QR2-T3-E1-M3, que se refiere a la cartera antes mencionada en el tiempo trimestral con los datos de enero de 2018 a diciembre de 2021 (16 datos) aplicados en el modelo 3 es decir al crecimiento exponencial.

Mediante la generación de la ecuación con la que se pronosticó que en este caso es la Ecuación 7, se obtuvo la ecuación:

$$Y_t = 2347621 * (1.0815^t)$$

Dado la aplicación de la fórmula anterior tomando t como el tiempo en el que se está pronosticando, los resultados se presentan en la **Tabla 16**.

Tabla 16. Resultados de la aplicación del método curva de crecimiento exponencial QR2

Periodo de tiempo Trimestre	Monto de venta histórica (MN)	Monto de previsión	Error de la predicción	Error absoluto
1.00	1,219,377.53	2,538,952.11	- 1,319,574.59	108%
2.00	3,143,865.53	2,745,876.71	397,988.82	13%
3.00	1,874,393.31	2,969,665.66	- 1,095,272.35	58%
4.00	9,636,708.45	3,211,693.41	6,425,015.04	67%
5.00	5,428,681.37	3,473,446.42	1,955,234.94	36%
6.00	4,069,312.05	3,756,532.31	312,779.74	8%
7.00	2,683,071.56	4,062,689.69	- 1,379,618.14	51%
8.00	6,863,087.09	4,393,798.90	2,469,288.18	36%
9.00	5,957,899.82	4,751,893.51	1,206,006.30	20%
10.00	3,210,517.70	5,139,172.83	- 1,928,655.14	60%
11.00	4,775,328.92	5,558,015.42	- 782,686.50	16%
12.00	5,202,838.67	6,010,993.68	- 808,155.01	16%
13.00	4,087,041.09	6,500,889.66	- 2,413,848.57	59%
14.00	7,338,350.87	7,030,712.17	307,638.70	4%
15.00	9,432,086.79	7,603,715.21	1,828,371.58	19%
16.00	9,489,265.34	8,223,418.00	1,265,847.34	13%
SUMATORIA				585%
MAPE				37%

De acuerdo con los resultados de la **Tabla 16** se obtuvo el 37% del error MAPE, se puede considerar un porcentaje alto ya que se esperaba obtener un porcentaje menor dada la representación de los datos en el comportamiento de la gráfica, sin embargo, la **Ilustración 38** muestra que los datos históricos no presentan exactamente un comportamiento exponencial como se puede visualizar anualmente.

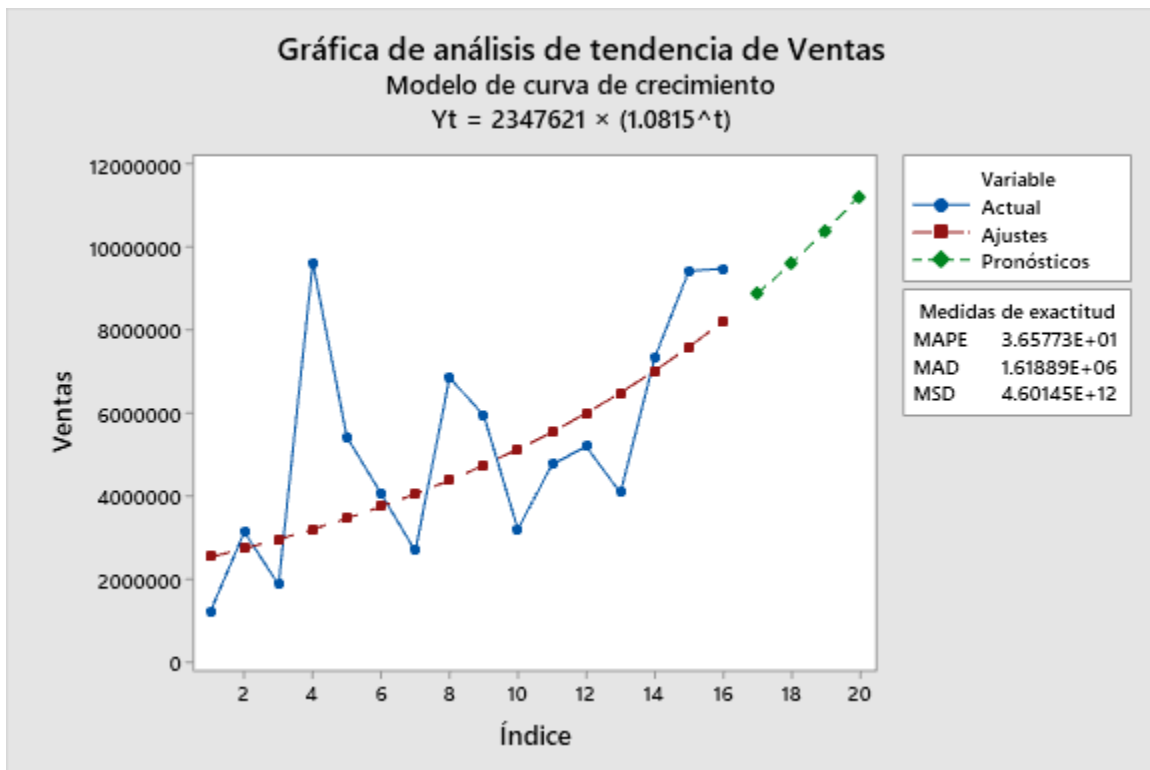


Ilustración 38. Gráfica de tendencia de ventas y previsión con curva de crecimiento

En la **Tabla 17** se muestran los resultados de todas las combinaciones que se plantearon para este modelo en las 3 carteras.

Tabla 17. Resultados de todas las combinaciones aplicadas para todas las carteras con el método cuadrático

Cartera	Variable de similitud	Escenario	Modelo	MAPE
QR2	T1	E1	M3	49.55 %
QR2	T2	E1	M3	41.60 %
QR2	T3	E1	M3	37%
QR2	T1	E2	M3	56.32 %
QR2	T2	E2	M3	50.60 %
QR2	T3	E2	M3	44.84 %
QR2	T1	E3	M3	35.11 %
QR2	T2	E3	M3	22.52 %
QR2	T3	E3	M3	20 %
QR3	T1	E1	M3	51.02 %
QR3	T2	E1	M3	32.16 %
QR3	T3	E1	M3	30.49 %
QR3	T1	E2	M3	54.13 %
QR3	T2	E2	M3	28.46 %
QR3	T3	E2	M3	28.24 %
QR3	T1	E3	M3	39.96 %
QR3	T2	E3	M3	29.70 %
QR3	T3	E3	M3	26.58 %
SLP	T1	E1	M3	91.85 %
SLP	T2	E1	M3	59.11 %
SLP	T3	E1	M3	53.99 %
SLP	T1	E2	M3	74.27 %
SLP	T2	E2	M3	72.08 %
SLP	T3	E2	M3	66.58 %
SLP	T1	E3	M3	88.67 %
SLP	T2	E3	M3	29.75 %
SLP	T3	E3	M3	25.21 %

De acuerdo con la **Tabla 17** los mejores resultados para este modelo se obtuvieron en el tiempo 3 es decir trimestral, en el escenario 3 que se refiere a los datos históricos más cercanos es decir 2020 y 2021 en el desarrollo de este modelo.

- *Curva en S*

La curva en S es un método que como se explicó tiene que ver con el comportamiento de los datos en forma de S, se pueden identificar ciclos dentro de este crecimiento y la fórmula para desarrollar este método corresponde a la Ecuación 8 y de acuerdo con los datos que se prueban en esta corrida

se presenta en la ecuación: que corresponde a la combinación QR3-T2-E2-M4 donde participan los datos de la cartera QR3 en bimestres, considerando los datos de 2018 y 2019 como históricos y aplicando el modelo 4 o curva en S.

$$Y_t = \frac{10^8}{(10.4060 + 144.642 (0.851463^t))}$$

Tabla 18. Resultados de la aplicación del método curva de curva en S para QR2

Periodo de tiempo Bimestres	Monto de venta histórica (MN)	Monto de previsión	Error de la predicción	Error absoluto
1	1,736,601.53	748,708.60	987,892.92	57%
2	707,528.75	867,529.21	- 160,000.47	23%
3	623,026.76	1,003,072.15	- 380,045.40	61%
4	1,323,971.18	1,156,989.68	166,981.50	13%
5	1,334,673.58	1,330,873.16	3,800.42	0%
6	1,516,725.12	1,526,171.21	- 9,446.09	1%
7	2,455,018.71	1,744,090.70	710,928.01	29%
8	1,497,564.74	1,985,483.86	- 487,919.12	33%
9	4,404,081.95	2,250,727.23	2,153,354.72	49%
10	1,860,752.30	2,539,602.00	- 678,849.70	36%
11	2,677,728.80	2,851,188.36	- 173,459.57	6%
12	2,740,049.15	3,183,788.80	- 443,739.65	16%
			SUMATORIA	324%
			MAPE	27%

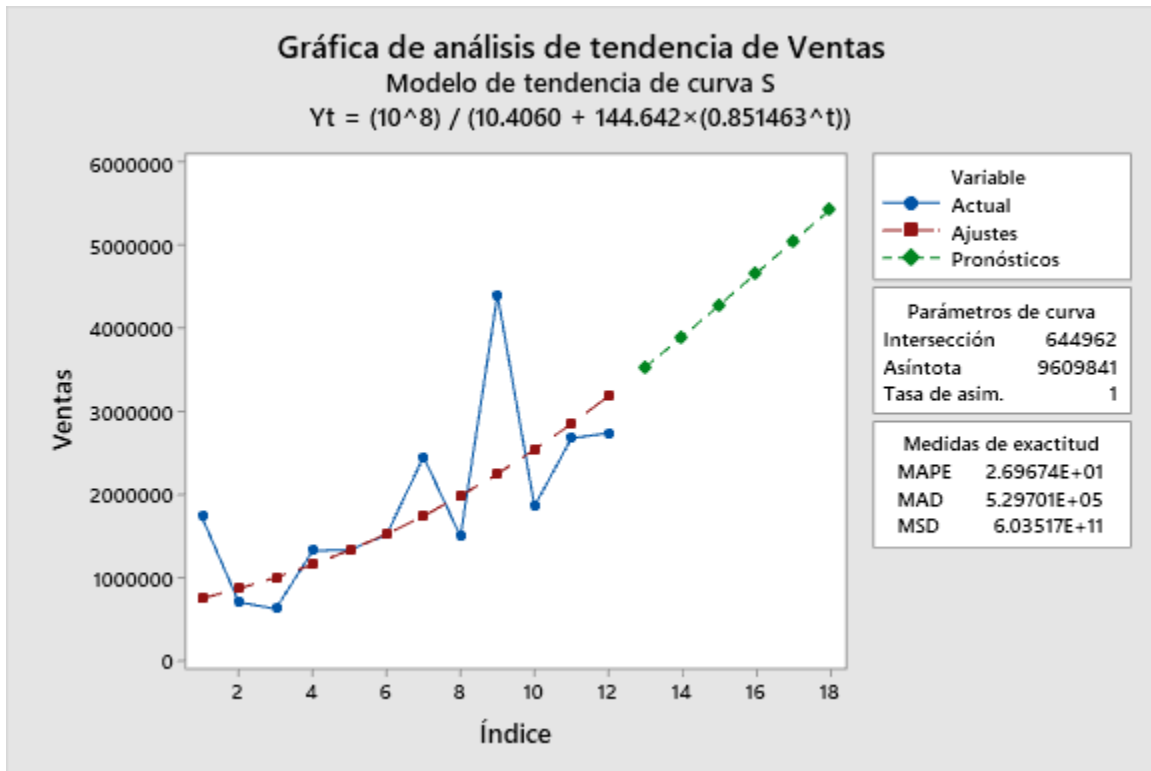


Ilustración 39. Gráfica de tendencia de ventas y previsión con curva en S

Como se puede observar en la **Ilustración 39** tanto los datos como los ajustes que logra obtener el modelo no hicieron posibles la forma en S, que es la naturaleza de esta metodología, probablemente sean pocos datos para alcanzar a ver la formación y que el error sea menor, sin embargo, el que se obtuvo del 26.96% es un ajuste considerable dado la naturaleza tan variable de los datos.

De acuerdo con el resto de las observaciones que antes se han planteado como combinaciones se presentan enseguida en la **Tabla 19**.

Tabla 19. Resultados de todas las combinaciones aplicadas para todas las carteras con el método curva en S

Cartera	Variable de similitud	Escenario	Modelo	MAPE
QR2	T1	E1	M4	40.51 %
QR2	T2	E1	M4	35.87 %
QR2	T3	E1	M4	38.82 %
QR2	T1	E2	M4	NA
QR2	T2	E2	M4	NA
QR2	T3	E2	M4	NA
QR2	T1	E3	M4	34.49%
QR2	T2	E3	M4	28.39 %
QR2	T3	E3	M4	29.83 %
QR3	T1	E1	M4	42.29 %
QR3	T2	E1	M4	28.99 %
QR3	T3	E1	M4	28.73 %
QR3	T1	E2	M4	49.84 %
QR3	T2	E2	M4	26.96 %
QR3	T3	E2	M4	NA
QR3	T1	E3	M4	48.09 %
QR3	T2	E3	M4	29.19 %
QR3	T3	E3	M4	NA
SLP	T1	E1	M4	NA
SLP	T2	E1	M4	44.23 %
SLP	T3	E1	M4	54.23 %
SLP	T1	E2	M4	56.67 %
SLP	T2	E2	M4	56.16 %
SLP	T3	E2	M4	NA
SLP	T1	E3	M4	NA
SLP	T2	E3	M4	28.45 %
SLP	T3	E3	M4	NA

Los mejores resultados en porcentajes MAPE se obtuvieron para el caso de QR2 con tiempo 2 es decir bimestral y el escenario 3 que son los datos más cercanos en este caso 2020 y 2021 se obtuvo un porcentaje del 28.39 % que fue el mejor de la corrida, en el caso de QR3, el mejor tiempo fue el 2 es decir bimestral, con el escenario 2 es decir utilizando los datos de pronósticos de 2018 y 2019, resultó en 26.96% que es el ejemplo presentado en este modelo, para el caso de SLP con los datos bimestrales, tomando en cuenta solo los más cercanos en este caso 2020 y 2021 se obtuvo un mejor pronóstico del 28.45 %

En algunos casos no se pudo aplicar el ajuste de este modelo dado que los datos eran pocos para que este modelo los considerara analizar en esta curva, principalmente el modelo no ajustó en los escenarios del T2 y T3 principalmente.

Pronósticos por métodos de suavizado

Para la aplicación de este tipo de métodos en datos históricos de evaluarán vertientes referidos s promedio móvil, promedio móvil ponderado, suavizado exponencial, Holt Winters multiplicativo y aditivo, así como las variaciones estacionales que se utilizarán de forma general, enseguida se desarrollan todos los modelos antes mencionados, siguiendo la métrica anterior, es decir desarrollando una combinación y mencionando los resultados del resto de las combinaciones que se han planteado antes.

- ***Promedios móviles***

El desarrollo de este método consiste en seleccionar algunos periodos anteriores al momento que se desea pronosticar y hacer un promedio de ellos para proponer un monto de ventas de predicción, este método es uno de los más simples utilizados, por lo tanto, su grado de exactitud comúnmente es bajo, sin embargo, se probará en este trabajo para observa el comportamiento y el grado de error que puede ofrecer.

Mediante el desarrollo de la Ecuación 9 se probará la combinación QR2-T3-E3 que corresponde a la cartera QR2 evaluada en trimestres y utilizando los históricos de 2020 y 2021 para hacer una propuesta de previsión, los resultados de esta prueba se muestran en la **Tabla 20**.

Tabla 20. Resultados de la aplicación del método promedio móvil para QR2

Periodo de tiempo Trimestre	Monto de venta histórica (MN)	Monto de previsión	Error de la predicción	Error absoluto
1	5,957,899.82			
2	3,210,517.70			
3	4,775,328.92	4,584,208.76	191,120.16	4%
4	5,202,838.67	3,992,923.31	1,209,915.36	23%
5	4,087,041.09	4,989,083.79	- 902,042.70	22%
6	7,338,350.87	4,644,939.88	2,693,410.99	37%
7	9,432,086.79	5,712,695.98	3,719,390.81	39%
8	9,489,265.34	8,385,218.83	1,104,046.51	12%
			SUMATORIA	137.10%
			MAPE	22.8%

Se utilizó como longitud 2 números es decir 2 periodos anteriores, por ejemplo, para pronosticar el 3er trimestre de 2020 se promediaron los trimestres 1 y 2 de 2020 de la siguiente forma:

$$Y_t = \frac{5,957,899.82 + 3,210,517.70}{2} = 4,584,208.76$$

Como este modelo solo puede pronosticar 1 dato en el futuro; de forma consecutiva se realizó el pronóstico para el primer trimestre de 2022, dando como resultado \$9,460,676.06, la veracidad de este cálculo que se comprobará en el apartado de aplicación.

Para el resto de las combinaciones se presenta la **Tabla 21** donde se muestran los resultados MAPE.

Tabla 21. Resultados de todas las combinaciones aplicadas para todas las carteras con el método promedio móvil

Cartera	Variable de similitud	Escenario	Modelo	MAPE
QR2	T1	E1	M5	67.54 %
QR2	T2	E1	M5	46.90 %
QR2	T3	E1	M5	40.42 %
QR2	T1	E2	M5	74.04 %
QR2	T2	E2	M5	52.27 %
QR2	T3	E2	M5	51.54 %
QR2	T1	E3	M5	62.77 %
QR2	T2	E3	M5	29.88 %
QR2	T3	E3	M5	22.84 %
QR3	T1	E1	M5	73.21 %
QR3	T2	E1	M5	44.21 %
QR3	T3	E1	M5	34.76 %
QR3	T1	E2	M5	74.41 %
QR3	T2	E2	M5	40.77 %
QR3	T3	E2	M5	36.24 %
QR3	T1	E3	M5	75.62 %
QR3	T2	E3	M5	49.88 %
QR3	T3	E3	M5	38.90 %
SLP	T1	E1	M5	131.26%
SLP	T2	E1	M5	94.84 %
SLP	T3	E1	M5	103.24 %
SLP	T1	E2	M5	96.57 %
SLP	T2	E2	M5	81.76 %
SLP	T3	E2	M5	97.86 %
SLP	T1	E3	M5	154.52 %
SLP	T2	E3	M5	40.20 %
SLP	T3	E3	M5	41.37 %

En la evaluación a todas las corridas las combinaciones con mejor MAPE fueron la cartera QR2 evaluada en trimestres y con los datos más cercanos a la predicción en este caso 2020 y 2021, para

la cartera QR3 fue en periodos trimestrales la mejor aproximación y con todos los datos históricos de enero de 2018 a diciembre de 2021, para SLP la mejor predicción fue en periodos bimestrales y de la misma forma que QR2 con los datos más cercanos a lo que se evaluarán en el futuro que van desde el primer bimestre de 2020 hasta el último de 2021.

Como se puede observar este modelo no ofrece errores muy bajos sin embargo puede ser una opción rápida para lanzar una previsión si el error al que pretendemos llegar no es tan estricto.

- ***Promedio móvil ponderado***

Para el promedio móvil ponderado se utiliza el mismo principio que el promedio móvil, solo que en este caso se agrega un factor de ponderación que es elegido entre 0 y 1 el número con el que mejor ajuste se obtenga, para esta prueba se utilizará la herramienta *Solver* de la paquetería de Excel para identificar cual es el mejor número entre el rango antes comentado que puede ofrecer un menor error.

La corrida que se probó para representar este modelo mediante el desarrollo de la Ecuación 10 y se refiere a la combinación QR2-T3-E3, es decir la cartera QR2 observada en trimestres en el escenario 3 que involucra los datos de 2020 y 2021 para la previsión, el pronóstico se desarrolla en la **Tabla 22**.

Tabla 22. Resultados de la aplicación del método promedio móvil ponderado para QR2

Periodo de tiempo Trimestre	Monto de venta histórica (MN)	Monto de previsión	Error de la predicción	Error absoluto
1er-2020	5,957,899.82			
2do-2020	3,210,517.70			
3er-2020	4,775,328.92	4,125,787.88	649,541.04	14%
4to-2020	5,202,838.67	3,593,630.97	1,609,207.69	31%
1er-2021	4,087,041.09	4,490,175.41	- 403,134.32	10%
2do-2021	7,338,350.87	4,180,445.89	3,157,904.98	43%
3er-2021	9,432,086.79	5,141,426.38	4,290,660.41	45%
4to-2021	9,489,265.34	7,546,696.94	1,942,568.39	20%
			SUMATORIA	163.39%
			MAPE	27.2%

En esta corrida se utilizó como factor de ponderación 0.82, de acuerdo con los resultados que arrojó la herramienta *Solver* de la paquetería de Excel, se utilizó como longitud 2 números es decir 2 periodos anteriores, por ejemplo, para pronosticar el 3er trimestre de 2020 se promediaron los trimestres 1 y 2 de 2020 de la siguiente forma:

$$Y_t = \frac{0.82 * (5,957,899.82 + 3,210,517.70)}{2} = 4,125,787.88$$

Los demás resultados se presentan en la **Tabla 22**. Así como para la combinación QR2-T2-E3 que corresponde a esa misma cartera los resultados obtenidos se presentan en la **Tabla 23**.

Tabla 23. Resultados de la aplicación del método promedio móvil ponderado para QR2 para el T2 y E3

Periodo de tiempo Trimestre	Monto de venta histórica (MN)	Monto de previsión	Error de la predicción	Error absoluto
1er-2020	1,595,378.72			
2do-2020	5,389,580.42			
3er-2020	2,183,458.38	3,222,606.03	- 1,039,147.65	48%
4to-2020	2,850,386.55	3,493,924.60	- 643,538.05	23%
5to-2020	2,873,253.05	2,322,432.92	550,820.12	19%
6to-2020	4,254,527.99	2,640,679.09	1,613,848.90	38%
1er-2021	2,346,568.65	3,288,498.86	- 941,930.21	40%
2do-2021	3,928,947.81	3,045,505.84	883,441.97	22%
3er-2021	5,149,875.50	2,895,294.99	2,254,580.50	44%
4to-2021	7,232,853.44	4,188,638.79	3,044,214.64	42%
5to-2021	5,714,883.65	5,712,940.65	1,942.99	0%
6to-2021	5,973,615.05	5,973,614.86	0.19	0%
			SUMATORIA	276%
			MAPE	27.6%

Donde se utiliza un factor de ponderación de 0.9227 de acuerdo con los resultados obtenidos de *Solver* de Excel, el error MAPE es de 27.6 %.

Para el resto de las combinaciones se presenta la **Tabla 24** donde se muestran los resultados MAPE.

Tabla 24. Resultados de todas las combinaciones aplicadas para todas las carteras con el método promedio móvil ponderado

Cartera	Variable de similitud	Escenario	Modelo	MAPE
QR2	T1	E1	M6	47.6 %
QR2	T2	E1	M6	37.7 %
QR2	T3	E1	M6	38 %
QR2	T1	E2	M6	45.9 %
QR2	T2	E2	M6	36.7 %
QR2	T3	E2	M6	39.4 %
QR2	T1	E3	M6	51.5 %
QR2	T2	E3	M6	27.6 %
QR2	T3	E3	M6	27.2 %
QR3	T1	E1	M6	54.86 %
QR3	T2	E1	M6	38.13 %
QR3	T3	E1	M6	34.04 %
QR3	T1	E2	M6	59.28 %
QR3	T2	E2	M6	37.76 %
QR3	T3	E2	M6	36.17 %
QR3	T1	E3	M6	53.05 %
QR3	T2	E3	M6	45.13 %
QR3	T3	E3	M6	37.08 %
SLP	T1	E1	M6	74 %
SLP	T2	E1	M6	67.45 %
SLP	T3	E1	M6	65.07 %
SLP	T1	E2	M6	66.37 %
SLP	T2	E2	M6	65.97 %
SLP	T3	E2	M6	72.14 %
SLP	T1	E3	M6	77.32 %
SLP	T2	E3	M6	38.44 %
SLP	T3	E3	M6	39.94 %

Los resultados que mejor MAPE ofrecieron fueron QR2-T2-E3, es decir la cartera en esta cartera el mejor tiempo es el bimestral y evaluando solo los datos cercanos en este caso 2020 y 2021, para QR3-T3-E1, en este grupo es el mejor tiempo el trimestre y observando todos los datos históricos de enero de 2018 a diciembre de 2021, mientras que para SLP-T2-E3 al igual que para QR2 el mejor tiempo es el bimestral evaluando 2020 y 2021 únicamente.

- ***Suavizamiento exponencial***

El suavizamiento exponencial es un método que consiste en ponderar los pronósticos mediante una constante, este número servirá para suavizar o reducir los posibles picos que se encuentren en los datos. Para el desarrollo de este modelo se aplicó la Ecuación 11 que muestra la forma en la que se

debe realizar el pronóstico, como se puede observar es necesario tener una primera apreciación del pronóstico inmediato anterior, por lo que para obtenerlo se utilizó el promedio de las observaciones anteriores para iniciar la aplicación.

El desarrollo de este modelo se lleva a cabo con el mejor pronóstico encontrado en las combinaciones, que se refiere a la cartera QR2 en trimestres (T3) y en el escenario más cercado a este momento que se refiere a los históricos de 2020 y 2021, los resultados se presentan en la **Tabla 25**.

Tabla 25. Resultados de la aplicación del método suavizado exponencial simple de QR2

Periodo de tiempo Trimestre	Monto de venta histórica (MN)	Monto de previsión	Error de la predicción	Error absoluto
1er-2020	5,957,899.82			
2do-2020	3,210,517.70			
3er-2020	4,775,328.92	4,584,208.76	191,120.16	4%
4to-2020	5,202,838.67	4,717,992.87	484,845.80	9%
1er-2021	4,087,041.09	5,057,384.93	- 970,343.84	24%
2do-2021	7,338,350.87	4,378,144.24	2,960,206.62	40%
3er-2021	9,432,086.79	6,450,288.88	2,981,797.91	32%
4to-2021	9,489,265.34	8,537,547.42	951,717.92	10%
			SUMATORIA	119.04%
			MAPE	19.8%

Donde el primer pronóstico que se utilizará en la fórmula es el promedio del primer y segundo trimestre de 2020 es decir:

$$F_{t-1} = \frac{5,957,899.82 + 3,210,517.70}{2} = 4,584,208.76$$

Partiendo de este resultado el primer pronóstico que se calculó es el del 3er trimestre de 2020

$$F_t = 4,584,208.76 + 0.7(4,775,328.92 - 4,584,208.76)$$

El valor de α se calculó con la herramienta de Excel *Solver* para obtener la mejor constante de ponderación que diera el error MAPE más bajo, en este caso el valor es igual a 0.7.

Le resto de las combinaciones se presentan en la **Tabla 26** indicando los MAPE

Tabla 26. Resultados de todas las combinaciones aplicadas para todas las carteras con el método de suavizamiento exponencial simple

Cartera	Variable de similitud	Escenario	Modelo	MAPE
QR2	T1	E1	M7	40.4 %
QR2	T2	E1	M7	35.9 %
QR2	T3	E1	M7	33.5 %
QR2	T1	E2	M7	43.8 %
QR2	T2	E2	M7	33.8 %
QR2	T3	E2	M7	41.28 %
QR2	T1	E3	M7	33.1 %
QR2	T2	E3	M7	20.9 %
QR2	T3	E3	M7	19.8%
QR3	T1	E1	M7	49.90 %
QR3	T2	E1	M7	27.29 %
QR3	T3	E1	M7	30.89 %
QR3	T1	E2	M7	58.91 %
QR3	T2	E2	M7	24.97 %
QR3	T3	E2	M7	39.66 %
QR3	T1	E3	M7	34.69 %
QR3	T2	E3	M7	33.65 %
QR3	T3	E3	M7	33.77 %
SLP	T1	E1	M7	67.87 %
SLP	T2	E1	M7	43.75 %
SLP	T3	E1	M7	42.36 %
SLP	T1	E2	M7	56.97 %
SLP	T2	E2	M7	70.67 %
SLP	T3	E2	M7	57.81 %
SLP	T1	E3	M7	84.01 %
SLP	T2	E3	M7	32.67 %
SLP	T3	E3	M7	26.90 %

En las combinaciones presentadas los mejores resultados para QR2 y SLP son de 20.52 % y 26.90 % respectivamente, estas previsiones surgieron en la misma combinación, es decir cuando se expresan los datos históricos en trimestres y el escenario 3 utilizando los datos de 2020 y 2021 para pronosticar. En la cartera QR3 el mejor momento con un resultado de 24.97 % es expresado en bimestres en el escenario de históricos implementados correspondiente a 2018 y 2019.

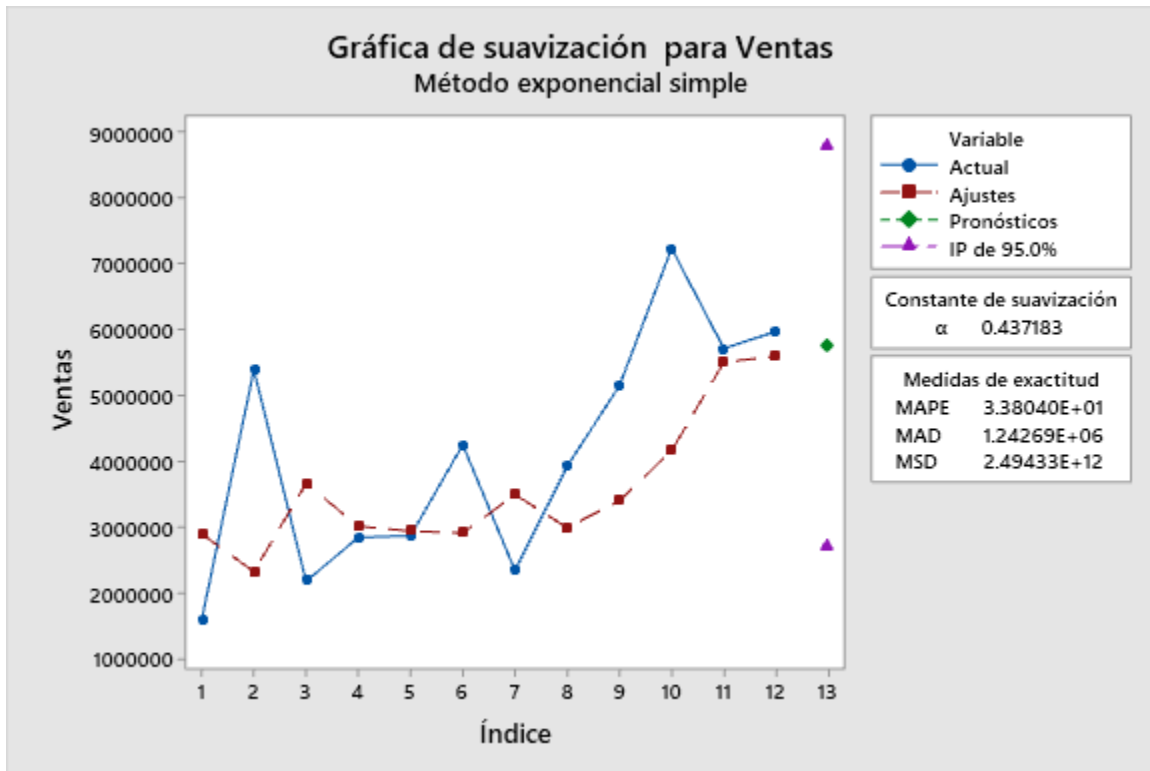


Ilustración 40. Gráfica de tendencia de ventas y previsión con suavizamiento exponencial simple

La **Ilustración 40** se muestra el resultado ilustrativo de la combinación QR2-T2-E2 y que se puede apreciar que la línea roja pondera los movimientos bruscos que se presentan en los datos históricos que en este caso es la línea azul.

Este método de pronósticos ayuda a minimizar los picos que se presentan comúnmente en los datos históricos a forma de ponderar los resultados y que los pronósticos futuros tengan un número promedio que sea asertivo.

- **Holt Winters**

Como se ha mencionado en la fase anterior este método consta de la suavización de 3 variables: nivel, tendencia y estacionalidad, por lo que el cálculo del pronóstico va más allá de arrojar un número, si no que el modelo por sí solo incluye variables que tienen que ver con el comportamiento de los datos en el tiempo.

Las ecuaciones que se desarrollan en este punto son las ecuaciones Ecuación 12, Ecuación 13, Ecuación 14 y Ecuación 15. Para el desarrollo de este modelo se tomó como ejemplo práctico el mejor error de predicción que se encontró, que en este caso es SLP-T3-E3, es decir la cartera SLP evaluada en trimestres e incluyendo los datos más cercanos de 2020 y 2021, cabe destacar que para esta cartera existe un antes y un después de la pandemia por COVID ya que el comportamiento de los datos es diferente en los años 2018 y 2019 que en los 2020 y 2021.

Primero se observan los datos históricos de los años que se van a evaluar, posteriormente se calculan los parámetros, para ello es necesario realizar lo siguiente:

$$T_0 = \frac{\text{Promedio del año 2} - \text{Promedio del año 1}}{n} = \frac{2,627,598.56 - 2,210,351.02}{4} \\ = 104,311.89$$

$$L_0 = \text{Promedio del año 1} - \left(\left(\frac{n+1}{2} \right) T_0 \right) = 2,210,351.02 - \left(\left(\frac{4+1}{2} \right) * 104,311.89 \right) \\ = 1,949,571.3$$

$$L_1 = L_0 + (\text{periodo} * T_0) = 1,949,571.3 + (1 * 104,311.89) = 2,053,883.19$$

Ya que se tienen las observaciones, se comenzará la previsión se seleccionan las constantes.

Nivel de las constantes

α	β	γ
0.01	0.01	0.01

Las siguientes aproximaciones de Lt se calculan con la Ecuación 12, para el cálculo de este parámetro se requiere St-p la forma de cálculo de la St promedio se describe en la **Tabla 27**.

Tabla 27. Tabla de las estacionalidades

Periodo	L_t	S	$S_{promedio}$	$S_{normalizada}$
1	2,053,883.19	0.60920205	0.59801984	0.60
2	2,158,195.07	0.7502477	0.95042796	0.96
3	2,262,506.96	1.53069168	1.39093349	1.40
4	2,366,818.85	1.05956261	1.02259887	1.03
5	2,471,130.73	0.58683764		
6	2,575,442.62	1.15060823		
7	2,679,754.51	1.25117529		
8	2,784,066.39	0.98563512		

El periodo L_t para el cálculo de S_t va de acuerdo con el T_0 , en el periodo 1 se considera el primer cálculo de L_{t1} y para los posteriores se refieren al inmediato anterior sumando el valor de T_0 . Por ejemplo:

$$L_{t2} = 2,053,883.19 - 104,311.89 = 2,158,195.08$$

El valor de S es de acuerdo con el valor de la demanda real del periodo y la L_t que se calculada en la **Tabla 27**, de la siguiente manera:

$$S = \frac{1,251,229.85}{2,053,883.19} = 0.60920205$$

es necesario sacar la $S_{promedio}$ para el cálculo de la S normal y de esta forma el parámetro tenga más fiabilidad por lo que la $S_{promedio}$ se calcula sacando el promedio de S1 con S5, S2 con S6, S3 con S7 y S4 con S8, para el primer cálculo se realiza de la siguiente forma:

$$S_{promedio} = \frac{0.60920205 + 0.58683764}{2} \cdot 0.59801984$$

Posteriormente calcular la S normal que se utilizara para el resto de los cálculos para ello se dividirá la S que se desee calcular entre la sumatoria de todas las S promedio y se multiplicará por el número de periodos

$$S_{normalizada} = \frac{0.59801984}{3.96198} \cdot 4 = 0.60$$

Posterior a este cálculo de S_t se comienzan con la corrida completa con los datos históricos para dar como resultado los datos que se presentan en la **Tabla 28** con un MAPE de 9.60 %.

Tabla 28. Resultados de la aplicación del método Holt-Winters para la cartera SLP

Periodo de tiempo Trimestre		Monto de venta histórica (MN) Y_t	L_t	T_t	Monto de previsión Y_t pron	S_t	Error absoluto
	-3					0.60	
	-2					0.96	
	-1					1.40	
	0		1,949,571.30	104,311.89		1.03	
1er-2020	1	1,251,229.85	2,053,883.19	104,311.89	1,240,049.52	0.60	0.89%
2do-2020	2	1,619,180.88	2,153,487.53	104,264.81	2,070,892.70	0.96	27.90%
3er-2020	3	3,463,200.59	2,259,836.55	104,285.65	3,170,518.99	1.41	8.45%
4to-2020	4	2,507,792.76	2,364,771.60	104,292.15	2,440,747.89	1.03	2.67%
1er-2021	5	1,450,152.53	2,468,389.70	104,285.41	1,490,852.74	0.60	2.81%
2do-2021	6	2,963,325.48	2,577,897.83	104,337.63	2,463,263.93	0.96	16.88%
3er-2021	7	3,352,842.63	2,679,267.19	104,307.95	3,770,051.77	1.40	12.44%
4to-2021	8	2,744,073.62	2,782,311.42	104,295.31	2,874,577.40	1.03	4.76%
					SUMATORIA		76.80%
					MAPE		9.60%

Utilizando la herramienta *Solver* de Excel se pudo calcular una mejor predicción que seleccionó el nivel de las constantes con el valor 0 y el resultado fue de 9.51%.

Para el resto de las combinaciones se presenta la **Tabla 29** donde se mencionan el nivel de las constantes de suavizado, así como el MAPE que se obtuvo de cada una.

Tabla 29. Resultados de todas las combinaciones aplicadas para todas las carteras con el método de Holt Winters

Cartera	Variable de similitud	Escenario	Modelo	Nivel de las constantes			MAPE
				A	B	γ	
QR2	T1	E1	M8	0.027285	0	0	49.14%
QR2	T1	E2	M8	0	0	0	34.16%
QR2	T1	E3	M8	0.001	0.001	0.001	30.21%
QR2	T2	E1	M8	0	0	0.0524	41.74%
QR2	T2	E2	M8	0	0	0	38.06%
QR2	T2	E3	M8	0.001	0.001	0.001	19.63%
QR2	T3	E1	M8	0.1872	7.17E-12	0.1586	48.16%
QR2	T3	E2	M8	0.0302	0.001	0.001	31.44%
QR2	T3	E3	M8	0.001	0.001	0.001	23.34%
QR3	T1	E1	M8	0	0	0	54.14%
QR3	T1	E2	M8	0.0564	0	0	33.87%
QR3	T1	E3	M8	0	0	0	33.12%
QR3	T2	E1	M8	0.3142	0.1453	0.0022	49.36%
QR3	T2	E2	M8	0	0.1276	0	25.03%
QR3	T2	E3	M8	0	0.1276	0	22.77%
QR3	T3	E1	M8	1	0.01719	0	55.97%
QR3	T3	E2	M8	0	0.01701	0	20.27%
QR3	T3	E3	M8	0	0.01701	0	24.14%
SLP	T1	E1	M8	0.0175	1	0	57.99
SLP	T1	E2	M8	0	1	0	44.52%
SLP	T1	E3	M8	0.01	0.01	0.01	36.44%
SLP	T2	E1	M8	0.01	0.01	0.01	43.74 %
SLP	T2	E2	M8	0.001	0.001	0.001	38.66%
SLP	T2	E3	M8	0	0.00099844	0	20.49%
SLP	T3	E1	M8	0.1475	1	0.0001	48.54%
SLP	T3	E2	M8	0.0001	0.0001	0.0001	32.81%
SLP	T3	E3	M8	0	0	0	9.51%

De acuerdo con la **Tabla 29** las combinaciones que dieron el mejor resultado fueron QR2 con 19.63% cuando se consideran los datos en bimestres y en el escenario3, es decir utilizando solo datos de 2020 y 2021. Para QR3 el mejor porcentaje fue de 20.27% utilizando los datos agrupados en trimestres y con el escenario 2 es decir los datos de 2018 y 2019 y para SLP el mejor resultado

es de 9.51 % que va de acuerdo con el desarrollo de este método, en este caso se utilizaron los datos en trimestres y con el escenario 3 es decir los datos de 2020 y 2021.

En los casos donde los valores de las constantes son iguales a 0 o 1 no se tiene una ponderación propia, esto puede estar asociado a que los datos no tienen un nivel en el caso de α , una tendencia cuando hablamos de β o estacionalidad cuando se trata de γ .

En este modelo ningún mejor ajuste corresponde a datos por mes, ya que en cuanto más largo sea el periodo para pronosticar menor es el error, esto es debido a la naturaleza de las ventas en este ramo, al agruparlos en bimestres o trimestres se tiene más apertura para el cumplimiento de objetivos que en los cortes mensuales.

- ***Variaciones estacionales***

Para este método de pronósticos se realizará la prueba de una forma diferente ya que para la aplicación en este caso de estudio las variaciones estacionales se utilizaron para dar una previsión futura con el periodo mayor a los analizados en los otros modelos, ya que se utiliza la demanda histórica y la demanda promedio de los periodos en los años anteriores para estimar el índice estacional sobre el que se puede predecir crecimientos futuros.

Para poder sacar estos índices estacionales primero se tiene que hacer un análisis de cada periodo donde se promedie la demanda de todos los años involucrados en los históricos evaluando por el periodo que se observa. En la **Tabla 30** se pueden observar los resultados de la cartera QR2

Tabla 30. Variaciones estacionales para QR2

P E R I O D O	Meses	Serie de tiempo				Demanda histórica promedio de cada mes	Índice estacional
		2018	2019	2020	2021		
1	Enero	183,200.63	2,486,114.96	771,948.00	642,725.15	1,020,997.18	0.58
2	Febrero	375,863.97	732,912.26	823,430.72	1,703,843.51	909,012.61	0.52
3	Marzo	660,312.93	2,209,654.16	4,362,521.10	1,740,472.44	2,243,240.16	1.28
4	Abril	642,625.40	1,789,583.90	1,027,059.32	2,188,475.37	1,411,935.99	0.80
5	Mayo	624,286.50	1,458,900.26	1,075,574.73	4,013,788.98	1,793,137.62	1.02
6	Junio	1,876,953.63	820,827.90	1,107,883.65	136,086.52	1,235,437.92	0.70
7	Julio	867,502.01	638,244.80	1,133,242.23	5,370,674.73	2,002,415.94	1.14
8	Agosto	637,606.38	888,462.44	1,717,144.32	1,862,178.71	1,276,347.96	0.73
9	Septiembre	369,284.93	1,156,364.33	1,924,942.37	2,199,233.36	1,412,456.24	0.80
10	Octubre	6,583,723.85	4,047,505.91	948,310.68	3,515,650.29	3,773,797.68	2.15
11	Noviembre	1,861,461.42	1,697,203.88	2,246,274.42	2,993,174.52	2,199,528.56	1.25
12	Diciembre	1,191,523.19	1,118,377.31	2,008,253.57	2,980,440.53	1,824,648.65	1.04
	Total	15,876,362.81	19,046,171.06	19,148,605.09	30,348,765.08	1,758,579.71	12.00

Posteriormente a conocer los índices estacionales se puede lanzar una predicción para 2022 por ejemplo, si el juicio de expertos determinara que en el siguiente año se venderá en QR2 \$16,500.000.00 pesos se deberá multiplicar por el índice estacional para determinar la venta por mes a fin de cumplir la meta, los resultados de esta explicación para la misma cartera se presentan en la **Tabla 31**.

Tabla 31. Previsión utilizando variación estacional

índice estacional	Pronóstico basado en presupuestos	
	16,500,000.00	
0.58		798,298.26
0.52		710,739.66
1.28		1,753,946.78
0.80		1,103,965.88
1.02		1,402,020.17
0.70		965,965.40
1.14		1,565,650.91
0.73		997,952.17
0.80		1,104,372.65
2.15		2,950,660.57
1.25		1,719,769.51
1.04		1,426,658.04
12.00		16,500,000.00

Para las carteras QR3 y SLP se presenta en la **Tabla 32** los resultados de sus índices estacionales y el pronóstico objetivo para el próximo año donde se prevé una venta de 12,800,000.00 y 8,855,000.00 respectivamente

Tabla 32. Previsión utilizando variación estacional para QR3 y SLP

índice estacional	Pronóstico basado en presupuestos		Pronóstico basado en presupuestos	
	12,800,000.00	índice estacional	8,855,000.00	índice estacional
0.83	887,117.68	0.30	222,970.72	
0.71	759,832.38	0.46	336,353.30	
0.58	616,600.67	0.33	241,672.99	
0.71	755,137.72	0.65	482,940.49	
1.30	1,382,955.34	0.97	712,470.73	
1.12	1,199,189.29	0.82	604,073.55	
1.02	1,090,468.14	1.88	1,388,320.60	
0.67	713,468.09	0.94	695,635.16	
1.08	1,151,353.66	1.04	767,214.46	
1.47	1,570,903.39	0.98	720,990.93	
0.71	760,901.22	2.53	1,864,568.16	
1.79	1,912,072.43	1.11	817,788.91	
12.00	12,800,000.00	12.00	8,855,000.00	

El método antes planteado puede no ser tan exacto para predecir en periodos de tiempo cortos, sin embargo, ofrece una solución cuando se quiere pronosticar a futuro lejano o cuando se quiere evaluar el crecimiento de una compañía o negocio.

3.3.2. Actividad 3.2. Evaluar la respuesta del modelo en los datos históricos

En este punto se representa gráficamente la respuesta de los modelos que mejor ajustaron a los datos históricos, es decir los errores más cercanos a 0%.

Posterior a que se ha presentado los resultados obtenidos con la corrida de datos históricos para cada cartera en las diferentes combinaciones planteadas, en este apartado se realiza la observación de los mejores resultados para cada cartera y cada modelo y se realiza una selección previa de los mejores tiempos y escenarios para pronosticar.

Los resultados presentados en la **Tabla 33** corresponden a las mejores observaciones que se obtuvieron con los diferentes modelos propuestos.

Tabla 33. Resumen de los mejores resultados de previsión con datos históricos

Lineal		
QR2-T3-E3 (21 %)	QR3-T3-E2 (29.09 %)	SLP-T3-E3 (26.46 %)
Cuadrático		
QR2-T3-E3 (17.15 %)	QR3-T3-E3 (26.99 %)	SLP-T3-E3 (22.41 %)
Crecimiento exponencial		
QR2-T3-E3 (20 %)	QR3-T3-E3 (26.58 %)	SLP-T3-E3 (25.21 %)
Curva S		
QR2-T2-E3 (28.39 %)	QR3-T2-E2 (26.96 %)	SLP-T2-E3 (28.45 %)
Promedio móvil		
QR2-T3-E3 (22.84 %)	QR3-T3-E1 (34.76 %)	SLP-T2-E3 (40.20 %)
Promedio móvil ponderado		
QR2-T3-E3 (22.85 %)	QR3-T3-E1 (34.04 %)	SLP-T2-E3 (38.94 %)
Suavizamiento exponencial		
QR2-T3-E3 (20.52 %)	QR3-T2-E2 (24.97 %)	SLP-T3-E3 (26.90 %)
Holt-Winters		
QR2-T2-E3 (19.63 %)	QR3-T3-E2 (20.27 %)	SLP-T3-E3 (9.51 %)

Como se puede observar en la **Tabla 33** hay algunos tiempos y escenarios que predominan en las carteras, por los que serán los seleccionados para el ajuste de los modelos, de la misma forma se proponen los modelos en los que se obtuvo el error más bajo para cada cartera, de la siguiente forma:

QR2

- Variable de similitud: trimestral (T3)
- Escenario: datos históricos 2020 y 2021 (E3)
- Modelos: Suavizamiento exponencial simple y Holt Winters (suavizamiento exponencial triple)

QR3

- Variable de similitud: trimestral (T3)
- Escenario: datos históricos 2018 y 2019 (E2)
- Modelos: Suavizamiento exponencial simple y Holt Winters (suavizamiento exponencial triple).

SLP

- Variable de similitud: trimestral (T3)
- Escenario: datos históricos 2020 y 2021 (E3)
- Modelos: Suavizamiento exponencial simple y Holt Winters (suavizamiento exponencial triple)

Estrictamente los mejores resultados que se obtuvieron para QR2 y SLP involucran el modelo cuadrático, sin embargo, este método analiza la tendencia cuadrática de los periodos, los datos que se han observado hasta el momento no tienen una tendencia cuadrática, si no que se observan ciclos no muy marcados que se repiten año con año, por lo que se determina que no es el mejor método para realizar el pronóstico de este tipo de comportamiento de datos.

Se tomará un modelo más completo como es Suavizamiento exponencial simple que mezcla promedio móvil, con el suavizamiento a través de una constante; en las pruebas de datos históricos

en ese modelo se obtuvieron buenos resultados 20.57 % y 26.90 % para QR2 y SLP respectivamente, en los tiempos y escenarios que se plantearon para cada cartera. También se presentan las gráficas para Holt-Winters y suavizamiento exponencial, observando la similitud entre los datos históricos y los pronosticados.

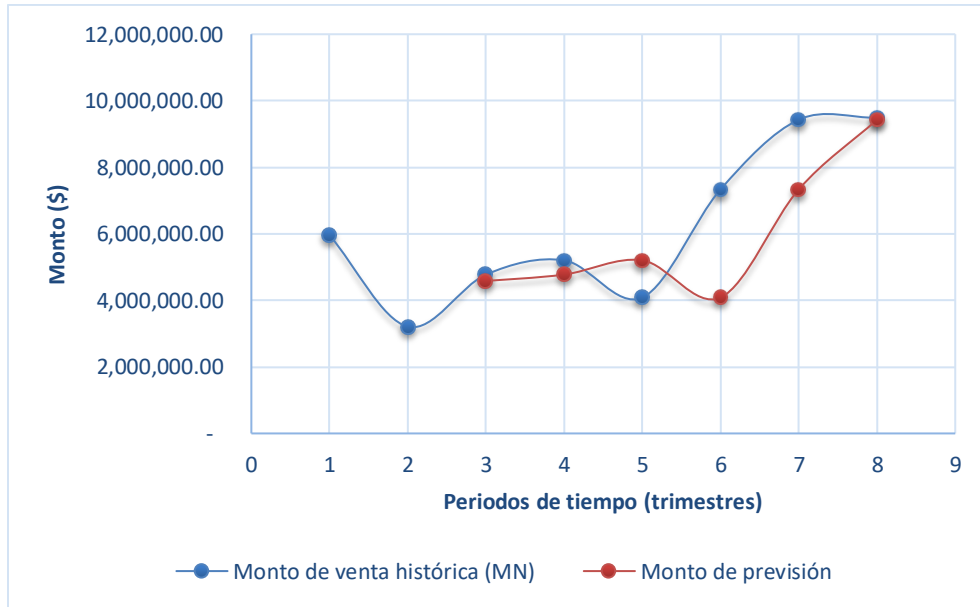


Ilustración 41. Gráfica de comparación entre datos históricos y pronóstico para la combinación QR2-T3-E3 con suavizado exponencial simple

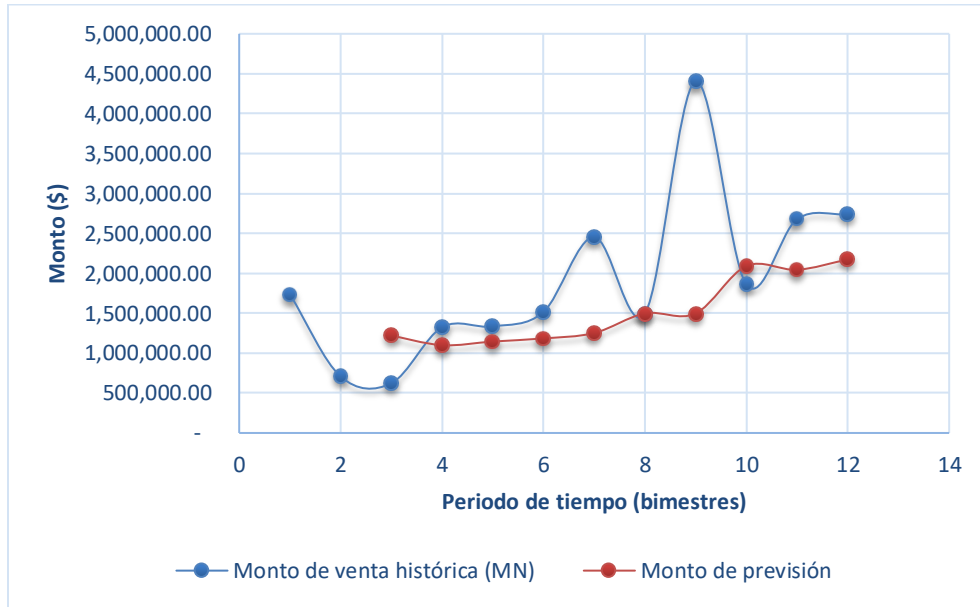


Ilustración 42. Gráfica de comparación entre datos históricos y pronóstico para la combinación QR3-T2-E2 con suavizado exponencial simple

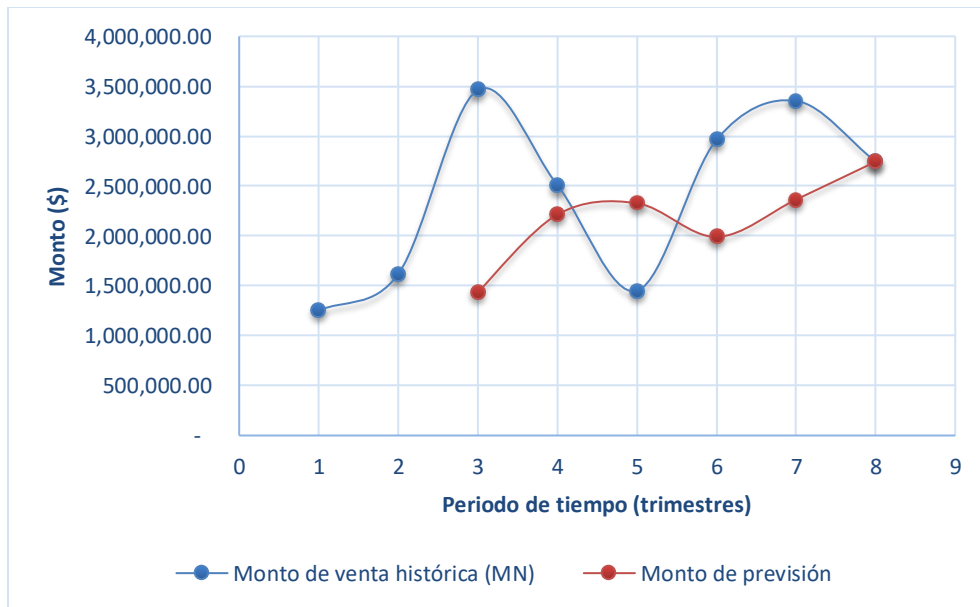


Ilustración 43. Gráfica de comparación entre datos históricos y pronóstico para la combinación SLP-T3-E3 con suavizado exponencial simple

Las observaciones de suavizamiento exponencial se presentan de la siguiente forma: en la **Ilustración 41** se presenta la combinación QR2-T3-E3, **Ilustración 42** se presenta la combinación QR3-T2-E2 y en la **Ilustración 43** se puede observar la gráfica para SLP-T3-E3; las combinaciones

antes expuestas fueron las que mejor ajustaron de acuerdo con la selección previa. Como se puede observar las aproximaciones no son tan cercanas a los datos históricos de ventas, aunque siguen un patrón similar, no se acercan tanto como lo indica el grado de error que presentan, para la **Ilustración 41** del 20.52%, para la **Ilustración 42** del 24.7% y para la **Ilustración 43** del 26.90%, respectivamente.

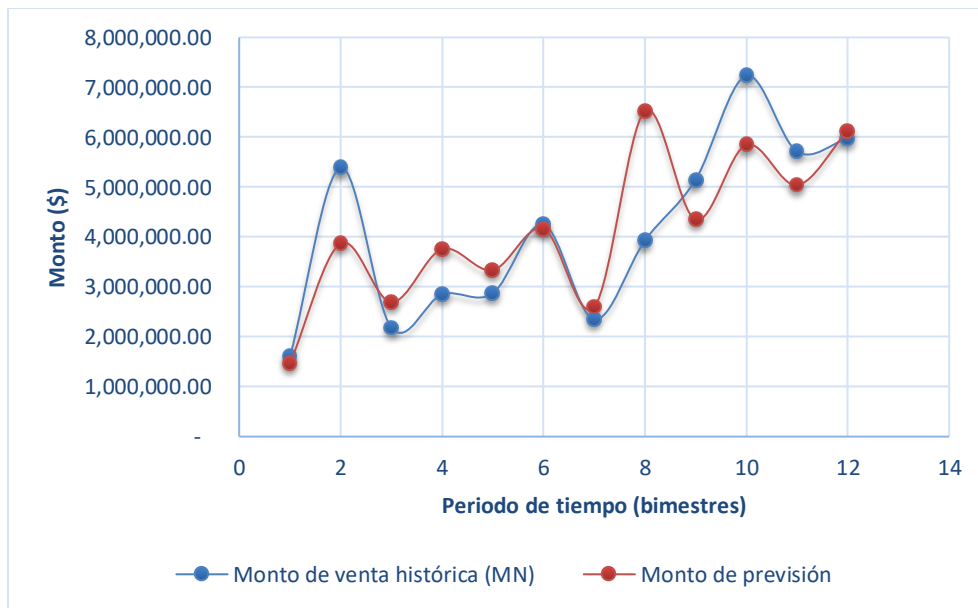


Ilustración 44. Gráfica de comparación entre datos históricos y pronóstico para la combinación QR2-T2-E3 con el modelo de Holt-Winters

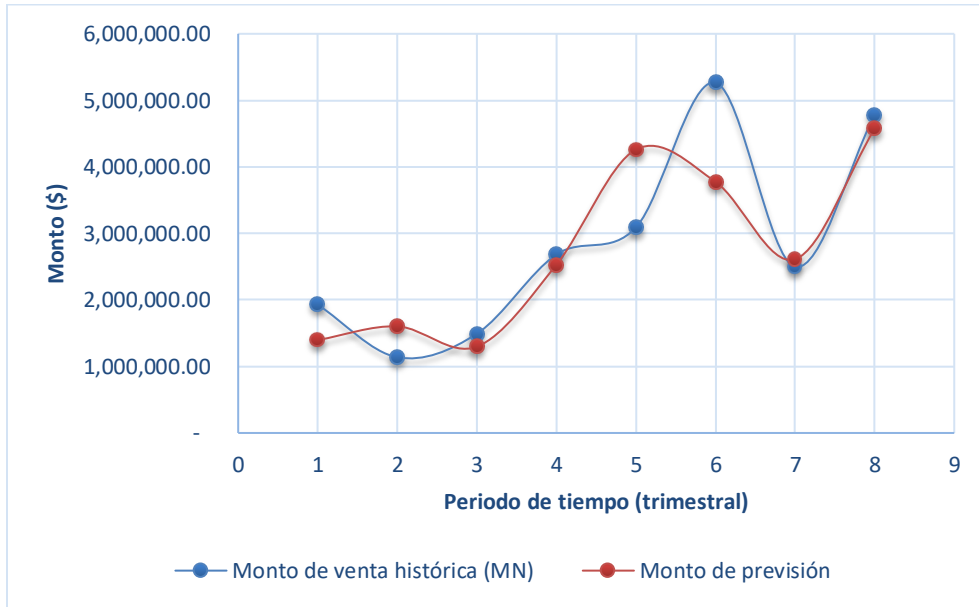


Ilustración 45. Gráfica de comparación entre datos históricos y pronóstico para la combinación QR3-T3-E2 con el modelo de Holt-Winters

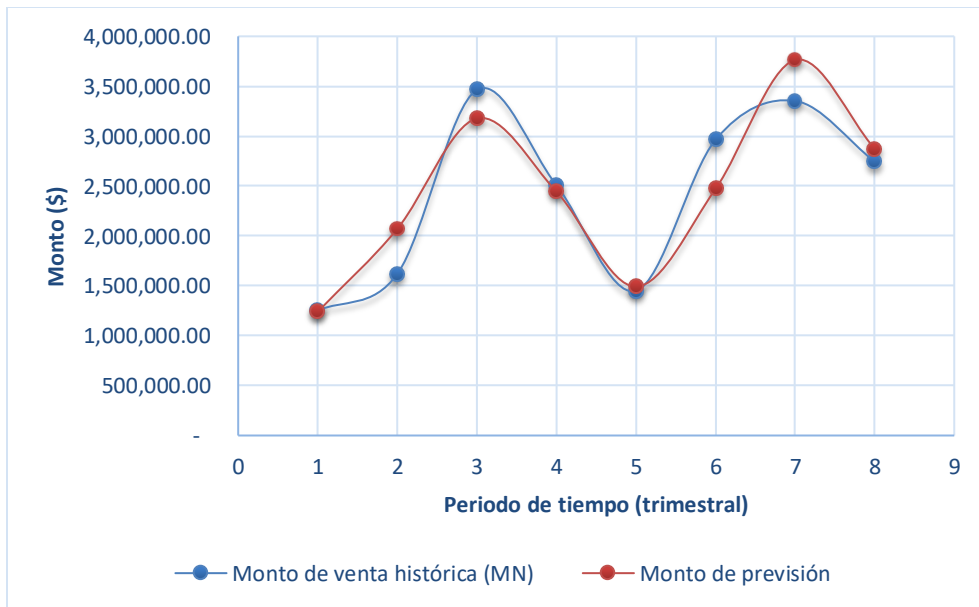


Ilustración 46. Gráfica de comparación entre datos históricos y pronóstico para la combinación SLP-T3-E3 con el modelo de Holt-Winters

Para el caso de las ilustraciones anteriores las previsiones se observan cercanas a los datos reales, siguiendo con el patrón de las ventas, en algunos casos como la **Ilustración 44** el pronóstico para

algunos periodos se aleja relativamente de las ventas, sin embargo sigue el mismo patrón de comportamiento, al igual que en la **Ilustración 45**, que aunque se observa un factor atípico en el trimestre 6, el comportamiento se mantiene. La cartera SLP es la que mejor ajusta gráficamente y en el error, pues las observaciones pueden graficarse muy cercanas de los montos de ventas.

Una vez realizada la selección y analizadas las observaciones anteriores, con la finalidad de que el modelo se ajuste lo más acorde posible al comportamiento del mercado y que su efectividad sea lo más certera, se realizará en el siguiente apartado un ajuste que permita pronosticar 2022, los datos de prueba se utilizan el tercer y cuarto trimestre de 2022, obteniendo una aproximación en trimestres.

3.3.3. Actividad 3.3. Corrección y prueba de parámetros de ajuste del modelo

En este apartado de corrección y prueba de parámetros de ajuste, se trabajan los datos que en el punto 3.3.2. Se han seleccionado previamente, para que solo se consideren en esta predicción los ajustes de tales metodologías.

Con el fin de proponer formalmente una previsión para cada equipo de ventas primero se visualizarán los tiempos y escenarios que se han propuesto, el ajuste implica predecir utilizando los históricos seleccionados para lanzar una previsión para el año 2022.

En el apartado 3.3.4. Se observará como se comportaron estas predicciones respecto a los datos de ventas que hasta el momento se tienen del año 2022 y pronosticando lo que ocurrirá posterior al momento de este ajuste.

En el apartado anterior se seleccionaron para cada cartera 2 modelos que han sido graficados de la **Ilustración 41** a la **Ilustración 46** y como se pudo observar en las mismas, los modelos de suavizado exponencial simple y Holt Winters involucran variables de nivel en el primer caso y en el segundo además de nivel, también participan la tendencia y estacionalidad.

En este apartado se presentan los ajustes de los dos modelos que serán observados frente a los resultados reales en los apartados siguientes, respetando la variable de similitud y los escenarios que se plantearon previamente.

Los datos que se utilizan son hasta el corte de septiembre de 2022, la finalidad de usar estos datos es incluir en la evaluación el comportamiento de ventas para el año que se desea pronosticar, ya que como antes se ha planteado hay factores extrínsecos que año con año varían y que son un factor importante en las previsiones.

QR2

Para la cartera QR2 se seleccionó el tiempo por trimestres y el escenario 3 que involucra los datos de 2020 y 2021 para pronosticar, los datos se detallan en la **Tabla 34**.

Tabla 34. Datos históricos de QR2 para el ajuste del modelo

Periodo de tiempo (año)	T	Monto de venta histórica (MN)
2020	1	\$ 5,957,899.82
	2	\$ 3,210,517.70
	3	\$ 4,775,328.92
	4	\$ 5,202,838.67
2021	5	\$ 4,087,041.09
	6	\$ 7,338,350.87
	7	\$ 9,432,086.79
	8	\$ 9,489,265.34
2022	9	\$ 9,020,888.78
	10	\$ 8,797,245.84
	11	\$ 9,285,117.81
	12	

Previsión con suavizamiento exponencial simple

Para el suavizamiento exponencial se desarrolla la Ecuación 11, misma que se inicia tomando como primer pronóstico el promedio de 2 periodos anteriores, de la siguiente forma:

$$F_t = \frac{5,957,899.82 + 3,210,517.70}{2} = 4,584,208.76$$

A partir de que se tiene la primera estimación el resto de las previsiones se realiza de acuerdo con la fórmula propia del modelo, como ejemplo se presenta la previsión para el 4to trimestre de 2020, a la constante α se le dio el valor de 0.99, el cálculo se expresa de la siguiente forma:

$$F_t = 4,584,208.76 + 0.99 (4,775,328.92 - 4,584,208.76) = 4,773,417.71$$

De esta forma se calculan el resto de los resultados que se presentan en la **Tabla 35**.

Tabla 35. Cálculo del modelo Suavizamiento exponencial para ajuste en datos históricos en QR2

Periodo de tiempo Trimestre	Monto de venta histórica (MN)	Monto de previsión	Error de la predicción	Error absoluto
1er-2020	5,957,899.82			
2do-2020	3,210,517.70			
3er-2020	4,775,328.92	4,584,208.76		
4to-2020	5,202,838.67	4,773,417.71	429,420.95	8.25%
1er-2021	4,087,041.09	5,198,544.46	- 1,111,503.37	27.20%
2do-2021	7,338,350.87	4,098,156.12	3,240,194.74	44.15%
3er-2021	9,432,086.79	7,305,948.92	2,126,137.87	22.54%
4to-2021	9,489,265.34	9,410,825.41	78,439.92	0.83%
SUMATORIA				102.97%
MAPE				20.59 %

Para el cálculo del pronóstico de 2022 que es el año de prueba se ajustó el valor de α a 0.82, que es el número que mejor ajuste ofreció a la predicción, los resultados con el cálculo de este ajuste se presentan en la **Tabla 36**.

Tabla 36. Cálculo del modelo de suavizamiento exponencial simple para QR2 en los periodos de 2022

Periodo de tiempo Trimestre	Monto de venta histórica (MN)	Monto de previsión	Error de la predicción	Error absoluto
1er-2022	9,020,888.78	9,475,146.15	- 454,257.37	5.04%
2do-2022	8,797,245.84	9,102,655.10	- 305,409.26	3.47%
3er-2022	9,285,117.81	8,852,219.51	432,898.30	4.66%
4to-2022		9,207,196.12		
SUMATORIA				13.17%
MAPE				4.39%

En la **Tabla 36** no se encuentra el monto de venta para el cuarto trimestre de 2022, ya que este periodo es el que se probará con los datos en tiempo real.

Previsión con el modelo de Holt-Winters

Para el desarrollo de este método de previsión, el primer paso es realizar una regresión con los datos de la **Tabla 34**

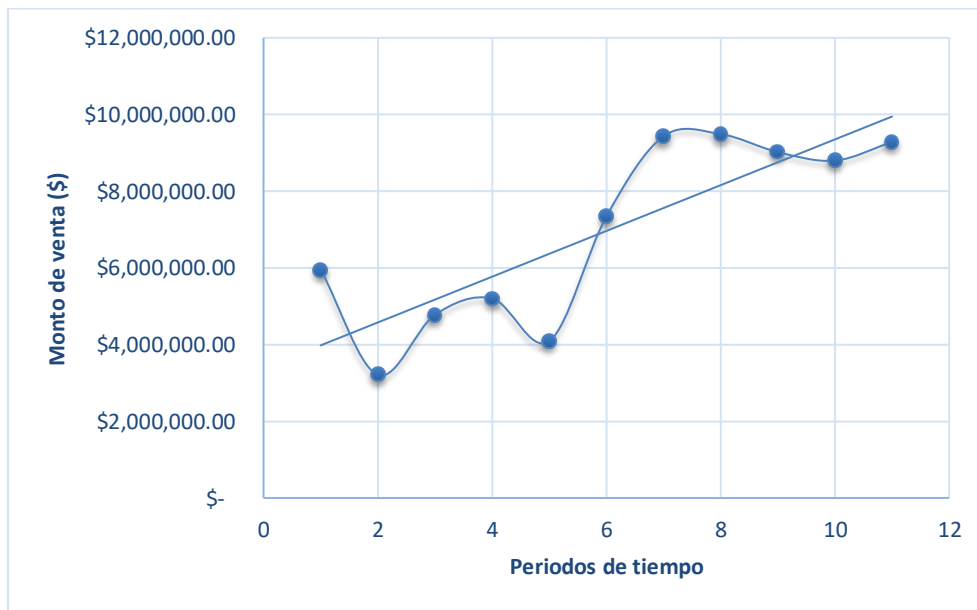


Ilustración 47. Regresión lineal de QR2 para datos de ajuste de modelo

De esta regresión resulta la siguiente fórmula:

$$Y = 596705x + 3E + 06$$

Con una R^2 de 0.6889

Donde la intersección y la pendiente serán tomadas como los datos Tendencia 0 y variable de nivel 0, respectivamente.

Para calcular las primeras variables de estacionalidad se calculan los promedios por periodo, es decir el promedio del primer trimestre de 2020 con el primer trimestre de 2021, de la siguiente forma:

$$D1 = \frac{5,957,899.82 + 4,087,041.09}{2} = 5,022,470.45$$

Los resultados de las siguientes D fueron 5,274,434.28, 7,103,707.85 y 7,346,052.00 para D2, D3 y D4, respectivamente, la suma de todos los valores es igual a 24,746,664.59, para calcular los primeros valores de estacionalidad se divide el resultado de las D entre la suma total de la siguiente forma:

$$S1 = \frac{5,022,470.45}{24,746,664.59} = 0.81$$

Los resultados para S2, S3 y S4 fueron 0.85, 1.15 y 1.19, respectivamente. Una vez que se tienen los valores iniciales, se realizan los cálculos de las previsiones, mostradas en la **Tabla 37**.

Tabla 37. Cálculo del modelo Holt Winters para ajuste en datos históricos en QR2

Periodo de tiempo (trimestral)	Periodo de tiempo (trimestral)	Monto de venta histórica (MN) Yt	Lt	Tt	Monto de previsión Yt pron	St	Error absoluto	
	-3					0.81		
	-2					0.85		
	-1					1.15		
	0		3,000,000.00	742,865.00		1.19		
2020	1.00	5,957,899.82	3,778,825.61	786,255.25	3,038,539.40	0.89	49%	
2020	2.00	3,210,517.70	4,557,087.92	786,125.86	3,891,953.82	0.84	21%	
2020	3.00	4,775,328.92	5,331,370.30	782,144.63	6,135,231.61	1.12	28%	
2020	4.00	5,202,838.67	6,096,196.82	772,648.95	7,259,192.19	1.15	40%	
2021	5.00	4,087,041.09	6,846,166.75	757,697.41	6,101,630.06	0.86	49%	
2021	6.00	7,338,350.87	7,615,422.00	776,833.21	6,370,098.61	0.85	13%	
2021	7.00	9,432,086.79	8,392,324.53	784,671.85	9,424,303.27	1.12	0%	
2021	8.00	9,489,265.34	9,167,455.30	782,978.48	10,590,311.81	1.14	12%	
SUMATORIA								212 %
MAPE								27 %

Las constantes óptimas que se utilizaron de acuerdo con la herramienta *Solver* de Excel son las presentadas a continuación:

Nivel de las constantes

α	β	γ
0.01	0.99	0.1

Posterior a realizar el corte de históricos, se realiza la propuesta para los datos que hasta el momento ya se tienen de 2022, utilizando ahora nuevas constantes de ajuste, los resultados de este segundo ajuste se pueden observar en la **Tabla 38**.

Tabla 38. Cálculo del modelo Holt Winters para QR2 en los primeros periodos de 2022

Periodo de tiempo (trimestral)	Periodo de tiempo (trimestral)	Monto de venta histórica (MN) Yt	Lt	Tt	Monto de previsión Yt pron	St	Error absoluto
2022	9.00	9,020,888.78	9,955,924.49	796,299.97	8,549,141.48	0.86	5%
2022	10.00	8,797,245.84	10,748,158.80	800,198.30	9,142,962.06	0.85	4%
SUMATORIA							9 %
MAPE							5 %

Como se pudo observar en esta previsión, los resultados son de errores menores a los históricos, reduciendo el error del 27 a 5%, posterior a este ajuste se realiza el próximo ajuste, de la misma forma modificando el nivel de las constantes. La propuesta final de aplicación para el tercer y cuarto trimestres de 2022 se presenta en la **Tabla 39**.

Tabla 39. Cálculo del modelo Holt Winters de QR2 para propuesta formal

Periodo de tiempo (trimestral)	Periodo de tiempo (trimestral)	Monto de venta histórica (MN) Yt	Lt	Tt	Monto de previsión Yt pron	St	Error absoluto
2022	11	9,285,117.81	10,748,359.53	201.73	9,783,165.22	0.86	5%
2022	12		7,479,601.32	- 1,910,379.28	9,285,292.08	0.86	

Obteniendo en el periodo 11 un error del 5%, menor a los anteriores que han sido de 27% y 5%, esperando un error similar o menor para el periodo 12 que es el propuesto para el apartado siguiente.

La gráfica para observar las predicciones y los acercamientos que se tienen con las ventas y las previsiones se presentan en la **Ilustración 48** y como se puede observar son más cercanas comparándola con la **Ilustración 44**.

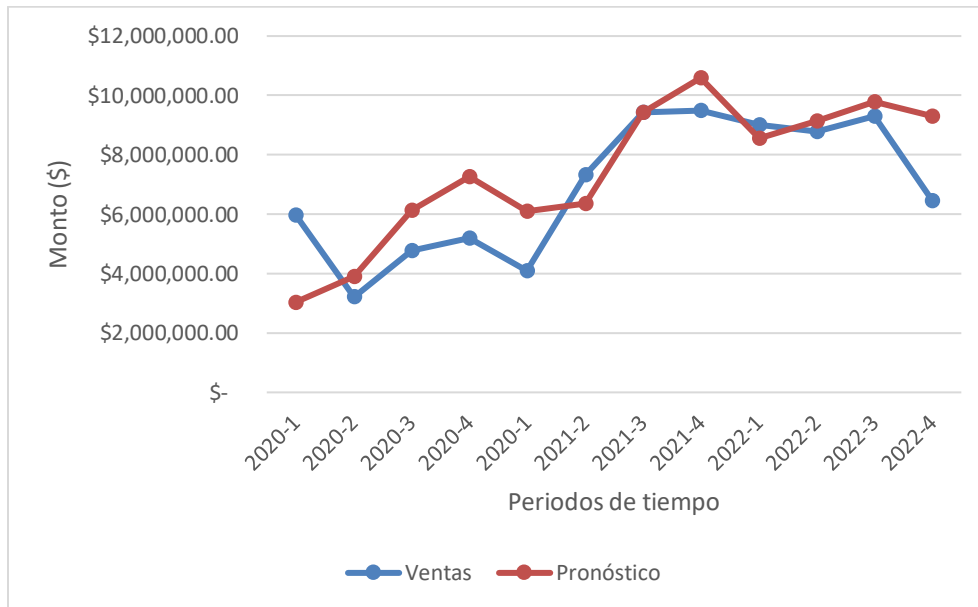


Ilustración 48.Gráfica de ventas y pronóstico de la cartera QR2 en el modelo Holt-Winters

En la gráfica de la **Ilustración 48** se pueden observar algunos puntos como el segundo trimestre de 2020, el tercer trimestre de 2021, el segundo y tercer trimestre de 2020 que se interceptan en esos puntos las ventas con el pronóstico, siguiendo el mismo patrón las ventas de las previsiones.

QR3

En esta cartera se utiliza tiempo 3, es decir en periodos trimestrales y utilizando el escenario 2 que involucra los datos de 2018 y 2019 para pronosticar 2022, el concentrado de datos históricos se presenta en la **Tabla 40**.

Tabla 40. Datos históricos de QR3 para el ajuste del modelo

Periodo de tiempo (año)	T	Monto de venta histórica (MN)
2018	1	\$ 1,929,031.88
	2	\$ 1,138,125.15
	3	\$ 1,492,497.65
	4	\$ 2,682,872.23
2019	5	\$ 3,091,200.57
	6	\$ 5,265,464.82
	7	\$ 2,497,468.74
	8	\$ 4,781,061.50
2022	9	\$ 3,249,818.75
	10	\$ 7,013,641.47
	11	\$ 6,366,723.78
	12	

Previsión con suavizamiento exponencial simple

En el modelo de suavizamiento exponencial que se desarrolla con base en la Ecuación 11, misma que se inicia tomando como primer pronóstico el promedio de 2 periodos anteriores, de la siguiente forma:

$$F_t = \frac{1,929,031.88 + 1,138,125.15}{2} = 1,533,578.51$$

A partir de que se tiene la primera estimación el resto de las previsiones se realiza de acuerdo con la formula propia del modelo, como ejemplo se presenta la previsión para el 4to trimestre de 2018, donde a la constante α se le dio el valor de 0.166, el cálculo se expresa de la siguiente forma:

$$F_t = 1,533,578.51 + 0.166 (1,492,497.65 - 1,533,578.51) = 1,526.759.01$$

De esta forma se calculan el resto de los resultados que se presentan en la **Tabla 41**.

Tabla 41. Cálculo del modelo Suavizamiento exponencial para ajuste en datos históricos en QR3

Periodo de tiempo Trimestre	Monto de venta histórica (MN)	Monto de previsión	Error de la predicción	Error absoluto
1er-2018	1,929,031.88			
2do-2018	1,138,125.15			
3er-2018	1,492,497.65	1,533,578.51		
4to-2018	2,682,872.23	1,526,759.01	1,156,113.22	43.09%
1er-2019	3,091,200.57	1,718,675.95	1,372,524.62	44.40%
2do-2019	5,265,464.82	1,946,517.58	3,318,947.24	63.03%
3er-2019	2,497,468.74	2,497,468.97	- 0.23	0.00%
4to-2019	4,781,061.50	2,497,468.93	2,283,592.57	47.76%
SUMATORIA				198.29%
MAPE				39.66%

Para el cálculo del pronóstico de 2022 que es el año de prueba se ajustó el valor de α a 0.5198, que es el número que mejor ajuste ofreció a la predicción, los resultados con el cálculo de este ajuste se presentan en la **Tabla 42**.

Tabla 42. Cálculo del modelo de suavizamiento exponencial simple para QR3 en los periodos de 2022

Periodo de tiempo Trimestre	Monto de venta histórica (MN)	Monto de previsión	Error de la predicción	Error absoluto
1er-2022	3,249,818.75	3,684,489.27	- 434,670.52	13.38%
2do-2022	7,013,641.47	3,458,545.83	3,555,095.64	50.69%
3er-2022	6,366,723.78	5,306,498.43	1,060,225.35	16.65%
4to-2022		5,857,607.71		
SUMATORIA				81%
MAPE				27%

Lo esperado para el cuarto periodo de 2022 se espera un error menor al MAPE obtenido en este ajuste.

Previsión con el modelo de Holt-Winters

Como se mostró anteriormente primero se realiza una regresión lineal de los datos históricos utilizados para obtener la variable de nivel y de tendencia basados en la fórmula de regresión, la

Ilustración 49 representa lo antes mencionado.

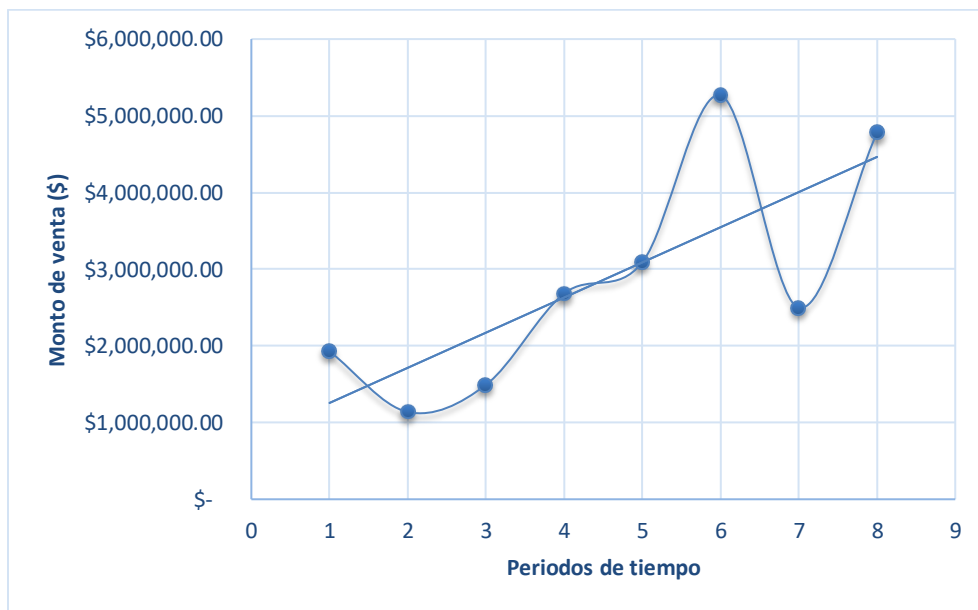


Ilustración 49. Regresión lineal de QR3 para datos de ajuste de modelo

La gráfica de regresión permite tener de T_0 458,192.00 y de L_0 797,850.00, las D se calculan con los promedios de las sumas por índice estacional de D_1 2,510,116.22, D_2 3,201,794.99, D_3 1,994,983.19 y D_4 3,731,966.86, para obtener S_1 de 0.88, S_2 de 1.12, S_3 de 0.70 y S_4 de 1.31; una vez que se tienen los datos iniciales para el cálculo de la previsión en la **Tabla 43** se observan los cálculos y las previsiones.

Tabla 43. Cálculo del modelo Holt Winters para ajuste en datos históricos en QR3

Periodo de tiempo (trimestral)	Periodo de tiempo (trimestral)	Monto de venta histórica (MN) Yt	Lt	Tt	Monto de previsión Yt pron	St	Error absoluto	
	-3					0.88		
	-2					1.12		
	-1					0.70		
	0		797,850.00	458,192.00		1.31		
2018	1.00	1,929,031.88	1,256,042.00	458,193.00	1,102,491.35	0.88	42.85%	
2018	2.00	1,138,125.15	1,714,235.00	458,194.00	1,919,292.10	1.12	68.64%	
2018	3.00	1,492,497.65	2,172,429.00	458,195.00	1,515,521.25	0.70	1.54%	
2018	4.00	2,682,872.23	2,630,624.00	458,196.00	3,432,999.62	1.31	27.96%	
2019	5.00	3,091,200.57	3,088,820.00	458,197.00	2,711,212.95	0.88	12.29%	
2019	6.00	5,265,464.82	3,547,017.00	458,198.00	3,971,311.82	1.12	24.58%	
2019	7.00	2,497,468.74	4,005,215.00	458,199.00	2,794,102.11	0.70	11.88%	
2019	8.00	4,781,061.50	4,463,414.00	458,200.00	5,824,815.17	1.31	21.83%	
SUMATORIA								211.57 %
MAPE								26 %

Las constantes óptimas que se utilizaron de acuerdo con la herramienta *Solver* de Excel son las presentadas a continuación:

Nivel de las constantes

α	β	γ
0.01	0.99	0.17

Posterior a realizar el corte de históricos, se realiza la propuesta para los datos que hasta el momento ya se tienen de 2022, utilizando nuevas constantes de ajuste, los resultados del ajuste y la previsión se presentan en la **Tabla 44**.

Tabla 44. Cálculo del modelo Holt Winters para QR3 en los primeros periodos de 2022

Periodo de tiempo (trimestral)	Periodo de tiempo (trimestral)	Monto de venta histórica (MN) Yt	Lt	Tt	Monto de previsión Yt pron	St	Error absoluto	
2022	9.00	3,249,818.75	5,084,123.84	479,587.30	5,023,626.96	0.93	54.58%	
2022	10.00	7,013,641.47	5,571,229.90	491,902.93	6,178,660.70	1.14	11.91%	
SUMATORIA								66.49%
MAPE								33%

Como se puede observar el error promedio aumentó ligeramente, comparado con los históricos calculados inicialmente, posteriormente se realiza un nuevo ajuste que involucra modificar los niveles de las constantes y de esta forma obteniendo los resultados para la propuesta formal, mismos que se presentan en la **Tabla 45**.

Tabla 45. Cálculo del modelo Holt Winters de QR3 para propuesta formal

Periodo de tiempo (trimestral)	Periodo de tiempo (trimestral)	Monto de venta histórica (MN) Y_t	L_t	T_t	Monto de previsión Y_t pron	S_t	Error absoluto
2022	11.00	6,366,723.78	6,063,933.87	492,704.96	6,881,954.28	0.94	8.09%
2022	12.00		6,556,615.93	492,682.06	6,161,736.56	1.12	

El primer dato que en este momento se tiene para observar y comparar el error es el tercer trimestre de 2022 donde el error es de 8.09%, estos ajustes se logran con el cálculo de nuevas constantes que en este caso fueron de acuerdo con la herramienta de Excel *Solver* de:

Nivel de las constantes

α	β	γ
0.001	1	0.1

Para la propuesta formal se pretende que en el periodo de aplicación que es el cuarto trimestre de 2022 se obtengan resultados similares al error MAPE del tercer trimestre que es bajo comparado con los históricos. Lo anterior se presenta gráficamente en la **Ilustración 50**.

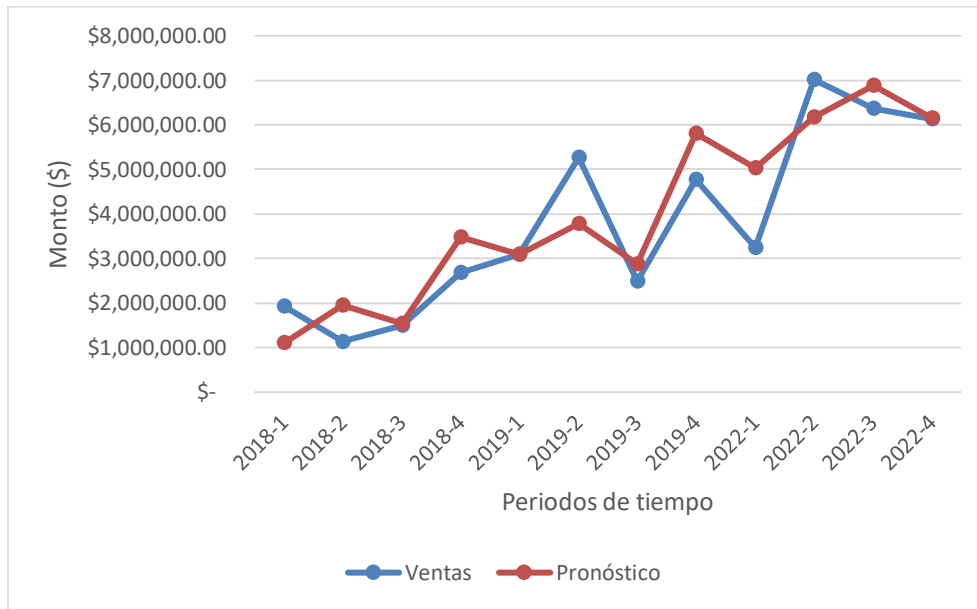


Ilustración 50.Gráfica de ventas y pronóstico de la cartera QR3 en el modelo Holt-Winters

En la **Ilustración 50** se pueden observar cómo tanto las ventas y las previsiones siguen el mismo patrón, en algunos casos acercándose mucho ambos puntos, como en el caso del tercer trimestre de 2018 donde la diferencia es mínima tanto que gráficamente no logra apreciarse, por otro lado, el primer y tercer trimestre de 2019 también lo hacen y por último el tercer trimestre de 2020 que es uno de los que mejor ajuste presentaron.

SLP

Los datos que se evaluarán para esta cartera serán en trimestres y se utilizará al igual que en QR2 el escenario 3 que corresponde a los datos de 2020 y 2021 para la propuesta de previsión de 2022.

Los datos históricos se presentan en la **Tabla 46** donde se pueden observar los montos de venta para los años 2020 y 2021

Tabla 46. Datos históricos de SLP para el ajuste del modelo

Periodo de tiempo (año)	T	Monto de venta histórica (MN)
2020	1	\$ 1,251,229.85
	2	\$ 1,619,180.88
	3	\$ 3,463,200.59
	4	\$ 2,507,792.76
2021	5	\$ 1,450,152.53
	6	\$ 2,963,325.48
	7	\$ 3,352,842.63
	8	\$ 2,744,073.62
2022	9	\$ 2,050,895.53
	10	\$ 3,725,452.63
	11	\$ 3,388,426.98
	12	

Previsión con suavizamiento exponencial simple

Al igual que en las carteras anteriores se calculó el modelo de suavizamiento exponencial que se desarrolla con base en la Ecuación 11 , se inicia tomando como primer pronóstico el promedio de 2 periodos anteriores a la primera predicción, de la siguiente forma:

$$F_t = \frac{1,251,229.85 + 1,619,180.88}{2} = 1,435,205.36$$

A partir de que se tiene la primera estimación el resto de las previsiones se realiza de acuerdo con la formula propia del modelo, como ejemplo se presenta la previsión para el 4to trimestre de 2020, donde a la constante α se le dio el valor de 0.3842, el cálculo se expresa de la siguiente forma:

$$F_t = 1,435,205.36 + 0.3842 (3,463,200.59 - 1,435,205.36) = 2,214,516.26$$

De esta forma se calculan el resto de los resultados que se presentan en la **Tabla 47**.

Tabla 47. Cálculo del modelo Suavizamiento exponencial para ajuste en datos históricos en SLP

Periodo de tiempo Trimestre	Monto de venta histórica (MN)	Monto de previsión	Error de la predicción	Error absoluto
1er-2020	1er-2020	1,251,229.85		
2do-2020	2do-2020	1,619,180.88		
3er-2020	3er-2020	3,463,200.59	1,435,205.36	
4to-2020	4to-2020	2,507,792.76	2,214,516.26	293,276.50
1er-2021	1er-2021	1,450,152.53	2,327,215.53	- 877,063.00
2do-2021	2do-2021	2,963,325.48	1,990,180.83	973,144.65
3er-2021	3er-2021	3,352,842.63	2,364,137.45	988,705.18
SUMATORIA				134.50%
MAPE				26.90%

Para el cálculo del pronóstico de 2022 que es el año de prueba se ajustó el valor de α a 0.001, que es el número que mejor ajuste ofreció a la predicción, los resultados con el cálculo de este ajuste se presentan en la **Tabla 48**.

Tabla 48. Cálculo del modelo de suavizamiento exponencial simple para SLP en los periodos de 2022

Periodo de tiempo Trimestre	Monto de venta histórica (MN)	Monto de previsión	Error de la predicción	Error absoluto
1er-2022	2,050,895.53	2,744,073.61	- 693,178.08	33.80%
2do-2022	3,725,452.63	2,743,380.43	982,072.20	26.36%
3er-2022	3,388,426.98	2,744,362.50	644,064.48	19.01%
4to-2022		2,745,006.57		
SUMATORIA				79%
MAPE				26%

Lo esperado para el cuarto periodo de 2022 es un error menor al MAPE obtenido en este ajuste.

Previsión con el modelo de Holt-Winters

Se realiza la regresión lineal de los datos históricos utilizados para obtener la variable de nivel y de tendencia basados en la fórmula de regresión, la **Ilustración 51** representa lo antes mencionado.

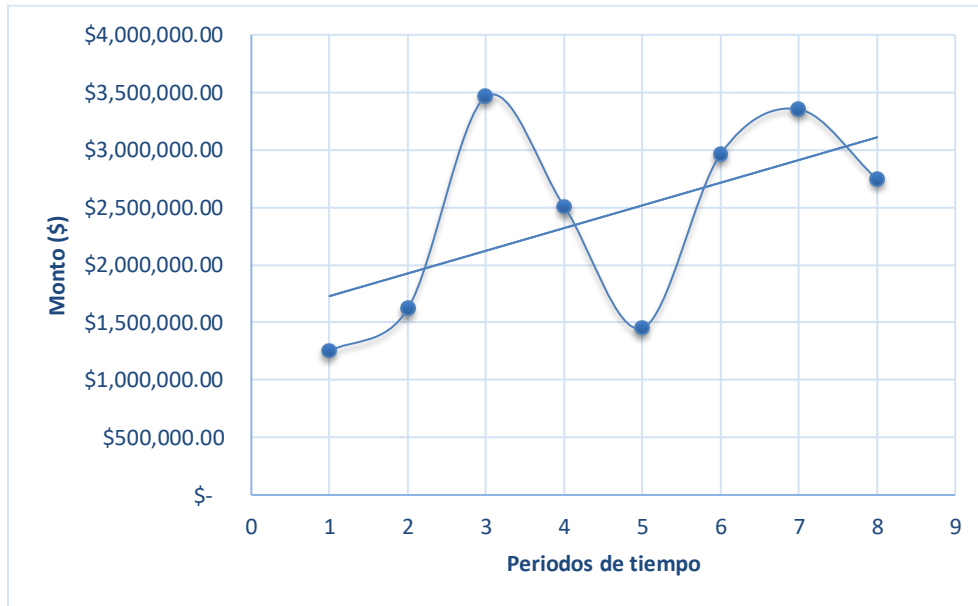


Ilustración 51. Regresión lineal de SLP para datos de ajuste de modelo

De acuerdo con la **Ilustración 51** de regresión permite tener de T_0 197,154.00 y de L_0 2,000,000.00, las D se calculan con los promedios de las sumas por índice estacional de D_1 de 1,350,691.19, D_2 de 2,291,253.18, D_3 de 3,408,021.61 y D_4 de 2,625,933.19, para obtener S_1 de 0.56, S_2 de 0.95, S_3 de 1.41 y S_4 de 1.09; una vez que se tienen los datos iniciales para el cálculo de la previsión en la **Tabla 49** se observan los cálculos y las previsiones.

Tabla 49. Cálculo del modelo Holt Winters para ajuste en datos históricos en SLP

Periodo de tiempo (trimestral)	Periodo de tiempo (trimestral)	Monto de venta histórica (MN) Y_t	L_t	T_t	Monto de previsión Y_t pron	S_t	Error absoluto
	-3					0.56	
	-2					0.95	
	-1					1.41	
	0		2,000,000.00	197,154.00		1.09	
2020	1.00	1,251,229.85	2,205,745.54	277,908.82	1,226,832.36	0.56	1.95%
2020	2.00	1,619,180.88	2,331,420.11	227,395.87	2,352,517.68	0.95	45.29%
2020	3.00	3,463,200.59	2,539,020.07	290,832.41	3,605,039.71	1.41	4.10%
2020	4.00	2,507,792.76	2,727,662.28	295,093.83	3,071,964.03	1.08	22.50%
2021	5.00	1,450,152.53	2,938,994.46	319,343.56	1,688,041.68	0.56	16.40%
2021	6.00	2,963,325.48	3,234,126.86	412,019.72	3,079,705.36	0.94	3.93%
2021	7.00	3,352,842.63	3,397,265.60	313,947.54	5,135,637.19	1.41	53.17%
2021	8.00	2,744,073.62	3,479,128.92	196,775.57	4,023,792.90	1.08	46.64%
						SUMATORIA	193.97 %
						MAPE	24.25 %

Las contantes óptimales que se utilizaron de acuerdo con la herramienta Solver son las presentadas a continuación:

Nivel de las constantes

α	β	γ
0.20	0.63	0.01

Posterior a realizar el corte de históricos, se realiza la propuesta para los datos que hasta el momento ya se tienen de 2022, modificando el nivel de las constantes, a forma de ajustar el modelo lo más cercano al comportamiento de datos para 2022, los resultados se presentan en la **Tabla 50**.

Tabla 50. Cálculo del modelo Holt Winters para SLP en los primeros periodos de 2022

Periodo de tiempo (trimestral)	Periodo de tiempo (trimestral)	Monto de venta histórica (MN) Y_t	L_t	T_t	Monto de previsión Y_t pron	St	Error absoluto
2022	9.00	2,050,895.53	3,675,911.75	268,807.60	2,050,874.90	0.56	0.00%
2022	10.00	3,725,452.63	3,944,284.18	366,762.48	3,727,543.94	0.94	0.06%
SUMATORIA							0.06 %
MAPE							0.03 %

Como se puede observar el error promedio disminuyó considerablemente, de 24.25 a 0.03%, por lo que posteriormente se realiza un nuevo ajuste para los datos que tendrán lugar en la propuesta formal, de ese ajuste se obtienen los datos que se dan a conocer en la **Tabla 51**.

Tabla 51. Cálculo del modelo Holt Winters de SLP para propuesta formal

Periodo de tiempo (trimestral)	Periodo de tiempo (trimestral)	Monto de venta histórica (MN) Y_t	L_t	T_t	Monto de previsión Y_t pron	St	Error absoluto
2022	11.00	3,388,426.98	5,192,162.27	1,247,879.08	4,073,688.50	0.61	20.22%
2022	12.00		3,220,020.67	- 362,131.26	3,897,925.61	0.47	

El primer dato que en este momento se tiene para observar y comparar el error es el tercer trimestre de 2022 donde el error es de 20.22 %, estos ajustes se logran con el cálculo de nuevas constantes que en este caso fueron de acuerdo con la herramienta de Excel *Solver* de:

Nivel de las constantes

α	β	γ
0.5	1	0.5

Se espera que en el periodo de aplicación con el cuatro trimestre de 2022 este error disminuya considerablemente, ya que en este nuevo ajuste de previsión el error para el tercer trimestre de 2022 aumentó del 0.03% al 20.22%. La comparación de datos entre la previsión y las ventas se representa de forma gráfica en la **Ilustración 52**.

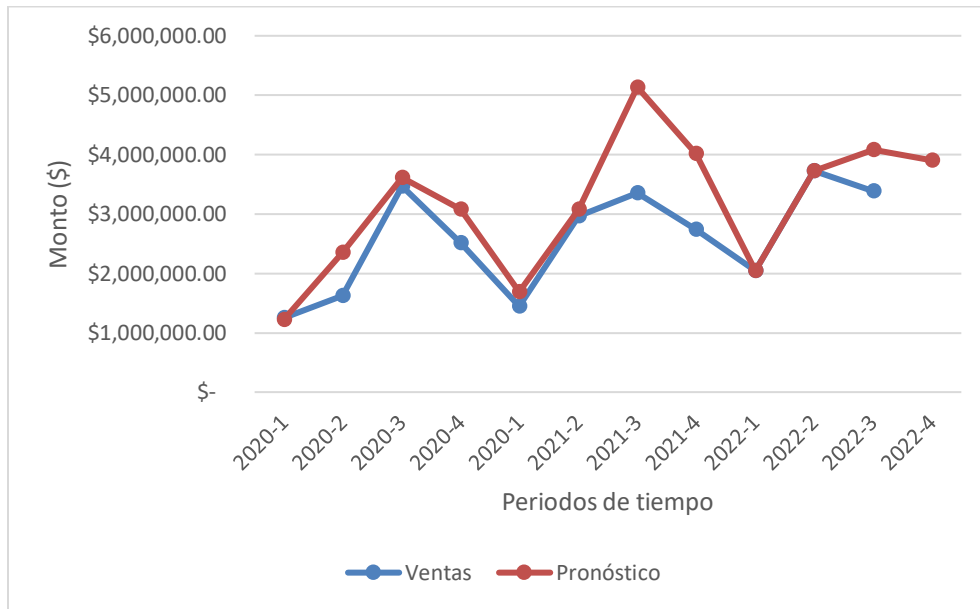


Ilustración 52. Gráfica de ventas y pronóstico de la cartera SLP en el modelo Holt-Winters

En la gráfica comparativa de ventas y pronósticos para SLP se puede observar cómo sigue con un comportamiento donde las previsiones son ligeramente mayores que las ventas en todos los casos, hay al menos 6 periodos donde las ventas y las previsiones se acercan mucho y por lo tanto muestra la certeza de los resultados del modelo. Se tiene que observar en el último ajuste para lo propuesto en 2022 qué tan aceptables son las previsiones una vez que se disocian, ya que eso podría explicarse con algunos factores atípicos que al finalizar las pruebas pueden identificarse.

3.3.4. Actividad 3.4. Probar el modelo en datos recientes, donde se evalúe la previsión y el resultado

El objetivo de esta actividad es evaluar el modelo con los datos que se recolectarán en tiempo real, resultados del punto anterior. En este punto, para cada cartera se seleccionaron dos modelos con ciertas variables de tiempo y escenarios, posteriormente estos modelos seleccionados se ajustaron para hacer una propuesta formal, por lo que ahora es momento de probarlos y evaluar que tan eficientes son los errores que se obtienen.

Para realizar esta evaluación es importante primero analizar los grados de error de las previsiones que se realizan actualmente bajo el juicio de expertos de los vendedores; para ello se presenta la **Tabla 52** donde se mencionan los datos que por mes se han vendido en el año 2022, respecto a las previsiones que se han lanzado.

Tabla 52. Comparación de datos de previsión con juicio de expertos y ventas

Período de tiempo (mensual)	Monto de venta (MN)	QR2			Monto de venta (MN)	QR3			Monto de venta (MN)	SLP		
		Pronóstico	Error	Error Absoluto (%)		Pronóstico actual	Error	Error Absoluto (%)		Pronóstico actual	Error	Error Absoluto (%)
ene-22	723,286.28	742,500.00	-19,213.73	3%	723,286.28	1,588,950.00	-865,663.73	120%	387,321.59	488,520.71	-101,199.12	26%
feb-22	2,730,760.41	2,673,000.00	57,760.41	2%	728,808.06	933,120.00	-204,311.94	28%	1,053,353.75	954,912.83	98,440.92	9%
mar-22	5,566,842.09	5,024,250.00	542,592.09	10%	1,797,724.41	1,344,000.00	453,724.41	25%	610,220.19	454,924.61	155,295.58	25%
abr-22	4,427,778.20	4,331,250.00	96,528.20	2%	1,840,585.35	2,284,800.00	-444,214.65	24%	1,215,150.94	1,354,432.65	-139,281.71	11%
may-22	2,180,363.07	1,600,000.00	580,363.07	27%	2,541,270.66	2,688,000.00	-146,729.34	6%	938,744.17	468,687.65	470,056.52	50%
jun-22	2,189,104.58	2,178,000.00	11,104.58	1%	2,631,785.46	2,273,280.00	358,505.46	14%	1,571,557.52	1,827,598.23	-256,040.71	16%
jul-22	3,388,522.80	3,341,250.00	47,272.80	1%	2,020,868.99	1,900,800.00	120,068.99	6%	791,464.83	1,120,023.38	-328,558.55	42%
ago-22	2,358,109.16	2,227,500.00	130,609.16	6%	2,409,035.81	2,736,000.00	-326,964.20	14%	590,243.77	853,352.96	-263,109.19	45%
sep-22	3,538,485.86	2,100,082.75	1,438,403.11	41%	1,936,818.99	2,400,000.00	-463,181.01	24%	2,006,718.38	1,461,447.74	545,270.64	27%
oct-22												
nov-22												
dic-22												
		SUMATORIA		91%		SUMATORIA		260%		SUMATORIA		252%
		MAPE		10%		MAPE		29%		MAPE		28%

Analizando que para QR2, que es la cartera donde menor error se tiene en sus previsiones, con un MAPE del 10%, se estudiaron las razones por las que el error en juicio de expertos es bajo en este equipo de ventas, resultando que es porque cuentan con una cartera de clientes consolidados, además de la experiencia del vendedor. Para QR3 y SLP, los MAPE que se presentan son del 29 y 28% respectivamente; estos errores son mayores, por lo que reducirlos con los modelos es lo que se probará en este apartado.

En la **Ilustración 53** se representa gráficamente la previsión por juicio de expertos y las ventas reales para cada cartera; en los tonos azules se presentan los resultados de QR2 donde se puede observar que son muy cercanos entre sí; en verde se presentan los resultados comparativos de la previsión y las ventas para QR3, en esta cartera se puede observar que existe menos proximidad entre los dos resultados; en el caso de SLP se presentan en los colores naranja donde se sigue el patrón entre las ventas y las previsiones, sin embargo se pueden observar algunos meses que presentan una diferencia.

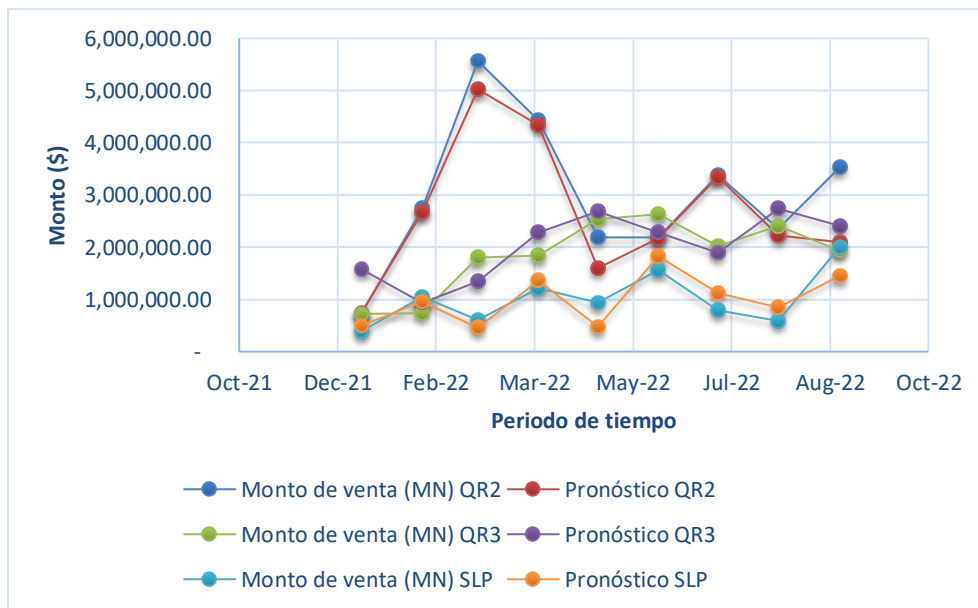


Ilustración 53. Gráfica de comparación de previsión con juicio de expertos y ventas

Para las pruebas, se busca tener un error menor al presentado por las previsiones con juicio de expertos, a fin de que se tengan propuestas más asertivas y que sean de utilidad para las gerencias y demás áreas involucradas en el proceso de ventas. Para realizar esta evaluación se llevarán a cabo los pasos que a continuación se presentan.

Actividad 3.4.1. Recolección de datos en series de tiempo definidas

La recolección y prueba de datos se realiza en un periodo de tiempo de 3 meses, correspondiente al último trimestre de 2022 (octubre, noviembre y diciembre), debido a que el tercer trimestre del

mismo año se utilizó para ajustar los datos y dar un panorama del comportamiento de las ventas, para probarlo con una propuesta formal en los 3 meses mencionados anteriormente.

Cada inicio y fin de mes se realiza un embudo de ventas que se ha explicado a detalle en la justificación de este trabajo y en el apartado 3.4.1., el embudo de ventas implica que además de proponer un monto de ventas se tengan los proyectos avanzados con los que este objetivo se cumplirá, por lo que se presenta a cada gerencia un pronóstico respaldado por un listado de cotizaciones que tienen un porcentaje de cierre alto.

Las cotizaciones que son consideradas en el embudo son aquellas que el cliente ha confirmado que se encuentran en un proceso de aprobación, donde se han negociado el precio o las condiciones comerciales y principalmente cuando el cliente haya presentado su interés comprometiéndose con los tiempos de gestión de sus proyectos.

Es importante destacar que los embudos de ventas tienen que ver con el monto de previsión de juicio de expertos; los vendedores anteriormente elaboraban un listado seleccionando las cotizaciones con un porcentaje de cierre mayor o igual al 50%, de esa forma sustentaban que su previsión tuviera efecto con ese listado de seguimientos, para cumplir con el objetivo que se les plantea mes con mes.

El objetivo de tener previsiones con modelos como este trabajo los desarrolla, es que los vendedores puedan crear sus embudos de ventas basados en la previsión que el modelo ofrece, por lo que, los datos que en la **Tabla 53** se presenta corresponden a los embudos para cada una de las carteras en el trimestre que se evalúa.

Tabla 53. Concentrado de los datos de embudo y previsión para todas las carteras

Equipo de venta	Periodo (trimestral)	Objetivo de venta	Monto total del embudo	Previsión (Suavizamiento exponencial simple)	Previsión (Holt-Winters)
QR2	4	7,425,000.00	8,805,643.50	9,285,292.08	6,461,356.20
QR3	4	5,760,000.00	5,897,075.09	5,857,607.71	6,140,214.73
SLP	4	3,483,000.00	4,039,826.78	3,897,925.61	3,099,204.08

Como se puede observar en la **Tabla 53** en los embudos de venta, los montos muy cercanos a la previsión, ya que sustentan que se tengan las oportunidades de venta necesarias para cumplir con la previsión o el objetivo, según aplique.

Por su parte en la **Tabla 54** se presenta el embudo de ventas detallado de la cartera SLP. Como se ha mencionado antes, estos números provienen del listado de cotizaciones del que los vendedores se apoyan para dar seguimientos puntuales de proyectos que en el pasado se han sembrado y que al momento de la previsión tienen un porcentaje de cierre igual o mayor al 50%. Para ejemplificar cómo se debe llevar este registro, el periodo que se muestra corresponde a los meses de octubre, noviembre y diciembre, los montos que se observan en ese concentrado son lo más aproximados a la previsión de cada mes, de esta forma lo elaboraron los vendedores de cada cartera con el fin de probar el pronóstico que ofrece el modelo aquí estudiado.

Tabla 54. Concentrado del embudo de ventas respecto a la previsión de la cartera SLP

4to trimestre de 2022			
Número de cotizaciones	18	19	12
% de cierre	90	70	50
Monto cotizado sin IVA	1,779,342.86	1,013,343.21	1,247,140.71

En la propuesta planteada en la **Tabla 54** para los meses a evaluar, se toman en cuenta los objetivos que la empresa establece, el embudo de ventas y el monto de previsión del modelo, con el fin de que los vendedores tengan una idea clara y organizada de los proyectos de seguimiento al mes y se alcancen las metas.

Como se ha observado en las tablas anteriores existe un objetivo que la empresa plantea de ventas al mes y corresponde a los porcentajes del 11% para octubre y noviembre y el 8% para diciembre, estos porcentajes suman un total del 30% que es el porcentaje que debe cumplirse el último

trimestre del año, mismos que están calculados con base al presupuesto anual, se menciona el objetivo con la finalidad de que se ejemplifique de mejor manera lo siguiente:

- Objetivo de ventas que es lo que la empresa pide vender al mes
- El monto del embudo de ventas que suma el listado de cotizaciones que tienen un porcentaje de cierre igual o mayor al 50% y que se pretenden vender en el mes que se considera en el embudo.
- Previsión: pronóstico del cuarto trimestre de 2022 dictado por el modelo de previsión que se plantea para cada cartera y disociado de acuerdo con los porcentajes de los índices estacionales.

Posterior a la propuesta formal se realiza la evaluación en la efectividad del modelo donde esta propuesta se compara con los montos de ventas que se van obteniendo mes con mes y que se reportan en el apartado siguiente.

Actividad 3.4.2. Evaluación de la efectividad del modelo

Con los datos que se han recolectado previamente en la **Tabla 53**, se evaluará el porcentaje de error que existe entre la previsión que se calculó con el modelo, así como las ventas reales de los meses mencionados. La recolección de estos datos se presenta en la **Tabla 55**.

Tabla 55. Recolección de datos de objetivo, previsión, embudo y montos reales de ventas

Equipo de venta	Periodo (trimestral)	Objetivo de venta	Monto total del embudo	Previsión (Suavizamiento exponencial simple)	Previsión (Holt-Winters)	Monto de ventas
QR2	12	7,425,000.00	8,805,643.50	9,207,196.12	9,285,292.08	6,461,356.20
QR3	12	5,760,000.00	5,897,075.09	5,857,607.71	6,161,736.56	6,140,214.73
SLP	12	3,483,000.00	4,039,826.78	2,745,006.57	3,897,925.61	3,099,204.08

Como se puede observar, en este ejemplo los datos de previsión y los de ventas no se encuentran muy cercanos en el caso de QR2 y para SLP se encuentra ligeramente desplazado, en el siguiente apartado se evaluarán los errores y la presencia de posibles factores atípicos.

Actividad 3.4.3. Analizar el grado de error

Una vez que se ha realizado la recolección de datos de prueba que corresponden los meses de octubre, noviembre y diciembre, se realiza el análisis del error. El error que se analizó durante este trabajo corresponde a la diferencia entre la previsión y las ventas, esta diferencia puede ser positiva o negativa; el error absoluto con el que se puede determinar un rango de error al momento del pronóstico y el MAPE (error porcentual absoluto medio) que es el promedio del absoluto, comúnmente utilizado como indicador en el desempeño de los pronósticos.

Tabla 56. Concentrando de resultados con grado de error con suavizamiento exponencial simple

Equipo de venta	Periodo (trimestral)	Objetivo de venta	Monto total del embudo	Previsión (Suavizamiento exponencial simple)	Monto de ventas	Error	Error Absoluto (%)
QR2	12	7,425,000.00	8,805,643.50	9,207,196.12	6,461,356.20	-2,745,839.92	42%
QR3	12	5,760,000.00	5,897,075.09	5,857,607.71	6,140,214.73	282,607.01	4.6%
SLP	12	3,483,000.00	4,039,826.78	2,745,006.57	3,099,204.08	354,197.51	11%

En la **Tabla 56** se presenta el grado de error de la propuesta que se planteó en el punto anterior con la propuesta de suavizamiento exponencial simple, en los resultados presentados, en la cartera QR2 se obtiene un error del 42%, este error es mayor respecto a lo que se esperaba debajo del 10% de acuerdo con el ajuste que se realizó; por su parte para QR3 el porcentaje de error es bastante satisfactorio ya que inicialmente se tenía con el juicio de expertos un error del 29% y se logró reducir al 4.6%. Por su parte el error determinado para SLP del 11%, tomando en cuenta que el error que se tenía con la previsión por juicio de expertos es de 28 %, por lo que se redujo considerablemente.

Tabla 57. Concentrando de resultados con grado de error con el modelo de Holt Winters

Equipo de venta	Periodo (trimestral)	Objetivo de venta	Monto total del embudo	Previsión (Holt-Winters)	Monto de ventas	Error	Error Absoluto (%)
QR2	12	7,425,000.00	8,805,643.50	9,285,292.08	6,461,356.20	-2,823,935.88	44%
QR3	12	5,760,000.00	5,897,075.09	6,161,736.56	6,140,214.73	-21,521.83	0.4%
SLP	12	3,483,000.00	4,039,826.78	3,897,925.61	3,099,204.08	-798,721.54	26%

Por su parte en la **Tabla 57** se presentan los porcentajes de error absoluto para la propuesta que se planteó con el modelo de Holt Winters, en este caso los resultados para la cartera QR2 se obtiene un error del 44%, este error es mayor respecto a lo que se esperaba debajo del 10% de acuerdo con el ajuste que se realizó; por su parte para QR3 el porcentaje de error disminuyó incluso respecto a suavizamiento exponencial, en este caso con un 0.4%, tomando en cuenta que inicialmente se tenía con el juicio de expertos un error del 29% y se logró reducir debajo de la unidad misma. Por su parte el error determinado para SLP del 26%, se puede considerar alto, sin embargo, el error que se tenía con la previsión por juicio de expertos es de 28 % por lo que se redujo 2%, es decir se encuentra debajo de lo esperado.

Actividad 3.4.4. Representar gráficamente el análisis anterior

En esta sección se representa gráficamente la previsión respecto a las ventas por trimestres con la finalidad de observar el patrón de las ventas respecto a las previsiones. Los errores mencionados en la **Tabla 56** y **Tabla 57** son calculados en porcentaje, en las gráficas de este apartado se pueden observar la cercanía o distanciamiento de los resultados de previsión propuestos respecto a las ventas para cada cartera.

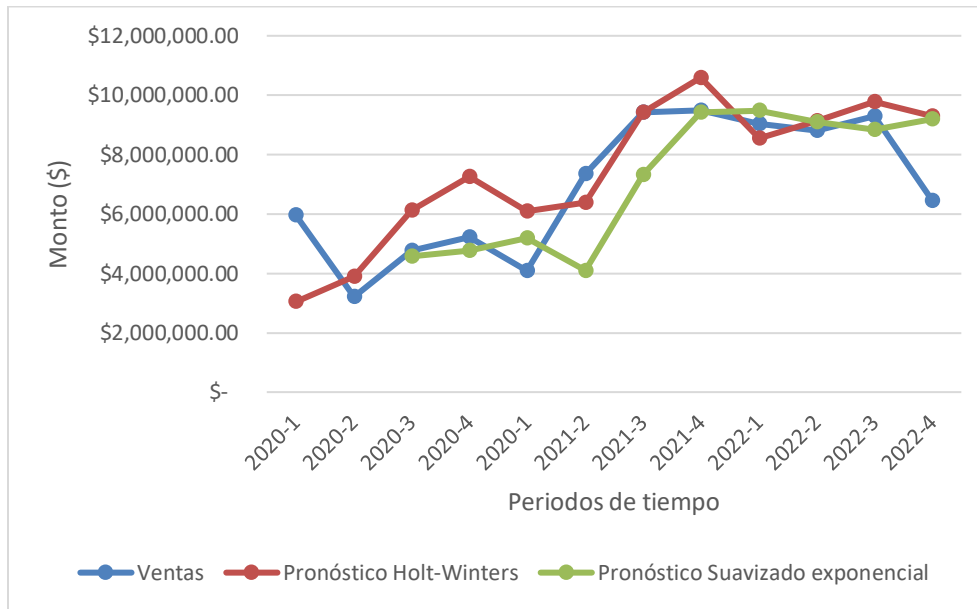


Ilustración 54. Gráfica de resultados de previsión respecto a ventas para la cartera QR2

En la **Ilustración 54** se presentan los resultados de la cartera QR2, donde se observa cómo la previsión en ambos modelos y las ventas siguen el mismo patrón, aunque logren distanciarse en algunos puntos su comportamiento es muy similar.

En los resultados obtenidos con Holt-Winters, específicamente en el periodo de prueba que es el año 2022 el segundo y tercer trimestre de este año los datos son muy cercanos pues muestran un error del 4% y 5% respectivamente, mientras que para el cuarto trimestre de este mismo año que es el periodo de prueba real el porcentaje es del 44%, en la gráfica logra verse el distanciamiento entre los 2 puntos.

En el caso de la previsión con suavizado exponencial el primer, segundo y tercer trimestre del periodo de prueba, que corresponde a 2022 se observan los puntos con mucha similitud, sin embargo, en el cuarto trimestre de 2022 el punto entre el pronóstico y las ventas de la misma forma que Holt-Winters tiene un distanciamiento considerable, esto se explica también con el error del 42.5% que se obtuvo para este periodo.

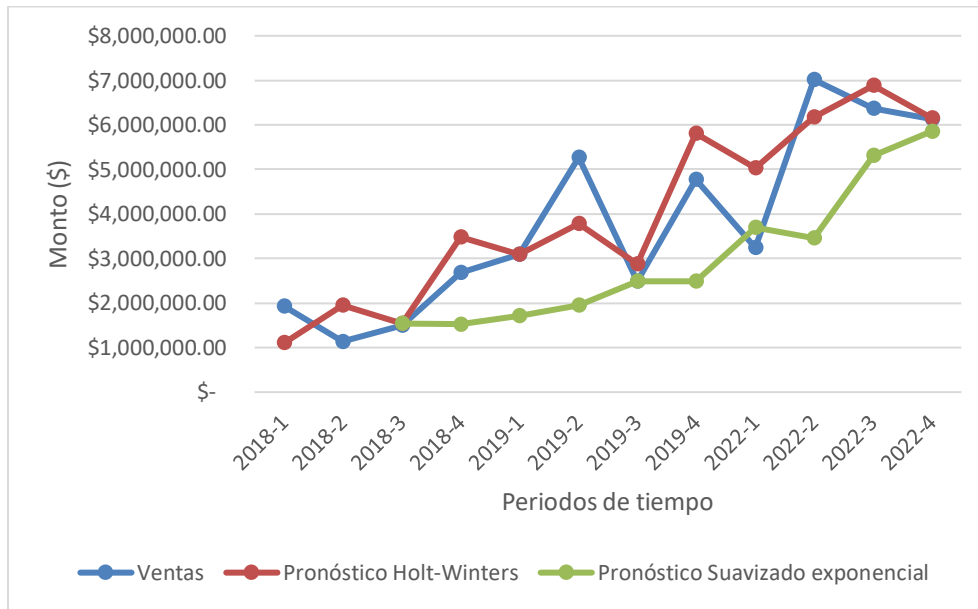


Ilustración 55. Gráfica de resultados de previsión respecto a ventas para la cartera QR3

Los resultados de la cartera QR3 se observan en la **Ilustración 55**; el modelo de Holt-Winters comparado con las ventas tienen el mismo patrón de comportamiento, aunque en algunos casos los puntos se separen, caso contrario en la propuesta con el modelo de suavizamiento exponencial, donde más que un comportamiento se ve un crecimiento exponencial.

Para esta cartera los datos que se tomaron como históricos fueron 2018 y 2019 para pronosticar 2022, ya que el periodo de pandemia hizo cambios considerables en el comportamiento de las ventas. En algunos casos como el tercer trimestre de 2018 y 2019, los puntos de ambos modelos respecto a las ventas se encuentran muy cercanos con un error considerablemente bajo, mientras que, en el periodo de prueba de la misma forma, los pronósticos respecto a las ventas se vuelven a acercarse considerablemente, acorde con el error que se presentó del 0.35% y 4.60% para Holt-Winters y suavizamiento exponencial, respectivamente.

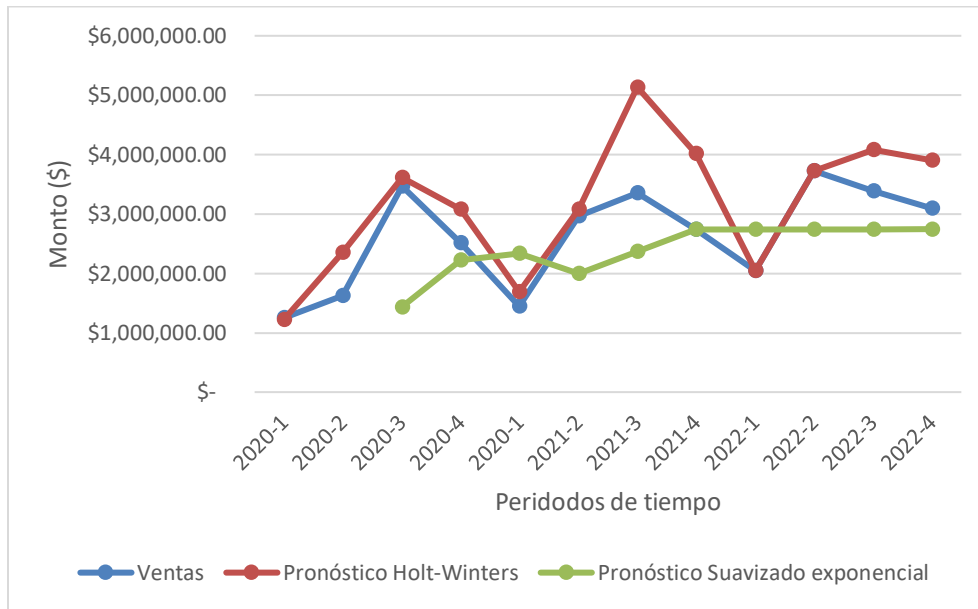


Ilustración 56. Gráfica de resultados de previsión respecto a ventas para la cartera SLP

En la **Ilustración 56** se presentan gráficamente los resultados obtenidos en las previsiones de la cartera SLP con los 2 modelos de prueba, utilizando 2020 y 2021 como datos históricos para pronosticar 2022.

En los resultados que se calculan con el modelo de Holt-Winters logran verse muy cerca las ventas de las previsiones, mientras que para el periodo de prueba que es 2022, el primer y segundo trimestre de este año se observan muy cercanos gráficamente ya que tienen un error de 0 y 0.06%, respectivamente, mientras que en el tercer y cuarto trimestres del mismo año los puntos tienen una discrepancia, con un error de 20.22 y 25.77%, respectivamente.

En el modelo de suavizamiento exponencial no se observa un comportamiento similar al de las ventas, pues las previsiones de este modelo tienen una tendencia ligeramente exponencial; en algunos puntos los 2 resultados se aproximan considerablemente, como en el periodo de prueba donde el error es del 11.43%, se puede decir que el mejor modelo de acuerdo con los MAPE resultantes es suavizado exponencial para la cartera SLP.

Señales de control

Dentro del análisis del error, las señales de control nos ayudan a verificar qué tan preciso es el modelo de predicción, no simplemente observando el porcentaje de error absoluto, si no utilizando la suma de los errores y la desviación absoluta media de éstos, para ello se presentan las gráficas de las señales de control, mismas que fueron desarrolladas con las fórmulas que se describieron en el apartado 2.4 de herramientas.

De acuerdo con Heizer & Render (2009) las señales de control positivas indican que las ventas son mayores a lo que se pronosticó, mientras que las señales negativas indican que las ventas son menores a lo que predijo el modelo, algunos autores mencionan que una buena predicción tiene tanto señales positivas como negativas en una buena medida, a forma de que se equilibren.

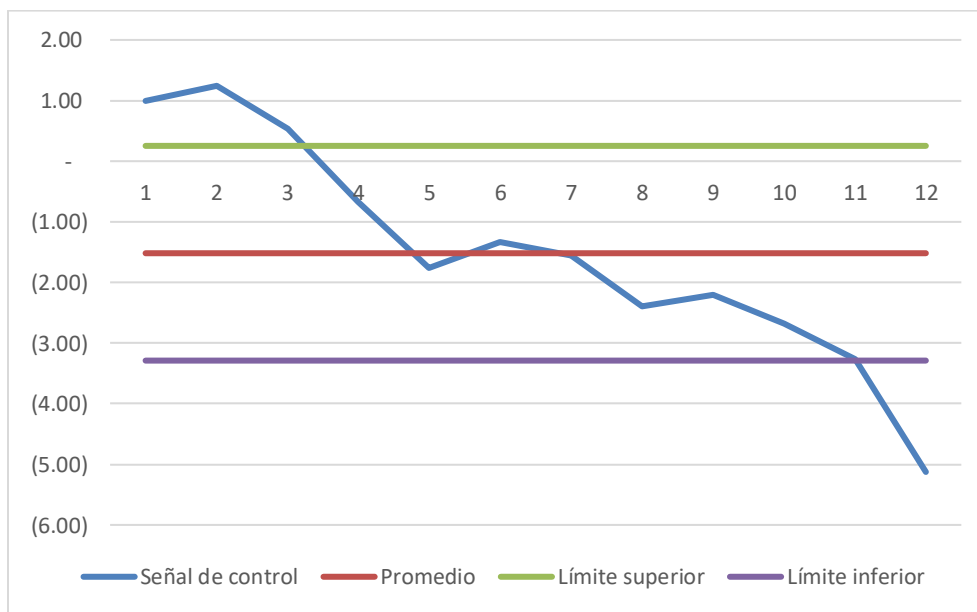


Ilustración 57. Gráfica de señales para la cartera QR2 con el modelo de Holt-Winters

De acuerdo con la **Ilustración 57** y lo explicado anteriormente para QR2 se tiene una media de señales de -1.52, con un límite máximo de 0.25 y un mínimo de -3.29, se tienen señales de control muy cercanas a la media. Los datos que se encuentran con señales fuera de rango son el 1er, 2do y 3er trimestre de 2020, con valores positivos superiores a 0.25, así como valores negativos inferiores a -3.29, como el cuarto trimestre de 2022 donde nos ofrece una señal de -5.13, esta última

observación es el periodo de prueba que se realizó como implementación y tanto la señal de control como el error que se obtuvo previamente, dejan ver que la previsión en este caso no fue tan exacta.

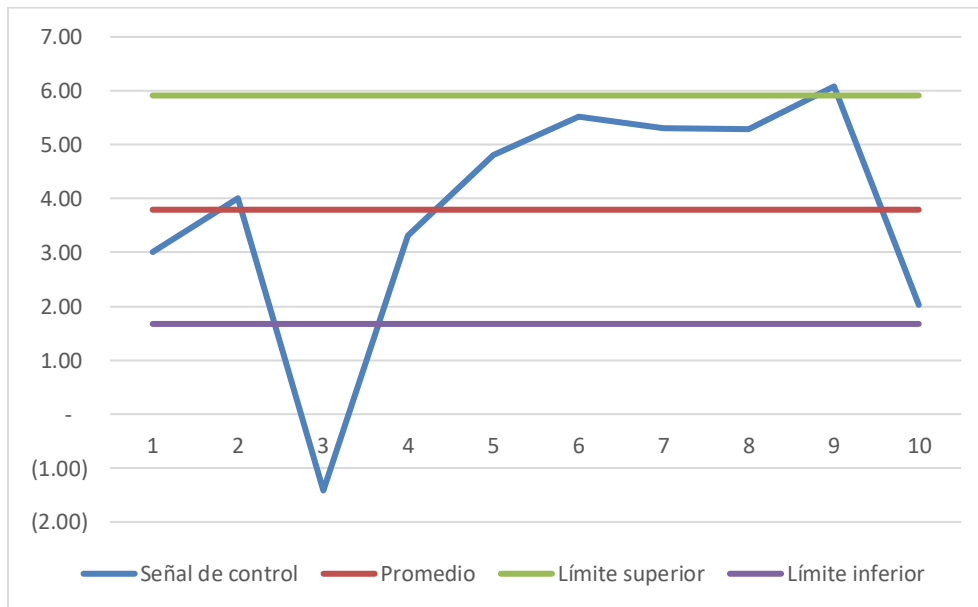


Ilustración 58. Gráfica de señales para la cartera QR2 con el modelo de suavizamiento exponencial

En la **Ilustración 58** se muestran las señales de control con el modelo de suavizamiento exponencial, donde se tiene un promedio de 3.79, una desviación estándar de 2.12, el límite superior es de 5.91 y el inferior de 1.67. En estas señales se observa que se tienen picos que salen del rango, como es el tercer trimestre de 2020 donde su señal de control es de -1.42, por su parte el tercer trimestre de 2022 también sale de rango con una señal de 6.08, todas las demás señales están dentro del rango que se observa.

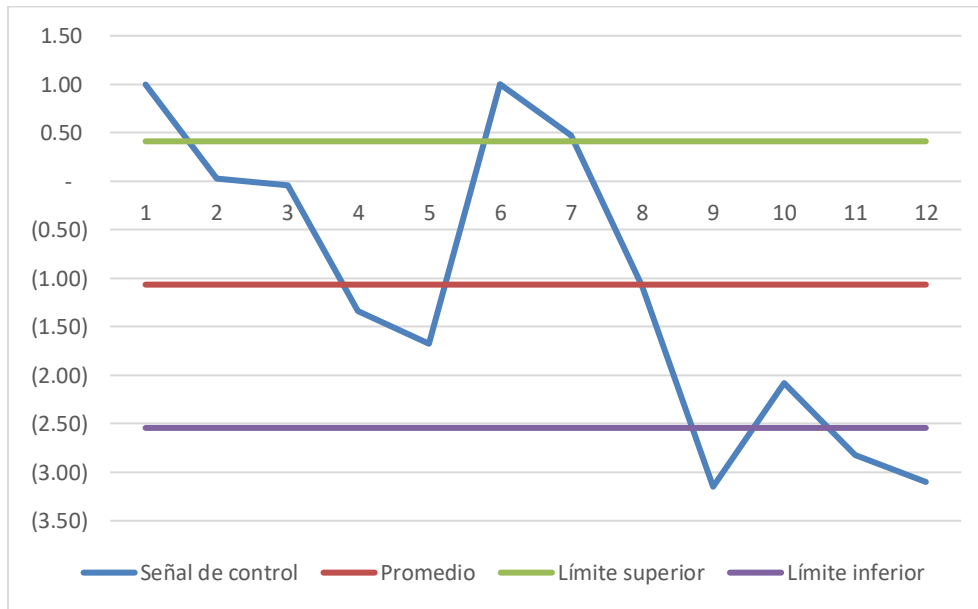


Ilustración 59. Gráfica de señales para la cartera QR3 con el modelo de Holt-Winters

Para las señales de control que se obtuvieron en QR3, como se puede observar en la **Ilustración 59** son muy variadas, la media es de -1.07, la desviación estándar de 1.48, el límite máximo es de 0.41 y el mínimo de -2.54, por lo que se puede observar hay algunos periodos donde su señal sale de este rango como es el caso del primer trimestre de 2018 con 1 de señal, el 2do y 3er trimestre de 2019 con una señal de 1 y 0.47 respectivamente, por otro lado también se tiene una señal para el 1er trimestre de 2022 (el periodo de prueba), donde se observa una señal negativa de -3.15, al igual que el tercer y cuarto trimestre de 2022, donde sus señales don de -2.82 y -3.10, respectivamente.

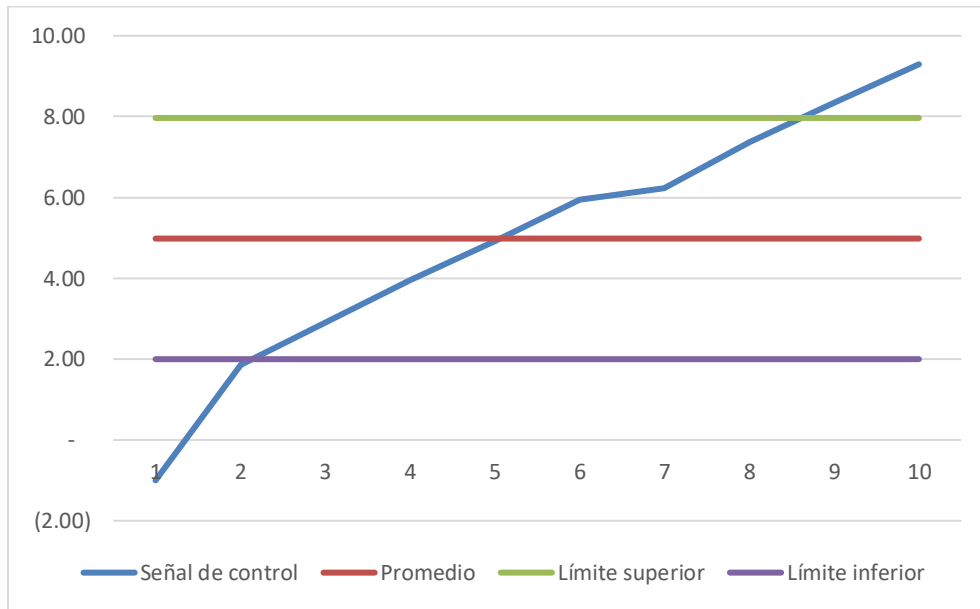


Ilustración 60. Gráfica de señales para la cartera QR3 con el modelo de suavizamiento exponencial

En la **Ilustración 60** se presentan las señales de control con el modelo de suavizamiento exponencial, la media es de 4.98, la desviación estándar de 2.98, los límites son de 7.97 y 2, superior e inferior respectivamente, las señales que salen de los rangos cerca del promedio son el 3er trimestre de 2018, con un valor de -1 y el tercer y cuarto trimestre de 2022, que son los periodos de prueba, con valores de 8.35 y 9.30, respectivamente.

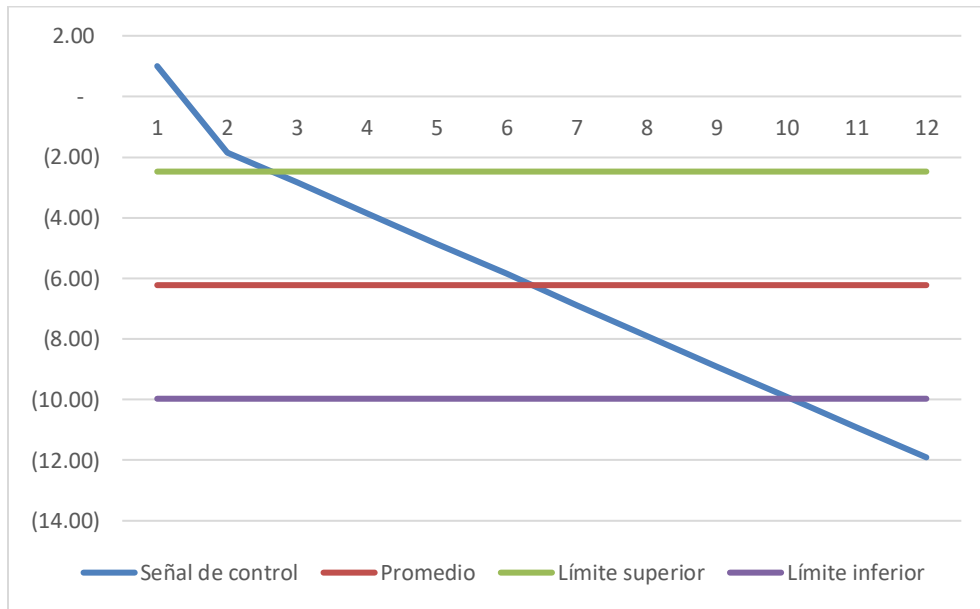


Ilustración 61. Gráfica de señales para la cartera SLP con el modelo de Holt-Winters

En la **Ilustración 61** se observan las señales de control de la cartera SLP, donde se tiene un promedio de -6.23, un límite máximo de -2.48 y un mínimo de -9.97, en este caso las señales que se muestran tienen una tendencia a la baja y son negativas en todos los casos a excepción de la primera observación ya que las previsiones en esta cartera fueron superiores a las ventas reales por ello las señales de control se encuentran en el cuadrante 4 con valores negativos.

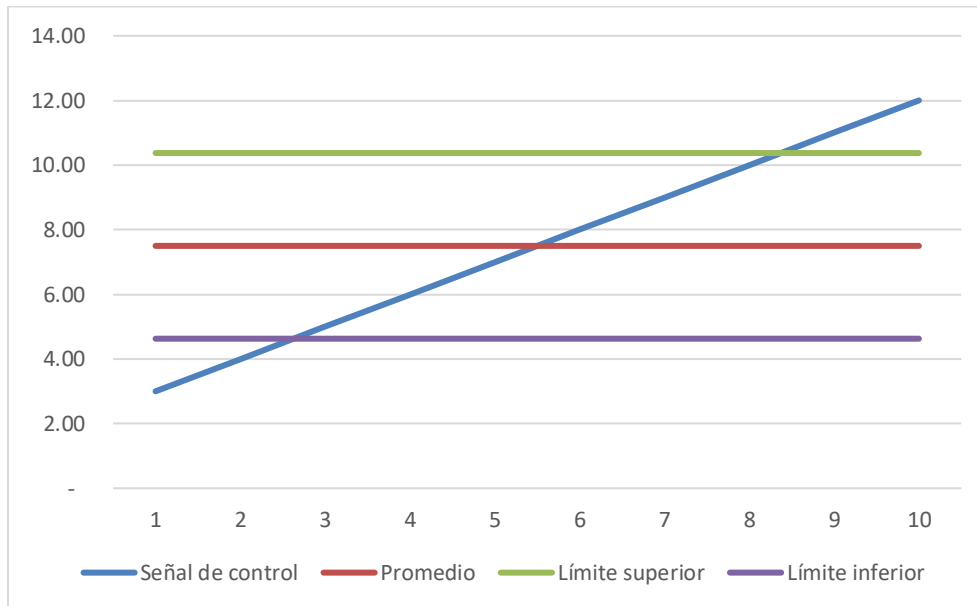


Ilustración 62. Gráfica de señales para la cartera SLP con el modelo de suavizamiento exponencial

En el caso de la gráfica mostrada en la **Ilustración 62**, tiene un comportamiento muy similar las señales que los resultados con el modelo de Holt-Winters, en este caso el promedio es de 7.50, la desviación estándar es de 2.87, los límites superior e inferior corresponden a 10.37 y 4.63, respectivamente. Los valores que quedan fuera de los límites son el tercer y cuarto trimestre de 2020, con valores de 3 y 4, mientras que en los periodos de prueba el 2do, 3er y 4to trimestre de 2022 sale del rango, con valores de 10, 11 y 12, respectivamente.

3.4 Fase 4: Análisis de resultados, validación y conclusiones

Una vez que se han realizado todas las actividades de este trabajo y el análisis de los resultados, es momento de validar que la hipótesis planteada se haya cumplido, por lo que en este apartado se abordarán los comentarios que sustentarán la hipótesis y el resumen de resultados, respecto a lo esperado.

3.4.1. Actividad 4.1. Análisis de resultados. Validación y justificación del funcionamiento de la técnica

En este trabajo se planteó como objetivo principal diseñar una técnica que permita a los vendedores de una empresa distribuidora elaborar sus pronósticos, mediante el uso de parámetros que se encontraron en el comportamiento de datos en cada cartera; con el fin de que se pueda plantear una estrategia que ayude al cumplimiento de objetivos, así como a la toma de decisiones de los gerentes.

Respecto a este planteamiento general, se cumplió el objetivo de la investigación, ya que se hizo un estudio situacional que evaluó cómo se encontraban los periodos de ventas, qué factores internos y externos los afectan y cual tiene mayor influencia en el cumplimiento de los objetivos.

Se dio a conocer los resultados del estudio situacional analizando los crecimientos históricos para cada cartera, observando que en cada una los crecimientos son diferentes, año con año. Esta información resultó bastante útil, ya que la empresa caso de estudio plantea los mismos porcentajes de venta para todas sus carteras con un objetivo anual definido. Lo anterior tiene que ver más con las necesidades de crecimiento de la empresa, que con la respuesta de ventas que ofrece cada región, por lo que esta información resultará de utilidad para cuando se planteen objetivos de crecimiento, que sean reales y alcanzables.

Los resultados de esta investigación se cumplieron, debido a que los errores por juicio de expertos que se tenían al momento de pronosticar son mayores, respecto al error que el pronóstico ofrece.

En el caso de la cartera QR2, el porcentaje por juicio de expertos es del 10%, es un error bajo para ser un cálculo aproximado, en el caso particular los errores que se obtuvieron con Holt-Winters y suavizamiento exponencial fueron mayores al 10%, con aproximaciones de 44 y 42%, respectivamente; por lo que no se obtuvieron errores aceptables en el periodo de prueba. La posible razón es que el objetivo anual de la cartera se cubrió en el mes de septiembre, por lo que los vendedores se presentaron conservadores para el cierre de ventas anual, por ello no se cumplieron las previsiones esperadas en el último trimestre. Sin embargo, el cálculo con los históricos dio buenos resultados al momento de pronosticar, por ejemplo, para el primero, segundo y tercer trimestre de 2022, los resultados del MAPE fueron del 5, 4 y 5%, respectivamente; estos resultados se pueden observar en la **Tabla 38** y **Tabla 39**.

Dado los resultados de la cartera antes mencionada, la empresa caso de estudio debe replantearse los objetivos de venta de este equipo, con la finalidad de mantener el ritmo y tener mejor medido el crecimiento de ésta.

En la cartera QR3 tenía un error con juicio de expertos del 29%, se logró reducir con el modelo de Holt-Winters a 0.4% y con suavizamiento exponencial al 4.6%, por lo que esta cartera puede hacer uso de cualquiera de los 2 modelos para proponer una previsión futura.

En la cartera SLP el porcentaje de error con juicio de expertos era de 28%, con el modelo de Holt-Winters se redujo a 26% y con el modelo de suavizamiento exponencial a 11%, por lo que, para esta cartera, aunque tuvo resultados debajo de lo esperado en ambos modelos, el ideal para calcular y proponer un pronóstico es suavizamiento exponencial.

Se recomienda, para investigaciones que deseen tomar en cuenta la técnica planteada en esta tesis, para entender y tomar la mejor decisión al momento de pronosticar, considerar los pasos presentados en la **Ilustración 63** que se desarrollan a continuación

1. **Estudio situacional:** para este estudio preferentemente se deben tener los datos históricos al menos de 2 años anteriores al periodo que se quiere predecir. Este estudio deberá graficar los datos históricos con la finalidad de observar si las ventas tienen una tendencia, estacionalidad, ciclos o niveles que ayuden a seleccionar los mejores modelos a probar.
2. **Identificación de factores internos y externos:** se recomienda realizar este paso, debido a que es importante identificar qué hace que las ventas tengan un aumento o decremento. Comúnmente, en las ventas, se tienen factores diversos que impactan de una forma positiva o negativa; sin embargo, no siempre se tienen identificados, por lo que lo ideal es observar el mercado, realizar encuestas o mesas de trabajo con otros vendedores que permita conocer las causas más frecuentes.
3. **Selección del modelo:** cuando se haya identificado el comportamiento de los datos, se deben seleccionar al menos 3 modelos que sean acordes al comportamiento de datos; es decir, que sus fórmulas de cálculo evalúen las variables a considerar. Se recomienda comenzar con promedios móviles, que es la forma más sencilla de pronósticos, seguido del modelo lineal, para observar si las ventas tienen un crecimiento lineal o de otro tipo y, por último, los modelos de suavizamiento, ya sea simple o triple como el caso de Holt-Winters.

Estos últimos son modelos más completos que ofrecen una vista más detallada de las constantes presentes en las previsiones.

4. **Propuesta formal:** cuando se hayan probado los modelos que se han seleccionado previamente con los históricos, será momento de lanzar previsiones futuras, donde se recomienda se analicen los resultados de los modelos probados con históricos, se ajusten y se busquen los mejores errores para que al ofrecer una previsión futura se tengan datos lo más certeros posibles.
5. **Prueba de resultados:** en este punto se recolectan los datos en tiempo real, se calculan los errores de pronóstico respecto a las ventas reales para observar que tan certeros son las previsiones. En este apartado se recomienda graficar los resultados, para observar si las previsiones y las ventas tienen una tendencia o comportamiento similar.
6. **Selección del modelo que se utilizará en el futuro:** esta última actividad es de las más importantes, pues se deben analizar los datos y observar lo que se tenía previo a la aplicación del o los modelos y lo que se tiene con los resultados de éstos. No siempre es indispensable tener un error bajo, ya que también es importante observar si la previsión y las ventas tienen un comportamiento similar. Esto puede ser una buena señal de que se está encontrando el modelo ideal para la aplicación.

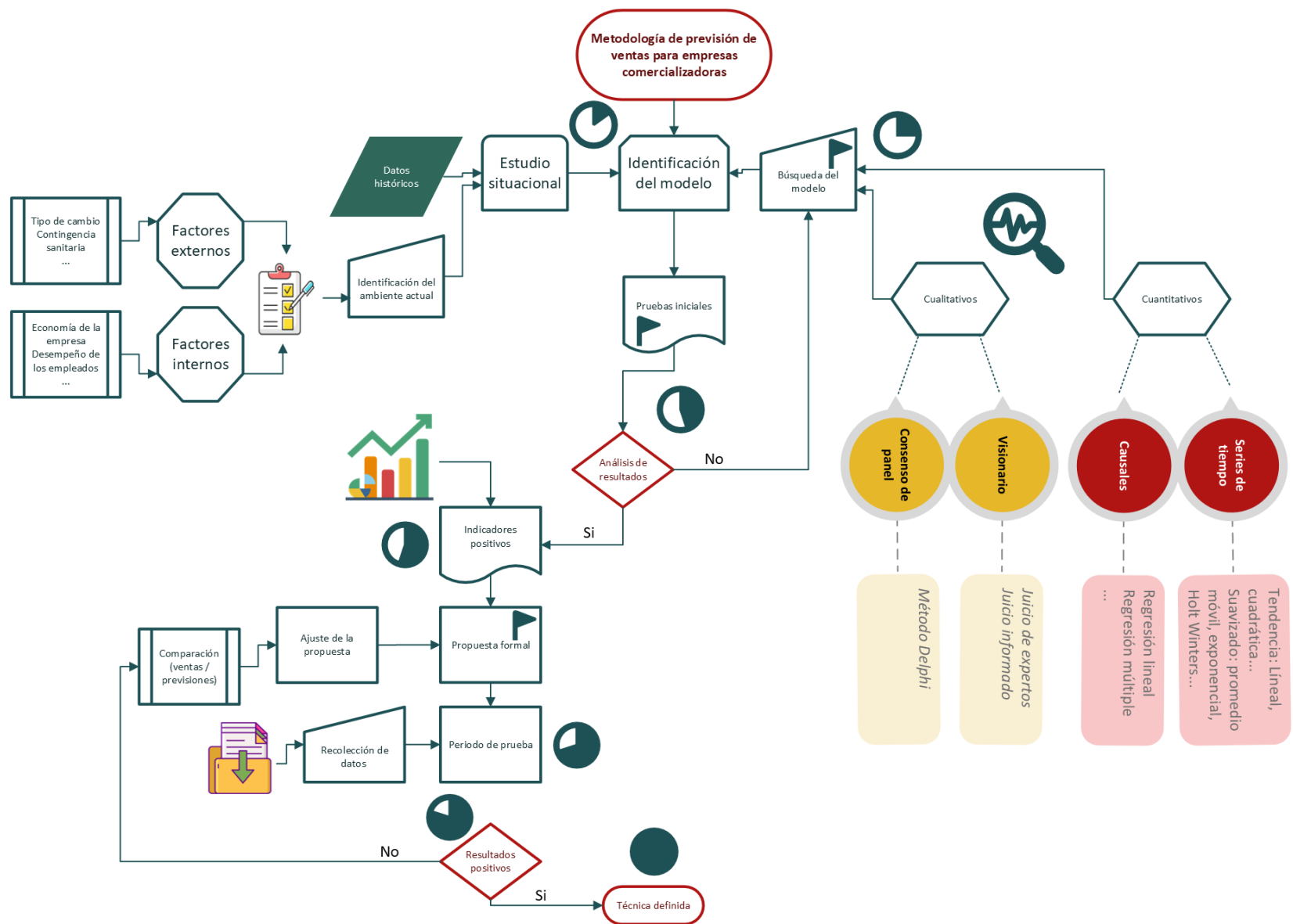


Ilustración 63. Diagrama de la técnica para la previsión de ventas

Conclusiones

Esta investigación surgió de la necesidad que se tiene en el mundo de las ventas de tener una idea clara de los objetivos y la forma más eficiente de cumplirlos. Comúnmente, es una tarea que cada vendedor realiza con su propia experiencia y capacidad de cierre; sin embargo, cuando se presentan situaciones adversas, es donde los modelos de pronósticos tienen lugar, pues ayudan a tener una idea clara de cómo funciona el mercado en el que se desenvuelve, así como las aspiraciones de ventas que las empresas pueden fijarse.

Considerando lo anterior, en este trabajo se desarrolló una técnica que propone recolectar la información histórica de las empresas en donde se desee utilizarla y, aunado con un estudio situacional de la empresa, se seleccionan y aplican técnicas de pronósticos para desarrollar previsiones que serán utilizadas por los equipos de ventas para planear su trabajo. La técnica desarrollada se validó en un caso de estudio y generó resultados superiores a los esperados.

El primer objetivo específico indica realizar un diagnóstico mediante el análisis de los procesos y la utilización de datos históricos del departamento de ventas con la finalidad de estudiar la situación actual. En este punto se llevó a cabo un estudio situacional que permitió conocer el comportamiento de las ventas en cada cartera y encontrar los factores atípicos que estuvieron asociados con acontecimientos no controlables internos y externos. En el estudio se encontró que las carteras que han tenido históricos más estables son QR2 y QR3, en el caso de SLP su crecimiento no es estable, debido a que la zona en la que se encuentra tiene un importante número de clientes del sector automotriz, el cual tuvo un decrecimiento en el periodo de la pandemia por COVID-19, sin embargo, las ventas de 2021 y 2022 lograron repuntar el crecimiento exponencial.

En el segundo objetivo, que dice: identificar los parámetros que intervienen en el comportamiento de los procesos de ventas en la empresa caso de estudio; se identificaron los parámetros que intervienen en el comportamiento de las ventas, de forma interna se encontró que la desorganización del seguimiento, no tener metas claras, así como los aumentos de precios juegan un factor importante; por su parte, los factores externos están asociados a la inversión gubernamental o industrial en los sectores y regiones en que las carteras se desenvuelven.

En el tercer objetivo, que fue: desarrollar la técnica de previsión apoyada por las metodologías de pronósticos de ventas, se estudiaron los posibles modelos de pronósticos que, de acuerdo con el análisis situacional, mejor se adaptaron a los comportamientos históricos de las ventas; donde se seleccionaron factores de influencia como la frecuencia de los periodos a evaluar, así como la selección de históricos que presentaron mejores resultados en cada equipo de ventas. En algunos casos como QR2 y SLP resultó mejor pronosticar cuando se evaluaban históricos de 2020 y 2021 que son los valores más cercanos que se tienen al periodo de evaluación (2022), por su parte para QR3 lo mejor fue tomar los datos de 2018 y 2019 que fueron previos a la pandemia y ofrecieron un mejor ajuste para las previsiones futuras probadas.

En el cuarto y último objetivo se buscó validar los resultados de los modelos probados mediante la implementación y evaluación con indicadores. Para el cumplimiento de este objetivo, se ajustaron los modelos seleccionados para, finalmente, hacer una propuesta formal con los modelos que mejor aplicaron; en esta investigación fueron: Holt-Winters y suavizamiento exponencial simple.

Con el cumplimiento de los objetivos específicos es posible afirmar que el objetivo general se cumplió cabalmente, por lo que se afirma que el uso de los modelos para este caso de estudio servirá para que el departamento de ventas alcance sus objetivos, así como al resto de los departamentos involucrados en la venta realicen sus actividades.

Respecto a la hipótesis planteada para este trabajo, se cumplió, ya que se realizó un estudio situacional que permitió analizar los parámetros relevantes de ventas y proponer una técnica para la elaboración de las previsiones. La utilización de métodos de pronósticos permitió identificar tendencias y comportamientos de los datos, información relevante que sirvió en el desarrollo de la técnica. En el periodo de prueba que se realizó y con los resultados obtenidos, se pudo confirmar que la técnica ayuda a alcanzar los objetivos de ventas de la empresa y permite que los vendedores tengan un objetivo claro de cierre. Debido a lo anterior, se concluye que la hipótesis establecida para este trabajo se tesis se cumplió cabalmente.

Finalmente se recomienda a los lectores de esta tesis, que deseen utilizar la técnica en sus casos particulares, poner énfasis en el análisis del comportamiento de sus datos históricos y tomar en cuenta las recomendaciones que se resumen en la **Ilustración 63**.

Como trabajo futuro, la empresa caso de estudio continuará retroalimentando la información con datos de los periodos siguientes, con la finalidad de tener un estudio histórico más amplio y que esto permita que las predicciones sean más precisas y que el resultado tenga beneficios para los equipos de ventas. Incluso se buscará implementar esta técnica en otros departamentos, conforme a la respuesta de la empresa. Con los nuevos estudios se pretende contar con más información que permita adecuar la técnica para obtener menores errores en las previsiones y proveer mayor certeza a las decisiones que se pretendan realizar debido a los resultados producto de la información.

Referencias

- Business International. (2003). *Análisis comparado del gasto*. Ciudad de México: Centro de Estudios de las Finanzas públicas de la cámara de diputados.
- Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. (2020). *Evolución de los Recursos Federales Aprobados para la Ciencia y el Desarrollo, 2012-2021*. Ciudad de México: Cámara de diputados.
- Chambers, J. C., Mullick, S. K., & Smith, D. D. (1971). How to Choose the Right Forecasting Technique. *Financial Analysis. Harvard Bussines review*.
- Chapman, S. N. (2006). *Planificación y control de la producción*. México: Pearson Educación.
- Da Silva, D. (14 de Octubre de 2020). *Blog de Zen desk*. Obtenido de Qué es prospección de clientes y 5 claves para implementar su estrategia: <https://www.zendesk.com.mx/blog/que-es-prospeccion-clientes/>
- Escuela de negocios. (07 de Enero de 2016). *Business Revista Digital*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2021, de <https://www.escueladenegociosydireccion.com/revista/business/emprendedores/prevision-de-ventas/>
- Farrera Gutiérrez, A. (2013). *Manual de pronósticos para la toma de desiciones*. Ciudad de México: Editorial digital Tecnológico de Monterrey.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de administración de operaciones* (Séptima ed.). Ciudad de México: Pearson Educación.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de la admisnitración de operaciones* (Séptima ed.). Ciudad de México: Pearson educación.
- Hernández-Samieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F. : Mc Gaw Hill Education.
- Hlousková, Z., Zenísková, P., & Prásilová, M. (2018). Comparison of Agricultural Costs Prediction Approaches. *Agris on-line Papers in Economics and Informatics*, 1.
- Izar Landeta, J. M., Ynzunza Cortés, C. B., & Hernández Molinar, R. I. (2019). The Predictive Capacity of the Holt-Winters Model Using Different Initialization Methods. An aplicación to the Agricultural Sector. *Internacional Journal of modern research in ingeneering and management*, 25-36.

- Matsumoto, M. &. (2015). *Demand forecasting for production planning in remanufacturing*. Londres: Springer-Verlag.
- Montemayor-Gallegos, E. J. (2013). *Métodos de pronósticos para negocios*. Monterrey México: Editorial digital Tecnológico de Monterrey.
- Murillo Marquez, J. C. (1995). *Metología de pronóstico para la planeación de la manufactura de motores automotrices a diesel*. Atizapán: Instituto Tecnológico y de estudios superiores de Monterey.
- Real Académica Española. (2021). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de Asociación de academias de la lengua española: <https://dle.rae.es/prospecci%C3%B3n>
- Render, B., Sair, M. R., & Machael, E. H. (2006). *Métodos cuantitativos para los negocios*. México: Pearson Education.
- Sajtos, L. (2011). Sales planning and forecasting. *Sales Management*, 173-203.
- Sales Force Latinoamérica. (03 de Enero de 2019). *Sales Force blog*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2021, de Sales cloud: <https://www.salesforce.com/mx/blog/2019/03/glosario-de-ventas.html>
- San Millán, M. M. (2016). *Previsión y control de ventas*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Secretaría de Economía. (2010). *Mexico emprende*. Recuperado el 17 de Octubre de 2021, de Mexico emprende: <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/mexico-emprende/productos-servicios/comercializacion#:~:text=La%20Secretar%C3%ADa%20de%20Econom%C3%ADa%20apoya,vez%20m%C3%A1s%20altos%20de%20calidad>.
- Serrano, V. (27 de Septiembre de 2020). *Pronóstico de ventas*. Obtenido de Guía del empresario: <https://guiadelempresario.com/ventas/pronostico-de-ventas/>
- Soret Los Santos, I., & Giménez Díaz-Oyuelos, E. (2013). *Previsión de ventas y fijación de objetivos*. Madrid: ESIC EDITORIAL.
- Vidal I Díez, I. (2003). *Previsión de ventas*. Madrid: EG Editorial.
- Vidal-Holguín, C. J. (2010). *Fundamentos de control y gestión de inventarios*. Santiago de Cali: Programa editorial de la Universidad del Valle.
- Villarreal, F. (2016). *Introducción a los modelos de pronósticos*. Unión matemática Argentina: Buenos Aires.

Welsch, G. A., Hilton, R. W., & Gordon, P. N. (2005). *Presupuestos: planeación y control*. Ciudad de México: Pearson educación.

Zahradníková, L., & Vacík, E. (2014). Scenarios as a strong support for strategic planning. *Procedia Engineering*, 665-669.

Desarrollo de una técnica de previsión de ventas para la toma de decisiones estratégicas utilizando métodos de pronósticos, aplicada en una empresa comercializadora de instrumentos científicos

ANEXOS

Anexo 1: Encuesta

Factores influyentes en las ventas

Encuesta con fines educativos

Esta encuesta será utilizada para el desarrollo de una tesis, cuyo tema es el desarrollo de un modelo de pronóstico. Gracias por responderla.

1. ¿Considera que el comportamiento de las ventas fluctúa de acuerdo con factores intrínsecos y extrínsecos?

- Si
- No

2. Dentro de los factores intrínsecos selecciona ¿Cuál de los factores tienen mayor impacto en el incumplimiento de las ventas?

No se tiene un pronóstico de ventas

3. ¿Qué factores extrínsecos afectan al cumplimiento de objetivos de venta?

- Competencia de precios
- Poca inversión del gobierno y las empresas
- Aumento en el tipo de cambio
- Líneas de crédito
- Disponibilidad del producto

4. ¿Considera que el proceso de ventas resulta más organizado y eficiente cuando se tienen objetivos claros y se pueden pronosticar las ventas?

- Si
- No

5. Cuando realiza un embudo de ventas que partirá a una previsión ¿Qué factores considera que deben tomar en cuenta basados en su experiencia?

- Precios
- Avance de cotizaciones
- Disponibilidad de productos
- Líneas de crédito
- Exclusividad en marcas o tipos de producto

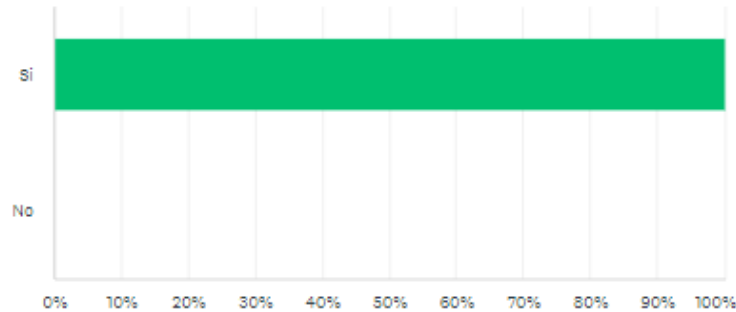
Anexo 2: Resultados de la encuesta

P1



¿Considera que el comportamiento de las ventas fluctúa de acuerdo a factores intrínsecos y extrínsecos ?

Respondidas: 6 Omitidas: 0



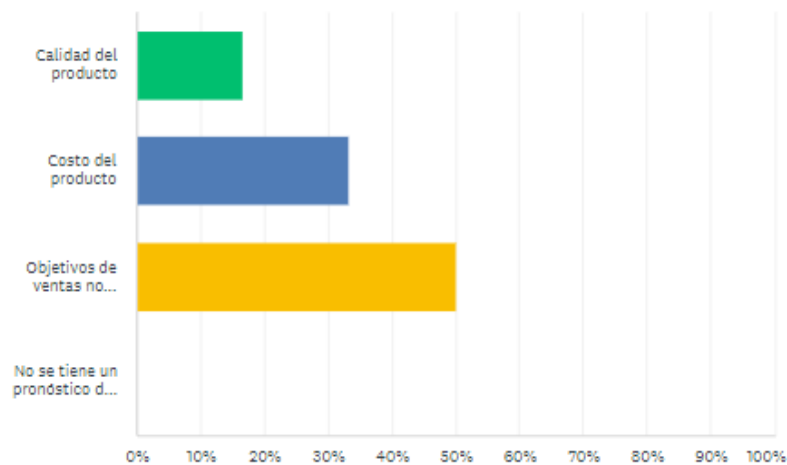
OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS	
Si	100,00 %	6
No	0,00 %	0
TOTAL		6

P2



Dentro de los factores intrínsecos selecciona el factor de mayor impacto en el incumplimiento de los objetivos de ventas

Respondidas: 6 Omitidas: 0



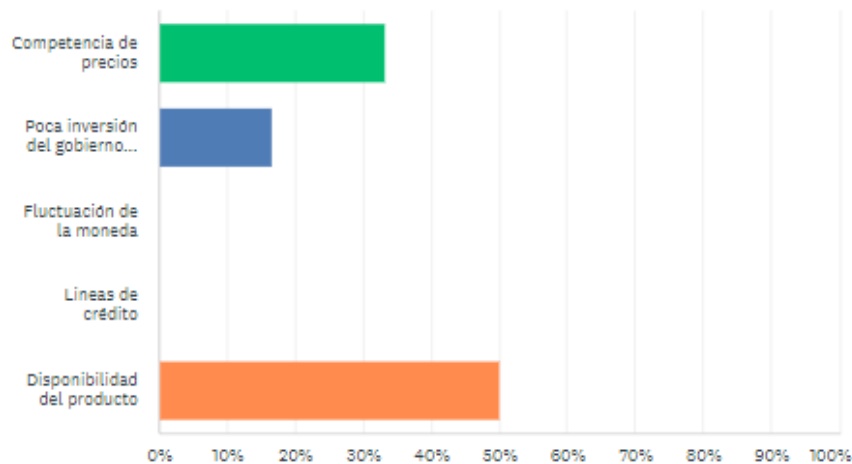
OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS	
Calidad del producto	16,67 %	1
Costo del producto	33,33 %	2
Objetivos de ventas no claros	50,00 %	3
No se tiene un pronóstico de ventas	0,00 %	0
TOTAL		6

P3



De los factores extrínsecos selecciona el que más afectación tiene en el incumplimiento de los objetivos de ventas

Respondidas: 6 Omitidas: 0



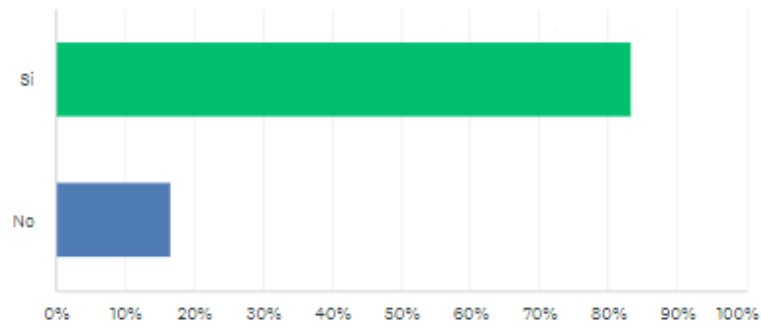
OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS	
Competencia de precios	33,33 %	2
Poca inversión del gobierno y las empresas	16,67 %	1
Fluctuación de la moneda	0,00 %	0
Líneas de crédito	0,00 %	0
Disponibilidad del producto	50,00 %	3
TOTAL		6

P4



¿Considera que el proceso de ventas resulta más organizado y eficiente cuando se tienen objetivos claros y se pueden pronosticar las ventas?

Respondidas: 6 Omitidas: 0



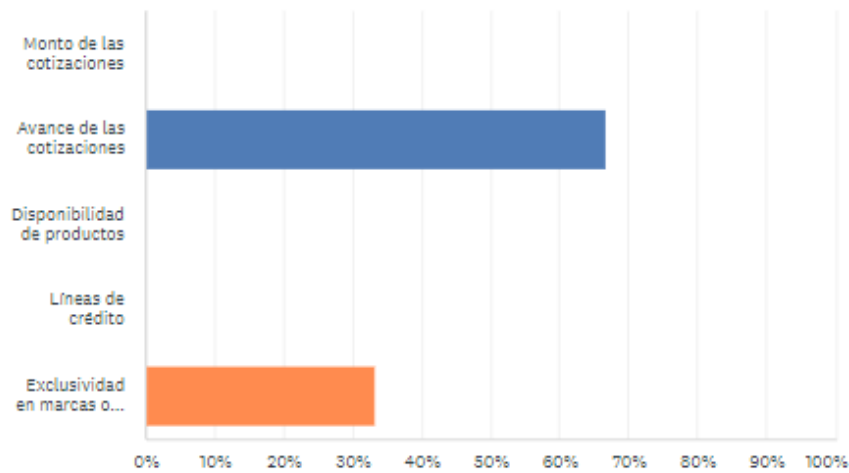
OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS
Si	83,33 % 5
No	16,67 % 1
TOTAL	6

P5



Cuando realiza un embudo de ventas que partirá a un pronóstico ¿Qué factores toma en cuenta basados en su experiencia?

Respondidas: 6 Omitidas: 0



OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS
Monto de las cotizaciones	0,00 % 0
Avance de las cotizaciones	66,67 % 4
Disponibilidad de productos	0,00 % 0
Líneas de crédito	0,00 % 0
Exclusividad en marcas o tipos de producto	33,33 % 2
TOTAL	6